



Daftar Isi

Kata Pengantar ~ i

Buku B 1.1 Elektronika Analog ~ 1
(*Slamet, M.Pd. & Suprpto, M.T.*)

Buku B 1.2 Elektronika Digital ~ 57
(*Umi Rochayati, M.T. & Rahmatul Irfan, M.T.*)

Buku B 1.3 Elektronika Industri ~ 87
(*Mashoedah, M.T. & Aris Nasuha, M.T.*)

Buku B 1.4 Teknik Audio Video ~ 125
(*Drs. A. Halim Sunawi & Suparman, M.Pd.*)

Buku B 1.5 Mikrokontroler ~ 141
(*Fatchul Arifin, M.T. & Aris Nasuha, M.T.*)

Buku B 2.1 Model – Model Pembelajaran PAKEM ~ 189
(*Priyanto, M.Kom. & Putu Sudira, M.Pd.*)

Buku B 2.2 Pengembangan Asesment Proses dan Hasil Belajar ~ 201
(*Ahmad Fatchi, M.Pd & Adi Dewanto, M.Kom.*)

Buku B 2.3 Pengembangan Media Pembelajaran ~ 267
(*Herman Dwi Surjono, Ph.D.*)

Buku B 2.4 *Pengembangan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (R P P)* ~ 273
(*Pramudi Utomo, M.Si. & Masduki Zakaria, M.T.*)

**BAHAN PENDIDIKAN DAN LATIHAN PROFESI GURU
SERTIFIKASI GURU RAYON 11 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**TEKNIK ELEKTRONIKA
SMK**

Buku B 1.1

ELEKTRONIKA ANALOG

**Slamet, M.Pd.
Suprpto, M.T.**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2010**

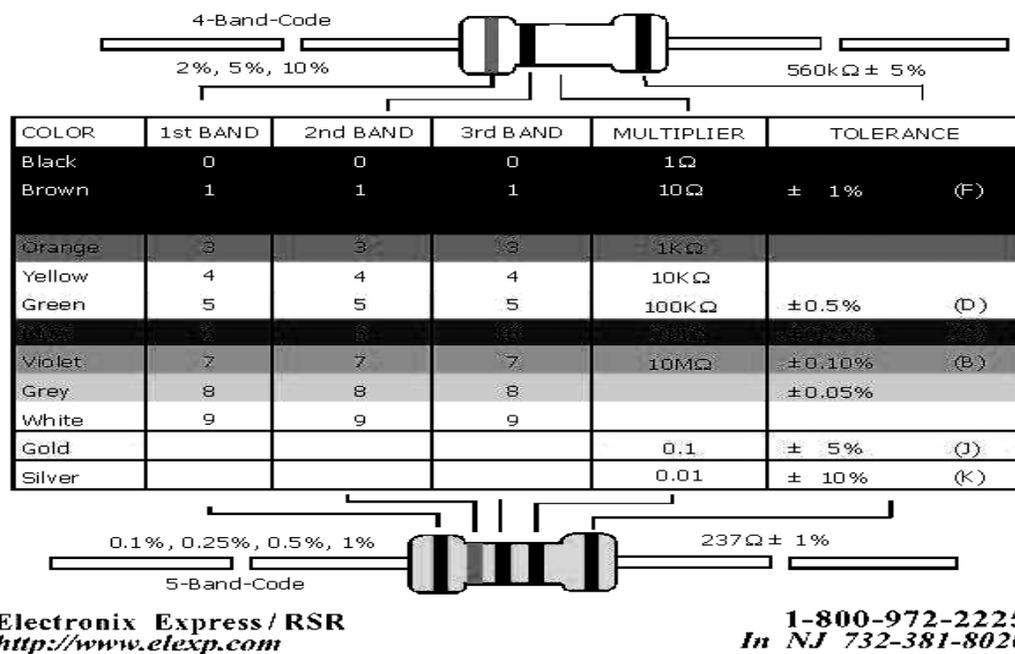
ELEKTRONIKA ANALOG

Resistor

Pada dasarnya semua bahan memiliki sifat resistif namun beberapa bahan seperti tembaga, perak, emas dan bahan metal umumnya memiliki resistansi yang sangat kecil. Bahan-bahan tersebut menghantar arus listrik dengan baik, sehingga dinamakan konduktor. Kebalikan dari bahan yang konduktif, bahan material seperti karet, gelas, karbon memiliki resistansi yang lebih besar menahan aliran elektron dan disebut sebagai insulator. Bagaimana prinsip konduksi, dijelaskan pada artikel tentang semikonduktor.

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohms diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol Ω (Omega).

Tipe resistor yang umum adalah berbentuk tabung dengan dua kaki tembaga di kiri dan kanan. Pada badannya terdapat lingkaran membentuk gelang kode warna untuk memudahkan pemakai mengenali besar resistansi tanpa mengukur besarnya dengan Ohmmeter. Kode warna tersebut adalah standar manufaktur yang dikeluarkan oleh EIA (Electronic Industries Association) seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut. Waktu penulis masuk pendaftaran kuliah elektro, ada satu test yang harus dipenuhi yaitu diharuskan tidak buta warna. Belakangan baru diketahui bahwa pelajar atau praktisi elektronika wajib untuk bisa membaca warna gelang resistor (barangkali).



Gambar 1. Resistor

Resistansi dibaca dari warna gelang yang paling depan ke arah gelang toleransi berwarna coklat, merah, emas atau perak. Biasanya warna gelang toleransi ini berada pada badan resistor yang paling pojok atau juga dengan lebar yang lebih menonjol, sedangkan warna gelang yang pertama agak sedikit ke dalam. Dengan demikian pemakai sudah langsung mengetahui berapa toleransi dari resistor tersebut. Kalau anda telah bisa menentukan mana gelang yang pertama selanjutnya adalah membaca nilai resistansinya.

Jumlah gelang yang melingkar pada resistor umumnya sesuai dengan besar toleransinya. Biasanya resistor dengan toleransi 5%, 10% atau 20% memiliki 3 gelang (tidak termasuk gelang toleransi). Tetapi resistor dengan toleransi 1% atau 2% (toleransi kecil) memiliki 4 gelang (tidak termasuk gelang toleransi).

Gelang pertama dan seterusnya berturut-turut menunjukkan besar nilai satuan, dan gelang terakhir adalah faktor pengalinya.

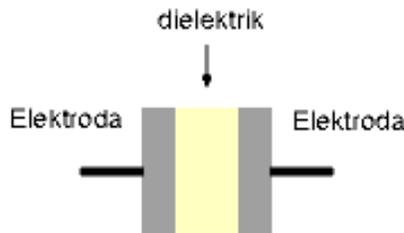
Misalnya resistor dengan gelang kuning, violet, merah dan emas. Gelang berwarna emas adalah gelang toleransi. Dengan demikian urutan warna gelang resistor ini adalah, gelang pertama berwarna kuning, gelang kedua berwarna violet dan gelang ke tiga berwarna merah. Gelang ke empat tentu saja yang berwarna emas dan ini adalah gelang toleransi. Dari tabel-1 diketahui jika gelang toleransi berwarna emas, berarti resistor ini memiliki toleransi 5%. Nilai resistansinya dihitung sesuai dengan urutan warnanya. Pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai satuan dari resistor ini. Karena resistor ini resistor 5% (yang biasanya memiliki tiga gelang selain gelang toleransi), maka nilai satuannya ditentukan oleh gelang pertama dan gelang kedua. Masih dari tabel-1 diketahui gelang kuning nilainya = 4 dan gelang violet nilainya = 7. Jadi gelang pertama dan kedua atau kuning dan violet berurutan, nilai satuannya adalah 47. Gelang ketiga adalah faktor pengali, dan jika warna gelangnya merah berarti faktor pengalinya adalah 100. Sehingga dengan ini diketahui nilai resistansi resistor tersebut adalah nilai satuan x faktor pengali atau $47 \times 100 = 4.7K$ Ohm dan toleransinya adalah 5%.

Spesifikasi lain yang perlu diperhatikan dalam memilih resistor pada suatu rancangan selain besar resistansi adalah besar watt-nya. Karena resistor bekerja dengan dialiri arus listrik, maka akan terjadi disipasi daya berupa panas sebesar $W=I^2R$ watt. Semakin besar ukuran fisik suatu resistor bisa menunjukkan semakin besar kemampuan disipasi daya resistor tersebut.

Umumnya di pasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki disipasi daya 5, 10 dan 20 watt umumnya berbentuk kubik memanjang persegi empat berwarna putih, namun ada juga yang berbentuk silinder. Tetapi biasanya untuk resistor ukuran jumbo ini nilai resistansi dicetak langsung dibadannya, misalnya 100 \square 5W.

Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini "tersimpan" selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan.



Gambar Prinsip dasar kapasitor

Kapasitansi

Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. Coulombs pada abad 18 menghitung bahwa 1 coulomb = 6.25×10^{18} elektron. Kemudian Michael Faraday membuat postulat bahwa sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 coulombs. Dengan rumus dapat ditulis :

$$Q = CV \dots\dots\dots(1)$$

- Q = muatan elektron dalam C (coulombs)
- C = nilai kapasitansi dalam F (farads)
- V = besar tegangan dalam V (volt)

Dalam praktek pembuatan kapasitor, kapasitansi dihitung dengan mengetahui luas area plat metal (A), jarak (t) antara kedua plat metal (tebal dielektrik) dan konstanta (k) bahan dielektrik. Dengan rumusan dapat ditulis sebagai berikut :

$$C = (8.85 \times 10^{-12}) (k A/t) \dots(2)$$

Berikut adalah tabel contoh konstanta (k) dari beberapa bahan dielektrik yang disederhanakan.

Tabel Nilai konstanta Bahan dielektrik

Udara vakum	k = 1
Aluminium oksida	k = 8
Keramik	k = 100 - 1000
Gelas	k = 8
Polyethylene	k = 3

Untuk rangkain elektronik praktis, satuan farads adalah sangat besar sekali. Umumnya kapasitor yang ada di pasar memiliki satuan **uF** (10^{-6} F), **nF** (10^{-9} F) dan **pF** (10^{-12} F). Konversi satuan penting diketahui untuk memudahkan membaca besaran sebuah kapasitor. Misalnya 0.047uF dapat juga dibaca sebagai 47nF, atau contoh lain 0.1nF sama dengan 100pF.

Tipe Kapasitor

Kapasitor terdiri dari beberapa tipe, tergantung dari bahan dielektriknya. Untuk lebih sederhana dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu kapasitor electrostatic, electrolytic dan electrochemical.

Kapasitor Electrostatic

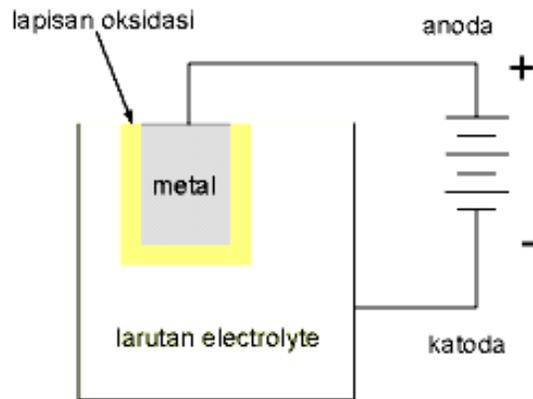
Kapasitor electrostatic adalah kelompok kapasitor yang dibuat dengan bahan dielektrik dari keramik, film dan mika. Keramik dan mika adalah bahan yang populer serta murah untuk membuat kapasitor yang kapasitansinya kecil. Tersedia dari besaran pF sampai beberapa uF, yang biasanya untuk aplikasi rangkaian yang berkenaan dengan frekuensi tinggi. Termasuk kelompok bahan dielektrik film adalah bahan-bahan material seperti polyester (polyethylene terephthalate atau dikenal dengan sebutan mylar), polystyrene, polypropylene, polycarbonate, metalized paper dan lainnya.

Mylar, MKM, MKT adalah beberapa contoh sebutan merek dagang untuk kapasitor dengan bahan-bahan dielektrik film. Umumnya kapasitor kelompok ini adalah non-polar.

Kapasitor Electrolytic

Kelompok kapasitor electrolytic terdiri dari kapasitor-kapasitor yang bahan dielektriknya adalah lapisan metal-oksida. Umumnya kapasitor yang termasuk kelompok ini adalah kapasitor polar dengan tanda + dan - di badannya. Mengapa kapasitor ini dapat memiliki polaritas, adalah karena proses pembuatannya menggunakan elektrolisa sehingga terbentuk kutup positif anoda dan kutup negatif katoda.

Telah lama diketahui beberapa metal seperti tantalum, aluminium, magnesium, titanium, niobium, zirconium dan seng (zinc) permukaannya dapat dioksidasi sehingga membentuk lapisan metal-oksida (oxide film). Lapisan oksidasi ini terbentuk melalui proses elektrolisa, seperti pada proses penyepuhan emas. Elektroda metal yang dicelup kedalam larutan electrolit (sodium borate) lalu diberi tegangan positif (anoda) dan larutan electrolit diberi tegangan negatif (katoda). Oksigen pada larutan electrolyte terlepas dan mengoksidai permukaan plat metal. Contohnya, jika digunakan Aluminium, maka akan terbentuk lapisan Aluminium-oksida (Al_2O_3) pada permukaannya.



Gambar Kapasitor Elco

Dengan demikian berturut-turut plat metal (anoda), lapisan-metal-oksida dan electrolyte(katoda) membentuk kapasitor. Dalam hal ini lapisan-metal-oksida sebagai dielektrik. Dari rumus (2) diketahui besar kapasitansi berbanding terbalik dengan tebal dielektrik. Lapisan metal-oksida ini sangat tipis, sehingga dengan demikian dapat dibuat kapasitor yang kapasitansinya cukup besar.

Karena alasan ekonomis dan praktis, umumnya bahan metal yang banyak digunakan adalah aluminium dan tantalum. Bahan yang paling banyak dan murah adalah Aluminium. Untuk mendapatkan permukaan yang luas, bahan plat Aluminium ini biasanya digulung radial. Sehingga dengan cara itu dapat diperoleh kapasitor yang kapasitansinya besar. Sebagai contoh 100uF, 470uF, 4700uF dan lain-lain, yang sering juga disebut kapasitor *elco*.

Bahan electrolyte pada kapasitor Tantalum ada yang cair tetapi ada juga yang padat. Disebut electrolyte padat, tetapi sebenarnya bukan larutan electrolit yang menjadi elektroda negatif-nya, melainkan bahan lain yaitu manganese-dioksida. Dengan demikian kapasitor jenis ini bisa memiliki kapasitansi yang besar namun menjadi lebih ramping dan mungil. Selain itu karena seluruhnya padat, maka waktu kerjanya (lifetime) menjadi lebih tahan lama. Kapasitor tipe ini juga memiliki arus bocor yang sangat kecil Jadi dapat dipahami mengapa kapasitor Tantalum menjadi relatif mahal.

Kapasitor Electrochemical

Satu jenis kapasitor lain adalah kapasitor electrochemical. Termasuk kapasitor jenis ini adalah batere dan accu. Pada kenyataannya batere dan accu adalah kapasitor yang sangat baik, karena memiliki kapasitansi yang besar dan arus bocor (leakage current) yang sangat kecil. Tipe kapasitor jenis ini juga masih dalam pengembangan untuk mendapatkan kapasitansi yang besar namun kecil dan ringan, misalnya untuk aplikasi mobil elektrik dan telepon selular.

Membaca Kapasitansi

Pada kapasitor yang berukuran besar, nilai kapasitansi umumnya ditulis dengan angka yang jelas. Lengkap dengan nilai tegangan maksimum dan polaritasnya. Misalnya pada kapasitor elco dengan jelas tertulis kapasitansinya sebesar 22uF/25v.

Kapasitor yang ukuran fisiknya mungil dan kecil biasanya hanya bertuliskan 2 (dua) atau 3 (tiga) angka saja. Jika hanya ada dua angka satuannya adalah *pF* (*pico farads*). Sebagai contoh, kapasitor yang bertuliskan dua angka 47, maka kapasitansi kapasitor tersebut adalah 47 pF.

Jika ada 3 digit, angka pertama dan kedua menunjukkan nilai nominal, sedangkan angka ke-3 adalah faktor pengali. Faktor pengali sesuai dengan angka nominalnya, berturut-turut 1 = 10, 2 = 100, 3 = 1.000, 4 = 10.000 dan seterusnya. Misalnya pada kapasitor keramik tertulis 104, maka kapasitansinya adalah $10 \times 10.000 = 100.000\text{pF}$ atau = 100nF. Contoh lain misalnya tertulis 222, artinya kapasitansi kapasitor tersebut adalah $22 \times 100 = 2200 \text{ pF} = 2.2 \text{ nF}$.

Selain dari kapasitansi ada beberapa karakteristik penting lainnya yang perlu diperhatikan. Biasanya spesifikasi karakteristik ini disajikan oleh pabrik pembuat didalam *datasheet*. Berikut ini adalah beberapa spesifikasi penting tersebut.

Tegangan Kerja (*working voltage*)

Tegangan kerja adalah tegangan maksimum yang diijinkan sehingga kapasitor masih dapat bekerja dengan baik. Para elektro- mania barangkali pernah mengalami kapasitor yang meledak karena kelebihan tegangan. Misalnya kapasitor 10uF 25V, maka tegangan yang bisa diberikan tidak boleh melebihi 25 volt dc. Umumnya kapasitor-kapasitor polar bekerja pada tegangan DC dan kapasitor non-polar bekerja pada tegangan AC.

Temperatur Kerja

Kapasitor masih memenuhi spesifikasinya jika bekerja pada suhu yang sesuai. Pabrikan pembuat kapasitor umumnya membuat kapasitor yang mengacu pada standar populer. Ada 4 standar populer yang biasanya tertera di badan kapasitor seperti C0G (*ultra stable*), X7R (*stable*) serta Z5U dan Y5V (*general purpose*). Secara lengkap kode-kode tersebut disajikan pada table berikut.

Tabel Kode karakteristik kapasitor kelas I

Koefisien Suhu		Faktor Pengali Koefisien Suhu		Toleransi Koefisien Suhu	
Simbol	PPM per C°	Simbol	Pengali	Simbol	PPM per C°
C	0.0	0	-1	G	+/-30
B	0.3	1	-10	H	+/-60
A	0.9	2	-100	J	+/-120
M	1.0	3	-1000	K	+/-250
P	1.5	4	-10000	L	+/-500

ppm = part per million

Tabel Kode karakteristik kapasitor kelas II dan III

suhu kerja minimum		suhu kerja maksimum		Toleransi Kapasitansi	
Simbol	C°	Simbol	C°	Simbol	Persen
Z	+10	2	+45	A	+/- 1.0%
Y	-30	4	+65	B	+/- 1.5%
X	-55	5	+85	C	+/- 2.2%
		6	+105	D	+/- 3.3%
		7	+125	E	+/- 4.7%
		8	+150	F	+/- 7.5%
		9	+200	P	+/- 10.0%
				R	+/- 15.0%
				S	+/- 22.0%
				T	+22% / -33%
				U	+22% / -56%
				V	+22% / -82%

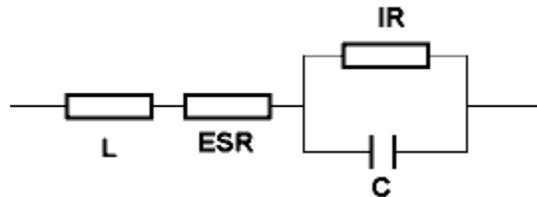
Toleransi

Seperti komponen lainnya, besar kapasitansi nominal ada toleransinya. Tabel diatas menyajikan nilai toleransi dengan kode-kode angka atau huruf tertentu. Dengan table di atas pemakai dapat dengan mudah

mengetahui toleransi kapasitor yang biasanya tertera menyertai nilai nominal kapasitor. Misalnya jika tertulis 104 X7R, maka kapasitansinya adalah 100nF dengan toleransi +/-15%. Sekaligus diketahui juga bahwa suhu kerja yang direkomendasikan adalah antara -55°C sampai $+125^{\circ}\text{C}$ (lihat tabel kode karakteristik)

Insulation Resistance (IR)

Walaupun bahan dielektrik merupakan bahan yang non-konduktor, namun tetap saja ada arus yang dapat melewatinya. Artinya, bahan dielektrik juga memiliki resistansi. walaupun nilainya sangat besar sekali. Phenomena ini dinamakan arus bocor DCL (DC Leakage Current) dan resistansi dielektrik ini dinamakan Insulation Resistance (IR). Untuk menjelaskan ini, berikut adalah model rangkaian kapasitor.



Gambar Model kapasitor

C = Capacitance

ESR = Equivalent Series Resistance

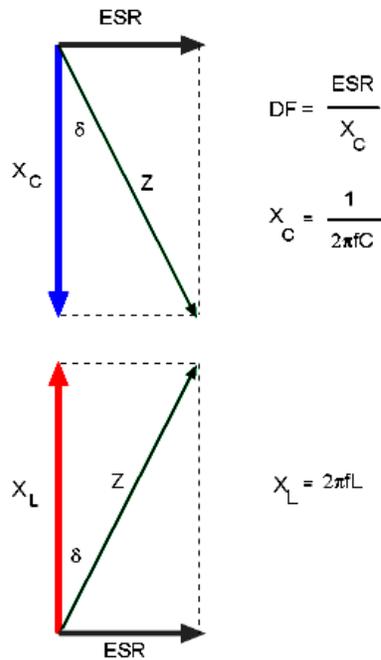
L = Inductance

IR = Insulation Resistance

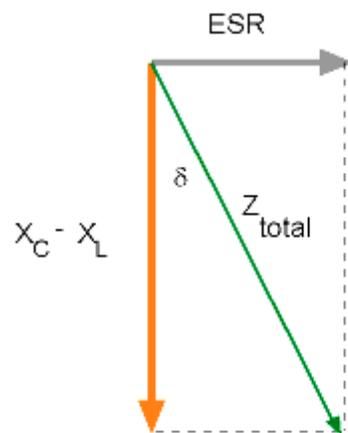
Jika tidak diberi beban, semestinya kapasitor dapat menyimpan muatan selama-lamanya. Namun dari model di atas, diketahui ada resistansi dielektrik IR (Insulation Resistance) yang paralel terhadap kapasitor. Insulation resistance (IR) ini sangat besar (*MOhm*). Konsekuensinya tentu saja arus bocor (DCL) sangat kecil (*uA*). Untuk mendapatkan kapasitansi yang besar diperlukan permukaan elektroda yang luas, tetapi ini akan menyebabkan resistansi dielektrik makin kecil. Karena besar IR selalu berbanding terbalik dengan kapasitansi (C), karakteristik resistansi dielektrik ini biasa juga disajikan dengan besaran RC ($IR \times C$) yang satuannya *ohm-farads* atau *megaohm-micro farads*.

Dissipation Factor (DF) dan Impedansi (Z)

Dissipation Factor adalah besar persentasi rugi-rugi (*losses*) kapasitansi jika kapasitor bekerja pada aplikasi frekuensi. Besaran ini menjadi faktor yang diperhitungkan misalnya pada aplikasi motor fasa, rangkaian *ballast*, *tuner* dan lain-lain. Dari model rangkaian kapasitor digambarkan adanya resistansi seri (ESR) dan induktansi (L). Pabrik pembuat biasanya menyertakan data DF dalam persen. Rugi-rugi (*losses*) itu didefinisikan sebagai ESR yang besarnya adalah persentasi dari impedansi kapasitor X_C . Secara matematis di tulis sebagai berikut :



Dari penjelasan di atas dapat dihitung besar total impedansi (Z_{total}) kapasitor adalah :

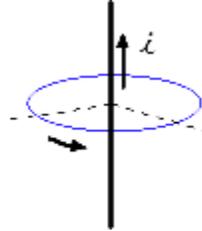


$$Z_{total} = \sqrt{ESR^2 + (X_C - X_L)^2}$$

Karakteristik respons frekuensi sangat perlu diperhitungkan terutama jika kapasitor bekerja pada frekuensi tinggi. Untuk perhitungan- perhitungan respons frekuensi dikenal juga satuan faktor kualitas Q (*quality factor*) yang tak lain sama dengan 1

Induktor

Masih ingat aturan tangan kanan pada pelajaran fisika ? Ini cara yang efektif untuk mengetahui arah medan listrik terhadap arus listrik. Jika seutas kawat tembaga diberi aliran listrik, maka di sekeliling kawat tembaga akan terbentuk medan listrik. Dengan aturan tangan kanan dapat diketahui arah medan listrik terhadap arah arus listrik. Caranya sederhana yaitu dengan mengacungkan jari jempol tangan kanan sedangkan keempat jari lain menggenggam. Arah jempol adalah arah arus dan arah ke empat jari lain adalah arah medan listrik yang mengitarinya.



Tentu masih ingat juga percobaan dua utas kawat tembaga paralel yang keduanya diberi arus listrik. Jika arah arusnya berlawanan, kedua kawat tembaga tersebut saling menjauh. Tetapi jika arah arusnya sama ternyata keduanya berdekatan saling tarik-menarik. Hal ini terjadi karena adanya induksi medan listrik. Dikenal medan listrik dengan simbol **B** dan satuannya Tesla (T). Besar akumulasi medan listrik **B** pada suatu luas area **A** tertentu didefinisikan sebagai besar *magnetic flux*. Simbol yang biasa digunakan untuk menunjukkan besar *magnetic flux* ini adalah Φ dan satuannya Weber ($Wb = T.m^2$). Secara matematis besarnya adalah :

$$\Phi = BA$$

Medan flux...(1)

Lalu bagaimana jika kawat tembaga itu dililitkan membentuk koil atau kumparan. Jika kumparan tersebut dialiri listrik maka tiap lilitan akan saling menginduksi satu dengan yang lainnya. Medan listrik yang terbentuk akan segaris dan saling menguatkan. Komponen yang seperti inilah yang dikenal dengan induktor selenoid.

Dari buku fisika dan teori medan yang menjelimit, dibuktikan bahwa induktor adalah komponen yang dapat menyimpan energi magnetik. Energi ini direpresentasikan dengan adanya tegangan **emf** (*electromotive force*) jika induktor dialiri listrik. Secara matematis tegangan emf ditulis :

$$E = -L \frac{di}{dt}$$

Tegangan emf (2)

Jika dibandingkan dengan rumus hukum Ohm $V=RI$, maka kelihatan ada kesamaan rumus. Jika **R** disebut resistansi dari resistor dan **V** adalah besar tegangan jepit jika resistor dialiri listrik sebesar **I**. Maka **L** adalah induktansi dari induktor dan **E** adalah tegangan yang timbul jika induktor dilalui listrik. Tegangan emf di sini adalah respon terhadap perubahan arus fungsi dari waktu terlihat dari rumus di/dt . Sedangkan bilangan negatif sesuai dengan hukum **Lenz** yang mengatakan efek induksi cenderung melawan perubahan yang menyebabkannya.

Hubungan antara emf dan arus inilah yang disebut dengan **induktansi**, dan satuan yang digunakan adalah **(H) Henry**.

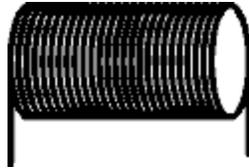
Induktor disebut self-induced

Arus listrik yang melewati kabel, jalur-jalur pcb dalam suatu rangkain berpotensi untuk menghasilkan medan induksi. Ini yang sering menjadi pertimbangan dalam mendesain pcb supaya bebas dari efek

induktansi terutama jika *multilayer*. Tegangan emf akan menjadi penting saat perubahan arusnya fluktuatif. Efek emf menjadi signifikan pada sebuah induktor, karena perubahan arus yang melewati tiap lilitan akan saling menginduksi. Ini yang dimaksud dengan *self-induced*. Secara matematis induktansi pada suatu induktor dengan jumlah lilitan sebanyak **N** adalah akumulasi flux magnet untuk tiap arus yang melewatinya :

$$L = \frac{N\Phi}{i}$$

Induktansi (3)



Induktor selenoida

Fungsi utama dari induktor di dalam suatu rangkaian adalah untuk melawan fluktuasi arus yang melewatinya. Aplikasinya pada rangkaian dc salah satunya adalah untuk menghasilkan tegangan dc yang konstan terhadap fluktuasi beban arus. Pada aplikasi rangkaian ac, salah satu gunanya adalah bisa untuk meredam perubahan fluktuasi arus yang tidak diinginkan. Akan lebih banyak lagi fungsi dari induktor yang bisa diaplikasikan pada rangkaian filter, tuner dan sebagainya.

Dari pemahaman fisika, elektron yang bergerak akan menimbulkan medan elektrik di sekitarnya. Berbagai bentuk kumparan, persegi empat, setengah lingkaran ataupun lingkaran penuh, jika dialiri listrik akan menghasilkan medan listrik yang berbeda. Penampang induktor biasanya berbentuk lingkaran, sehingga diketahui besar medan listrik di titik tengah lingkaran adalah :

$$B = \mu\mu_0 ni$$

Medan listrik (4)

Jika dikembangkan, *n* adalah jumlah lilitan *N* relatif terhadap panjang induktor *l*. Secara matematis ditulis :

$$n = \frac{N}{l}$$

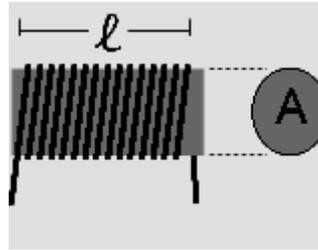
Lilitan per-meter.....(5)

Lalu *i* adalah besar arus melewati induktor tersebut. Ada simbol μ yang dinamakan permeability dan μ_0 yang disebut permeability udara vakum. Besar permeability μ tergantung dari bahan inti (*core*) dari induktor. Untuk induktor tanpa inti (*air winding*) $\mu = 1$.

Jika rumus-rumus di atas di subsitusikan maka rumus induktansi (rumus 3) dapat ditulis menjadi :

$$L = \frac{\mu\mu_0 N^2 A}{l}$$

Induktansi Induktor (6)



Induktor selenoida dengan inti (core)

L : induktansi dalam H (Henry)

μ : permeability inti (core)

μ_0 : permeability udara vakum

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$

N : jumlah lilitan induktor

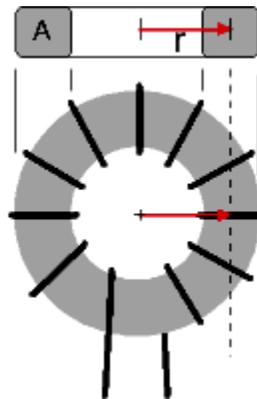
A : luas penampang induktor (m^2)

l : panjang induktor (m)

Inilah rumus untuk menghitung nilai induktansi dari sebuah induktor. Tentu saja rumus ini bisa dibolak-balik untuk menghitung jumlah lilitan induktor jika nilai induktansinya sudah ditentukan.

Toroid

Ada satu jenis induktor yang kenal dengan nama toroid. Jika biasanya induktor berbentuk silinder memanjang, maka toroid berbentuk lingkaran. Biasanya selalu menggunakan inti besi (core) yang juga berbentuk lingkaran seperti kue donat.



Toroida

Jika jari-jari toroid adalah r, yaitu jari-jari lingkaran luar dikurang jari-jari lingkaran dalam. Maka panjang induktor efektif adalah kira-kira :

$$\ell = 2\pi r$$

Keliling lingkaran toroida (7)

Dengan demikian untuk toroida besar induktansi L adalah :

$$L = \frac{\mu\mu_0 N^2 A}{2\pi r}$$

Induktansi Toroida(8)

Salah satu keuntungan induktor berbentuk toroid, dapat induktor dengan induktansi yang lebih besar dan dimensi yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan induktor berbentuk silinder. Juga karena toroid umumnya menggunakan inti (*core*) yang melingkar, maka medan induksinya tertutup dan relatif tidak menginduksi komponen lain yang berdekatan di dalam satu pcb.

Ferit dan Permeability

Besi lunak banyak digunakan sebagai inti (*core*) dari induktor yang disebut ferit. Ada bermacam-macam bahan ferit yang disebut ferromagnetik. Bahan dasarnya adalah bubuk besi oksida yang disebut juga *iron powder*. Ada juga ferit yang dicampur dengan bahan bubuk lain seperti *nickle*, *manganase*, *zinc* (seng) dan *mangnesium*. Melalui proses yang dinamakan kalsinasi yaitu dengan pemanasan tinggi dan tekanan tinggi, bubuk campuran tersebut dibuat menjadi komposisi yang padat. Proses pembuatannya sama seperti membuat keramik. Oleh sebab itu ferit ini sebenarnya adalah keramik.

Ferit yang sering dijumpai ada yang memiliki $\mu = 1$ sampai $\mu = 15.000$. Dapat dipahami penggunaan ferit dimaksudkan untuk mendapatkan nilai induktansi yang lebih besar relatif terhadap jumlah lilitan yang lebih sedikit serta dimensi induktor yang lebih kecil.

Penggunaan ferit juga disesuaikan dengan frekuensi kerjanya. Karena beberapa ferit akan optimum jika bekerja pada selang frekuensi tertentu. Berikut ini adalah beberapa contoh bahan ferit yang dipasar dikenal dengan kode nomer materialnya. Pabrik pembuat biasanya dapat memberikan data kode material, dimensi dan permeability yang lebih detail.

Material No.	μ	Freq. Optimum MHz
67	40	10 - 80
68	20	80 - 180
77	2.000	0.5 - 50
F	3.000	0.5 - 50
J	5.000	< 1
W	10.000	< 1
H	15.000	< 200 kHz

Gambar Data material ferit

Sampai di sini kita sudah dapat menghitung nilai induktansi suatu induktor. Misalnya induktor dengan jumlah lilitan 20, berdiameter 1 cm dengan panjang 2 cm serta menggunakan inti ferit dengan $\mu = 3000$. Dapat diketahui nilai induktansinya adalah :

$$L \approx 5.9 \text{ mH}$$

Selain ferit yang berbentuk silinder ada juga ferit yang berbentuk toroida. Umumnya dipasar tersedia berbagai macam jenis dan ukuran toroida. Jika datanya lengkap, maka kita dapat menghitung nilai induktansi dengan menggunakan rumus-rumus yang ada. Karena perlu diketahui nilai permeability bahan ferit, diameter lingkaran luar, diameter lingkaran dalam serta luas penampang toroida. Tetapi biasanya pabrikan hanya membuat daftar indeks induktansi (*inductance index*) A_L . Indeks ini dihitung berdasarkan dimensi dan permeability ferit. Dengan data ini dapat dihitung jumlah lilitan yang diperlukan untuk mendapatkan nilai induktansi tertentu. Seperti contoh tabel A_L berikut ini yang satuannya $\square H/100$ lilitan.

Material No.	3	1	2	10
Warna	Grey			Black
μ	35	20	10	6
Freq. Opt. MHz	< 0.5	0.5-5	2-30	30-100
T30	140	95	43	26
T44	180	105	52	33
T50	175	100	49	31
T130	350	200	110	
T200	425	250	200	100
T400			185	

Tabel A_L

Rumus untuk menghitung jumlah lilitan yang diperlukan untuk mendapatkan nilai induktansi yang diinginkan adalah :

$$N = 100 \sqrt{\frac{L}{A_L}}$$

Indeks A_L (9)

Misalnya digunakan ferit toroida **T50-1**, maka dari table diketahui nilai $A_L = 100$. Maka untuk mendapatkan induktor sebesar $4 \square H$ diperlukan lilitan sebanyak :

$$N \square 20 \text{ lilitan}$$

Rumus ini sebenarnya diperoleh dari rumus dasar perhitungan induktansi dimana induktansi L berbanding lurus dengan kuadrat jumlah lilitan N^2 . Indeks A_L umumnya sudah baku dibuat oleh pabrikan sesuai dengan dimensi dan permeability bahan feritnya.

Permeability bahan bisa juga diketahui dengan kode warna tertentu. Misalnya abu-abu, hitam, merah, biru atau kuning. Sebenarnya lapisan ini bukan hanya sekedar warna yang membedakan permeability, tetapi berfungsi juga sebagai pelapis atau isolator. Biasanya pabrikan menjelaskan berapa nilai tegangan kerja untuk toroida tersebut.

Contoh bahan ferit toroida di atas umumnya memiliki permeability yang kecil. Karena bahan ferit yang demikian terbuat hanya dari bubuk besi (*iron power*). Banyak juga ferit toroid dibuat dengan nilai permeability \square yang besar. Bahan ferit tipe ini terbuat dari campuran bubuk besi dengan bubuk logam lain. Misalnya ferit toroida FT50-77 memiliki indeks $A_L = 1100$.

Kawat tembaga

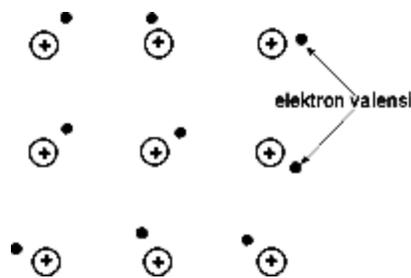
Untuk membuat induktor biasanya tidak diperlukan kawat tembaga yang sangat panjang. Paling yang diperlukan hanya puluhan sentimeter saja, sehingga efek resistansi bahan kawat tembaga dapat diabaikan. Ada banyak kawat tembaga yang bisa digunakan. Untuk pemakaian yang profesional di pasar dapat dijumpai kawat tembaga dengan standar AWG (*American Wire Gauge*). Standar ini tergantung dari diameter kawat, resistansi dan sebagainya. Misalnya kawat tembaga AWG32 berdiameter kira-kira 0.3mm, AWG22 berdiameter 0.7mm ataupun AWG20 yang berdiameter kira-kira 0.8mm. Biasanya yang digunakan adalah kawat tembaga tunggal dan memiliki isolasi.

Semikonduktor

Semikonduktor merupakan elemen dasar dari komponen elektronika seperti dioda, transistor dan sebuah IC (*integrated circuit*). Disebut semi atau setengah konduktor, karena bahan ini memang bukan konduktor murni. Bahan-bahan logam seperti tembaga, besi, timah disebut sebagai konduktor yang baik sebab logam memiliki susunan atom yang sedemikian rupa, sehingga elektronnya dapat bergerak bebas.

Sebenarnya atom tembaga dengan lambang kimia Cu memiliki inti 29 ion (+) dikelilingi oleh 29 elektron (-). Sebanyak 28 elektron menempati orbit-orbit bagian dalam membentuk inti yang disebut nucleus. Dibutuhkan energi yang sangat besar untuk dapat melepaskan ikatan elektron-elektron ini. Satu buah elektron lagi yaitu elektron yang ke-29, berada pada orbit paling luar.

Orbit terluar ini disebut pita valensi dan elektron yang berada pada pita ini dinamakan elektron valensi. Karena hanya ada satu elektron dan jaraknya 'jauh' dari nucleus, ikatannya tidaklah terlalu kuat. Hanya dengan energi yang sedikit saja elektron terluar ini mudah terlepas dari ikatannya.



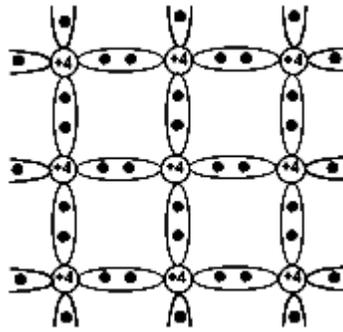
Gambar Ikatan atom tembaga

Pada suhu kamar, elektron tersebut dapat bebas bergerak atau berpindah-pindah dari satu nucleus ke nucleus lainnya. Jika diberi tegangan potensial listrik, elektron-elektron tersebut dengan mudah berpindah ke arah potensial yang sama. Phenomena ini yang dinamakan sebagai arus listrik. Isolator adalah atom yang memiliki elektron valensi sebanyak 8 buah, dan dibutuhkan energi yang besar untuk dapat melepaskan elektron-elektron ini. Dapat ditebak, semikonduktor adalah unsur yang susunan atomnya memiliki elektron valensi lebih dari 1 dan kurang dari 8. Tentu saja yang paling "semikonduktor" adalah unsur yang atomnya memiliki 4 elektron valensi.

Susunan Atom Semikonduktor

Bahan semikonduktor yang banyak dikenal contohnya adalah Silicon (Si), Germanium (Ge) dan Galium Arsenida (GaAs). Germanium dahulu adalah bahan satu-satunya yang dikenal untuk membuat komponen semikonduktor. Namun belakangan, silikon menjadi populer setelah ditemukan cara mengekstrak bahan ini dari alam. Sulfur merupakan bahan terbanyak ke dua yang ada di bumi setelah oksigen (O_2). Pasir, kaca dan batu-batuan lain adalah bahan alam yang banyak mengandung unsur silikon. Dapatkah anda menghitung jumlah pasir dipantai.

Struktur atom kristal silikon, satu inti atom (*nucleus*) masing-masing memiliki 4 elektron valensi. Ikatan inti atom yang stabil adalah jika dikelilingi oleh 8 elektron, sehingga 4 buah elektron atom kristal tersebut membentuk ikatan kovalen dengan ion-ion atom tetangganya. Pada suhu yang sangat rendah ($0^\circ K$), struktur atom silikon divisualisasikan seperti pada gambar berikut.



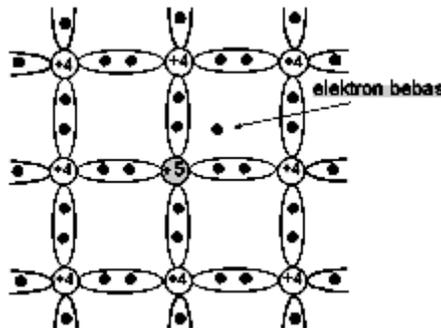
Gambar struktur dua dimensi kristal Silikon

Ikatan kovalen menyebabkan elektron tidak dapat berpindah dari satu inti atom ke inti atom yang lain. Pada kondisi demikian, bahan semikonduktor bersifat isolator karena tidak ada elektron yang dapat berpindah untuk menghantarkan listrik. Pada suhu kamar, ada beberapa ikatan kovalen yang lepas karena energi panas, sehingga memungkinkan elektron terlepas dari ikatannya. Namun hanya beberapa jumlah kecil yang dapat terlepas, sehingga tidak memungkinkan untuk menjadi konduktor yang baik.

Ahli-ahli fisika terutama yang menguasai fisika quantum pada masa itu mencoba memberikan doping pada bahan semikonduktor ini. Pemberian doping dimaksudkan untuk mendapatkan elektron valensi bebas dalam jumlah lebih banyak dan permanen, yang diharapkan akan dapat menghantarkan listrik. Kenyataannya demikian, mereka memang iseng sekali dan jenius.

Tipe-N

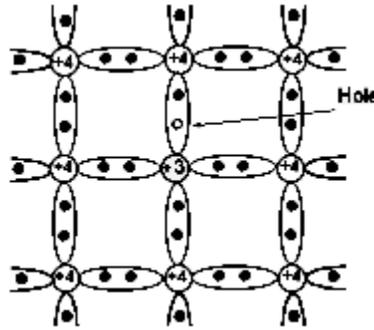
Misalnya pada bahan silikon diberi doping *phosphorus* atau *arsenic* yang pentavalen yaitu bahan kristal dengan inti atom memiliki 5 elektron valensi. Dengan doping, Silikon yang tidak lagi murni ini (*impurity semiconductor*) akan memiliki kelebihan elektron. Kelebihan elektron membentuk semikonduktor tipe-n. Semikonduktor tipe-n disebut juga **donor** yang siap melepaskan elektron.



Gambar Doping atom pentavalen

Tipe-P

Kalau silikon diberi doping *Boron*, *Gallium* atau *Indium*, maka akan didapat semikonduktor tipe-p. Untuk mendapatkan silikon tipe-p, bahan dopingnya adalah bahan trivalen yaitu unsur dengan ion yang memiliki 3 elektron pada pita valensi. Karena ion silikon memiliki 4 elektron, dengan demikian ada ikatan kovalen yang bolong (*hole*). Hole ini digambarkan sebagai **akseptor** yang siap menerima elektron. Dengan demikian, kekurangan elektron menyebabkan semikonduktor ini menjadi tipe-p.



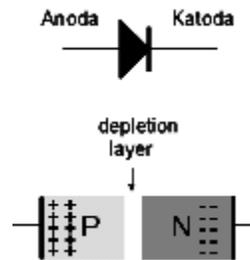
Gambar Doping atom trivalen

Resistansi

Semikonduktor tipe-p atau tipe-n jika berdiri sendiri tidak lain adalah sebuah resistor. Sama seperti resistor karbon, semikonduktor memiliki resistansi. Cara ini dipakai untuk membuat resistor di dalam sebuah komponen semikonduktor. Namun besar resistansi yang bisa didapat kecil karena terbatas pada volume semikonduktor itu sendiri.

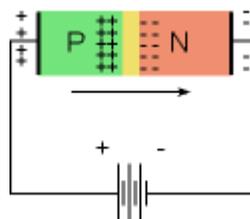
Dioda

Dioda memiliki fungsi yang unik yaitu hanya dapat mengalirkan arus satu arah saja. Struktur dioda tidak lain adalah sambungan semikonduktor P dan N. Satu sisi adalah semikonduktor dengan tipe P dan satu sisinya yang lain adalah tipe N. Dengan struktur demikian arus hanya akan dapat mengalir dari sisi P menuju sisi N.



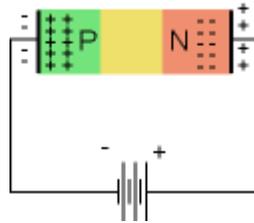
Gambar Simbol dan struktur diode

Gambar ilustrasi di atas menunjukkan sambungan PN dengan sedikit porsi kecil yang disebut lapisan deplesi (*depletion layer*), dimana terdapat keseimbangan *hole* dan elektron. Seperti yang sudah diketahui, pada sisi P banyak terbentuk *hole-hole* yang siap menerima elektron sedangkan di sisi N banyak terdapat elektron-elektron yang siap untuk bebas merdeka. Lalu jika diberi bias positif, dengan arti kata memberi tegangan potensial sisi P lebih besar dari sisi N, maka elektron dari sisi N dengan serta merta akan bergerak untuk mengisi *hole* di sisi P. Tentu kalau elektron mengisi *hole* disisi P, maka akan terbentuk *hole* pada sisi N karena ditinggal elektron. Ini disebut aliran *hole* dari P menuju N, Kalau menggunakan terminologi arus listrik, maka dikatakan terjadi aliran listrik dari sisi P ke sisi N.



Gambar dioda dengan bias maju

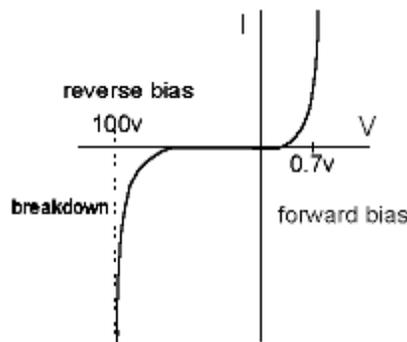
Sebaliknya apakah yang terjadi jika polaritas tegangan dibalik yaitu dengan memberikan bias negatif (*reverse bias*). Dalam hal ini, sisi N mendapat polaritas tegangan lebih besar dari sisi P.



Gambar dioda dengan bias negative

Tentu jawabanya adalah tidak akan terjadi perpindahan elektron atau aliran *hole* dari P ke N maupun sebaliknya. Karena baik *hole* dan elektron masing-masing tertarik ke arah kutup berlawanan. Bahkan lapisan deplesi (*depletion layer*) semakin besar dan menghalangi terjadinya arus.

Demikianlah sekelumit bagaimana dioda hanya dapat mengalirkan arus satu arah saja. Dengan tegangan bias maju yang kecil saja dioda sudah menjadi konduktor. Tidak serta merta diatas 0 volt, tetapi memang tegangan beberapa volt diatas nol baru bisa terjadi konduksi. Ini disebabkan karena adanya dinding deplesi (*depletion layer*). Untuk dioda yang terbuat dari bahan Silikon tegangan konduksi adalah diatas 0.7 volt. Kira-kira 0.2 volt batas minimum untuk dioda yang terbuat dari bahan Germanium.



Gambar grafik arus diode

Sebaliknya untuk bias negatif dioda tidak dapat mengalirkan arus, namun memang ada batasnya. Sampai beberapa puluh bahkan ratusan volt baru terjadi *breakdown*, dimana dioda tidak lagi dapat menahan aliran elektron yang terbentuk di lapisan deplesi.

Zener

Phenomena tegangan *breakdown* dioda ini mengilhami pembuatan komponen elektronika lainnya yang dinamakan zener. Sebenarnya tidak ada perbedaan sruktur dasar dari zener, melainkan mirip dengan dioda. Tetapi dengan memberi jumlah doping yang lebih banyak pada sambungan P dan N, ternyata tegangan *breakdown* dioda bisa makin cepat tercapai. Jika pada dioda biasanya baru terjadi *breakdown* pada tegangan ratusan volt, pada zener bisa terjadi pada angka puluhan dan satuan volt. Di datasheet ada zener yang memiliki tegangan V_z sebesar 1.5 volt, 3.5 volt dan sebagainya.

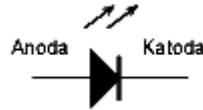


Gambar Simbol Zener

Ini adalah karakteristik zener yang unik. Jika dioda bekerja pada bias maju maka zener biasanya berguna pada bias negatif (*reverse bias*).

LED (*Light Emitting Diode*)

LED adalah singkatan dari *Light Emitting Diode*, merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. LED merupakan produk temuan lain setelah dioda. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P-N juga melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya. LED dibuat agar lebih efisien jika mengeluarkan cahaya. Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang dipakai adalah galium, arsenic dan fosforus. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula.

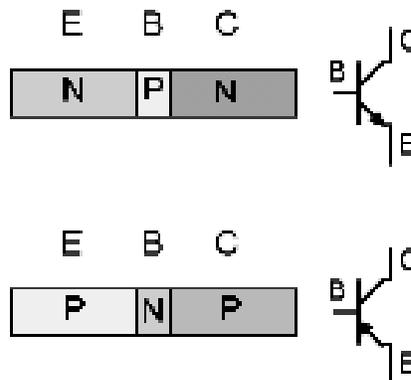


Gambar Simbol LED

Pada saat ini warna-warna cahaya LED yang banyak ada adalah warna merah, kuning dan hijau. LED berwarna biru sangat langka. Pada dasarnya semua warna bisa dihasilkan, namun akan menjadi sangat mahal dan tidak efisien. Dalam memilih LED selain warna, perlu diperhatikan tegangan kerja, arus maksimum dan disipasi daya-nya. Rumah (*chasing*) LED dan bentuknya juga bermacam-macam, ada yang persegi empat, bulat dan lonjong.

Transistor Bipolar

Transistor merupakan dioda dengan dua sambungan (*junction*). Sambungan itu membentuk transistor PNP maupun NPN. Ujung-ujung terminalnya berturut-turut disebut emitor, base dan kolektor. Base selalu berada di tengah, di antara emitor dan kolektor. Transistor ini disebut transistor bipolar, karena struktur dan prinsip kerjanya tergantung dari perpindahan elektron di kutup negatif mengisi kekurangan elektron (hole) di kutup positif. $\beta = 2$ dan polar = kutup. Adalah William Schockley pada tahun 1951 yang pertama kali menemukan transistor bipolar.

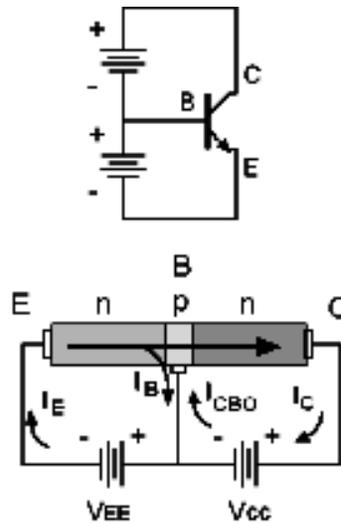


Gambar Transistor NPN dan PNP

Akan dijelaskan kemudian, transistor adalah komponen yang bekerja sebagai sakelar (*switch on/off*) dan juga sebagai penguat (*amplifier*). Transistor bipolar adalah inovasi yang menggantikan transistor tabung (*vacum tube*). Selain dimensi transistor bipolar yang relatif lebih kecil, disipasi dayanya juga lebih kecil sehingga dapat bekerja pada suhu yang lebih dingin. Dalam beberapa aplikasi, transistor tabung masih digunakan terutama pada aplikasi audio, untuk mendapatkan kualitas suara yang baik, namun konsumsi dayanya sangat besar. Sebab untuk dapat melepaskan elektron, teknik yang digunakan adalah pemanasan filamen seperti pada lampu pijar.

Bias DC

Transistor bipolar memiliki 2 junction yang dapat disamakan dengan penggabungan 2 buah dioda. Emiter-Base adalah satu junction dan Base-Kolektor junction lainnya. Seperti pada dioda, arus hanya akan mengalir hanya jika diberi bias positif, yaitu hanya jika tegangan pada material P lebih positif daripada material N (*forward bias*). Pada gambar ilustrasi transistor NPN berikut ini, junction base-emiter diberi bias positif sedangkan base-colector mendapat bias negatif (*reverse bias*).

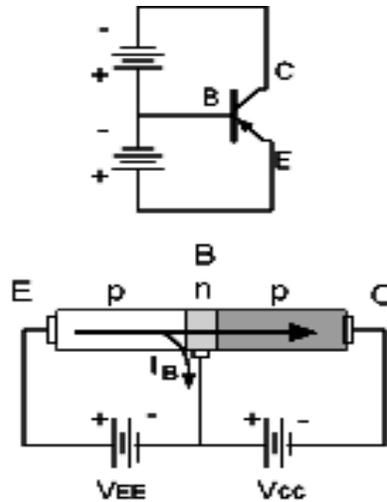


Gambar Arus elektron transistor npn

Karena base-emiter mendapat bias positif maka seperti pada dioda, elektron mengalir dari emiter menuju base. Kolektor pada rangkaian ini lebih positif sebab mendapat tegangan positif. Karena kolektor ini lebih positif, aliran elektron bergerak menuju kutub ini. Misalnya tidak ada kolektor, aliran elektron seluruhnya akan menuju base seperti pada dioda. Tetapi karena lebar base yang sangat tipis, hanya sebagian elektron yang dapat bergabung dengan hole yang ada pada base. Sebagian besar akan menembus lapisan base menuju kolektor. Inilah alasannya mengapa jika dua dioda digabungkan tidak dapat menjadi sebuah transistor, karena persyaratannya adalah lebar base harus sangat tipis sehingga dapat diterjang oleh elektron.

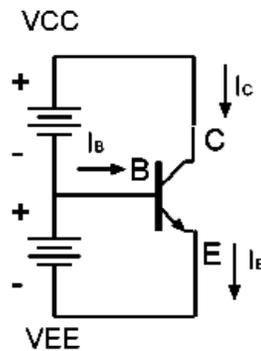
Jika misalnya tegangan base-emitor dibalik (*reverse bias*), maka tidak akan terjadi aliran elektron dari emitor menuju kolektor. Jika pelan-pelan 'keran' base diberi bias maju (*forward bias*), elektron mengalir menuju kolektor dan besarnya sebanding dengan besar arus bias base yang diberikan. Dengan kata lain, arus base mengatur banyaknya elektron yang mengalir dari emiter menuju kolektor. Ini yang dinamakan efek penguatan transistor, karena arus base yang kecil menghasilkan arus emiter-colector yang lebih besar. Istilah *amplifier* (penguatan) menjadi salah kaprah, karena dengan penjelasan di atas sebenarnya yang terjadi bukan penguatan, melainkan arus yang lebih kecil mengontrol aliran arus yang lebih besar. Juga dapat dijelaskan bahwa base mengatur membuka dan menutup aliran arus emiter-kolektor (*switch on/off*).

Pada transistor PNP, fenomena yang sama dapat dijelaskan dengan memberikan bias seperti pada gambar berikut. Dalam hal ini yang disebut perpindahan arus adalah arus hole.



Gambar Arus hole transistor PNP

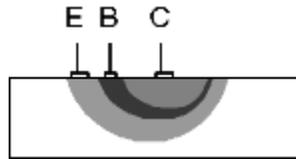
Untuk memudahkan pembahasan prinsip bias transistor lebih lanjut, berikut adalah terminologi parameter transistor. Dalam hal ini arah arus adalah dari potensial yang lebih besar ke potensial yang lebih kecil.



Gambar Arus potensial

- IC : arus kolektor
- IB : arus base
- IE : arus emitor
- VC : tegangan kolektor
- VB : tegangan base
- VE : tegangan emitor
- VCC : tegangan pada kolektor
- VCE : tegangan jepit kolektor-emitor
- VEE : tegangan pada emitor
- VBE : tegangan jepit base-emitor
- ICBO : arus base-kolektor
- VCB : tegangan jepit kolektor-base

Perlu diingat, walaupun tidak perbedaan pada doping bahan pembuat emitor dan kolektor, namun pada prakteknya emitor dan kolektor tidak dapat dibalik.



Gambar Penampang transistor bipolar

Dari satu bahan silikon (*monolithic*), emitor dibuat terlebih dahulu, kemudian base dengan doping yang berbeda dan terakhir adalah kolektor. Terkadang dibuat juga efek dioda pada terminal-terminalnya sehingga arus hanya akan terjadi pada arah yang dikehendaki.

Transistor Bipolar

Pada tulisan tentang semikonduktor telah dijelaskan bagaimana sambungan NPN maupun PNP menjadi sebuah transistor. Telah disinggung juga sedikit tentang arus bias yang memungkinkan elektron dan hole berdifusi antara kolektor dan emitor menerjang lapisan base yang tipis itu. Sebagai rangkuman, prinsip kerja transistor adalah arus bias base-emitor yang kecil mengatur besar arus kolektor-emitor. Bagian penting berikutnya adalah bagaimana caranya memberi arus bias yang tepat sehingga transistor dapat bekerja optimal.

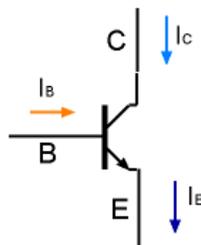
Arus bias

Ada tiga cara yang umum untuk memberi arus bias pada transistor, yaitu rangkaian CE (Common Emitter), CC (Common Collector) dan CB (Common Base). Namun saat ini akan lebih detail dijelaskan bias transistor rangkaian CE. Dengan menganalisa rangkaian CE akan dapat diketahui beberapa parameter penting dan berguna terutama untuk memilih transistor yang tepat untuk aplikasi tertentu. Tentu untuk aplikasi pengolahan sinyal frekuensi audio semestinya tidak menggunakan transistor power, misalnya.

Arus Emitor

Dari hukum Kirchhoff diketahui bahwa jumlah arus yang masuk kesatu titik akan sama jumlahnya dengan arus yang keluar. Jika teorema tersebut diaplikasikan pada transistor, maka hukum itu menjelaskan hubungan :

$$I_E = I_C + I_B \dots\dots(1)$$



Gambar Arus emitor

Persamaan (1) tersebut mengatakan arus emitor I_E adalah jumlah dari arus kolektor I_C dengan arus base I_B . Karena arus I_B sangat kecil sekali atau disebutkan $I_B \ll I_C$, maka dapat di nyatakan :

$$I_E = I_C \dots\dots(2)$$

Alpha (α)

Pada tabel data transistor (*databook*) sering dijumpai spesifikasi α_{dc} (alpha dc) yang tidak lain adalah :

$$\beta_{dc} = I_C/I_E \dots\dots\dots(3)$$

Defenisinya adalah perbandingan arus kolektor terhadap arus emitor. Karena besar arus kolektor umumnya hampir sama dengan besar arus emiter maka idealnya besar β_{dc} adalah = 1 (satu). Namun umumnya transistor yang ada memiliki β_{dc} kurang lebih antara 0.95 sampai 0.99.

Beta (β)

Beta didefenisikan sebagai besar perbandingan antara arus kolektor dengan arus base.

$$\beta = I_C/I_B \dots\dots\dots (4)$$

Dengan kata lain, β adalah parameter yang menunjukkan kemampuan penguatan arus (current gain) dari suatu transistor. Parameter ini ada tertera di *databook* transistor dan sangat membantu para perancang rangkaian elektronika dalam merencanakan rangkaiannya. Misalnya jika suatu transistor diketahui besar $\beta=250$ dan diinginkan arus kolektor sebesar 10 mA, maka berapakah arus bias base yang diperlukan. Tentu jawabannya sangat mudah yaitu :

$$I_B = I_C/\beta = 10mA/250 = 40 \mu A$$

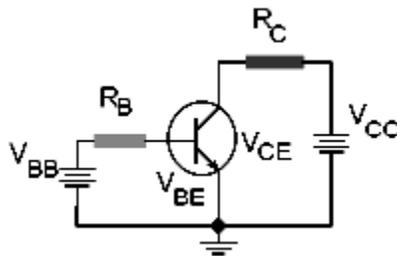
Arus yang terjadi pada kolektor transistor yang memiliki $\beta = 200$ jika diberi arus bias base sebesar 0.1mA adalah :

$$I_C = \beta I_B = 200 \times 0.1mA = 20 \text{ mA}$$

Dari rumusan ini lebih terlihat defenisi penguatan arus transistor, yaitu sekali lagi, arus base yang kecil menjadi arus kolektor yang lebih besar.

Common Emitter (CE)

Rangkaian CE adalah rangkain yang paling sering digunakan untuk berbagai aplikasi yang menggunakan transistor. Dinamakan rangkaian CE, sebab titik ground atau titik tegangan 0 volt dihubungkan pada titik emiter.



Gambar Rangkaian CE

Sekilas Tentang Notasi

Ada beberapa notasi yang sering digunakan untuk menunjukkan besar tegangan pada suatu titik maupun antar titik. Notasi dengan 1 subscript adalah untuk menunjukkan besar tegangan pada satu titik, misalnya V_C = tegangan kolektor, V_B = tegangan base dan V_E = tegangan emiter. Ada juga notasi dengan 2 subscript yang dipakai untuk menunjukkan besar tegangan antar 2 titik, yang disebut juga dengan tegangan jepit. Diantaranya adalah :

V_{CE} = tegangan jepit kolektor- emitor
 V_{BE} = tegangan jepit base - emitor
 V_{CB} = tegangan jepit kolektor - base

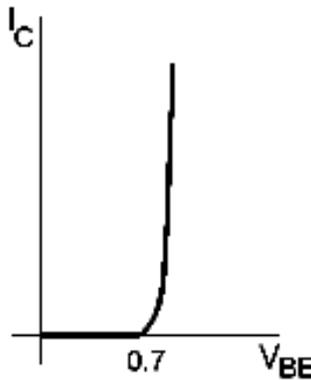
Notasi seperti V_{BB} , V_{CC} , V_{EE} berturut-turut adalah besar sumber tegangan yang masuk ke titik base, kolektor dan emitor.

Kurva Base

Hubungan antara I_B dan V_{BE} tentu saja akan berupa kurva dioda. Karena memang telah diketahui bahwa junction base-emitor tidak lain adalah sebuah dioda. Jika hukum Ohm diterapkan pada loop base diketahui adalah :

$$I_B = (V_{BB} - V_{BE}) / R_B \dots\dots\dots (5)$$

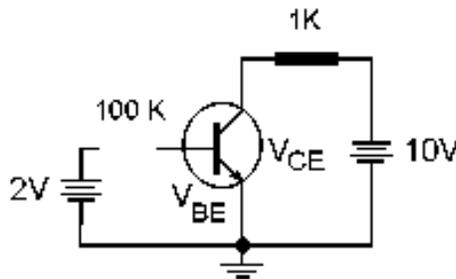
V_{BE} adalah tegangan jepit dioda junction base-emitor. Arus hanya akan mengalir jika tegangan antara base-emitor lebih besar dari V_{BE} . Sehingga arus I_B mulai aktif mengalir pada saat nilai V_{BE} tertentu.



Gambar kurva $I_B - V_{BE}$

Besar V_{BE} umumnya tercantum di dalam *databook*. Tetapi untuk penyederhanaan umumnya diketahui $V_{BE} = 0.7$ volt untuk transistor silikon dan $V_{BE} = 0.3$ volt untuk transistor germanium. Nilai ideal $V_{BE} = 0$ volt.

Sampai disini akan sangat mudah mengetahui arus I_B dan arus I_C dari rangkaian berikut ini, jika diketahui besar $\beta = 200$. Katakanlah yang digunakan adalah transistor yang dibuat dari bahan silikon.



Gambar rangkaian-01

$$I_B = (V_{BB} - V_{BE}) / R_B$$

$$= (2V - 0.7V) / 100 K$$

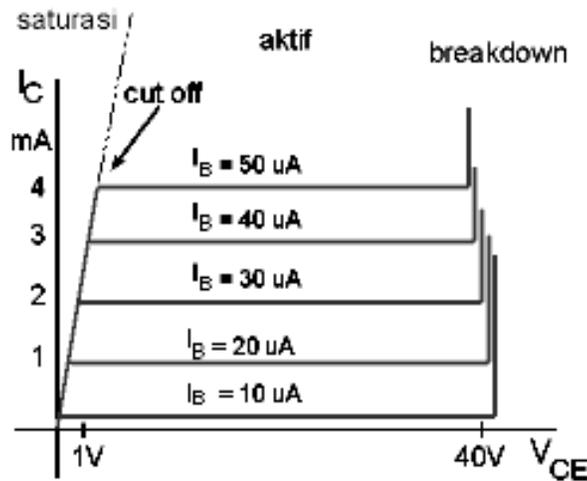
$$= 13 \mu A$$

Dengan $\beta = 200$, maka arus kolektor adalah :

$$I_C = \beta I_B = 200 \times 13 \mu A = 2.6 \text{ mA}$$

Kurva Kolektor

Sekarang sudah diketahui konsep arus base dan arus kolektor. Satu hal lain yang menarik adalah bagaimana hubungan antara arus base I_B , arus kolektor I_C dan tegangan kolektor-emiter V_{CE} . Dengan menggunakan *rangkaian-01*, tegangan V_{BB} dan V_{CC} dapat diatur untuk memperoleh plot garis-garis kurva kolektor. Pada gambar berikut telah diplot beberapa kurva kolektor arus I_C terhadap V_{CE} dimana arus I_B dibuat konstan.



Gambar kurva kolektor

Dari kurva ini terlihat ada beberapa region yang menunjukkan daerah kerja transistor. Pertama adalah daerah *saturasi*, lalu daerah *cut-off*, kemudian daerah *aktif* dan seterusnya daerah *breakdown*.

Daerah Aktif

Daerah kerja transistor yang normal adalah pada daerah aktif, dimana arus I_C konstan terhadap berapapun nilai V_{CE} . Dari kurva ini diperlihatkan bahwa arus I_C hanya tergantung dari besar arus I_B . Daerah kerja ini biasa juga disebut daerah linear (*linear region*). Jika hukum Kirchhoff mengenai tegangan dan arus diterapkan pada loop kolektor (*rangkaian CE*), maka dapat diperoleh hubungan :

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \dots\dots\dots (6)$$

Dapat dihitung dissipasi daya transistor adalah :

$$P_D = V_{CE} \cdot I_C \dots\dots\dots (7)$$

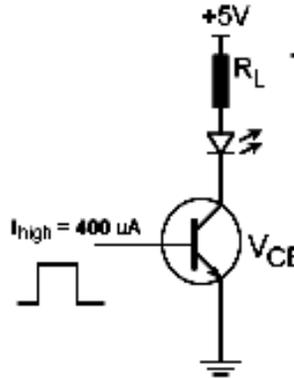
Rumus ini mengatakan jumlah dissipasi daya transistor adalah tegangan kolektor-emitor dikali jumlah arus yang melewatinya. Dissipasi daya ini berupa panas yang menyebabkan naiknya temperatur transistor. Umumnya untuk transistor power sangat perlu untuk mengetahui spesifikasi P_{Dmax} . Spesifikasi ini menunjukkan temperatur kerja maksimum yang diperbolehkan agar transistor masih bekerja normal. Sebab jika transistor bekerja melebihi kapasitas daya P_{Dmax} , maka transistor dapat rusak atau terbakar.

Daerah Saturasi

Daerah saturasi adalah mulai dari $V_{CE} = 0$ volt sampai kira-kira 0.7 volt (transistor silikon), yaitu akibat dari efek dioda kolektor-base yang mana tegangan V_{CE} belum mencukupi untuk dapat menyebabkan aliran elektron.

Daerah Cut-Off

Jika kemudian tegangan V_{CC} dinaikkan perlahan-lahan, sampai tegangan VCE tertentu tiba-tiba arus I_C mulai konstan. Pada saat perubahan ini, daerah kerja transistor berada pada daerah cut-off yaitu dari keadaan saturasi (OFF) lalu menjadi aktif (ON). Perubahan ini dipakai pada system digital yang hanya mengenal angka biner 1 dan 0 yang tidak lain dapat direpresentasikan oleh status transistor OFF dan ON.



Gambar rangkaian driver LED

Misalkan pada rangkaian driver LED di atas, transistor yang digunakan adalah transistor dengan $\beta = 50$. Penyalakan LED diatur oleh sebuah gerbang logika (*logic gate*) dengan arus *output high* = 400 uA dan diketahui tegangan forward LED, $V_{LED} = 2.4$ volt. Lalu pertanyaannya adalah, berapakah seharusnya resistansi R_L yang dipakai.

$$I_C = \beta I_B = 50 \times 400 \text{ uA} = 20 \text{ mA}$$

Arus sebesar ini cukup untuk menyalakan LED pada saat transistor *cut-off*. Tegangan VCE pada saat *cut-off* idealnya = 0, dan aproksimasi ini sudah cukup untuk rangkaian ini.

$$\begin{aligned} R_L &= (V_{CC} - V_{LED} - V_{CE}) / I_C \\ &= (5 - 2.4 - 0) \text{V} / 20 \text{ mA} \\ &= 2.6 \text{V} / 20 \text{ mA} \\ &= 130 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

Daerah Breakdown

Dari kurva kolektor, terlihat jika tegangan V_{CE} lebih dari 40V, arus I_C menanjak naik dengan cepat. Transistor pada daerah ini disebut berada pada daerah breakdown. Seharusnya transistor tidak boleh bekerja pada daerah ini, karena akan dapat merusak transistor tersebut. Untuk berbagai jenis transistor nilai tegangan V_{CEmax} yang diperbolehkan sebelum breakdown bervariasi. V_{CEmax} pada databook transistor selalu dicantumkan juga.

Datasheet transistor

Sebelumnya telah disinggung beberapa spesifikasi transistor, seperti tegangan V_{CEmax} dan $P_D \text{ max}$. Sering juga dicantumkan di datasheet keterangan lain tentang arus I_{Cmax} , V_{CBmax} dan V_{EBmax} . Ada juga P_Dmax pada $T_A = 25^\circ$ dan P_Dmax pada $T_C = 25^\circ$. Misalnya pada transistor 2N3904 dicantumkan data-data seperti :

- $V_{CBmax} = 60V$
- $V_{CEOmax} = 40V$
- $V_{EBmax} = 6 V$
- $I_{Cmax} = 200 \text{ mAdc}$
- $P_{Dmax} = 625 \text{ mW } T_A = 25^\circ$
- $P_{Dmax} = 1.5W T_C = 25^\circ$

T_A adalah temperature ambient yaitu suhu kamar. Sedangkan T_C adalah temperature casing transistor. Dengan demikian jika transistor dilengkapi dengan *heatshink*, maka transistor tersebut dapat bekerja dengan kemampuan dissipasi daya yang lebih besar.

□ atau h_{FE}

Pada system analisa rangkaian dikenal juga parameter h, dengan meyebutkan h_{FE} sebagai β_{dc} untuk mengatakan penguatan arus.

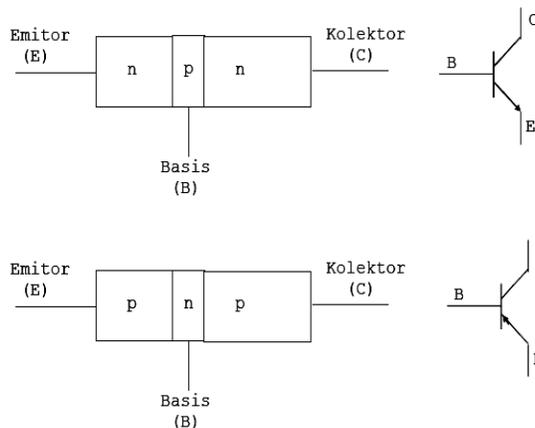
$\beta_{dc} = h_{FE} \dots\dots\dots (8)$

Sama seperti pencantuman nilai β_{dc} , di datasheet umumnya dicantumkan nilai h_{FE} minimum ($h_{FE \text{ min}}$) dan nilai maksimumnya ($h_{FE \text{ max}}$).

Konstruksi Transistor Bipolar

Transistor adalah komponen semikonduktor yang terdiri atas sebuah bahan tipe p dan diapit oleh dua bahan tipe n (transistor NPN) atau terdiri atas sebuah bahan tipe n dan diapit oleh dua bahan tipe p (transistor PNP). Sehingga transistor mempunyai tiga terminal yang berasal dari masing-masing bahan tersebut. Struktur dan simbol transistor bipolar dapat dilihat pada gambar. Disamping itu yang perlu diperhatikan adalah bahwa ukuran basis sangatlah tipis dibanding emitor dan kolektor. Perbandingan lebar basis ini dengan lebar emitor dan kolektor kurang lebih adalah 1 : 150. Sehingga ukuran basis yang sangat sempit ini nanti akan mempengaruhi kerja transistor.

Simbol transistor bipolar ditunjukkan pada gambar 3.1. Pada kaki emitor terdapat tanda panah yang nanti bisa diketahui bahwa itu merupakan arah arus konvensional. Pada transistor npn tanda panahnya menuju keluar sedangkan pada transistor pnp tanda panahnya menuju kedalam.



Gambar Simbol transistor bipolar ditunjukkan pada

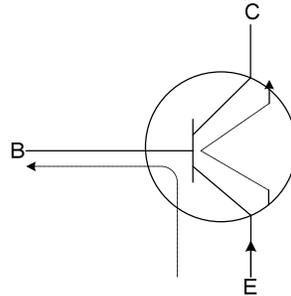
Ketiga terminal transistor tersebut dikenal dengan Emitor (E), Basis (B) dan Kolektor (C). Emitor merupakan bahan semikonduktor yang diberi tingkat doping sangat tinggi. Bahan kolektor diberi doping dengan tingkat yang sedang. Sedangkan basis adalah bahan dengan dengan doping yang sangat rendah. Perlu diingat

bahwa semakin rendah tingkat doping suatu bahan, maka semakin kecil konduktivitasnya. Hal ini karena jumlah pembawa mayoritasnya (elektron untuk bahan n; dan hole untuk bahan p) adalah sedikit.

Aliran Arus Listrik pada Transistor PNP dan NPN

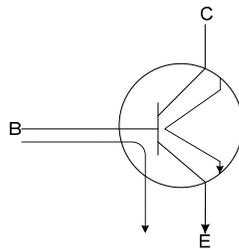
Pada transistor baik untuk tipe NPN atau PNP anak panah selalu ditempat emitor artinya anak panah menunjuk arus listrik konvensional dimana arahnya berlawanan dengan arah arus electron

Transistor PNP: Arus listrik yang besar akan mengalir dari emitter ke collector. Apabila ada arus kecil yang mengalir dari emitter ke base.



Gambar Transistor PNP

Transistor NPN: Arus listrik yang besar akan mengalir dari collector ke emitter, apabila ada arus kecil yang mengalir dari base ke emitter. Dalam hal ini transistor mirip dengan amplifier, yang mengontrol jumlah arus dari collector ke emitter oleh arus yang mengalir dari base. Transistor juga mirip dengan fungsi sakelar. Transistor akan bekerja pada posisi ON, yaitu arus akan mengalir dari collector ke emitter apabila arus kecil mengalir dari base. Sedangkan transistor akan berada pada posisi OFF, apabila tidak ada arus yang mengalir dari base.



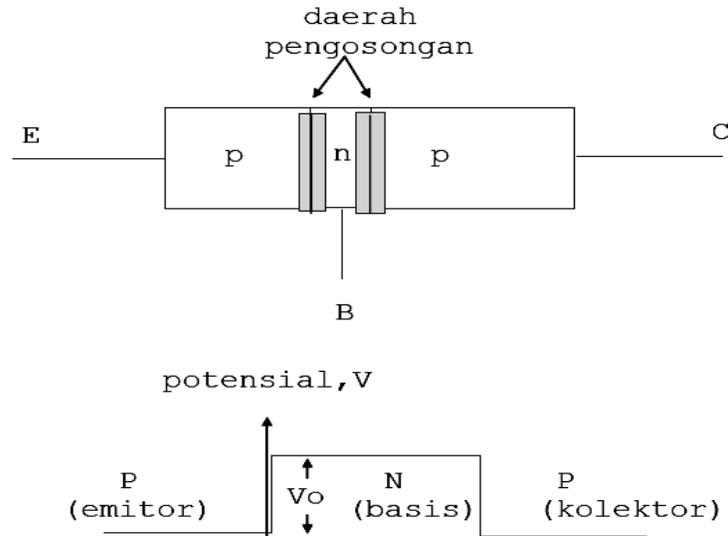
Gambar Transistor NPN

Prinsip Kerja dari Transistor

Dari banyak tipe-tipe transistor modern, pada awalnya ada dua tipe dasar transistor, bipolar junction transistor (BJT atau transistor bipolar) dan field-effect transistor (FET), yang masing-masing bekerja secara berbeda. Transistor bipolar dinamakan demikian karena kanal konduksi utamanya menggunakan dua polaritas pembawa muatan: elektron dan lubang, untuk membawa arus listrik. Dalam BJT, arus listrik utama harus melewati satu daerah/lapisan pembatas dinamakan depletion zone, dan ketebalan lapisan ini dapat diatur dengan kecepatan tinggi dengan tujuan untuk mengatur aliran arus utama tersebut.

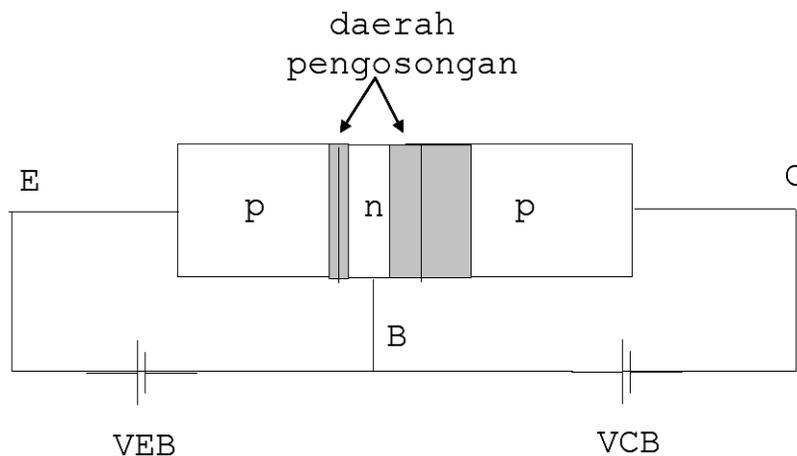
FET (juga dinamakan transistor unipolar) hanya menggunakan satu jenis pembawa muatan (elektron atau hole, tergantung dari tipe FET). Dalam FET, arus listrik utama mengalir dalam satu kanal konduksi sempit dengan depletion zone di kedua sisinya (dibandingkan dengan transistor bipolar dimana daerah Basis memotong arah arus listrik utama). Dan ketebalan dari daerah perbatasan ini dapat dirubah dengan perubahan tegangan yang diberikan, untuk mengubah ketebalan kanal konduksi tersebut. Lihat artikel untuk masing-masing tipe untuk penjelasan yang lebih lanjut.

Apabila pada terminal transistor tidak diberi tegangan bias dari luar, maka semua arus akan nol atau tidak ada arus yang mengalir. Sebagai mana terjadi pada persambungan dioda, maka pada persambungan emiter dan basis (JE) serta pada persambungan basis dan kolektor (JC) terdapat daerah pengosongan. Tegangan penghalang (barrier potensial) pada masing-masing persambungan dapat dilihat pada gambar



Gambar Penjelasan kerja berikut ini didasarkan pada transistor jenis PNP (bila NPN maka semua polaritasnya adalah sebaliknya).

Pada diagram potensial terlihat bahwa terdapat perbedaan potensial antara kaki emitor dan basis sebesar V_0 , juga antara kaki basis dan kolektor. Oleh karena potensial ini berlawanan dengan muatan pembawa pada masing-masing bahan tipe P dan N, maka arus rekombinasi hole-elektron tidak akan mengalir. Sehingga pada saat transistor tidak diberi tegangan bias, maka arus tidak akan mengalir. Selanjutnya apabila antara terminal emitor dan basis diberi tegangan bias maju (emitor positif dan basis negatif) serta antara terminal basis dan kolektor diberi bias mundur (basis positif dan kolektor negatif), maka transistor disebut mendapat bias aktif (lihat gambar).



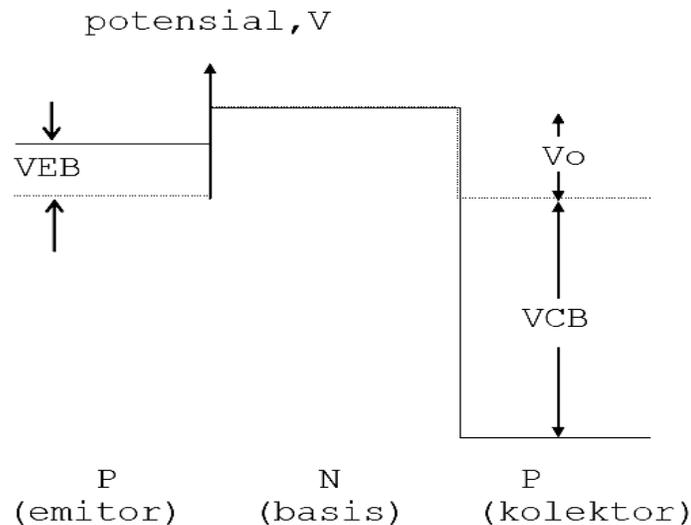
Gambar Transistor dengan tegangan bias aktif

Setelah transistor diberi tegangan bias aktif, maka daerah pengosongan pada persambungan emitor-basis menjadi semakin sempit karena mendapatkan bias maju. Sedangkan daerah pengosongan pada persambungan basis-kolektor menjadi semakin melebar karena mendapat bias mundur.

Pemberian tegangan bias seperti ini menjadikan kerja transistor berbeda sama sekali bila dibanding dengan dua dioda yang disusun berbalikan, meskipun sebenarnya struktur transistor adalah mirip seperti dua dioda yang disusun berbalikan, yakni dioda emitor-basis (P-N) dan dioda basis-kolektor (N-P).

Bila mengikuti prinsip kerja dua dioda yang berbalikan, maka dioda emitorbasis yang mendapat bias maju akan mengalirkan arus dari emitor ke basis dengan cukup besar. Sedangkan dioda basis-kolektor yang mendapat bias mundur praktis tidak mengalirkan arus. Dengan demikian terminal emitor dan basis akan mengalir arus yang besar dan terminal kolektor tidak mengalirkan arus.

Namun yang terjadi pada transistor tidaklah demikian. Hal ini disebabkan karena dua hal, yaitu: ukuran fisik basis yang sangat sempit (kecil) dan tingkat doping basis yang sangat rendah. Oleh karena itu konduktivitas basis sangat rendah atau dengan kata lain jumlah pembawa mayoritasnya (dalam hal ini adalah elektron) sangatlah sedikit dibanding dengan pembawa mayoritas emitor (dalam hal ini adalah hole). Sehingga jumlah hole yang berdifusi ke basis sangat sedikit dan sebagian besar tertarik ke kolektor dimana pada kaki kolektor ini terdapat tegangan negatif yang relatif besar.



Gambar Diagram potensial pada transistor dengan bias aktif

Tegangan bias maju yang diberikan pada dioda emitor-basis (VEB) akan mengurangi potensial penghalang V_o , sehingga pembawa muatan mayoritas pada emitor akan mudah untuk berekombinasi ke basis. Namun karena konduktivitas basis yang rendah dan tipisnya basis, maka sebagian besar pembawa muatan akan tertarik ke kolektor. Disamping itu juga dikuatkan oleh adanya beda potensial pada basiskolektor yang semakin tinggi sebagai akibat penerapan bias mundur VCB.

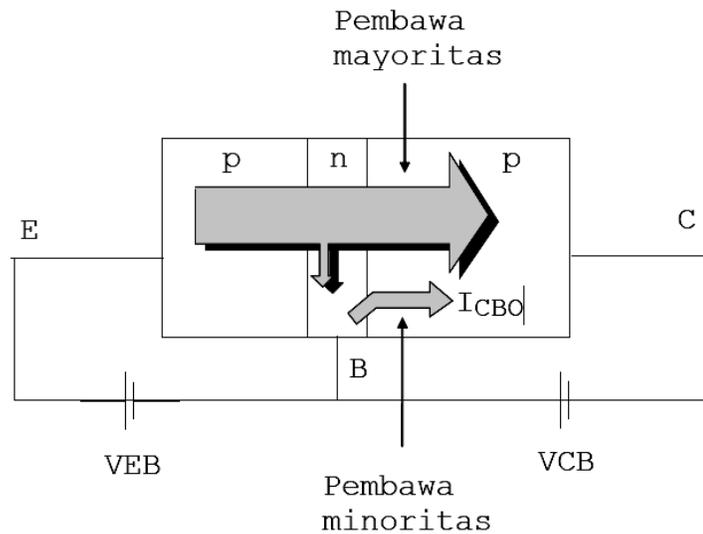
Dengan demikian arus dari emitor (I_E) sebagian kecil dilewatkan ke basis (I_B) dan sebagian besar lainnya diteruskan kolektor (I_C). Sesuai dengan hukum Kirchhoff maka diperoleh persamaan yang sangat penting yaitu:

$$\underline{I_E = I_C + I_B}$$

Karena besarnya arus I_C kira-kira 0,90 sampai 0,998 dari arus I_E , maka dalam praktek umumnya dibuat $I_E \cong I_C$. Disamping ketiga macam arus tersebut yang pada dasarnya adalah disebabkan karena aliran pembawa mayoritas, di dalam transistor sebenarnya masih terdapat aliran arus lagi yang relatif sangat kecil yakni yang disebabkan oleh pembawa minoritas. Arus ini sering disebut dengan arus bocor atau I_{CBO} (arus kolektor-basis dengan emitor terbuka).

Namun dalam berbagai analisa praktis arus ini sering diabaikan. Seperti halnya pada dioda, bahwa dalam persambungan PN yang diberi bias mundur mengalir arus bocor I_s karena pembawa minoritas. Demikian juga dalam transistor dimana persambungan kolektor-basis yang diberi bias mundur VCB akan mengalir arus bocor (I_{CBO}). Arus bocor ini sangat peka terhadap temperatur, yakni akan naik dua kali untuk setiap kenaikan temperatur 10 OC.

Diagram aliran arus I_E , I_B , I_C dan I_{CBO} dalam transistor dapat dilihat pada gambar 3.5. Dari gambar tersebut terlihat bahwa arus kolektor merupakan penjumlahan dari arus pembawa mayoritas dan arus pembawa minoritas, yaitu $I_C = I_{C\text{mayoritas}} + I_{CBO\text{minoritas}}$.



Gambar Diagram aliran arus dalam transistor

Azaz Kerja Transistor

1. Akan mengalir arus pada terminal kolektor dan emiter (I_c) apabila ada arus yang mengalir pada terminal basis emiter (I_B). dalam keadaan ini transister "on"
2. Perbandingan antara I_c dan I_B disebut sebagai "Bandangan hantaran maju" (Forward current ratio) disebut H_{FE}

$$h_{FE} = \frac{I_C}{I_B}$$

H_{FE} disebut juga sebagai 'penguatan' transistor atau " α " atau β .

- Untuk I_c dan I_B searah ditulis H_{FE}
- Untuk I_c dan I_B searah ditulis H_{fe}

$$h_{FE} \approx h_{fe}$$

3. Pada transistor daya: $h_{FE} = \pm 25$ kali
4. Untuk penguatan frekwensi tinggi $h_{FE} = 100$ kali

Parameter Transistor

1. Parameter transistor tidaklah sama meskipun dalam tipe yang sama sekalipun
2. Tapi dalam prakteknya, parameter dianggap sama (konstan)

3. Konduktansi (daya hantar) $G_m = \frac{i_e}{V_{be}}$ ma/V (miliampere per volt)

Dimana i_e : Arus sinyal ac antar kolektor – emiter
 V_{be} : tegangan sinyal ac antara basis – emiter

4. Dalam rangkaian penguat untuk sinyal kecil, berlaku penguatan tegangan sebagai berikut;

$$A = G_m \times R_L$$

Dimana $R_L = R_c // R_{Bb}$

Parameter lainnya

1. Impedansi masukan (impedansi input)

$$Z_{in} = \frac{V_b}{i_b}$$

dimana V_b = tegangan sinyal yang masuk ke basis

i_b = arus sinyal pada basis

2. Impedansi keluaran (impedansi output)

a. tanpa isyarat (sinyal) di basis

$$Z_{o1} = \frac{V_e}{i_e}$$

V_e = tegangan sinyal di kolektor

i_c = arus sinyal di kolektor

b. Dengan adanya sinyal di basis

$$Z_{o2} = \frac{h_{fe}}{40 \times I_c}$$

I_c = arus kolektor

Transistor Sebagai Penguat Arus

- Transistor bekerja pada mode aktif.
- Transistor berperan sebagai sebuah sumber arus yang dikendalikan oleh tegangan (VCCS).
- Perubahan pada tegangan base-emitter, v_{BE} , akan menyebabkan perubahan pada arus collector, i_C .
- Transistor dipakai untuk membuat sebuah penguatan transkonduktansi.
- Penguatan tegangan dapat diperoleh dengan melakukan arus collector ke sebuah resistansi, R_C .
- Agar penguat menjadi penguat linier, transistor harus diberi bias, dan sinyal akan ditumpangkan pada tegangan bias dan sinyal yang akan diperkuat harus dijaga tetap kecil

Dengan arus I_B yang kecil dapat menghasilkan arus kolektor I_C yang besar. Jika arus basis I_B kita anggap sebagai input dan arus kolektor I_C sebagai output, maka transistor dapat kita anggap sebagai penguat arus atau sering kita sebut penguat arus (*current amplifier*) H_{fe} .

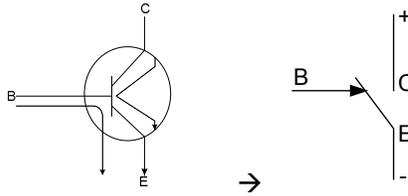
Karena arus I_C lebih besar dari arus keluaran I_B jadi penguatan arus / H_{fe} dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara arus keluaran I_C dan arus masukan I_B

Rumus = $h_{FE} = \frac{I_C}{I_B}$ karena $h_{FE} \approx h_{fe}$

Kegunaan lain transistor

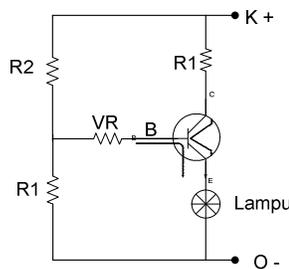
1. Saklar elektronik

Gambar transistor ini dapat dianalisa sebagai saklar berikut;



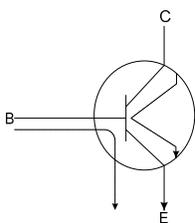
Gambar Transistor sebagai saklar

dari gambar analogi saklar tersebut, bila basis diberi sinyal maka saklar akan terdorong sehingga akan menutup, dengan demikian arus akan mengalir dari C ke E bila dalam rangkaian digambarkan sebagai berikut;



Keterangan V_R = resistor variable tegangan positif akan masuk ke transistor yaitu ke kolektor melalui R_1 dan ke basis melalui R_2 dan V_R (resistor variable) berfungsi sebagai umpan negatif agar arus masuk ke basis. Bila V_{BE} telah tercapai, maka transistor akan di 'on' sebagai saklar, sehingga arus akan mengalir dari kolektor ke emitter dan lampu akan menyala.

2. Penguat Sinyal



Penguatan sinyal pada transistor "bila kaki kolektor dan emitter diberi tegangan dan basis diberi sinyal input maka transistor akan 'on' sehingga arus mengalir dari C ke E. sinyal basis akan diperkuat oleh arus tersebut yang dapat dideteksi melalui output pada C dan E.

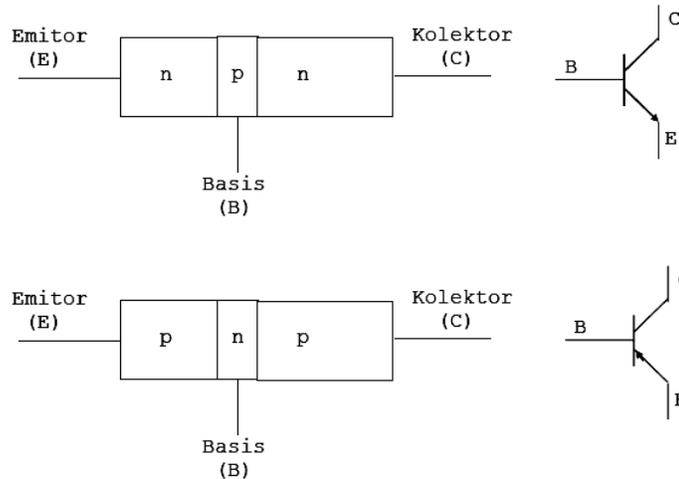
I_{CB0} : arus bocor pada transistor yang mengalir dari kolektor kemudian ke basis, lalu ke netral

Basis : Kaki transistor untuk memasukkan input sinyal yang akan diperkuat

Keadaan jenuh : Suatu keadaan dimana apabila sinyal input diperbesar maka sinyal output tidak akan naik lagi.

Karakteristik Transfer Transistor

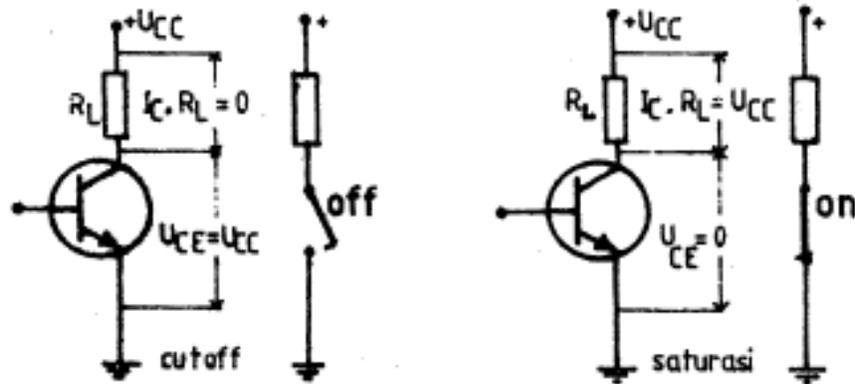
Transistor merupakan alat dengan tiga terminal seperti yang diperlihatkan oleh simbol sirkuit pada gambar. Setelah bahan semikonduktor diolah, terbentuklah bahan semikonduktor jenis p dan n. Walaupun proses pembuatannya sangat banyak, pada dasarnya transistor merupakan tiga lapis gabungan kedua jenis bahan tadi, yaitu PNP dan NPN. Prinsip kerja kedua tipe ini sama, perbedaan hanyalah keberadaannya dalam kondisi pancaran DC



Gambar sirkuit untuk simbol transistor (a) PNP, (b) NPN

Gambar dibawah memperlihatkan karakteristik keluaran yang menghubungkan arus I_C dengan tegangan V_{ce} untuk harga arus I_B tertentu. Kurva ini menyajikan hubungan antar arus masukan disatu sisi dan arus serta tegangan keluaran di sisi lain. Parameter yang sangat penting bagi transistor adalah penguat arus DC yang dikenal sebagai oenguat arus statis h_{fe} . Ini adalah penguatan transistor pada keadaan stasioner, yaitu tanpa sinyal masukan, tidak mempunyai satuan (karena suatu perbandingan).

Transistor NPN kolektor dan emiter merupakan bahan semikonduktor jenis P. transistor bekerja dalam satu arah, yaitu dari kolektor menuju emitter, karena kedua terminal tersebut terbuat dari bahan yang sama. Pada dasarnya transistor dapat dianggap sebagai suatu piranti yang beroperasi karena adanya arus. Kalau alat mengalir kedalam basis dan melewati sambungan basis emitter, suatu suplay positif pada kolektor akan menyebabkan arus mengalir antara kolektor dan emitter. Dua hal yang harus diperhatikan pada arus kolektor ini adalah: a. untuk arus basis nol, arus kolektor turun sampai pada tingkat arus kebocoran, yaitu kurang dari 1 mikro ampere dalam kondisi normal (untuk transistor dengan bahan dasar silikon). B. untuk arus basis tertentu, arus kolektor yang mengalir akan jauh lebih besar daripada arus basis itu. Arus kolektor tersebut dicapai dengan $I_C = h_{fe} \times I_B$. 3. Transistor sebagai saklar cara termudah untuk menggunakan sebuah transistor adalah sebuah saklar, artinya bahwa kita mengoperasikan transistor pada salah satu saturasi atau titik sumbat, tetapi tidak di tempat-tempat sepanjang garis beban. Jika sebuah transistor berada dalam keadaan saturasi, transistor tersebut seperti sebuah saklar yang tertutup dari kolektor ke emitter. Jika transistor tersumbat (cutoff), transistor seperti sebuah saklar yang terbuka.



Penguat dalam Keadaan Diam

Ketika pada rangkaian penguat belum diberi sinyal masukan AC, maka rangkaian penguat disebut berada dalam keadaan diam. Supaya bekerja maka transistor harus dipanjar dengan tegangan DC.

Cara transistor dalam keadaan diam adalah

1. Matikan sinyal generator untuk sementara.
2. Hidupkan catu daya, minimumkan bias kontrol (p tensiometer 10 k). Baca harga, V_{CE} dan I_C Petakan sebagai titik pada kertas graf karakteristik transistor. Titik tersebut adalah salah satu titik garis beban.
3. Atur potensiometer 10 k sehingga arus basis sebesar $10 \mu A$. Catat harga V_{CE} dan I_C Harga — harga ini adalah harga titik kerja.
4. Petakan karakteristik I_C/V_{CE} transistor.
5. Variasikan arus basis menjadi $5 \mu A$ dan $15 \mu A$ Untuk masing-masing harga arus basis petakan nilai yang diperoleh. Semua titik-titik ini harus terletak pada garis lurus (garis beban)
6. Atur arus basis menjadi $10 \mu A$ kembali. Hidupkan sinyal generator dan atur untuk menghasilkan sinyal $1 V_{p-p}$ pada 1 kHz. Gunakan osiloskop untuk mengamati bentuk gelombang input dari sinyal generator dan bentuk gelombang output pada kolektor transistor gambarkan kedua bentuk gelombang tersebut.
7. Atur potnsiometer ke posisi minimum dan gambarkan bentuk gelombang output.
8. Kemudian atur ke posisi maksimum dan catat pula bentuk gelombang output.

Transistor FET

JFET dan MOSFET

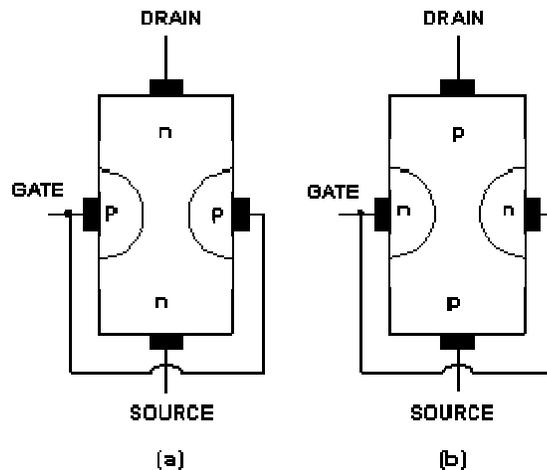
Transistor Bipolar dinamakan demikian karena bekerja dengan 2 (bi) muatan yang berbeda yaitu elektron sebagai pembawa muatan negatif dan hole sebagai pembawa muatan positif. Ada satu jenis transistor lain yang dinamakan FET (*Field Effect Transistor*). Berbeda dengan prinsip kerja transistor bipolar, transistor FET bekerja bergantung dari satu pembawa muatan, apakah itu elektron atau hole. Karena hanya bergantung pada satu pembawa muatan saja, transistor ini disebut komponen unipolar.

Umumnya untuk aplikasi linear, transistor bipolar lebih disukai, namun transistor FET sering digunakan juga karena memiliki impedansi input (input impedance) yang sangat besar. Terutama jika digunakan sebagai *switch*, FET lebih baik karena resistansi dan disipasi dayanya yang kecil.

Ada dua jenis transistor FET yaitu **JFET (*junction FET*)** dan **MOSFET (*metal-oxide semiconductor FET*)**. Pada dasarnya kedua jenis transistor memiliki prinsip kerja yang sama, namun tetap ada perbedaan yang mendasar pada struktur dan karakteristiknya.

Transistor JFET

Gambar dibawah menunjukkan struktur transistor JFET kanal n dan kanal p. Kanal n dibuat dari bahan semikonduktor tipe n dan kanal p dibuat dari semikonduktor tipe p. Ujung atas dinamakan **Drain** dan ujung bawah dinamakan **Source**. Pada kedua sisi kiri dan kanan terdapat implant semikonduktor yang berbeda tipe. Terminal kedua sisi implant ini terhubung satu dengan lainnya secara internal dan dinamakan **Gate**.

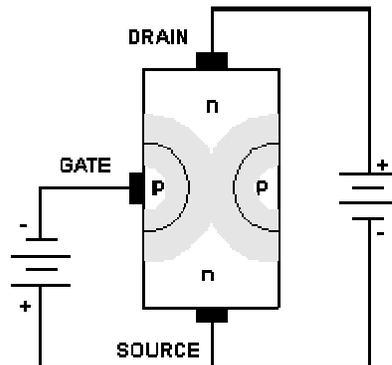


Gambar Struktur JFET (a) kanal-n (b) kanal-p

Istilah **field effect (efek medan listrik)** sendiri berasal dari prinsip kerja transistor ini yang berkenaan dengan **lapisan deplesi (depletion layer)**. Lapisan ini terbentuk antara semikonduktor tipe n dan tipe p, karena bergabungnya elektron dan hole di sekitar daerah perbatasan. Sama seperti medan listrik, lapisan deplesi ini bisa membesar atau mengecil tergantung dari tegangan antara gate dengan source. Pada gambar di atas, lapisan deplesi ditunjukkan dengan warna kuning di sisi kiri dan kanan.

JFET kanal-n

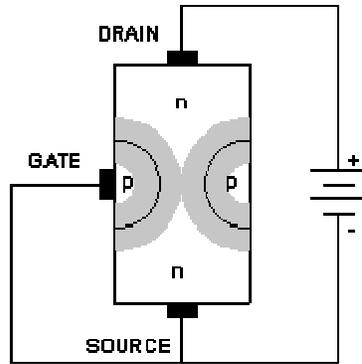
Untuk menjelaskan prinsip kerja transistor JFET lebih jauh akan ditinjau transistor JFET kanal-n. Drain dan Source transistor ini dibuat dengan semikonduktor tipe n dan Gate dengan tipe p. Gambar berikut menunjukkan bagaimana transistor ini di beri tegangan bias. Tegangan bias antara gate dan source adalah tegangan **reverse bias** atau disebut bias negatif. Tegangan bias negatif berarti tegangan gate lebih negatif terhadap source. Perlu catatan, Kedua gate terhubung satu dengan lainnya (tidak tampak dalam gambar).



Gambar Lapisan deplesi jika gate-source diberi bias negative

Dari gambar di atas, elektron yang mengalir dari source menuju drain harus melewati lapisan deplesi. Di sini lapisan deplesi berfungsi semacam keran air. Banyaknya elektron yang mengalir dari source menuju drain tergantung dari ketebalan lapisan deplesi. Lapisan deplesi bisa menyempit, melebar atau membuka tergantung dari tegangan gate terhadap source.

Jika gate semakin negatif terhadap source, maka lapisan deplesi akan semakin menebal. Lapisan deplesi bisa saja menutup seluruh kanal transistor bahkan dapat menyentuh drain dan source. Ketika keadaan ini terjadi, tidak ada arus yang dapat mengalir atau sangat kecil sekali. Jadi jika tegangan gate semakin negatif terhadap source maka semakin kecil arus yang bisa melewati kanal drain dan source.



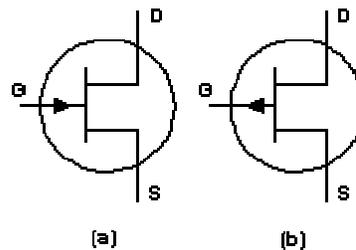
Gambar Lapisan deplesi pada saat tegangan gate-source = 0 volt

Jika misalnya tegangan gate dari nilai negatif perlahan-lahan dinaikkan sampai sama dengan tegangan Source. Ternyata lapisan deplesi mengecil hingga sampai suatu saat terdapat celah sempit. Arus elektron mulai mengalir melalui celah sempit ini dan terjadilah konduksi Drain dan Source. Arus yang terjadi pada keadaan ini adalah arus maksimum yang dapat mengalir berapapun tegangan drain terhadap source. Hal ini karena celah lapisan deplesi sudah maksimum tidak bisa lebih lebar lagi. Tegangan gate tidak bisa dinaikkan menjadi positif, karena kalau nilainya positif maka gate-source tidak lain hanya sebagai dioda.

Karena tegangan bias yang negatif, maka arus gate yang disebut I_g akan sangat kecil sekali. Dapat dimengerti **resistansi input (input impedance)** gate akan sangat besar. Impedansi input transistor FET umumnya bisa mencapai satuan MOhm. Sebuah transistor JFET diketahui arus gate 2 nA pada saat tegangan reverse gate 4 V, maka dari hukum Ohm dapat dihitung resistansi input transistor ini adalah :
 $R_{in} = 4V/2nA = 2000 \text{ Mohm}$

Simbol JFET

Untuk menggambarkan JFET pada skema rangkaian elektronika, bisa dipakai simbol seperti pada gambar di bawah berikut.



Gambar Simbol komponen (a)JFET-n (b)JFET-p

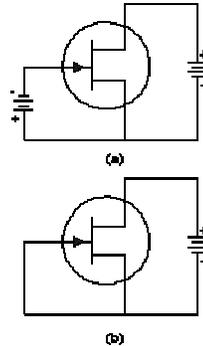
Karena struktur yang sama, terminal drain dan source untuk aplikasi frekuensi rendah dapat dibolak balik. Namun biasanya tidak demikian untuk aplikasi frekuensi tinggi. Umumnya JFET untuk aplikasi frekuensi tinggi memperhitungkan kapasitansi bahan antara gate dengan drain dan juga antara gate dengan source. Dalam pembuatan JFET, umumnya ada perbedaan kapasitansi gate terhadap drain dan antara gate dengan source.

JFET kanal-p

Transistor JFET kanal-p memiliki prinsip yang sama dengan JFET kanal-n, hanya saja kanal yang digunakan adalah semikonduktor tipe p. Dengan demikian polaritas tegangan dan arah arus berlawanan jika dibandingkan dengan transistor JFET kanal-n. Simbol rangkaian untuk tipe p juga sama, hanya saja dengan arah panah yang berbeda.

Kurva Drain

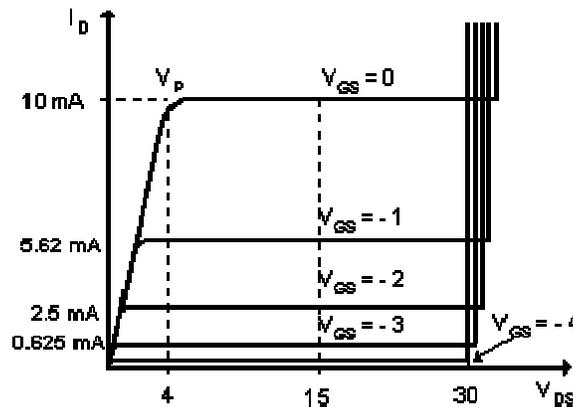
Gambar berikut adalah bagaimana transistor JFET diberi bias. Kali ini digambar dengan menggunakan simbol JFET. Gambar (a) adalah jika diberi bias negatif dan gambar (b) jika gate dan source dihubung singkat.



Gambar Tegangan bias transistor JFET-n

Jika gate dan source dihubung singkat, maka akan diperoleh arus drain maksimum. Ingat jika $V_{GS}=0$ lapisan deplesi kiri dan kanan pada posisi yang hampir membuka. Perhatikan contoh kurva drain pada gambar berikut, yang menunjukkan karakteristik **arus drain I_D** dan **tegangan drain-source V_{DS}** . Terlihat arus drain I_D tetap (konstan) setelah V_{DS} melewati suatu besar tegangan tertentu yang disebut V_p .

Pada keadaan ini ($V_{GS}=0$) celah lapisan deplesi yang sempit itu mencegah aliran arus I_D yang lebih besar. Perumpamaannya sama seperti selang air plastik yang ditekan dengan jari, air yang mengalir juga tidak bisa lebih banyak lagi. Dari sinilah dibuat istilah **pinchoff voltage (tegangan jepit)** dengan simbol V_p . Arus I_D maksimum ini di sebut I_{DSS} yang berarti arus drain-source jika gate dihubung singkat (*shorted gate*). Ini adalah arus maksimum yang bisa dihasilkan oleh suatu transistor JFET dan karakteristik I_{DSS} ini tercantum di datasheet.



Gambar Kurva drain I_{DS} terhadap V_{DS}

JFET berlaku sebagai sumber arus konstan sampai pada tegangan tertentu yang disebut $V_{DS(max)}$. Tegangan maksimum ini disebut **breakdown voltage** dimana arus tiba-tiba menjadi tidak terhingga. Tentu transistor tidaklah dimaksudkan untuk bekerja sampai daerah breakdown. Daerah antara V_p dan $V_{DS(max)}$ disebut **daerah active (active region)**. Sedangkan 0 volt sampai tegangan V_p disebut **daerah Ohmic (Ohmic region)**.

Daerah Ohmic

Pada tegangan V_{DS} antara 0 volt sampai tegangan *pinchoff* $V_P=4$ volt, arus I_D menaik dengan kemiringan yang tetap. Daerah ini disebut daerah Ohmic. Tentu sudah maklum bahwa daerah Ohmic ini tidak lain adalah resistansi drain-source dan termasuk celah kanal diantara lapisan deplesi. Ketika bekerja pada daerah ohmic, JFET berlaku seperti resistor dan dapat diketahui besar resistansinya adalah :

$$R_{DS} = V_P/I_{DSS}$$

R_{DS} disebut *ohmic resistance*, sebagai contoh di dataset diketahui $V_P = 4V$ dan $I_{DSS} = 10$ mA, maka dapat diketahui :

$$R_{DS} = 4V/10mA = 400 \text{ Ohm}$$

Tegangan *cutoff gate*

Dari contoh kurva drain di atas terlihat beberapa garis-garis kurva untuk beberapa tegangan V_{GS} yang berbeda. Pertama adalah kurva paling atas dimana $I_{DSS}=10$ mA dan kondisi ini tercapai jika $V_{GS}=0$ dan perhatikan juga tegangan *pinchoff* $V_P=4V$. Kemudian kurva berikutnya adalah $V_{GS} = -1V$ lalu $V_{GS}=-2V$ dan seterusnya. Jika V_{GS} semakin kecil terlihat arus I_D juga semakin kecil.

Perhatikan kurva yang paling bawah dimana $V_{GS}=-4V$. Pada kurva ternyata arus I_D sangat kecil sekali dan hampir nol. Tegangan ini dinamakan tegangan ***cutoff gate-source (gate source cutoff voltage)*** yang ditulis sebagai $V_{GS(off)}$. Pada saat ini lapisan deplesi sudah bersingungan satu sama lain, sehingga arus yang bisa melewati kecil sekali atau hampir nol.

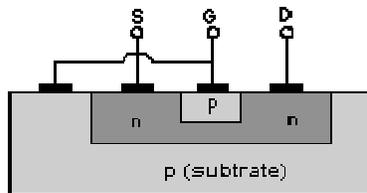
Bukan suatu kebetulan bahwa kenyataannya bahwa $V_{GS(off)}=-4V$ dan $V_P=4V$. Ternyata memang pada saat demikian lapisan deplesi bersentuhan atau hampir bersentuhan.

Maka di datasheet biasanya hanya ada satu besaran yang tertera $V_{GS(off)}$ atau V_P . Oleh karena sudah diketahui hubungan persamaan :

$$V_{GS(off)} = -V_P$$

Pabrikasi JFET

Kalau sebelumnya sudah dijelaskan bagaimana struktur JFET secara teoritis, maka gambar berikut adalah bagaimana sebenarnya transistor JFET-n dibuat.



Gambar Struktur penampang JFET-n

Transistor JFET-n dibuat di atas satu lempengan semikonduktor tipe-p sebagai **subtrat (substrate)** atau dasar (*base*). Untuk membuat kanal n, di atas subtrat di-implant semikonduktor tipe n yaitu dengan memberikan doping elektron. Kanal-n ini akan menjadi drain dan source. Kemudian di atas kanal-n dibuat implant tipe-p, caranya adalah dengan memberi doping p (*hole*). Implant tipe p ini yang menjadi gate. Gate dan subtrat disambungkan secara internal.

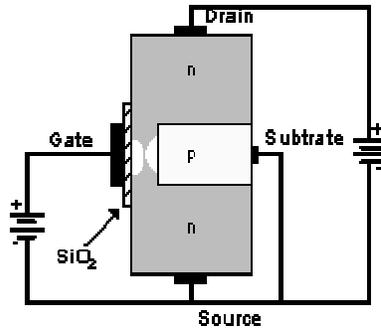
TRANSISTOR MOSFET

Mirip seperti JFET, transistor **MOSFET (Metal oxide FET)** memiliki drain, source dan gate. Namun perbedaannya gate terisolasi oleh suatu **bahan oksida**. Gate sendiri terbuat dari bahan **metal** seperti aluminium. Oleh karena itulah transistor ini dinamakan *metal-oxide*. Karena gate yang terisolasi, sering jenis transistor ini disebut juga **IGFET** yaitu **insulated-gate FET**.

Ada dua jenis MOSFET, yang pertama jenis **depletion-mode** dan yang kedua jenis **enhancement-mode**. Jenis MOSFET yang kedua adalah komponen utama dari gerbang logika dalam bentuk IC (*integrated circuit*), uC (*micro controller*) dan uP (*micro processor*) yang tidak lain adalah komponen utama dari komputer modern saat ini.

MOSFET Depletion-mode

Gambar berikut menunjukkan struktur dari transistor jenis ini. Pada sebuah kanal semikonduktor tipe n terdapat semikonduktor tipe p dengan menyisakan sedikit celah. Dengan demikian diharapkan elektron akan mengalir dari source menuju drain melalui celah sempit ini. Gate terbuat dari metal (seperti aluminium) dan terisolasi oleh bahan oksida tipis SiO_2 yang tidak lain adalah kaca.



Gambar Struktur MOSFET depletion-mode

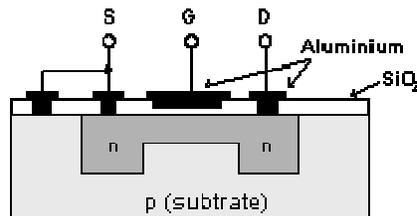
Semikonduktor tipe p di sini disebut subtrat p dan biasanya dihubung singkat dengan source. Ingat seperti pada transistor JFET lapisan deplesi mulai membuka jika $V_{GS} = 0$.

Dengan menghubungkan singkat subtrat p dengan source diharapkan ketebalan lapisan deplesi yang terbentuk antara subtrat dengan kanal adalah maksimum. Sehingga ketebalan lapisan deplesi selanjutnya hanya akan ditentukan oleh tegangan gate terhadap source. Pada gambar, lapisan deplesi yang dimaksud ditunjukkan pada daerah yang berwarna kuning.

Semakin negatif tegangan gate terhadap source, akan semakin kecil arus drain yang bisa lewat atau bahkan menjadi 0 pada tegangan negatif tertentu. Karena lapisan deplesi telah menutup kanal. Selanjutnya jika tegangan gate dinaikkan sama dengan tegangan source, arus akan mengalir. Karena lapisan deplesi mulai membuka. Sampai di sini prinsip kerja transistor MOSFET *depletion-mode* tidak berbeda dengan transistor JFET.

Karena gate yang terisolasi, tegangan kerja V_{GS} boleh positif. Jika V_{GS} semakin positif, arus elektron yang mengalir dapat semakin besar. Di sini letak perbedaannya dengan JFET, transistor MOSFET *depletion-mode* bisa bekerja sampai tegangan gate positif.

Pabrikasi MOSFET depletion-mode

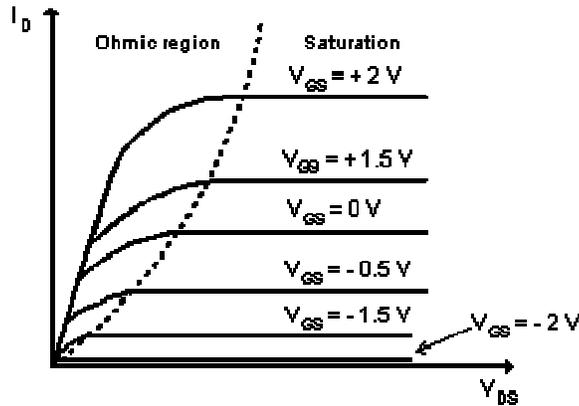


Gambar Penampang D-MOSFET (depletion-mode)

Struktur ini adalah penampang MOSFET *depletion-mode* yang dibuat di atas sebuah lempengan semikonduktor tipe p. Implant semikonduktor tipe n dibuat sedemikian rupa sehingga terdapat celah kanal tipe n. Kanal ini menghubungkan drain dengan source dan tepat berada di bawah gate. Gate terbuat dari metal aluminium yang diisolasi dengan lapisan SiO_2 (kaca). Dalam beberapa buku, transistor MOSFET *depletion-mode* disebut juga dengan nama **D-MOSFET**.

Kurva drain MOSFET depeletion mode

Analisa kurva drain dilakukan dengan mencoba beberapa tegangan gate V_{GS} konstan, lalu dibuat grafik hubungan antara arus drain I_D terhadap tegangan V_{DS} .



Gambar Kurva drain transistor MOSFET depletion-mode

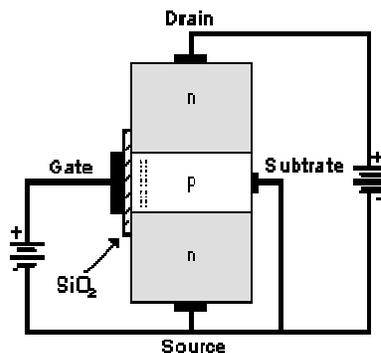
Dari kurva ini terlihat jelas bahwa transistor MOSFET *depletion-mode* dapat bekerja (**ON**) mulai dari tegangan V_{GS} negatif sampai positif. Terdapat dua daerah kerja, yang pertama adalah **daerah ohmic** dimana resistansi drain-source adalah fungsi dari:

$$R_{DS(on)} = V_{DS}/I_{DS}$$

Jika tegangan V_{GS} tetap dan V_{DS} terus dinaikkan, transistor selanjutnya akan berada pada **daerah saturasi**. Jika keadaan ini tercapai, arus I_{DS} adalah konstan. Tentu saja ada tegangan $V_{GS(max)}$, yang diperbolehkan. Karena jika lebih dari tegangan ini akan dapat merusak isolasi gate yang tipis alias merusak transistor itu sendiri.

MOSFET Enhancement-mode

Jenis transistor MOSFET yang kedua adalah MOSFET *enhancement-mode*. Transistor ini adalah evolusi jenius berikutnya setelah penemuan MOSFET *depletion-mode*. Gate terbuat dari metal aluminium dan terisolasi oleh lapisan SiO_2 sama seperti transistor MOSFET depletion-mode. **Perbedaan** struktur yang mendasar adalah, subtrat pada transistor MOSFET *enhancement-mode* sekarang dibuat sampai **menyentuh gate**, seperti terlihat pada gambar berikut ini. Lalu bagaimana elektron dapat mengalir ?. Silahkan terus menyimak tulisan berikut ini.



Gambar Struktur MOSFET enhancement-mode

Gambar atas ini adalah transistor MOSFET *enhancement mode* kanal n. Jika tegangan gate V_{GS} dibuat negatif, tentu saja arus elektron tidak dapat mengalir. Juga ketika $V_{GS}=0$ ternyata arus belum juga bisa mengalir, karena **tidak ada lapisan depleksi** maupun celah yang bisa dialiri elektron. Satu-satunya jalan

adalah dengan memberi tegangan V_{GS} positif. Karena substrat terhubung dengan source, maka jika tegangan gate positif berarti tegangan gate terhadap substrat juga positif.

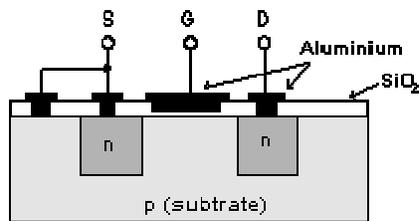
Tegangan positif ini akan menyebabkan **elektron tertarik** ke arah substrat p. Elektron-elektron akan bergabung dengan hole yang ada pada substrat p. Karena potensial gate lebih positif, maka elektron terlebih dahulu tertarik dan menumpuk di sisi substrat yang berbatasan dengan gate. Elektron akan terus menumpuk dan tidak dapat mengalir menuju gate karena terisolasi oleh bahan insulator SiO_2 (kaca).

Jika tegangan gate cukup positif, maka tumpukan elektron akan menyebabkan terbentuknya **semacam lapisan n yang negatif** dan seketika itulah arus drain dan source dapat mengalir. Lapisan yang terbentuk ini disebut dengan istilah **inversion layer**. Kira-kira terjemahannya adalah lapisan dengan tipe yang berbalikan. Di sini karena substratnya tipe p, maka lapisan *inversion* yang terbentuk adalah bermuatan negatif atau tipe n. Tentu ada tegangan minimum dimana lapisan *inversion* n mulai terbentuk. **Tegangan minimum** ini disebut tegangan **threshold** $V_{GS(th)}$. Tegangan $V_{GS(th)}$ oleh pabrik pembuat tertera di dalam datasheet.

Di sini letak perbedaan utama prinsip kerja transistor MOSFET *enhancement-mode* dibandingkan dengan JFET. Jika pada tegangan $V_{GS} = 0$, transistor JFET sudah bekerja atau ON, maka transistor MOSFET *enhancement-mode* masih OFF. Dikatakan bahwa JFET adalah komponen **normally ON** dan MOSFET adalah komponen **normally OFF**.

Pabrikasi MOSFET enhancement-mode

Transistor MOSFET *enhancement mode* dalam beberapa literatur disebut juga dengan nama **E-MOSFET**.

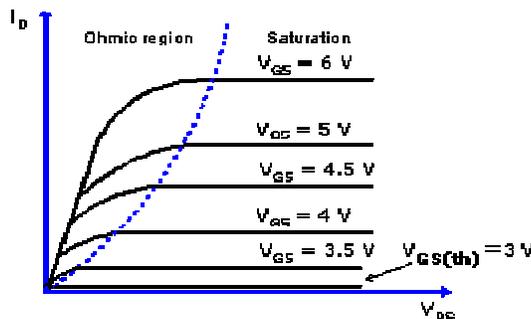


Gambar Penampang E-MOSFET (enhancement-mode)

Gambar diatas adalah bagaimana transistor MOSFET *enhancement-mode* dibuat. Sama seperti MOSFET *depletion-mode*, tetapi perbedaannya disini tidak ada kanal yang menghubungkan drain dengan source. Kanal n akan terbentuk (*enhanced*) dengan memberi tegangan V_{GS} diatas tegangan *threshold* tertentu. Inilah struktur transistor yang paling banyak di terapkan dalam IC digital.

Kurva Drain MOSFET enhancement-mode

Mirip seperti kurva D-MOSFET, kurva drain transistor E-MOSFET adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Namun di sini V_{GS} semua bernilai positif. Garis kurva paling bawah adalah garis kurva dimana transistor mulai ON. Tegangan V_{GS} pada garis kurva ini disebut tegangan *threshold* $V_{GS(th)}$.

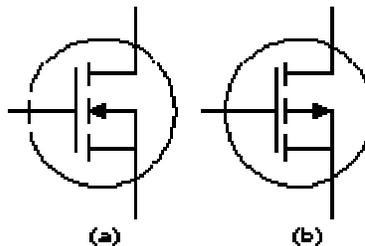


Gambar Kurva drain E-MOSFET

Karena transistor MOSFET umumnya digunakan sebagai saklar (*switch*), parameter yang penting pada transistor E-MOSFET adalah resistansi drain-source. Biasanya yang tercantum pada datasheet adalah resistansi pada saat transistor ON. Resistansi ini dinamakan $R_{DS(on)}$. Besar resistansi bervariasi mulai dari 0.3 Ohm sampai puluhan Ohm. Untuk aplikasi *power switching*, semakin kecil resistansi $R_{DS(on)}$ maka semakin baik transistor tersebut. Karena akan memperkecil rugi-rugi disipasi daya dalam bentuk panas. Juga penting diketahui parameter arus drain maksimum $I_{D(max)}$ dan disipasi daya maksimum $P_{D(max)}$.

Simbol transistor MOSFET

Garis putus-putus pada simbol transistor MOSFET menunjukkan struktur transistor yang terdiri drain, source dan subtrat serta gate yang terisolasi. Arah panah pada subtrat menunjukkan tipe lapisan yang terbentuk pada subtrat ketika transistor ON sekaligus menunjukkan tipe kanal transistor tersebut.

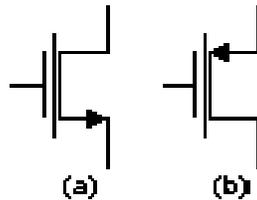


Gambar Simbol MOSFET, (a) kanal-n (b) kanal-p

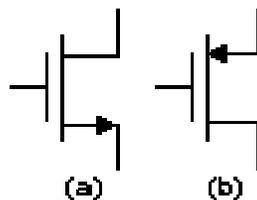
Kedua simbol di atas dapat digunakan untuk menggambarkan D-MOSFET maupun E-MOSFET.

NMOS dan PMOS

Transistor MOSFET dalam berbagai referensi disingkat dengan nama transistor **MOS**. Dua jenis tipe n atau p dibedakan dengan nama **NMOS** dan **PMOS**. Simbol untuk menggambarkan MOS tipe depletion-mode dibedakan dengan tipe enhancement-mode. Perbedaan ini perlu untuk rangkaian-rangkaian rumit yang terdiri dari kedua jenis transistor tersebut.



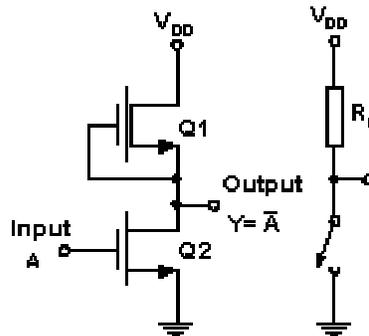
Gambar Simbol transistor (a)NMOS (b)PMOS tipe depletion mode



Gambar Simbol transistor (a)NMOS (b)PMOS tipe enhancement mode

Transistor MOS adalah tipe transistor yang paling banyak dipakai untuk membuat rangkaian gerbang logika. Ratusan bahkan ribuan **gerbang logika** dirangkai di dalam sebuah IC (*integrated circuit*) menjadi

komponen yang canggih seperti mikrokontroler dan mikroposepor. Contoh gerbang logika yang paling dasar adalah sebuah **inverter**.

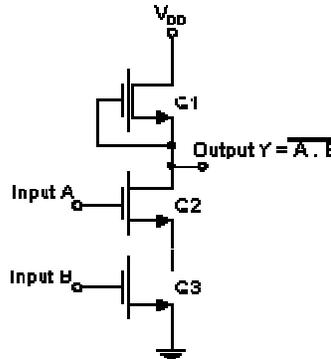


Gambar Gerbang NOT Inverter MOS

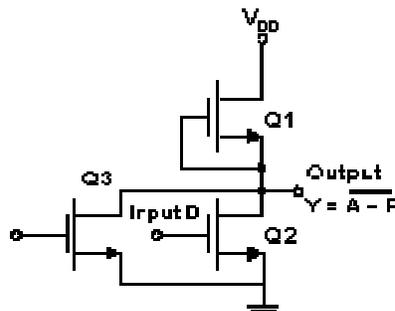
Gerbang inverter MOS di atas terdiri dari 2 buah transistor Q1 dan Q2. Transistor Q1 adalah transistor NMOS *depletion-mode* yang pada rangkaian ini berlaku sebagai beban R_L untuk transistor Q2. Seperti yang sudah dimaklumi, beban R_L ini tidak lain adalah resistansi $R_{DS(on)}$ dari transistor Q1. Transistor Q2 adalah transistor NMOS *enhancement-mode*. Di sini transistor Q2 berfungsi sebagai saklar (*switch*) yang bisa membuka atau menutup (ON/OFF). Transistor ON atau OFF tergantung dari tegangan input.

Jika tegangan input $A = 0$ volt (logik 0), maka saklar Q2 membuka dan tegangan output $Y = V_{DD}$ (logik 1). Dan sebaliknya jika input $A = V_{DD}$ (logik 1) maka saklar menutup dan tegangan output $Y = 0$ volt (logik 0). Inverter ini tidak lain adalah **gerbang NOT**, dimana keadaan output adalah kebalikan dari input.

Gerbang dasar lainnya adalah seperti gerbang **NAND** dan **NOR**. Contoh diagram berikut adalah gerbang NAND dan NOR yang memiliki dua input A dan B.



Gambar Gerbang NAND transistor MOS



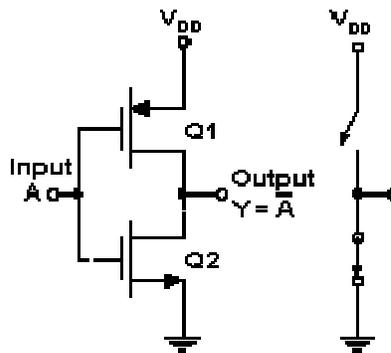
Gambar Gerbang NOR transistor MOS

Bagaimana caranya membuat gerbang AND dan OR. Tentu saja bisa dengan menambahkan sebuah inverter di depan gerbang NAND dan NOR.

Transistor CMOS

CMOS adalah evolusi dari komponen digital yang paling banyak digunakan karena memiliki karakteristik konsumsi daya yang sangat kecil. CMOS adalah singkatan dari **Complementary MOS**, yang strukturnya terdiri dari dua jenis transistor PMOS dan NMOS. Keduanya adalah transistor **MOS tipe enhancement-mode**.

Inverter gerbang NOT dengan struktur CMOS adalah seperti gambar yang berikut ini. Beban R_L yang sebelumnya menggunakan transistor NMOS tipe depletion-mode, digantikan oleh transistor PMOS enhancement-mode.



Gambar Gerbang NOT inverter CMOS

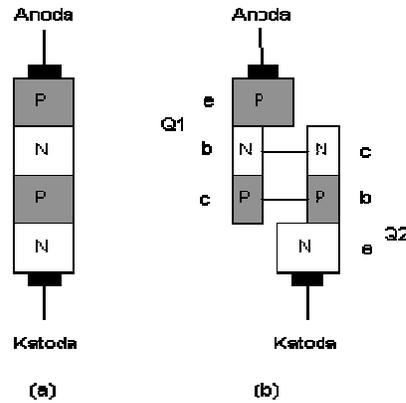
Namun disini Q1 bukan sebagai beban, tetapi kedua transistor berfungsi sebagai *complementary switch* yang bekerja bergantian. Jika input 0 (*low*) maka transistor Q1 menutup dan sebaliknya Q2 membuka, sehingga keluaran tersambung ke VDD (*high*). Sebaliknya jika input 1 (*high*) maka transistor Q1 akan membuka dan Q2 menutup, sehingga keluaran terhubung dengan ground 0 volt (*low*).

THYRISTOR SCR, TRIAC dan DIAC

Thyristor berakar kata dari bahasa Yunani yang berarti 'pintu'. Dinamakan demikian barangkali karena sifat dari komponen ini yang mirip dengan pintu yang dapat dibuka dan ditutup untuk melewatkan arus listrik. Ada beberapa komponen yang termasuk thyristor antara lain **PUT** (*programmable uni-junction transistor*), **UJT** (*uni-junction transistor*), **GTO** (*gate turn off switch*), **photo SCR** dan sebagainya. Namun pada kesempatan ini, yang akan kemukakan adalah komponen-komponen thyristor yang dikenal dengan sebutan **SCR** (*silicon controlled rectifier*), **TRIAC** dan **DIAC**. Pembaca dapat menyimak lebih jelas bagaimana prinsip kerja serta aplikasinya.

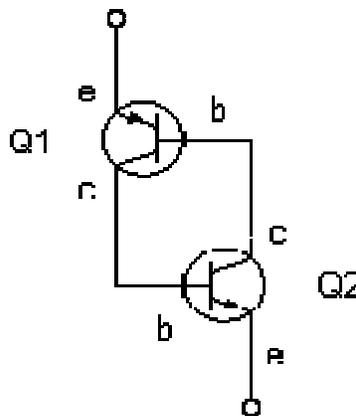
Struktur Thyristor

Ciri-ciri utama dari sebuah thyristor adalah komponen yang terbuat dari bahan semiconductor silicon. Walaupun bahannya sama, tetapi struktur P-N junction yang dimilikinya lebih kompleks dibanding transistor bipolar atau MOS. Komponen thyristor lebih digunakan sebagai saklar (*switch*) ketimbang sebagai penguat arus atau tegangan seperti halnya transistor.



Gambar Struktur Thyristor

Struktur dasar thyristor adalah struktur 4 layer **PNPN** seperti yang ditunjukkan pada gambar-1a. Jika dipilah, struktur ini dapat dilihat sebagai dua buah struktur junction PNP dan NPN yang tersambung di tengah seperti pada gambar-1b. Ini tidak lain adalah dua buah transistor PNP dan NPN yang tersambung pada masing-masing kolektor dan base. Jika divisualisasikan sebagai transistor Q1 dan Q2, maka struktur thyristor ini dapat diperlihatkan seperti pada gambar-2 yang berikut ini.

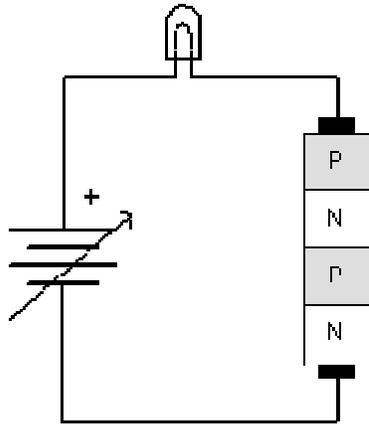


Gambar visualisasi dengan transistor

Terlihat di sini kolektor transistor Q1 tersambung pada base transistor Q2 dan sebaliknya kolektor transistor Q2 tersambung pada base transistor Q1. Rangkaian transistor yang demikian menunjukkan adanya loop penguatan arus di bagian tengah. Dimana diketahui bahwa $I_c = \beta I_b$, yaitu arus kolektor adalah penguatan dari arus base.

Jika misalnya ada arus sebesar I_b yang mengalir pada base transistor Q2, maka akan ada arus I_c yang mengalir pada kolektor Q2. Arus kolektor ini merupakan arus base I_b pada transistor Q1, sehingga akan muncul penguatan pada pada arus kolektor transistor Q1. Arus kolektor transistor Q1 tdak lain adalah arus base bagi transistor Q2. Demikian seterusnya sehingga makin lama sambungan PN dari thyristor ini di bagian tengah akan mengecil dan hilang. Tertinggal hanyalah lapisan P dan N dibagian luar.

Jika keadaan ini tercapai, maka struktur yang demikian tidak lain adalah struktur dioda PN (anoda-katoda) yang sudah dikenal. Pada saat yang demikian, disebut bahwa thyristor dalam keadaan ON dan dapat mengalirkan arus dari anoda menuju katoda seperti layaknya sebuah dioda.

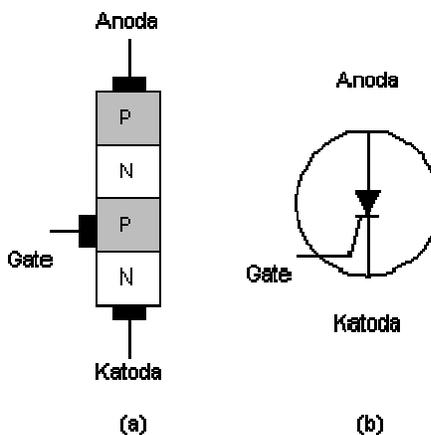


Gambar Thyristor diberi tegangan

Bagaimana kalau pada thyristor ini kita beri beban lampu dc dan diberi suplai tegangan dari nol sampai tegangan tertentu seperti pada gambar diatas. Apa yang terjadi pada lampu ketika tegangan dinaikkan dari nol. Ya betul, tentu saja lampu akan tetap padam karena lapisan N-P yang ada ditengah akan mendapatkan *reverse-bias* (teori dioda). Pada saat ini disebut thyristor dalam keadaan **OFF** karena tidak ada arus yang bisa mengalir atau sangat kecil sekali. Arus tidak dapat mengalir sampai pada suatu tegangan *reverse-bias* tertentu yang menyebabkan sambungan NP ini jenuh dan hilang. Tegangan ini disebut **tegangan breakdown** dan pada saat itu arus mulai dapat mengalir melewati thyristor sebagaimana dioda umumnya. Pada thyristor tegangan ini disebut **tegangan breakover** V_{bo} .

SCR

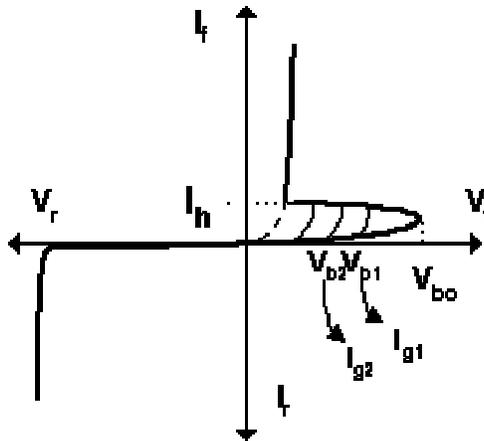
Telah dibahas, bahwa untuk membuat thyristor menjadi ON adalah dengan memberi arus trigger lapisan P yang dekat dengan katoda. Yaitu dengan membuat kaki gate pada thyristor PNPN seperti pada gambar dibawah (a). Karena letaknya yang dekat dengan katoda, bisa juga pin gate ini disebut pin gate katoda (*cathode gate*). Beginilah SCR dibuat dan simbol SCR digambarkan seperti gambar dibawah (b). SCR dalam banyak literatur disebut Thyristor saja.



Gambar Struktur SCR

Melalui kaki (pin) gate tersebut memungkinkan komponen ini di trigger menjadi ON, yaitu dengan memberi arus gate. Ternyata dengan memberi arus gate I_g yang semakin besar dapat menurunkan tegangan *breakover* (V_{bo}) sebuah SCR. Dimana tegangan ini adalah tegangan minimum yang diperlukan SCR untuk menjadi ON. Sampai pada suatu besar arus gate tertentu, ternyata akan sangat mudah membuat

SCR menjadi ON. Bahkan dengan tegangan *forward* yang kecil sekalipun. Misalnya 1 volt saja atau lebih kecil lagi. Kurva tegangan dan arus dari sebuah SCR adalah seperti yang ada pada gambar dibawah yang berikut ini.



Gambar Karakteristik kurva I-V SCR

Pada gambar tertera tegangan *breakover* V_{bo} , yang jika tegangan *forward* SCR mencapai titik ini, maka SCR akan ON. Lebih penting lagi adalah arus I_g yang dapat menyebabkan tegangan V_{bo} turun menjadi lebih kecil. Pada gambar ditunjukkan beberapa arus I_g dan korelasinya terhadap tegangan *breakover*. Pada datasheet SCR, arus trigger gate ini sering ditulis dengan notasi I_{GT} (*gate trigger current*). Pada gambar ada ditunjukkan juga arus I_h yaitu arus *holding* yang mempertahankan SCR tetap ON. Jadi agar SCR tetap ON maka arus *forward* dari anoda menuju katoda harus berada di atas parameter ini.

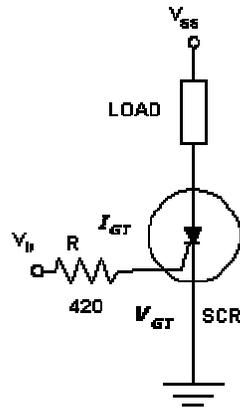
Sejauh ini yang dikemukakan adalah bagaimana membuat SCR menjadi ON. Pada kenyataannya, sekali SCR mencapai keadaan ON maka selamanya akan ON, walaupun tegangan gate dilepas atau di *short* ke katoda. Satu-satunya cara untuk membuat SCR menjadi OFF adalah dengan membuat arus anoda-katoda turun dibawah arus I_h (*holding current*). Pada gambar-5 kurva I-V SCR, jika arus *forward* berada dibawah titik I_h , maka SCR kembali pada keadaan OFF. Berapa besar arus *holding* ini, umumnya ada di dalam datasheet SCR.

Cara membuat SCR menjadi OFF tersebut adalah sama saja dengan menurunkan tegangan anoda-katoda ke titik nol. Karena inilah SCR atau thyristor pada umumnya tidak cocok digunakan untuk aplikasi DC. Komponen ini lebih banyak digunakan untuk aplikasi-aplikasi tegangan AC, dimana SCR bisa OFF pada saat gelombang tegangan AC berada di titik nol.

Ada satu parameter penting lain dari SCR, yaitu V_{GT} . Parameter ini adalah tegangan trigger pada gate yang menyebabkan SCR ON. Kalau dilihat dari model thyristor pada gambar-2, tegangan ini adalah tegangan V_{be} pada transistor Q2. V_{GT} seperti halnya V_{be} , besarnya kira-kira 0.7 volt. Seperti contoh rangkaian gambar-8 berikut ini sebuah SCR diketahui memiliki $I_{GT} = 10$ mA dan $V_{GT} = 0.7$ volt. Maka dapat dihitung tegangan V_{in} yang diperlukan agar SCR ini ON adalah sebesar :

$$V_{in} = V_r + V_{GT}$$

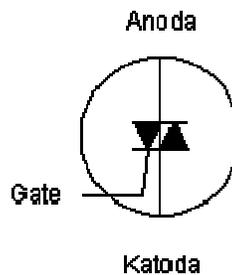
$$V_{in} = I_{GT}(R) + V_{GT} = 4.9 \text{ volt}$$



Gambar Rangkaian SCR

TRIAC

Boleh dikatakan SCR adalah thyristor yang uni-directional, karena ketika ON hanya bisa melewatkan arus satu arah saja yaitu dari anoda menuju katoda. Struktur TRIAC sebenarnya adalah sama dengan dua buah SCR yang arahnya bolak-balik dan kedua gate-nya disatukan. Simbol TRIAC ditunjukkan pada gambar dibawah. TRIAC biasa juga disebut thyristor *bi-directional*.



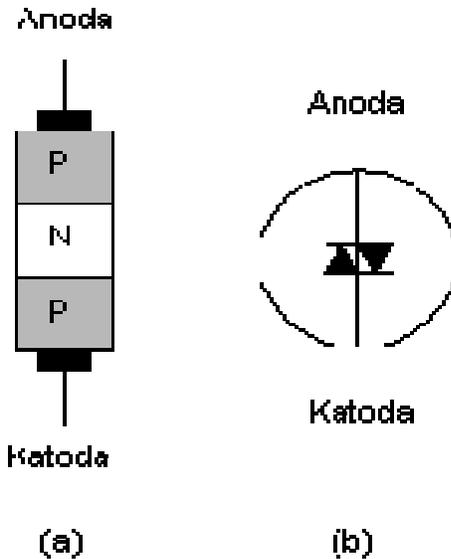
Gambar Simbol TRIAC

TRIAC bekerja mirip seperti SCR yang paralel bolak-balik, sehingga dapat melewatkan arus dua arah.

Pada datasheet akan lebih detail diberikan besar parameter-parameter seperti V_{bo} dan $-V_{bo}$, lalu I_{GT} dan $-I_{GT}$, I_h serta $-I_h$ dan sebagainya. Umumnya besar parameter ini simetris antara yang plus dan yang minus. Dalam perhitungan desain, bisa dianggap parameter ini simetris sehingga lebih mudah di hitung.

DIAC

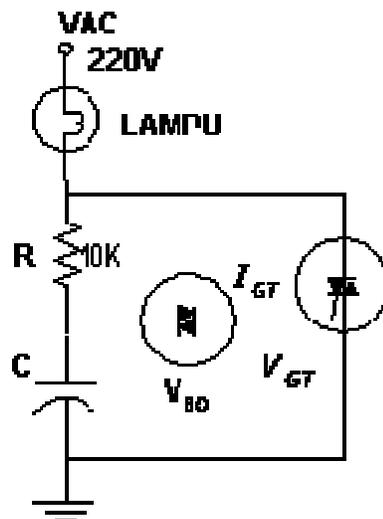
Kalau dilihat strukturnya seperti gambar-8a, DIAC bukanlah termasuk keluarga thyristor, namun prinsip kerjanya membuat ia digolongkan sebagai thyristor. DIAC dibuat dengan struktur PNP mirip seperti transistor. Lapisan N pada transistor dibuat sangat tipis sehingga elektron dengan mudah dapat menyeberang menembus lapisan ini. Sedangkan pada DIAC, lapisan N di buat cukup tebal sehingga elektron cukup sukar untuk menembusnya. Struktur DIAC yang demikian dapat juga dipandang sebagai dua buah dioda PN dan NP, sehingga dalam beberapa literatur DIAC digolongkan sebagai dioda.



Gambar Struktur dan simbol DIAC

Sukar dilewati oleh arus dua arah, DIAC memang dimaksudkan untuk tujuan ini. Hanya dengan tegangan *breakdown* tertentu barulah DIAC dapat menghantarkan arus. Arus yang dihantarkan tentu saja bisa bolak-balik dari anoda menuju katoda dan sebaliknya. Kurva karakteristik DIAC sama seperti TRIAC, tetapi yang hanya perlu diketahui adalah berapa tegangan *breakdown*-nya.

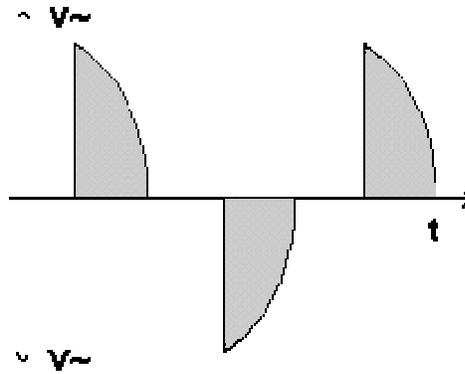
Simbol dari DIAC adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar-8b. DIAC umumnya dipakai sebagai pemicu TRIAC agar ON pada tegangan input tertentu yang relatif tinggi. Contohnya adalah aplikasi dimmer lampu yang berikut pada gambar dibawah.



Gambar Rangkaian Dimmer

Jika diketahui I_{GT} dari TRIAC pada rangkaian di atas 10 mA dan $V_{GT} = 0.7$ volt. Lalu diketahui juga yang digunakan adalah sebuah DIAC dengan $V_{bo} = 20$ V, maka dapat dihitung TRIAC akan ON pada tegangan :

$$V = I_{GT}(R) + V_{bo} + V_{GT} = 120.7 \text{ V}$$



Gambar sinyal pada TRIAC

Pada rangkaian dimmer, resistor R biasanya diganti dengan rangkaian seri resistor dan potensiometer. Di sini kapasitor C bersama rangkaian R digunakan untuk menggeser fasa tegangan V_{AC} . Lampu dapat diatur menyala redup dan terang, tergantung pada saat kapan TRIAC di picu.

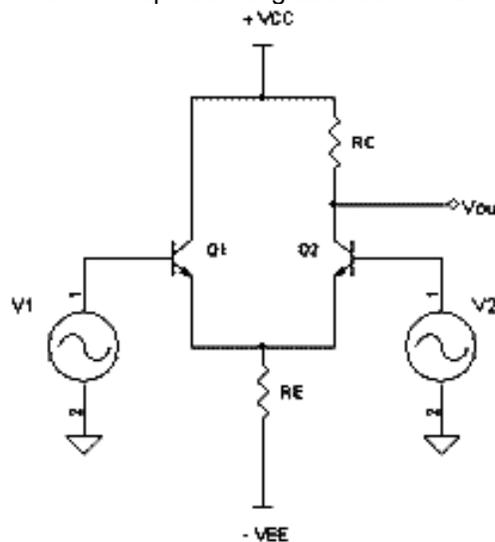
Operational Amplifier

Karakteristik Op-Amp

Kalau perlu mendesain sinyal level meter, histeresis pengatur suhu, osilator, pembangkit sinyal, penguat audio, penguat mic, filter aktif semisal tapis nada bass, mixer, konverter sinyal, integrator, differensiator, komparator dan sederet aplikasi lainnya, selalu pilihan yang mudah adalah dengan membolak-balik data komponen yang bernama op-amp. Komponen elektronika analog dalam kemasan IC (*integrated circuits*) ini memang adalah komponen serbaguna dan dipakai pada banyak aplikasi hingga sekarang. Hanya dengan menambah beberapa resistor dan potensiometer, dalam sekejap (atau dua kejam) sebuah pre-amp audio kelas B sudah dapat jadi dirangkai di atas sebuah proto-board.

Penguat diferensial

Op-amp dinamakan juga dengan penguat diferensial (*differential amplifier*). Sesuai dengan istilah ini, op-amp adalah komponen IC yang memiliki 2 input tegangan dan 1 output tegangan, dimana tegangan output-nya adalah proporsional terhadap perbedaan tegangan antara kedua inputnya itu. Penguat diferensial seperti yang ditunjukkan pada gambar-1 merupakan rangkaian dasar dari sebuah op-amp.

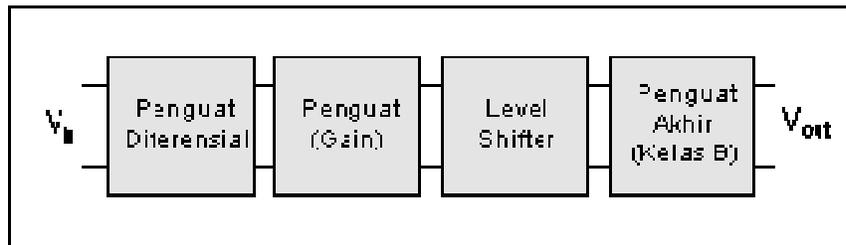


Gambar penguat diferensial

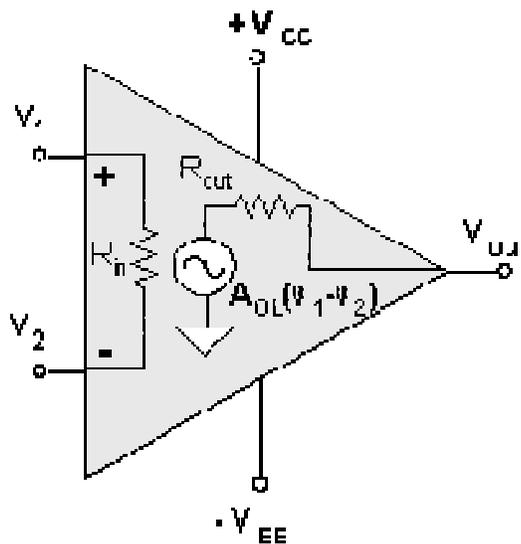
Pada rangkaian yang demikian, persamaan pada titik V_{out} adalah $V_{out} = A(v_1 - v_2)$ dengan A adalah nilai penguatan dari penguat diferensial ini. Titik input v_1 dikatakan sebagai input *non-inverting*, sebab tegangan v_{out} satu phase dengan v_1 . Sedangkan sebaliknya titik v_2 dikatakan input *inverting* sebab berlawanan phase dengan tegangan v_{out} .

Diagram Op-amp

Op-amp di dalamnya terdiri dari beberapa bagian, yang pertama adalah penguat diferensial, lalu ada tahap penguatan (*gain*), selanjutnya ada rangkaian penggeser level (*level shifter*) dan kemudian penguat akhir yang biasanya dibuat dengan penguat *push-pull* kelas B. Gambar dibawah (a) berikut menunjukkan diagram dari op-amp yang terdiri dari beberapa bagian tersebut.



gambar (a) : Diagram blok Op-Amp



Gambar (b) : Diagram schematic simbol Op-Amp

Simbol op-amp adalah seperti pada gambar diatas(b) dengan 2 input, *non-inverting* (+) dan input *inverting* (-). Umumnya op-amp bekerja dengan *dual supply* ($+V_{cc}$ dan $-V_{ee}$) namun banyak juga op-amp dibuat dengan *single supply* ($V_{cc} - ground$). Simbol rangkaian di dalam op-amp pada gambar diatas(b) adalah parameter umum dari sebuah op-amp. R_{in} adalah resistansi input yang nilai idealnya infinit (tak terhingga). R_{out} adalah resistansi output dan besar resistansi idealnya 0 (nol). Sedangkan A_{OL} adalah nilai penguatan open loop dan nilai idealnya tak terhingga.

Saat ini banyak terdapat tipe-tipe op-amp dengan karakteristik yang spesifik. Op-amp standard type 741 dalam kemasan IC DIP 8 pin sudah dibuat sejak tahun 1960-an. Untuk tipe yang sama, tiap pabrikan

mengeluarkan seri IC dengan insial atau nama yang berbeda. Misalnya dikenal MC1741 dari motorola, LM741 buatan National Semiconductor, SN741 dari Texas Instrument dan lain sebagainya. Tergantung dari teknologi pembuatan dan desain IC-nya, karakteristik satu op-amp dapat berbeda dengan op-amp lain. Tabel-1 menunjukkan beberapa parameter op-amp yang penting beserta nilai idealnya dan juga contoh real dari parameter LM714.

Tabel parameter op-amp yang penting

Parameter	Symbol	Op-amp Ideal	LM741
Open loop voltage gain	A_{OL}	Infinite	100.000
Unity-gain frequency	f_{unity}	Infinite	1 MHz
Input resistance	R_{in}	Infinite	2 M Ω
Output resistance	R_{out}	0	75 Ω
Input bias current	$I_{in(bias)}$	0	80 nA
Input offset current	$I_{in(off)}$	0	20 nA
Input offset voltage	$V_{in(off)}$	0	2 mV
Slew rate	S_R	Infinite	0.5 V/ μ s
Common Mode Rejection Ratio	CMMR	Infinite	90 dB

Penguatan Open-loop

Op-amp idealnya memiliki penguatan *open-loop* (A_{OL}) yang tak terhingga. Namun pada prakteknya op-amp semisal LM741 memiliki penguatan yang terhingga kira-kira 100.000 kali. Sebenarnya dengan penguatan yang sebesar ini, sistem penguatan op-amp menjadi tidak stabil. Input diferensial yang amat kecil saja sudah dapat membuat outputnya menjadi saturasi. Pada bab berikutnya akan dibahas bagaimana umpan balik bisa membuat sistem penguatan op-amp menjadi stabil.

Unity-gain frequency

Op-amp ideal mestinya bisa bekerja pada frekuensi berapa saja mulai dari sinyal dc sampai frekuensi giga Hertz. Parameter *unity-gain frequency* menjadi penting jika op-amp digunakan untuk aplikasi dengan frekuensi tertentu. Parameter A_{OL} biasanya adalah penguatan op-amp pada sinyal DC. Response penguatan op-amp menurun seiring dengan menaiknya frekuensi sinyal input. Op-amp LM741 misalnya memiliki *unity-gain frequency* sebesar 1 MHz. Ini berarti penguatan op-amp akan menjadi 1 kali pada frekuensi 1 MHz. Jika perlu merancang aplikasi pada frekuensi tinggi, maka pilihlah op-amp yang memiliki *unity-gain frequency* lebih tinggi.

Slew rate

Di dalam op-amp kadang ditambahkan beberapa kapasitor untuk kompensasi dan mereduksi noise. Namun kapasitor ini menimbulkan kerugian yang menyebabkan response op-amp terhadap sinyal input menjadi lambat. Op-amp ideal memiliki parameter slew-rate yang tak terhingga. Sehingga jika input berupa sinyal kotak, maka outputnya juga kotak. Tetapi karena ketidak idealan op-amp, maka sinyal output dapat berbentuk ekponensial. Sebagai contoh praktis, op-amp LM741 memiliki slew-rate sebesar 0.5V/us. Ini berarti perubahan output op-amp LM741 tidak bisa lebih cepat dari 0.5 volt dalam waktu 1 us.

Parameter CMRR

Ada satu parameter yang dinamakan CMRR (*Common Mode Rejection Ratio*). Parameter ini cukup penting untuk menunjukkan kinerja op-amp tersebut. Op-amp dasarnya adalah penguat diferensial dan mestinya tegangan input yang dikuatkan hanyalah selisih tegangan antara input v_1 (*non-inverting*) dengan input v_2 (*inverting*). Karena ketidak-idealannya op-amp, maka tegangan persamaan dari kedua input ini ikut juga dikuatkan.

Parameter CMRR diartikan sebagai kemampuan op-amp untuk menekan penguatan tegangan ini (*common mode*) sekecil-kecilnya. CMRR didefinisikan dengan rumus $CMRR = A_{DM}/A_{CM}$ yang dinyatakan dengan satuan dB. Contohnya op-amp dengan CMRR = 90 dB, ini artinya penguatan A_{DM} (*differential mode*) adalah kira-kira 30.000 kali dibandingkan penguatan A_{CM} (*common mode*). Kalau CMRR-nya 30 dB, maka artinya perbandingannya kira-kira hanya 30 kali. Kalau diaplikasikan secara real, misalkan tegangan input $v_1 = 5.05$ volt dan tegangan $v_2 = 5$ volt, maka dalam hal ini tegangan diferensialnya (*differential mode*) = 0.05 volt dan tegangan persamaan-nya (*common mode*) adalah 5 volt.

Pembaca dapat mengerti dengan CMRR yang makin besar maka op-amp diharapkan akan dapat menekan penguatan sinyal yang tidak diinginkan (*common mode*) sekecil-kecilnya. Jika kedua pin input dihubung singkat dan diberi tegangan, maka output op-amp mestinya nol. Dengan kata lain, op-amp dengan CMRR yang semakin besar akan semakin baik.

Op-amp ideal

Op-amp pada dasarnya adalah sebuah *differential amplifier* (penguat diferensial) yang memiliki dua masukan. Input (masukan) op-amp seperti yang telah dimaklumi ada yang dinamakan input inverting dan non-inverting. Op-amp ideal memiliki *open loop gain* (penguatan *loop* terbuka) yang tak terhingga besarnya. Seperti misalnya op-amp LM741 yang sering digunakan oleh banyak praktisi elektronika, memiliki karakteristik tipikal *open loop gain* sebesar $10^4 \sim 10^5$. Penguatan yang sebesar ini membuat op-amp menjadi tidak stabil, dan penguatannya menjadi tidak terukur (*infinite*).

Disinilah peran rangkaian *negative feedback* (umpanbalik negatif) diperlukan, sehingga op-amp dapat dirangkai menjadi aplikasi dengan nilai penguatan yang terukur (*finite*). Impedansi input op-amp ideal mestinya adalah tak terhingga, sehingga mestinya arus input pada tiap masukannya adalah 0. Sebagai perbandingan praktis, op-amp LM741 memiliki impedansi input $Z_{in} = 10^6$ Ohm. Nilai impedansi ini masih relatif sangat besar sehingga arus input op-amp LM741 mestinya sangat kecil.

Ada dua aturan penting dalam melakukan analisa rangkaian op-amp berdasarkan karakteristik op-amp ideal. Aturan ini dalam beberapa literatur dinamakan *golden rule*, yaitu :

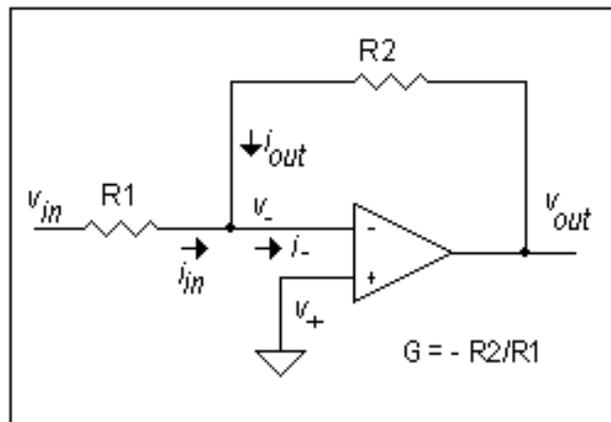
Aturan 1:Perbedaan teg. antara input v_+ & v_- adalah 0 ($v_+ - v_- = 0$ atau $v_+ = v_-$)

Aturan 2: Arus pada input Op-amp adalah nol ($i_+ = i_- = 0$)

Inilah dua aturan penting op-amp ideal yang digunakan untuk menganalisa rangkaian op-amp.

Inverting amplifier

Rangkaian dasar penguat inverting adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar 1, dimana sinyal masukannya dibuat melalui input inverting. Seperti tersirat pada namanya, pembaca tentu sudah menduga bahwa fase keluaran dari penguat inverting ini akan selalu berbalikan dengan inputnya. Pada rangkaian ini, umpanbalik negatif di bangun melalui resistor R2.



Gambar penguat inverter

Input non-inverting pada rangkaian ini dihubungkan ke ground, atau $v_+ = 0$. Dengan mengingat dan menimbang aturan 1 (lihat aturan 1), maka akan dipenuhi $v_- = v_+ = 0$. Karena nilainya = 0 namun tidak terhubung langsung ke ground, input op-amp v_- pada rangkaian ini dinamakan *virtual ground*. Dengan fakta ini, dapat dihitung tegangan jepit pada R1 adalah $v_{in} - v_- = v_{in}$ dan tegangan jepit pada resistor R2 adalah $v_{out} - v_- = v_{out}$. Kemudian dengan menggunakan aturan 2, di ketahui bahwa :

$$i_{in} + i_{out} = i_- = 0, \text{ karena menurut aturan 2, arus masukan op-amp} = 0.$$

$$i_{in} + i_{out} = v_{in}/R_1 + v_{out}/R_2 = 0$$

Selanjutnya

$$v_{out}/R_2 = -v_{in}/R_1 \dots \text{ atau}$$

$$v_{out}/v_{in} = -R_2/R_1$$

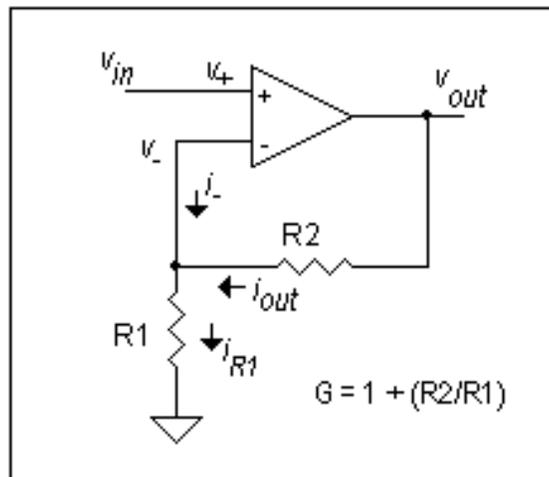
Jika penguatan G didefinisikan sebagai perbandingan tegangan keluaran terhadap tegangan masukan, maka dapat ditulis

$$G = v_{out}/v_{in} = -R_2/R_1 \dots (1)$$

Impedansi rangkaian inverting didefinisikan sebagai impedansi input dari sinyal masukan terhadap ground. Karena input inverting (-) pada rangkaian ini diketahui adalah 0 (*virtual ground*) maka impedansi rangkaian ini tentu saja adalah $Z_{in} = R_1$.

Non-Inverting amplifier

Prinsip utama rangkaian penguat *non-inverting* adalah seperti yang diperlihatkan pada gambar 2 berikut ini. Seperti namanya, penguat ini memiliki masukan yang dibuat melalui input non-inverting. Dengan demikian tegangan keluaran rangkaian ini akan satu fasa dengan tegangan inputnya. Untuk menganalisa rangkaian penguat op-amp non inverting, caranya sama seperti menganalisa rangkaian inverting.



Gambar penguat non-inverter

Dengan menggunakan aturan 1 dan aturan 2, kita uraikan dulu beberapa fakta yang ada, antara lain:

$$v_{in} = v_+$$

$$v_+ = v_- = v_{in} \dots \text{ lihat aturan 1.}$$

Dari sini ketahui tegangan jepit pada R_2 adalah $v_{out} - v_- = v_{out} - v_{in}$, atau $i_{out} = (v_{out} - v_{in})/R_2$. Lalu tegangan jepit pada R_1 adalah $v_- = v_{in}$, yang berarti arus $i_{R1} = v_{in}/R_1$.

Hukum kirchhof pada titik input inverting merupakan fakta yang mengatakan bahwa :

$$i_{out} + i_{(-)} = i_{R1}$$

Aturan 2 mengatakan bahwa $i_{(-)} = 0$ dan jika disubsitisi ke rumus yang sebelumnya, maka diperoleh $i_{out} = i_{R1}$ dan Jika ditulis dengan tegangan jepit masing-masing maka diperoleh $(v_{out} - v_{in})/R_2 = v_{in}/R_1$ yang kemudian dapat disederhanakan menjadi :

$$v_{out} = v_{in} (1 + R_2/R_1)$$

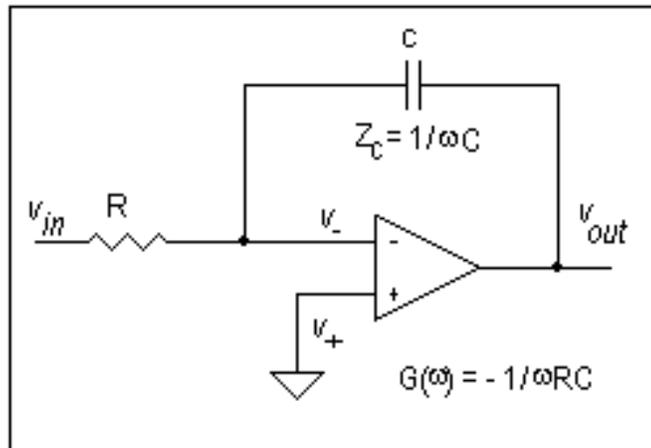
Jika penguatan G adalah perbandingan tegangan keluaran terhadap tegangan masukan, maka didapat penguatan op-amp non-inverting :

$$G = v_{out}/v_{in} = 1 + (R_2/R_1) \dots (2)$$

Impedansi untuk rangkaian Op-amp non inverting adalah impedansi dari input non-inverting op-amp tersebut. Dari datasheet, LM741 diketahui memiliki impedansi input $Z_{in} = 10^8$ to 10^{12} Ohm.

Integrator

Opamp bisa juga digunakan untuk membuat rangkaian-rangkaian dengan respons frekuensi, misalnya rangkaian penapis (filter). Salah satu contohnya adalah rangkaian integrator seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. Rangkaian dasar sebuah integrator adalah rangkaian op-amp inverting, hanya saja rangkaian umpanbaliknya (*feedback*) bukan resistor melainkan menggunakan kapasitor C .



Gambar integrator

Mari kita coba menganalisa rangkaian ini. Prinsipnya sama dengan menganalisa rangkaian op-amp inverting. Dengan menggunakan 2 aturan op-amp (*golden rule*) maka pada titik inverting akan didapat hubungan matematis :

$$i_{in} = (v_{in} - v_-)/R = v_{in}/R, \text{ dimana } v_- = 0 \text{ (aturan1)}$$

$$i_{out} = -C d(v_{out} - v_-)/dt = -C dv_{out}/dt; v_- = 0$$

$$i_{in} = i_{out}; \text{ (aturan 2)}$$

Maka jika disubstitusikan, akan diperoleh persamaan :

$$i_{in} = i_{out} = v_{in}/R = -C dv_{out}/dt, \text{ atau dengan kata lain}$$

$$V_{out} = -1/RC \int_{t_0}^{t_1} v_{in} dt \quad \dots(3)$$

Dari sinilah nama rangkaian ini diambil, karena secara matematis tegangan keluaran rangkaian ini merupakan fungsi integral dari tegangan input. Sesuai dengan nama penemunya, rangkaian yang demikian dinamakan juga rangkaian **Miller Integral**. Aplikasi yang paling populer menggunakan rangkaian integrator adalah rangkaian pembangkit sinyal segitiga dari inputnya yang berupa sinyal kotak. Dengan analisa rangkaian integral serta notasi Fourier, dimana

$$f = 1/t \text{ dan}$$

$$\omega = 2\pi f \quad \dots(4)$$

penguatan integrator tersebut dapat disederhanakan dengan rumus

$$G(\omega) = -1/\omega RC \quad \dots(5)$$

Sebenarnya rumus ini dapat diperoleh dengan cara lain, yaitu dengan mengingat rumus dasar penguatan opamp inverting

$G = -R_2/R_1$. Pada rangkaian integrator (gambar 3) tersebut diketahui

$$\begin{aligned} R_1 &= R \\ R_2 &= Z_c = 1/\omega C \end{aligned}$$

Dengan demikian dapat diperoleh penguatan integrator tersebut seperti persamaan (5) atau agar terlihat respons frekuensinya dapat juga ditulis dengan

$$G(f) = -1/2\pi f RC \quad \dots(6)$$

Karena respons frekuensinya yang demikian, rangkaian integrator ini merupakan dasar dari low pass filter. Terlihat dari rumus tersebut secara matematis, penguatan akan semakin kecil (meredam) jika frekuensi sinyal input semakin besar.

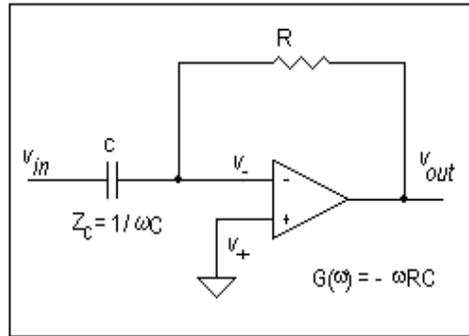
Pada prakteknya, rangkaian *feedback* integrator mesti diparalel dengan sebuah resistor dengan nilai misalnya 10 kali nilai R atau satu besaran tertentu yang diinginkan. Ketika inputnya berupa sinyal dc (frekuensi = 0), kapasitor akan berupa saklar terbuka. Jika tanpa resistor *feedback* seketika itu juga outputnya akan saturasi sebab rangkaian umpanbalik op-amp menjadi open loop (penguatan open loop opamp ideal tidak berhingga atau sangat besar). Nilai resistor *feedback* sebesar 10R akan selalu menjamin *output offset voltage* (offset tegangan keluaran) sebesar 10x sampai pada suatu frekuensi *cutoff* tertentu.

Differensiator

Kalau komponen C pada rangkaian penguat inverting di tempatkan di depan, maka akan diperoleh rangkaian differensiator seperti pada gambar 4. Dengan analisa yang sama seperti rangkaian integrator, akan diperoleh persamaan penguatannya :

$$v_{out} = -RC dv_{in}/dt \quad \dots(7)$$

Rumus ini secara matematis menunjukkan bahwa tegangan keluaran v_{out} pada rangkaian ini adalah differensiasi dari tegangan input v_{in} . Contoh praktis dari hubungan matematis ini adalah jika tegangan input berupa sinyal segitiga, maka outputnya akan menghasilkan sinyal kotak.



Gambar differensiator

Bentuk rangkain differensiator adalah mirip dengan rangkaian inverting. Sehingga jika berangkat dari rumus penguat inverting

$$G = -R_2/R_1$$

dan pada rangkaian differensiator diketahui :

$$R_2 = R$$

$$R_1 = Z_c = 1/\omega C$$

maka jika besaran ini disubtitusikan akan didapat rumus penguat differensiator

$$G(\omega) = -\omega RC \quad \dots(8)$$

Dari hubungan ini terlihat sistem akan meloloskan frekuensi tinggi (*high pass filter*), dimana besar penguatan berbanding lurus dengan frekuensi. Namun demikian, sistem seperti ini akan menguatkan noise yang umumnya berfrekuensi tinggi. Untuk praktisnya, rangkain ini dibuat dengan penguatan dc sebesar 1 (*unity gain*). Biasanya kapasitor diseri dengan sebuah resistor yang nilainya sama dengan R. Dengan cara ini akan diperoleh penguatan 1 (*unity gain*) pada nilai frekuensi *cutoff* tertentu.

**BAHAN PENDIDIKAN DAN LATIHAN PROFESI GURU
SERTIFIKASI GURU RAYON 11 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**TEKNIK ELEKTRONIKA
SMK**

Buku B 1.2

ELEKTRONIKA DIGITAL

**Umi Rochayati, M.T.
Rahmatul Irfan, M.T.**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2010**

ELEKTRONIKA DIGITAL

A. DESKRIPSI MATERI

Peserta menguasai teori dan penerapan elektronika digital yang meliputi penggunaan sistem bilangan untuk operasi aritmatika, penyederhanaan rangkaian logika, perancangan rangkaian digital sesuai dengan spesifikasi, implementasi hasil rancangan logika. Materi ini membahas tentang : Konsep dasar sistem bilangan, Logika dan Aljabar Boole, Komparator, Exclusive-OR, rangkaian aritmatika, Flip-Flop, Counter, Shift Register.

B. KOMPETENSI YANG DIKEMBANGKAN

1. Memahami pengertian system besaran dan system bilangan beserta konversinya
2. Mampu menjelaskan sifat dan cara kerja Gerbang Logika
3. Mengaplikasikan Teorema-teorema Aljabar Boolean
4. Menguasai metode simplifikasi dengan Karnaugh Map
5. Mampu melakukan operasi Aritmatika Digital
6. Mampu merancang rangkaian aritmatika digital
7. Mampu menjelaskan sifat dan cara kerja Flip-flop
8. Mampu merancang rangkaian Counter
9. Mampu merancang rangkaian Registrer

PENGENALAN KONSEP DIGITAL

Di dalam science, teknologi, bisnis dan pada semua bidang-bidang ilmu yang lain, selalu berurusan dengan kuantitas . Kuantitas-kuantitas ini diukur, dimonitor, dicatat, dan dimanipulasi secara aritmetik.

A. Representasi Bilangan

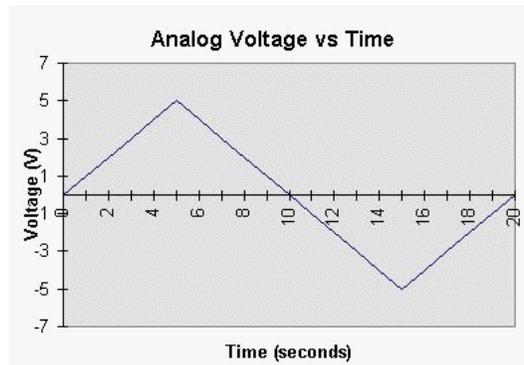
Pada dasarnya ada 2 cara dalam merepresentasikan atau menyatakan nilai bilangan dari suatu kuantitas yaitu analog dan digital.

1. Representasi Analog

Pada representasi analog suatu kuantitas direpresentasikan dengan kuantitas lain yang nilainya berbanding lurus dengan kuantitas pertama tersebut. Suatu contoh dari representasi analog adalah speedometer mobil, dimana simpangan jarum sebanding dengan kecepatan mobil. Posisi sudut dari jarum menunjukkan besarnya kecepatan mobil, dan jarum tersebut mengikuti setiap perubahan yang terjadi pada saat kecepatan mobil naik atau turun.

Contoh lain adalah thermostat ruang, dimana melengkungnya batang bimetal sebanding dengan temperatur ruang. Kuantitas-kuantitas analog seperti yang diutarakan di atas mempunyai suatu karakteristik penting: kuantitas berubah secara bertingkat pada suatu rentang harga kontinyu. Gambar 1.1 berikut ini menunjukkan diagram dari tegangan analog versus waktu

Pada gambar terlihat bahwa besarnya tegangan analog berubah secara kontinyu untuk setiap perubahan waktu.



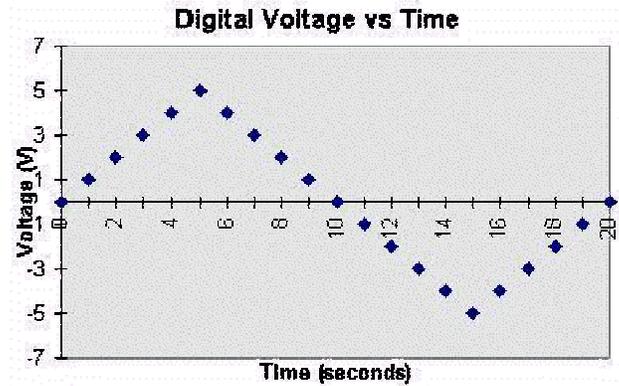
Gambar 1.1 Diagram dari tegangan analog versus waktu

2. Representasi Digital

Pada representasi digital, kuantitas-kuantitas tidak dinyatakan dengan kuantitas-kuantitas sebanding tetapi dengan symbol-simbol yang disebut digit. Sebagai contoh, perhatikanlah jam digital, yang menunjukkan waktu dalam bentuk digit-digit desimal yang menyatakan jam-menit-dan detik. Seperti diketahui, waktu berubah secara kontinyu, tetapi yang terbaca dalam jam digital tidak berubah secara kontinyu, ia berubah satu step demi satu step per detik. Dengan kata lain, representasi digital dari waktu berubah dalam step-step diskrit. Dibandingkan dengan representasi analog dari waktu yang ditunjukkan oleh jarum jam, dimana pembacaan skala berubah secara kontinyu.

Gambar 1.2 berikut ini menunjukkan diagram dari tegangan digital versus waktu

Pada gambar terlihat bahwa besarnya tegangan digital berubah secara step demi step untuk setiap perubahan waktu.



Gambar 1.2. Diagram dari tegangan digital versus waktu

Secara sederhana perbedaan utama antara kuantitas analog dan kuantitas digital, dapat dinyatakan sebagai berikut :

Analog = continuous

Digital = discrete (step by step)

Kelebihan dan Keterbatasan Sistem Digital

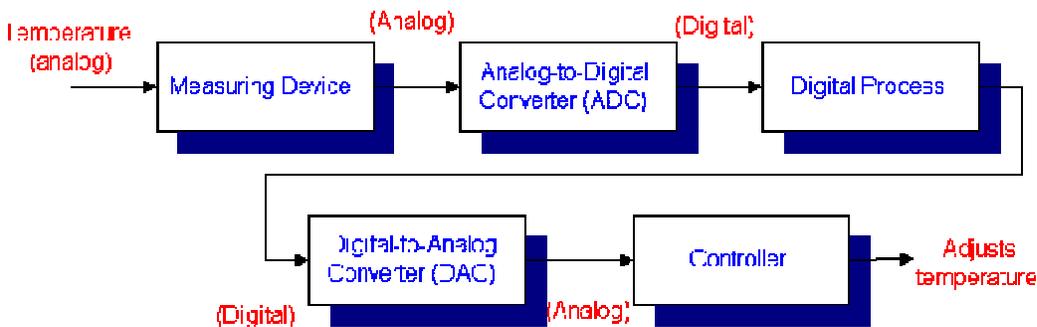
Kelebihan Sistem Digital

- Mudah dalam mendesainnya.
- Penyimpanan informasi lebih mudah
- Ketelitiannya lebih besar
- Kerjanya dapat diprogram. Sistem analog dapat juga deprogram tetapi lebih kompleks dan terbatas.
- Rangkaian digital lebih rendah noise nya
- Rangkaian digital dapat di fabrikasi dalam IC chips

Keterbatasan Sistem Digital

Dalam kenyataannya ada satu masalah utama dalam menggunakan sistem digital yaitu : Dalam kondisi riilnya semua kuantitas adalah bersifat analog, dan kuantitas-kuantitas inilah yang sering diukur, dimonitor atau dikontrol. Jadi apabila akan menggunakan teknik digital diperlukan langkah-langkah sebagai berikut :

- Ubahlah input yang masih dalam besaran analog menjadi bentuk digital (Analog to Digital Converter atau ADC)
 - Selanjutnya proses dilakukan secara digital
 - Ubah output digital menjadi besaran analog (Digital to Analog Converter atau DAC)
- Diagram berikut menunjukkan sistem kontrol temperatur



Gambar 1.3. Diagram blok dari sistem kontrol temperature.

3. Sistem Bilangan Digital

Banyak sistem-sistem bilangan yang digunakan pada teknologi digital. Yang paling umum adalah sistem-sistem desimal, biner, oktal dan heksadesimal. Sistem desimal adalah yang banyak dikenal karena sering digunakan setiap hari. Dengan mempelajari karakteristiknya akan membantu memahami sistem-sistem bilangan lain secara lebih baik.

a. Sistem Desimal

Sistem desimal tersusun atas 10 angka atau simbol, yang dikenal dengan digit. Ke-10 simbol ini adalah 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Sistem desimal juga disebut sistem **basis-10**, karena mempunyai 10 digit. Kenyataannya, kata "digit" adalah kata latin yang berarti "jari-jari".

Sistem desimal adalah suatu **sistem nilai posisional** di mana nilai dari suatu digit tergantung kepada posisinya. Misalnya perhatikanlah bilangan desimal 634 ini artinya digit 4 sesungguhnya menyatakan 4 satuan. 3 menyatakan 3 puluhan dan 6 menyatakan 6 ratusan. Ringkasnya, 6 merupakan yang paling berbobot dari ketiga digit, dikenal sebagai Most Significant Digit (MSD). 4 bobotnya paling kecil dan disebut Least Significant Digit (LSD). Perhatikan contoh lain, 75.25. Bilangan ini sesungguhnya sama dengan tujuh puluh plus lima satuan plus dua persepuluh plus lima perseratus.

10^3	10^2	10^1	10^0		10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
=1000	=100	=10	=1	.	=0.1	=0.01	=0.001
Most Significant Digit (MSD)				Decimal point			Least Significant Digit (LSD)

Jadi bilangan 245.14 sama dengan :
 $(2 \times 10^2) + (4 \times 10^1) + (5 \times 10^0) + (1 \times 10^{-1}) + (4 \times 10^{-2})$.

b. Sistem Biner

Hampir semua sistem digital menggunakan sistem bilangan biner sebagai dasar sistem bilangan dari operasinya, meskipun sistem-sistem bilangan lain sering digunakan secara bersama-sama dengan biner. Dengan menggunakan 2 level yang ada pada sistem biner maka sangatlah mudah untuk mendesain rangkaian – rangkaian elektronik yang akurat dibandingkan dengan menggunakan 10 level yang ada pada sistem desimal.

Dalam sistem biner, hanya ada 2 simbol atau digit yaitu 0 dan 1 yang dikenal juga dengan system basis-2. Sistem biner ini dapat digunakan untuk menyatakan setiap kuantitas yang dapat dinyatakan dalam desimal atau sistem bilangan yang lainnya.

2^3	2^2	2^1	2^0		2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}
=8	=4	=2	=1	.	=1/2	=1/4	=1/8
Most Significant Bit (MSB)				Binary point			Least Significant Bit (LSB)

Sistem biner juga suatu system nilai posisional, dimana tiap-tiap digit biner mempunyai nilainya sendiri atau bobot yang dinyatakan sebagai pangkat 2. Perhatikan contoh berikut :

$$\begin{aligned}
 101.11_2 &= (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0) + (1 \times 2^{-1}) + (1 \times 2^{-2}) \\
 &= 4 + 0 + 1 + 0.5 + 0.250 \\
 &= 5.750_{10}
 \end{aligned}$$

Tabel berikut menunjukkan urutan hitungan pada system bilangan biner.

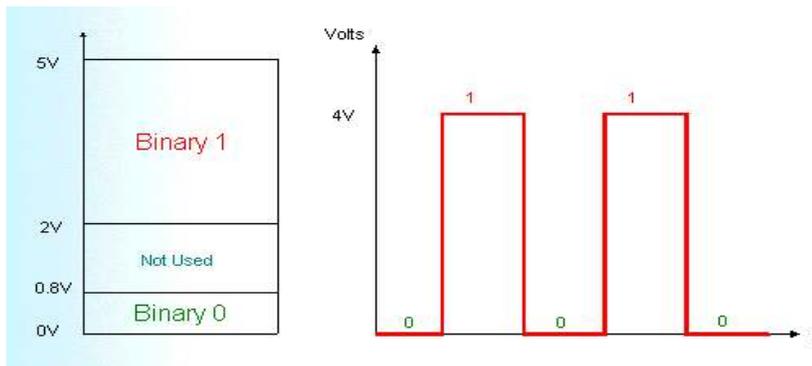
$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$	Decimal Equivalent
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

Pada sistem-sistem digital elektronik, informasi biner dinyatakan oleh sinyal-sinyal listrik yang terdapat pada input dan output dari berbagai macam rangkaian-rangkaian elektronik. Dalam sistem ini, biner 0 dan 1 dinyatakan oleh dua tegangan yang ekstrim berlawanan. Misalnya biner 0 dapat dinyatakan dengan harga nominal 0 volt dan biner 1 dinyatakan dengan 5 volt. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 1.5 berikut.

Biner 1 : tegangan antara 2V sampai 5V

Biner 0 : tegangan antara 0V sampai 0.8 V

Tegangan antara 0.8V sampai 2V tidak digunakan, karena akan menyebabkan kesalahan dalam rangkaian digital.



Gambar 1.4. Bentuk sinyal digital

1) Konversi Biner ke Desimal

Setiap bilangan biner dapat dikonversi menjadi ekivalen desimalnya dengan cara menjumlahkan bobot-bobot pada bilangan biner yang mengandung bit 1, sebagai contoh :

$$\begin{aligned}
 &11011_2 \text{ (binary)} \\
 &2^4 + 2^3 + 0 + 2^1 + 2^0 = 16 + 8 + 0 + 2 + 1 \\
 &= 27_{10} \text{ (decimal)}
 \end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned}
 &10110101_2 \text{ (binary)} \\
 &2^7 + 0 + 2^5 + 2^4 + 0 + 2^2 + 0 + 2^0 = 128 + 0 + 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 \\
 &= 181_{10} \text{ (decimal)}
 \end{aligned}$$

2) Konversi Desimal ke Biner

Ada beberapa cara untuk mengubah suatu bilangan desimal menjadi bilangan biner. Cara yang cocok dipakai untuk bilangan-bilangan kecil adalah kebalikan dari proses yang diuraikan pada sub bab 1.5. Bilangan desimalnya dengan mudah dapat dinyatakan sebagai suatu jumlah dari pangkat-pangkat dari bilangan 2 dan kemudian bit-bit 1 dan 0 dituliskan pada posisi-posisi yang sesuai. Sebagai contoh

$$\begin{aligned}
 45_{10} &= 32 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1 \\
 &= 2^5 + 0 + 2^3 + 2^2 + 0 + 2^0 \\
 &= 101101_2
 \end{aligned}$$

Untuk bilangan-bilangan desimal yang lebih besar, cara diatas menghabiskan waktu. Suatu cara yang lebih mudah yaitu dengan melakukan pembagian berturut-turut dengan 2 dan menuliskan sisanya sampai diperoleh hasil 0. Perhatikan contoh berikut : bilangan desimal 25.375 dikonversi ke biner. Langkah yang pertama adalah memisahkan bilangan bulat dengan pecahan. Konversi ini dilakukan dengan secara berturut-turut membagi 25 dengan 2 dan menuliskan sisanya setiap pembagian sampai diperoleh hasil bagi 0.

25 / 2 = 12 + remainder of 1	1 (Least Significant Bit)
12 / 2 = 6 + remainder of 0	0
6 / 2 = 3 + remainder of 0	0
3 / 2 = 1 + remainder of 1	1
1 / 2 = 0 + remainder of 1	1 (Most Significant Bit)
Result $25_{10} =$	11001_2

Bagian pecahan dari bilangan (0.375) yang dikonversikan ke biner secara berturut-turut dikalikan dengan 2 dan seterusnya mengikuti prosedur seperti berikut ini :

$$\begin{aligned}
 0.375 \times 2 &= 0.75 = 0.75 + \text{carry } 0 \\
 0.75 \times 2 &= 1.50 = 0.50 + \text{carry } 1 \\
 0.50 \times 2 &= 1.00 = 0.00 + \text{carry } 1 \\
 0.375_{10} &= .011_2
 \end{aligned}$$

Akhirnya hasil selengkapnya untuk 25.375 dapat dituliskan sebagai gabungan dari konversi bulat dan pecahan :

$$25.375_{10} = 11001.011_2$$

Sistem Bilangan Oktal

Sistem bilangan oktal sangat penting dalam bidang komputer digital. Sistem bilangan oktal mempunyai basis delapan, berarti bahwa bilangan ini mempunyai delapan yang mungkin : 0,1,2,3,4,5,6, dan 7. Jadi, setiap digit dari bilangan oktal dapat mempunyai harga dari 0 sampai 7. Posisi-posisi digit di dalam bilangan oktal mempunyai delapan bobot sebagai berikut :

8^3	8^2	8^1	8^0	.	8^{-1}	8^{-2}	8^{-3}
=512	=64	=8	=1	.	=1/8	=1/64	=1/512
Most Significant Digit (MSD)				Octal point			Least Significant Digit (LSD)

1) Konversi Oktal Ke Desimal

Contoh : $24.6_8 = 2 \times (8^1) + 4 \times (8^0) + 6 \times (8^{-1}) = 20.75_{10}$

2) Konversi Biner ke Oktal / Oktal ke Biner

Digit Oktal	0	1	2	3	4	5	6	7
Binary Ekuivalen	000	001	010	011	100	101	110	111

Setiap digit oktal dinyatakan oleh tiga bit dari digit biner.

Contoh : $100\ 111\ 010_2 = (100)\ (111)\ (010)_2 = 4\ 7\ 2_8$

3) Pembagian Secara Berulang

Metode ini menggunakan pembagian berulang dengan 8.

Contoh konversi 177_{10} ke oktal dan biner:

$$\begin{array}{rcl} 177/8 & = & 22 + \text{sisa } 1 & \mathbf{1\ (LSB)} \\ 22/8 & = & 2 + \text{sisa } 6 & 6 \\ 2/8 & = & 0 + \text{sisa } 2 & \mathbf{2\ (MSB)} \end{array}$$

Hasil $177_{10} = 261_8$

Konversi ke Biner = 010110001_2

4) Keuntungan dari Sistem Oktal

Pada umumnya sistem oktal tersebut berguna apabila sejumlah besar informasi bit-bit biner akan ditulis, di display, atau disampaikan dari orang yang satu ke orang yang lain secara tertulis atau lisan. Misalnya lebih mudah dan lebih kecil kemungkinan salahannya menyampaikan bilangan biner 101011100101_2 sebagai 5345_8 (ekivalen oktalnya). Penerima informasi dapat dengan mudah mengubahnya menjadi biner.

c. Sistem Heksadesimal

Sistem heksadesimal menggunakan basis 16. Jadi memiliki 16 kemungkinan simbol digit. Sistem ini menggunakan digit-digit : 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E, dan F.

Tabel 2. Hubungan antara heksadesimal, desimal dan biner

Heksadesimal	Desimal	Biner
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010

3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

Posisi-posisi digit di dalam bilangan heksadesimal mempunyai enambelas bobot sebagai berikut:

16^3	16^2	16^1	16^0		16^{-1}	16^{-2}	16^{-3}
=4096	=256	=16	=1	.	=1/16	=1/256	=1/4096
Most Significant Digit (MSD)				Hexadec. point			Least Significant Digit (LSD)

1) Konversi Heksadesimal ke Desimal

Contoh : $2AF_{16} = 2 \times (16^2) + 10 \times (16^1) + 15 \times (16^0) = 687_{10}$

2) Konversi Desimal ke Heksadesimal (dengan pembagian berulang)

Metode ini menggunakan pembagian 16 secara berulang.

Contoh : konversi 378_{10} ke heksadesimal dan biner:

$$\begin{array}{rcl} 378/16 & = 23 + \text{sisa } 10 & \mathbf{A (LSB)} \\ 23/16 & = 1 + \text{sisa } 7 & \mathbf{7} \\ 1/16 & = 0 + \text{sisa } 1 & \mathbf{1 (MSB)} \end{array}$$

Hasil : $378_{10} = 17A_{16}$

Konversi ke Biner = $0001\ 0111\ 1010_2$

3) Konversi Biner ke Heksadesimal / Heksadesimal ke Biner

Hexadecimal Digit	0	1	2	3	4	5	6	7
Binary Equivalent	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
Hexadecimal Digit	8	9	A	B	C	D	E	F
Binary Equivalent	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

Setiap digit heksadesimal dinyatakan dengan empat bit dari digit biner.

Contoh . $1011\ 0010\ 1111_2 = (1011)\ (0010)\ (1111)_2 = B\ 2\ F_{16}$

4) Konversi Oktal ke Heksadesimal / Heksadesimal ke Oktal

Contoh . Konversikan $5A8_{16}$ ke Oktal .

$$\begin{aligned} 5A8_{16} &= 0101\ 1010\ 1000\ (\text{Biner}) \\ &= 2\ 6\ 5\ 0\ (\text{Oktal}) \end{aligned}$$

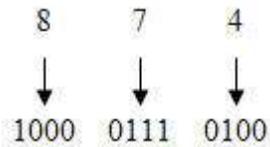
d. Kode BCD

Apabila bilangan-bilangan, huruf-huruf, kata-kata dinyatakan dalam suatu grup simbol-simbol tertentu, ini disebut pengkodean, dan grup simbol-simbol tersebut dinamakan kode. Barangkali salah satu kode yang paling dikenal adalah kode Morse, dimana serangkaian titik dan garis menyatakan huruf-huruf alphabet.

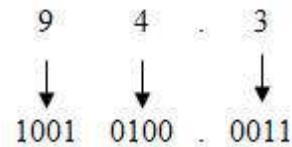
Semua sistem digital menggunakan beberapa bentuk bilangan biner untuk operasi internalnya, tetapi untuk menyajikan hasilnya ke luar digunakan bilangan desimal. Ini berarti bahwa konversi-konversi antara sistem biner dan desimal sering dilakukan. Telah diketahui bahwa konversi antara desimal dan biner untuk bilangan-bilangan besar dapat panjang dan rumit. Oleh karena itu kadang-kadang digunakan cara-cara pengkodean bilangan desimal lain, yang menggabungkan beberapa sifat dari sistem desimal dan sistem biner.

Apabila setiap digit dari suatu bilangan biner dinyatakan dalam ekuivalen binernya, maka prosedur pengkodean ini disebut binary-coded-decimal (disingkat BCD). Karena digit desimal besarnya dapat mencapai 9, maka diperlukan 4 bit untuk mengkode setiap digit (kode biner untuk 9 adalah 1001).

Untuk menunjukkan kode BCD, ambil bilangan desimal 874, setiap digit dapat diubah menjadi ekuivalen binernya sebagai berikut :



Sebagai contoh lain, ubahlah 94.3 menjadi representasi kode BCD-nya



Dengan demikian, kode BCD menyatakan setiap digit bilangan desimal dengan bilangan biner 4 bit. Jelaslah bahwa hanya digunakan bilangan-bilangan biner 4 bit dari 0000 sampai 1001.

Perbandingan Antara Kode BCD dan Kode Biner Langsung

Penting untuk diketahui bahwa bilangan BCD tidak sama dengan bilangan biner langsung. Kode biner langsung mengkodekan lengkap seluruh bilangan desimal dan menyatakan dalam biner; kode BCD mengubah tiap-tiap digit desimal menjadi biner secara individual (satu per satu). Sebagai contoh ambil bilangan desimal 137 dan bandingkan kode biner langsung dengan BCD-nya :

$$137_{10} = 10001001_2 \quad (\text{biner})$$

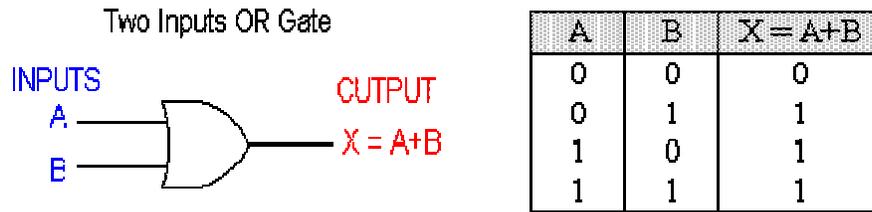
$$137_{10} = 0001\ 0011\ 0111 \quad (\text{BCD})$$

BCD digunakan dalam mesin-mesin digital apabila yang diberikan sebagai input atau display sebagai output adalah informasi digital. Voltmeter digital, pengukur frekuensi, kalkulator, dan jam digital semuanya menggunakan BCD karena mereka menyajikan informasi output dalam desimal.

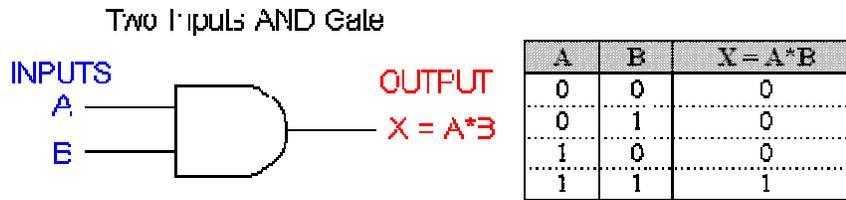
BCD sering tidak digunakan dalam komputer digital berkecepatan tinggi, oleh karena dua alasan. Pertama, BCD membutuhkan lebih banyak bit dibanding kode biner langsung, oleh karena itu kurang efisien. Kedua, proses aritmetik untuk BCD lebih rumit dibanding biner langsung sehingga memerlukan rangkaian yang lebih kompleks. Semakin kompleks akan memperlambat kecepatan operasinya.

B. RANGKAIAN LOGIKA

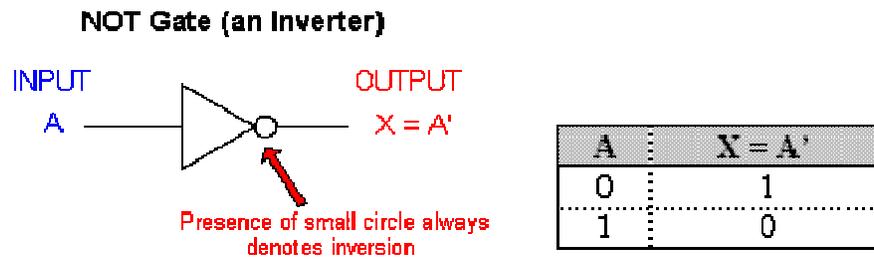
1. OR Gate



2. AND Gate

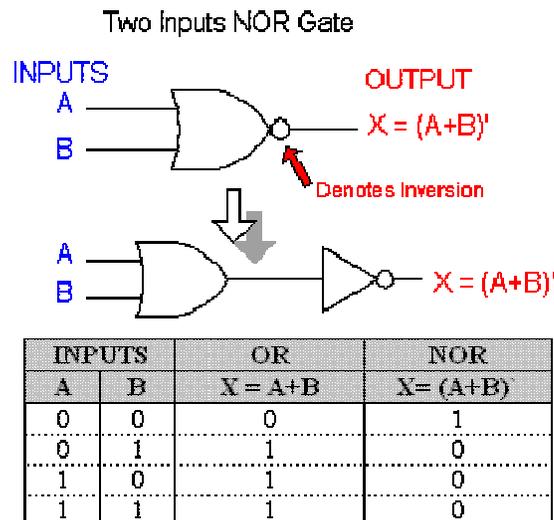


3. NOT Gate



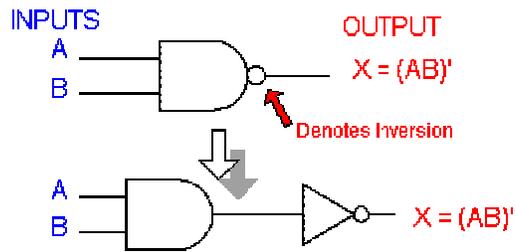
Gambar 3.6 Simbol NOT gate

4. NOR Gate



5. NAND Gate

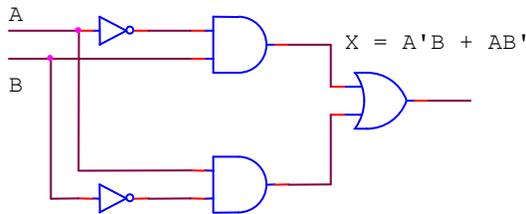
Two Inputs NAND Gate



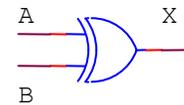
INPUTS		AND	NAND
A	B	$X = AB$	$X = (AB)'$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

6. Exclusive-OR (EX-OR) :

$$X = A'B + AB'$$

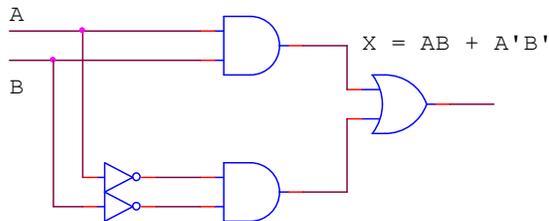


A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

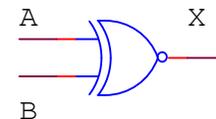


7. Exclusive-NOR (EX-NOR) :

$$X = AB + A'B'$$

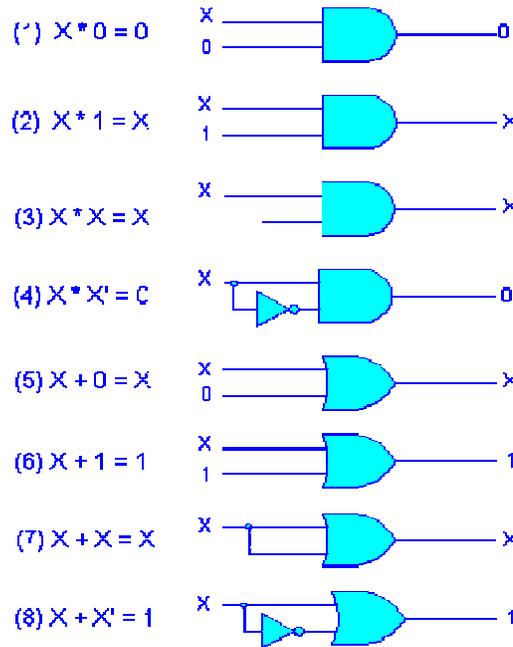


A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



C. Teorema-teorema Boolean

Teorema-teorema (Hukum) Boolean dapat membantu untuk menyederhanakan ekspresi Boolean dan rangkaian-rangkaian logika.

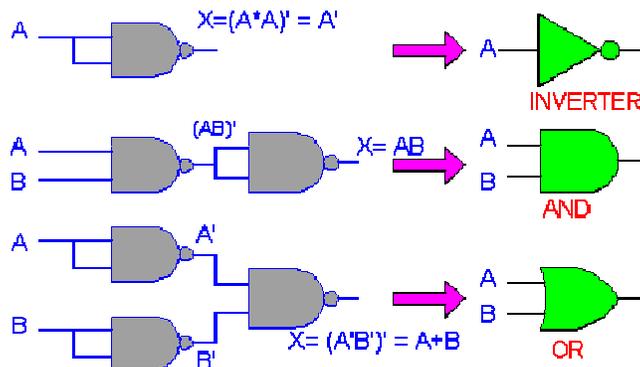


1. Teorema Multivariabel

- (9) $x + y = y + x$ (*commutative law*)
- (10) $x * y = y * x$ (*commutative law*)
- (11) $x + (y+z) = (x+y) + z = x+y+z$ (*associative law*)
- (12) $x (yz) = (xy) z = xyz$ (*associative law*)
- (13a) $x (y+z) = xy + xz$
- (13b) $(w+x)(y+z) = wy + xy + wz + xz$
- (14) $x + xy = x$ [proof see below]
- (15) $x + x'y = x + y$

2. Teorema DeMorgan's

- (16) $(x+y)' = x' * y'$
 - (17) $(x*y)' = x' + y'$
- Universal NAND Gate



D. Metode Karnaugh Map

Karnaugh Map adalah suatu metode termudah untuk penyederhanaan ekspresi logika sampai enam variabel input. Dalam metode ini semua kombinasi input yang mungkin direpresentasikan pada map (peta). Fungsi logika yang terdiri dari n variabel memiliki 2^n kotak.

1. Dua variabel

Fungsi logika dengan dua input A dan B dapat digambarkan dengan menggunakan Karnaugh Map sebagai berikut :

		A	
		0	1
B	0	A'B'	AB'
	1	A'B	AB

Gambar 5.4 Karnaugh Map dua variabel

Contoh :

Gambarkan K-Map untuk fungsi logika : $F = AB' + AB$

		A	
		0	1
B	0	0	1
	1	0	1

Dengan menggunakan K-map, secara mudah dapat dilakukan penyederhanaan fungsi logika, yaitu dengan cara membuat loop untuk output yang berlogika 1. Loop dapat dilakukan untuk jumlah 2^n . Dari loop yang ada ternyata variabel A yang tidak berubah sehingga secara langsung dapat ditulis ekspresi output : $F = A$

2. Tiga variabel

Fungsi logika dengan tiga input A, B, dan C dapat digambarkan dengan menggunakan Karnaugh Map sebagai berikut. Contoh : Sederhanakan fungsi logika

$$F = A'BC' + A'BC + AB'C' + AB'C$$

		B			
		00	01	11	10
A C	0	0	1	0	1
	1	0	1	0	1

Dengan menggunakan K-map dapat dilakukan penyederhanaan fungsi logika, sehingga diperoleh ekspresi output : $F = AB' + A'B$

3. Empat variabel

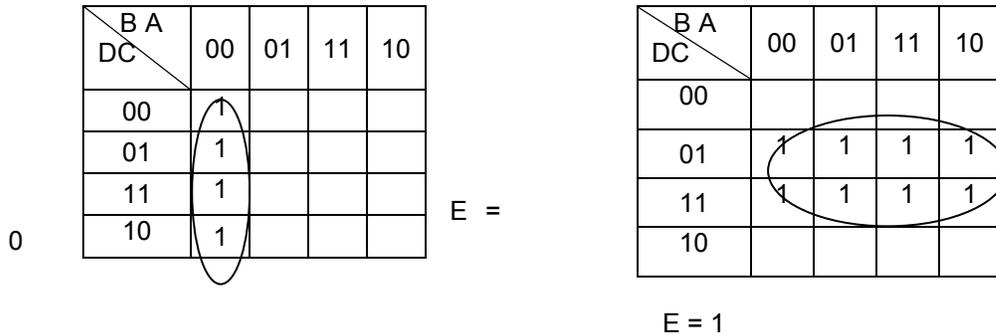
Untuk empat variabel input dibutuhkan 2^4 map, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.

		B			
		00	01	11	10
A DC	00	1			1
	01		1		
	11				1
	10	1			1

Sebagai contoh, sederhanakan fungsi logika :
 $F = A'B'C'D' + A'B'C'D + A'BC'D' + A'BC'D + A'BCD + AB'CD'$
 Dengan menggunakan K-map dapat disederhanakan menjadi :
 $F = AB'CD' + A'BD + A'C'$

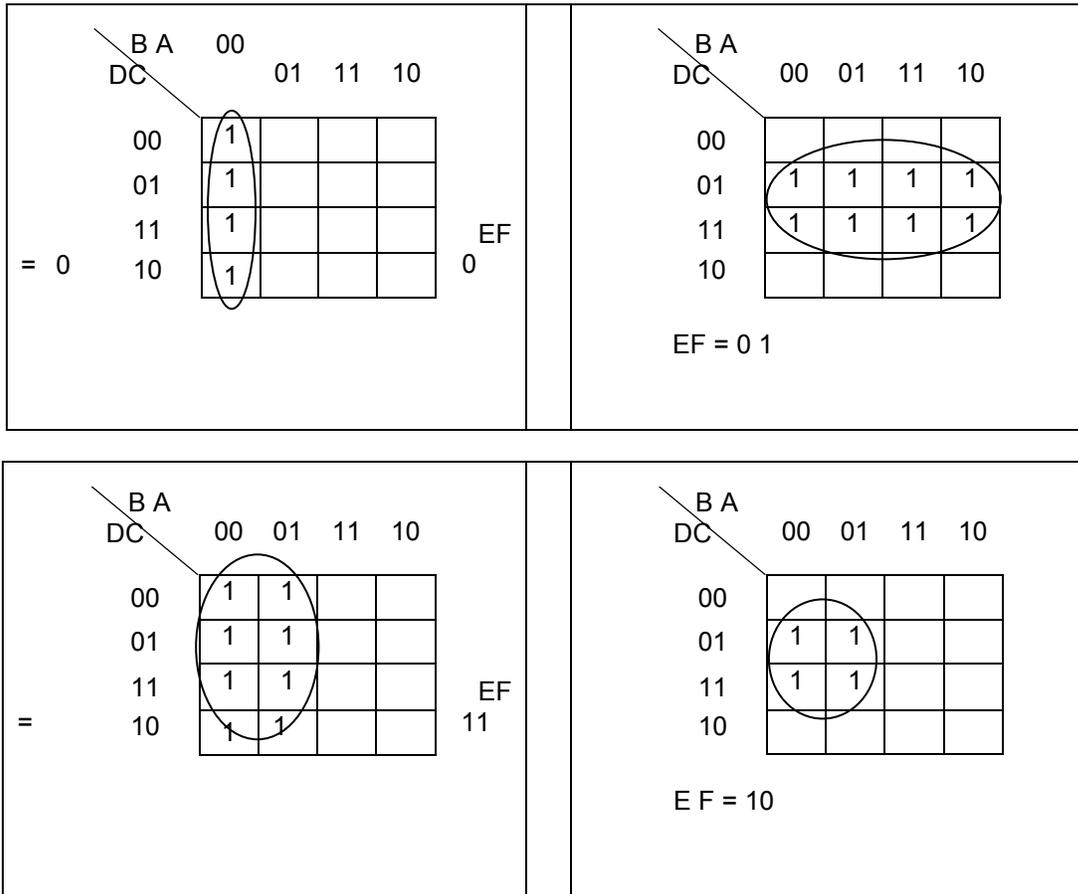
4. Lima variabel

Untuk lima variabel input A, B, C, D, dan E, maka pembuatan K-map dilakukan dengan membuat 2^5 atau 32 map. Untuk mempermudah dibuat 2 x 16 map, seperti ditunjukkan pada contoh berikut ini :



Dengan menggunakan K-map, ekspresi output dapat ditulis : $X = A'B'E' + CE$

5. Enam variabel input

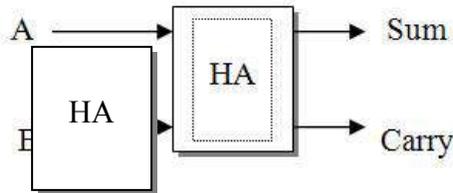


Untuk enam variabel input, dibuat map sejumlah 4x16.
 Persamaan output-nya : $X = A'B'E'F' + C E'F + B'EF + B'CEF'$

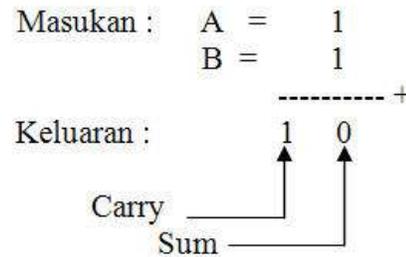
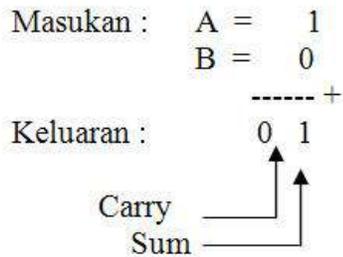
E. Rangkaian Penjumlah Biner

1. Half Adder (HA)

Half adder adalah suatu rangkaian penjumlah system bilangan biner yang paling sederhana. Rangkaian ini hanya dapat digunakan untuk operasi penjumlahan data bilangan biner sampai 1 bit saja. Rangkaian half adder mempunyai 2 masukan dan 2 keluaran yaitu Summary out (Sum) dan Carry out (Carry). Secara blok diagram dapat digambar sebagai berikut :



Gambar. Blok Diagram Half Adder



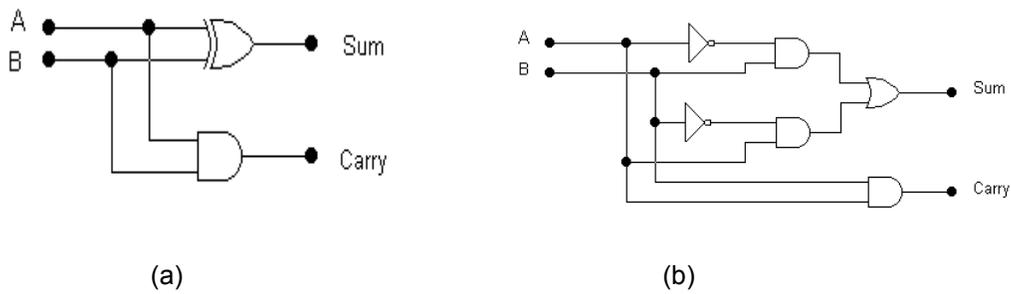
Dimana A dan B merupakan data-data Input.
 Operasi dari HA dapat ditunjukkan pada tabel kebenaran berikut :

Input		Output	
A	B	Carry	Sum
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Persamaan logikanya adalah :

Sum = (A' . B) + (A . B') serta **Carry = A . B**

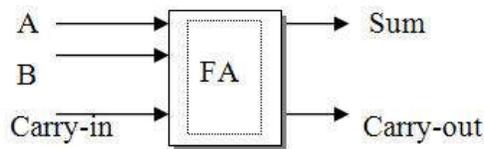
Half Adder dapat diimplementasikan dengan menggunakan EX-OR gate atau susunan gate yang membentuk fungsi EX-OR untuk sum dan AND gate untuk carry. Rangkaian HA dapat ditunjukkan pada gambar (a). untuk HA yang disusun dari EX-OR dan AND dan gambar (b). untuk HA yang disusun dari AND, OR dan NOT gate



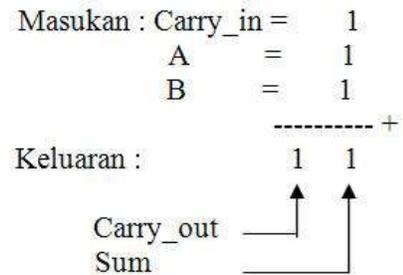
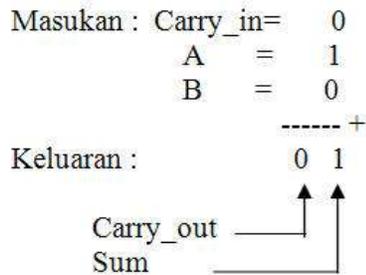
Gambar .Rangkaian Half Adder

2. Full Adder (FA)

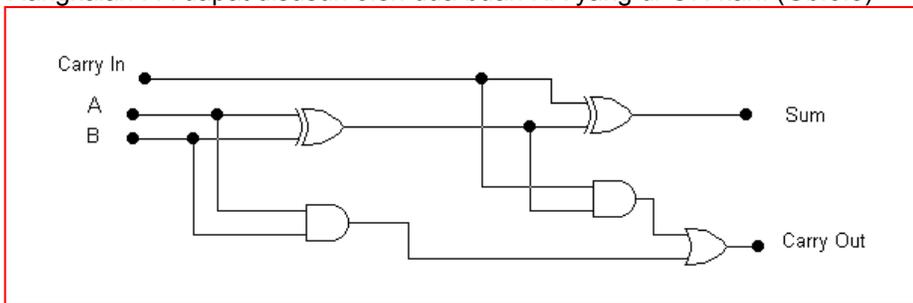
Rangkaian full adder dapat digunakan untuk menjumlahkan bilangan biner yang lebih dari 1 bit. Ciri pokok dari Full adder dibandingkan dengan half adder terletak pada jenis/jumlah masukan. Pada Full adder terdapat tambahan satu masukan, yaitu Carry_in.



Gambar. Blok Diagram FA



Rangkaian FA dapat disusun oleh dua buah HA yang di-OR-kan. (Gb.6.8)



Gambar. Full Adder yang disusun dari 2 buah HA

Masukan			Keluaran	
A	B	Carry In	Carry out	Sum
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1

0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Dari tabel kebenaran dapat dituliskan ekspresi logika untuk Sum dan carry :

$$\text{Sum} = A'B'C_{in} + A'B C_{in}' + A B'C_{in}' + A B C_{in}$$

$$\text{Carry} = A'B C_{in} + A B' C_{in} + A B C_{in}' + A B C_{in}$$

Persamaan di atas disederhanakan dengan menggunakan K-Map :

		B			
		00	01	11	10
A	C				
0	0	0	1	0	1
1	1	1	0	1	0

Karnaugh map untuk Sum

		B			
		00	01	11	10
A	C				
0	0	0	0	1	0
1	1	0	1	1	1

Karnaugh map untuk Carry-out

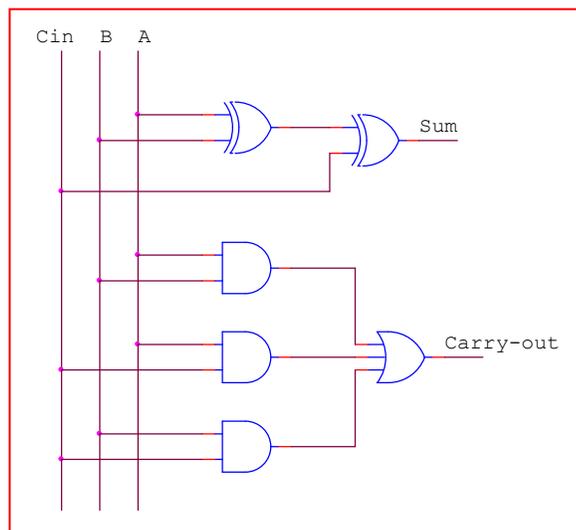
Persamaan logikanya adalah :

$$\begin{aligned} \text{Sum} &= A'B'C_{in} + A'B C_{in}' + A B'C_{in}' + A B C_{in} \\ &= (A'B' + AB) C_{in} + (A'B + AB') C_{in}' \end{aligned}$$

$$\text{Sum} = (A \oplus B) \oplus C_{in}$$

$$\text{C}_{out} = (A.B) + (A.C_{in}) + (B.C_{in})$$

Berdasarkan tabel kebenaran dapat disusun juga FA seperti ditunjukkan pada gambar.

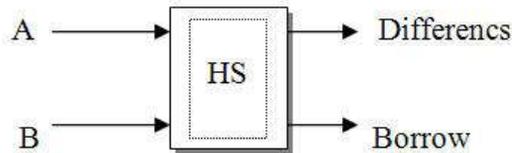


F. Rangkaian Pengurang Biner

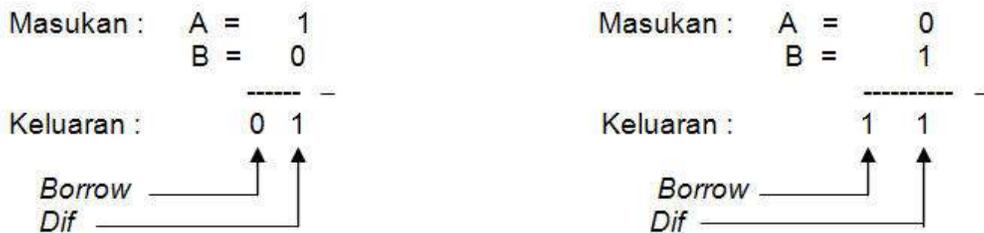
1. Half Subtractor (HS)

Half subtractor adalah suatu rangkaian yang dapat digunakan untuk melakukan operasi pengurangan data-data bilangan biner hingga 1 bit saja. Half subtractor mempunyai karakteristik : 2 masukan yaitu input A dan B serta 2 keluaran yaitu Difference (Dif) dan Borrow (Br). Pada contoh berikut, input B sebagai bilangan pengurangnya dan input A sebagai bilangan yang dikurang.

Secara blok diagram dapat digambar sebagai berikut :



Gambar. Blok Diagram Half Subtractor



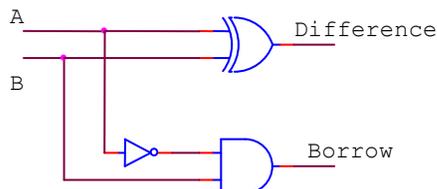
Input		Output	
A	B	Borrow	Difference
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0	0

Tabel Kebenaran Half Subtractor

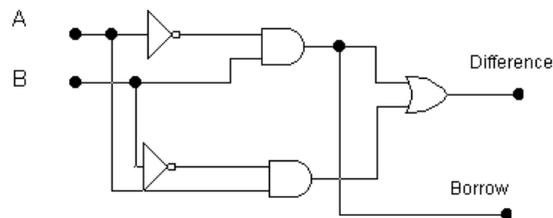
Persamaan Logikanya adalah :

Difference = (A' . B) + (A . B') serta **Borrow = A' . B**

Berdasarkan persamaan logika tersebut di atas dapat digambarkan rangkaian HS :



(a)



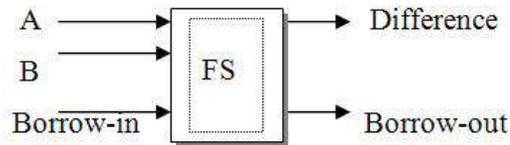
(b)

Gambar a Rangkaian HS tersusun dari EX-OR, AND dan NOT
 b Rangkaian HS dari AND, OR dan NOT

2. Full Subtractor (FS)

Rangkaian full subtractor digunakan untuk melakukan operasi pengurangan bilangan biner yang lebih dari 1 bit. Dengan 3 terminal input yang dimilikinya yaitu A, B, serta terminal Borrow input dan 2 terminal output yaitu Dif dan Borrow out.

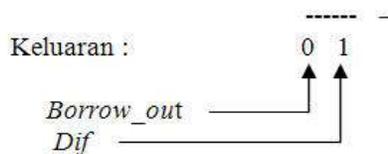
Secara blok diagram dapat digambarkan sebagai berikut :



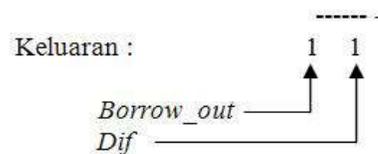
Gambar. Blok Diagram FS

Masukan :

$$\begin{aligned} A &= 1 \\ B &= 0 \\ \text{Borrow_in} &= 0 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} A &= 1 \\ B &= 1 \\ \text{Borrow_in} &= 1 \end{aligned}$$



Tabel Kebenaran Full Subtractor

Masukan			Keluaran	
A	B	Borrow In	Borrow- out	Difference
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

Dari tabel kebenaran dapat dituliskan ekspresi logika untuk Dif dan Br-out :

$$\begin{aligned} \text{Dif} &= A'B'Br\text{-in} + A'B\text{Br-in}' + A\text{B}'Br\text{-in}' + A\text{B}Br\text{-in} \\ \text{Borrow} &= A'B'Br\text{-in} + A'B\text{Br-in}' + A'\text{B}Br\text{-in} + A\text{B}Br\text{-in} \end{aligned}$$

Persamaan di atas disederhanakan dengan menggunakan K-Map :

		B			
		00	01	11	10
A Br-in	0	0	1	0	1
	1	1	0	1	0

Karnaugh map untuk Dif

		B			
		00	01	11	10
A Br-in	0	0	1	0	0
	1	1	1	1	0

Karnaugh map untuk Borrow-out

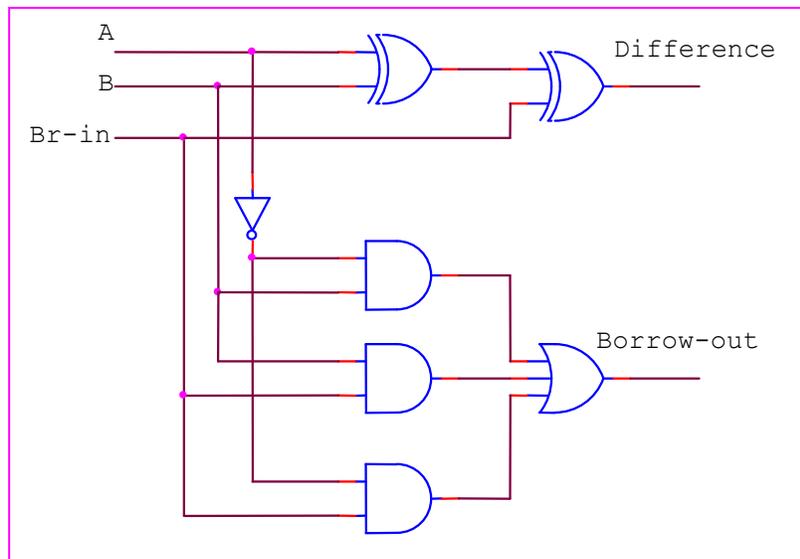
Persamaan logikanya adalah :

$$\begin{aligned} \text{Dif} &= A'B'Br\text{-in} + A'B Br\text{-in}' + A B'Br\text{-in}' + A B Br\text{-in} \\ &= (A'B' + AB) Br\text{-in} + (A'B + AB') Br\text{-in}' \end{aligned}$$

$$\text{Dif} = (A \oplus B) \oplus Br\text{-in}$$

$$\text{Borrow_out} = A'. B + B Br\text{-in} + A' Br\text{-in}$$

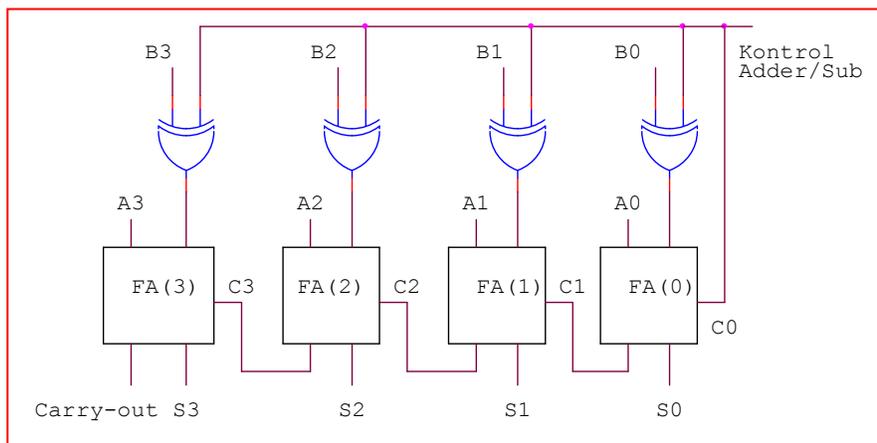
Rangkaian Full Subtractor dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar. Rangkaian Full Subtractor

G. Rangkaian Penjumlah/Pengurang

jika kontrol add/sub berlogika rendah, dan berfungsi sebagai pengurangan, bilamana kontrol add/sub berlogika tinggi.



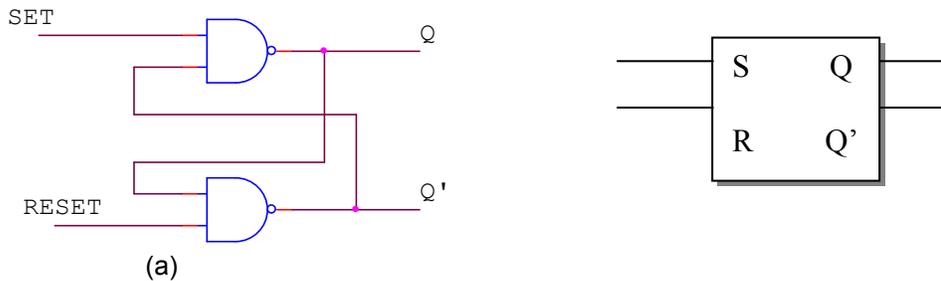
Gambar . Rangkaian adder/subtractor 4 bit

H. FLIP-FLOP

1. NAND Gate Latch

Rangkaian dasar Flip-Flop dapat disusun dari dua buah NAND gate atau NOR gate. Apabila disusun dari NAND gate, disebut dengan *NAND gate latch* atau secara sederhana disebut *latch*, seperti ditunjukkan pada gambar 7.1 (a). Dua buah NAND gate disilangkan antara output NAND gate-1 dihubungkan dengan salah satu input NAND gate-2, dan sebaliknya. Output gate (output latch) diberi nama Q dan Q'. Pada kondisi normal kedua output tersebut saling berlawanan. Input latch diberi nama SET dan RESET.

Gambar 7.1 (b) menunjukkan symbol dari NAND gate latch.



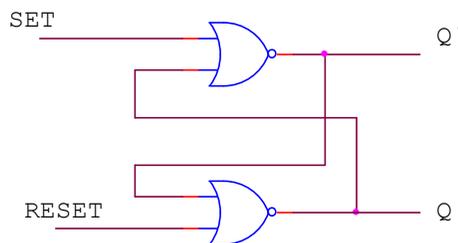
Gambar 7.1 NAND gate latch

Tabel kebenaran

Set	Reset	Keluaran FF
1	1	Q (tak berubah)
0	1	Q = 1; Q' = 0
1	0	Q = 0; Q' = 1
0	0	Tak Tentu

2. NOR Gate Latch

Dua buah NOR gate yang saling disilangkan dikenal sebagai NOR gate latch, dengan dua buah output Q dan Q' yang saling berlawanan serta dua buah input SET dan RESET, seperti ditunjukkan pada gambar 7.2. Jika logika 1 diberikan pada input S, maka kondisi ini menyebabkan FF di set ke 1 (Q=1). Jika logika 1 diberikan ke input R, maka kondisi ini menyebabkan FF di reset ke 0 (Q=0).



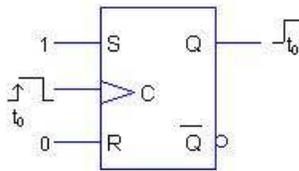
Gambar 7.2 NOR gate Latch

Tabel kebenaran

Set	Reset	Keluaran FF
0	0	Q (tak berubah)
1	0	Q = 1; Q' = 0
0	1	Q = 0; Q' = 1
1	1	Tak Tentu

3. Clocked SR Flip-Flop

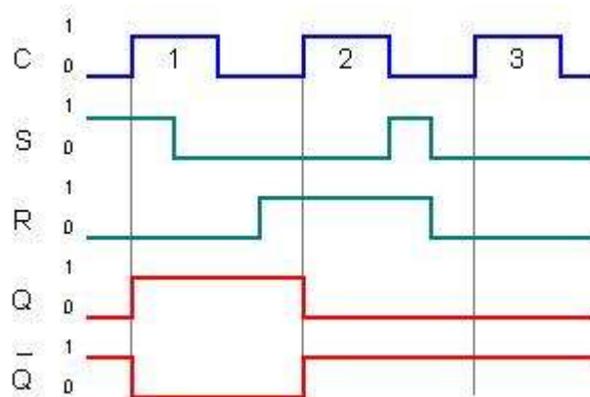
Gambar 7.3.a menunjukkan sebuah clocked SR flip-flop yang dikomando oleh sisi menuju positif dari pulsa clock. Ini berarti bahwa FF akan mengubah keadaan hanya apabila suatu sinyal diberikan kepada clock inputnya (disingkat CLK atau C) melakukan suatu transisi dari 0 ke 1. Input-input S dan R mengontrol keadaan FF dengan cara yang sama seperti yang diuraikan pada SR FF dasar (tanpa clock), tetapi FF tersebut tidak akan memberikan respon kepada input-input ini sampai saat terjadinya transisi sisi naik dari pulsa clock. Ini ditunjukkan oleh bentuk gelombang pada gambar 7.3.b.



Gambar 7.3. a Clocked SR Flip-Flop dengan pulsa clock aktif tinggi

Tabel kebenaran

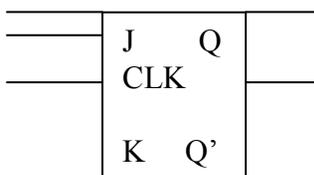
Inputs			Outputs		Comments
S	R	C	Q	Q'	
0	0	↑	Q	Q'	No change
0	1	↑	0	1	RESET
1	0	↑	1	0	SET
1	1	↑	?	?	Invalid



Gambar 7.3.b Bentuk-bentuk gelombang

4. Clocked JK Flop-Flop

Gambar 7.4 (a) menunjukkan sebuah clocked JK FF yang ditrigger oleh sisi menuju positif dari pulsa clock. Input-input J dan K mengontrol keadaan FF dengan cara yang sama seperti input-input S dan R kecuali satu perbedaan utama : keadaan J = K = 1 tidak menghasilkan suatu output yang tidak menentu. Untuk keadaan ini FF akan selalu berada dalam keadaan yang berlawanan.



Inputs			Outputs		Comments
J	K	C	Q	Q'	
0	0	↑	Q	Q'	No change
0	1	↑	0	1	RESET
1	0	↑	1	0	SET
1	1	↑	Q'	Q	Toggle

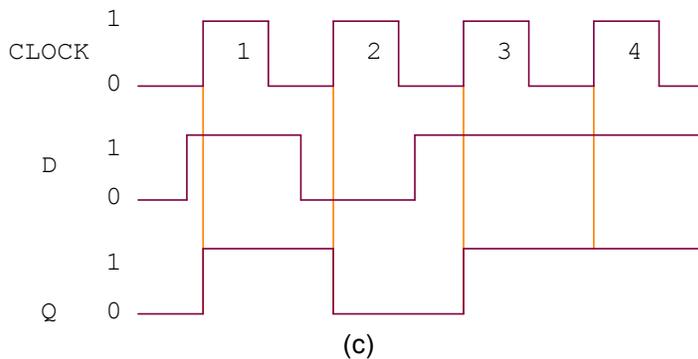
(b)

Gambar 7.4 Clocked JK Flip-Flop

5. Clocked D Flip-Flop

Gambar 7.5 (a) menunjukkan symbol dari sebuah clocked D FF yang mendapat trigger dari transisi positif pada CLK inputnya. D input adalah suatu input pengontrol tunggal yang menentukan keadaan kerja FF sesuai dengan tabel kebenaran. Pada hakekatnya, output Q FF akan memasuki keadaan kerja yang sama dengan yang terdapat pada D input apabila terjadi suatu transisi positif pada CLK input.

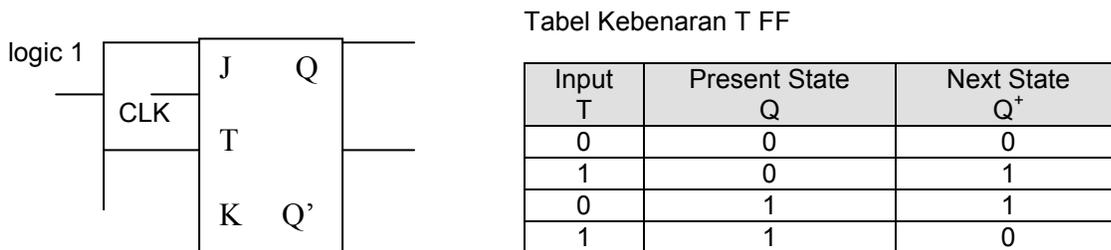
Perhatikanlah bahwa setiap terjadi transisi positif pada CLK inputnya, output Q memiliki harga yang sama seperti pada yang terdapat pada level D input. Transisi negatif pada CLK input tidak mempengaruhi pengaruh.



Gambar 7.5 D FF yang ditrigger pada transisi menuju positif

6. T Flip-Flop

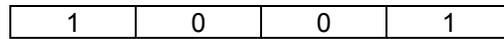
T FF dapat dibentuk dari modifikasi *Clocked SR FF*, D FF, maupun JK FF. Pada gambar di bawah ditunjukkan modifikasi JK FF yang digunakan sebagai T FF. Masukan J dan K pada JK FF dihubungkan dengan logika "1" atau dalam praktekte dihubungkan dengan VCC +5 Volt, sedangkan sebagai masukan T FF adalah *clock* pada JK FF. Keadaan output akan Q berubah setiap ada pulsa clock



Gambar 7.6 T Flip-Flop

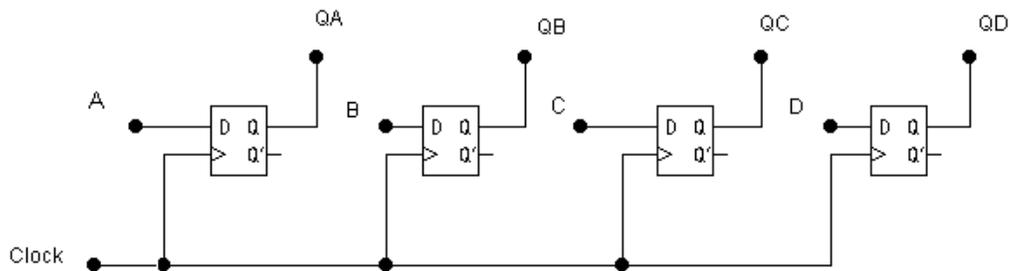
I. Register

Dalam elektronika digital seringkali diperlukan penyimpanan data sementara sebelum data diolah lebih lanjut. Elemen penyimpan dasar adalah flip-flop. Setiap flip-flop menyimpan sebuah bit data. Sehingga untuk menyimpan data n-bit, diperlukan n buah flip-flop yang disusun sedemikian rupa dalam bentuk register. Suatu memori register menyimpan data 1001 dapat ditunjukkan secara blok diagram seperti gambar 8.1.

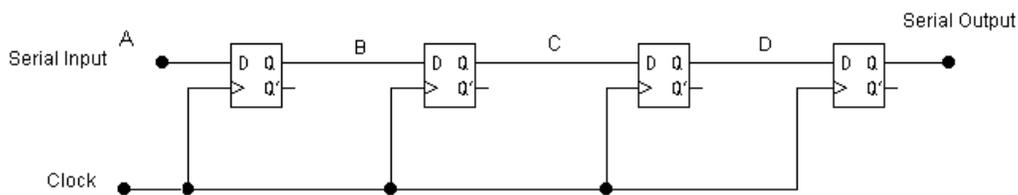


Gambar 8.1 Blok diagram register memori 4-bit

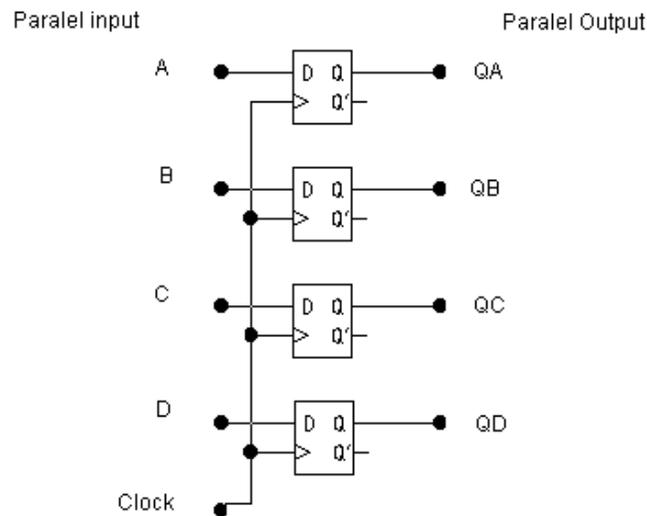
Beberapa tipe flip-flop dapat digunakan untuk membuat suatu register. Jika D FF digunakan untuk membentuk register memori 4-bit, susunannya dapat dilihat pada gambar 8.2.



Gambar 8.2 Rangkaian register memori 4-bit

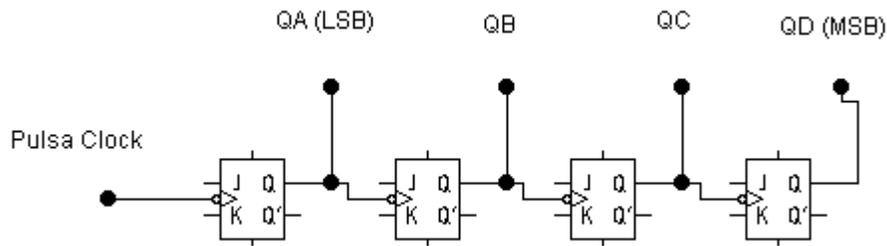


Gambar 8.3 Shift Register 4-bit



J. Counter Asinkron

Jenis counter ini dikenal sebagai *counter asinkron*. Karena kerjanya saling menunggu, maka terjadi penundaan antara respond dari setiap FF. Pada FF modern penundaan ini sangat kecil (10-40 ns), tapi dalam beberapa hal penundaan ini dapat menyulitkan. Dikarenakan cara bekerjanya, jenis counter ini juga umum dikenal sebagai *ripple counter*.



* Semua J dan K input diasumsikan sama dengan 1.

Gambar: 9. Counter Asinkron 4-bit

Tabel

D	C	B	A	Jumlah pulsa clock
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15
0	0	0	0	16 (recycles)
0	0	0	1	17
0	0	1	0	18
0	0	1	1	19
0	1	0	0	20
0	1	0	1	21

K. Modulo Number

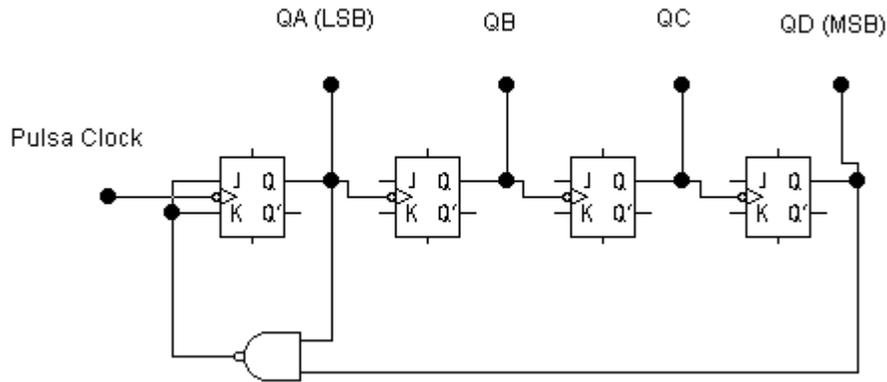
Counter pada gambar 9 mempunyai 16 kedudukan yang berbeda (0000 sampai 1111). Jadi counter ini merupakan Mod-16 ripple counter. Ingat bahwa Modulo number selalu sama dengan jumlah kedudukan atau keadaan yang dilewati counter dalam setiap cycle lengkap sebelum recycle kembali ke kedudukan permulaannya. Mod number dengan mudah dapat diperbesar dengan menambah lebih banyak FF pada counter. Yaitu :

$$\text{Modulo number} = 2^N$$

Dimana N adalah jumlah FF yang dihubungkan dalam susunan counter. Misalnya apabila digunakan lima FF, maka akan didapatkan mod-32 counter ($2^5 = 32$), yang berarti memiliki 32 kedudukan yang berbeda (00000 sampai 11111).

L. Self-Stopping Ripple Counter

Ada kemungkinan untuk memakai counter gambar 9 dan memodifikasi sedemikian rupa hingga hanya menghitung sampai nilai biner tertentu dan kemudian berhenti menghitung meskipun pulsa clock terus menerus diberikan. Misalnya, 4-bit ripple counter normalnya akan menghitung sampai 1111 (15). Apabila kita akan menghitung sampai 1001 (desimal 9) dan kemudian berhenti, rangkaiannya dapat ditunjukkan seperti gambar 10.

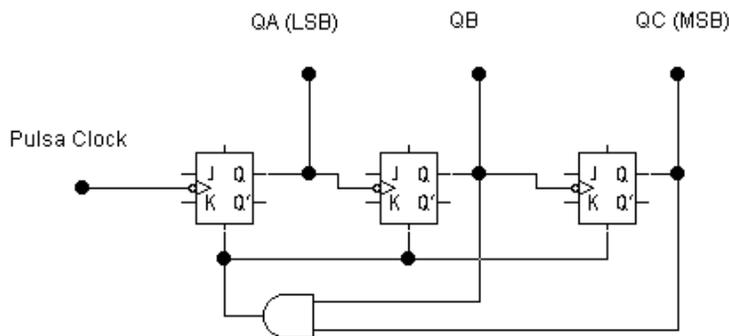


* Input J dan K dari FF B, C, D semuanya sama dengan 1

Gambar 10. Self stopping ripple counter yang berhenti pada 1001

M. Counter-Counter dengan Sembarang/Setiap Mod Number

Ripple counter pada gambar 9 terbatas pada Mod number yang merupakan hasil pemangkatan-pemangkatan bilangan 2. Ripple counter dapat dengan mudah dimodifikasi untuk menghasilkan setiap mod number yang diinginkan dengan cara membuat counter tersebut menjadi apa yang disebut *skip states*. Satu contoh ditunjukkan pada gambar 11.



* Semua input J dan K dari FF A, B, dan C semuanya sama dengan 1

Gambar 11. Mod-6 counter dengan meng-clear suatu mod-8 counter pada saat terjadi hitungan keenam (110)

N. Counter Sinkron

Masalah yang dihadapi ripple counter disebabkan oleh berakumulasinya penundaan perambatan FF. Kesukaran-kesukaran ini dapat diatasi dengan menggunakan counter sinkron atau paralel, dimana semua FF di-trigger secara serentak (secara paralel) oleh pulsa clock. Karena pulsa-pulsa input diberikan kepada semua FF, maka harus digunakan beberapa cara untuk mengontrol kapan tiap-tiap FF harus toggle atau diam tak terpengaruh oleh suatu pulsa clock.

Berikut dibahas bagaimana merancang counter sinkron modulo-8 dengan menggunakan JK Flip-Flop.

Counter modulo-8 membutuhkan tiga buah flip-flop, yang mampu mencacah dari 000 sampai 111 dan berulang. Runtutan cacahan ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel counter mod-8 binary counter

Present State			Next State		
A	B	C	A+	B+	C+
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	0

Untuk menganalisis lebih lanjut harus diingat tabel exitasi dari JK FF, seperti ditunjukkan pada tabel exitasi berikut

Tabel exitasi untuk JK Flip-Flop

Present State		to	Next State	Input	
Q	Q+		J	K	
0	0	0	0	x	
0	0	1	1	x	
1	1	1	x	0	
1	1	0	x	1	

Langkah perancangan selanjutnya yaitu dengan menggunakan tabel present state, next state dan exitasi Jk FF seperti ditunjukkan tabel berikut

Tabel

A	B	C	A+	B+	C+	JA	KA	JB	KB	JC	KC
0	0	0	0	0	1	0	x	0	x	1	x
0	0	1	0	1	0	0	x	1	x	x	1
0	1	0	0	1	1	0	x	x	0	1	x
0	1	1	1	0	0	1	x	x	1	x	1
1	0	0	1	0	1	x	0	0	x	1	x
1	0	1	1	1	0	x	0	1	x	x	1
1	1	0	1	1	1	x	0	x	0	1	x
1	1	1	0	0	0	x	1	x	1	x	1

Dari tabel di atas dibuat peta karnaugh untuk input J dan K :

	BA	00	01	11	10
C	0	0	x	x	0
	1	0	x	x	1

JA =

BC

	BA	00	01	11	10
C	0	x	0	0	x
	1	x	0	1	x

KA = BC

BA \ C	00	01	11	10
0	0	0	x	x
1	1	1	x	x

JB = C

BA \ C	00	01	11	10
0	x	x	0	0
1	x	x	1	1

KB = C

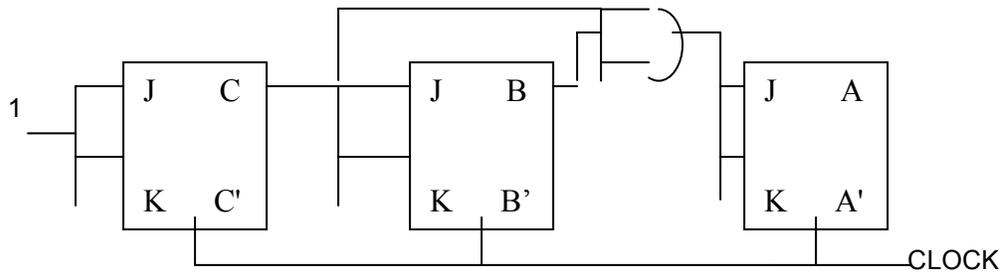
BA \ C	00	01	11	10
0	1	1	1	1
1	x	x	x	x

JC = 1

BA \ C	00	01	11	10
0	x	x	x	x
1	1	1	1	1

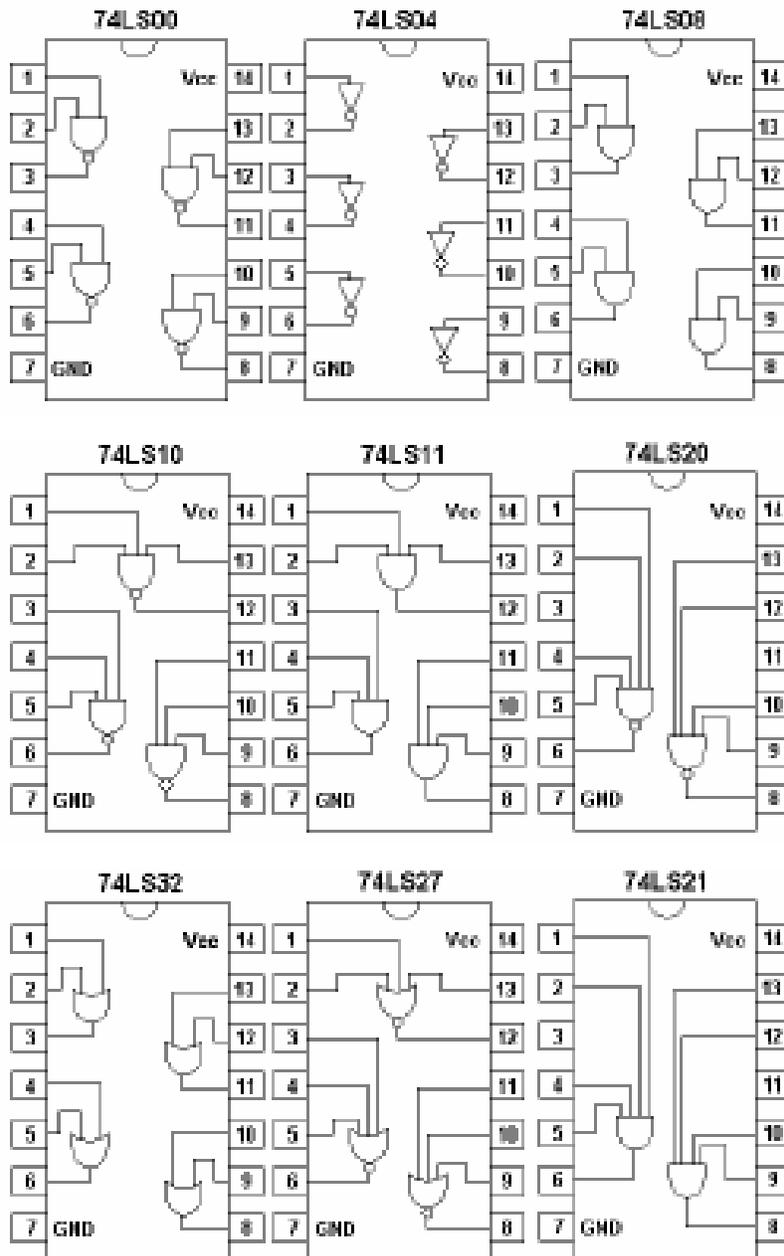
KC = 1

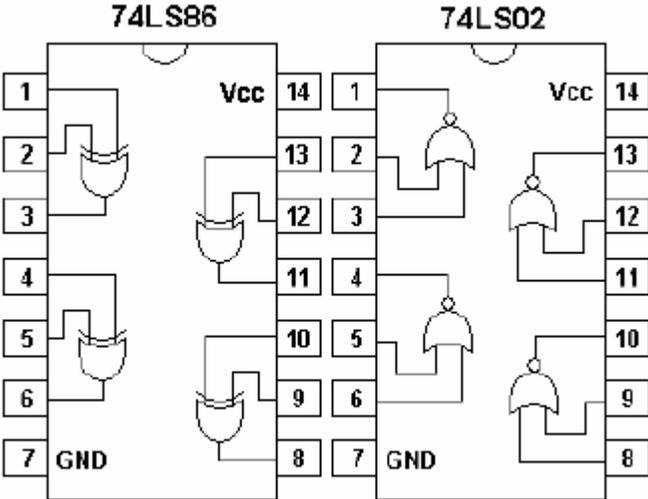
Dari persamaan J dan K untuk masing-masing FF dapat disusun rangkaian counter sinkron modulo-8 sebagai berikut :



Gambar 12. Implementasi JK FF sebagai counter sinkron modulo-8

DATA BOOK TTL CIRCUIT





**BAHAN PENDIDIKAN DAN LATIHAN PROFESI GURU
SERTIFIKASI GURU RAYON 11 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**TEKNIK ELEKTRONIKA
SMK**

Buku B 1.3

ELEKTRONIKA INDUSTRI

**Mashoedah, M.T.
Aris Nasuha, M.T.**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2010**

ELEKTRONIKA INDUSTRI

A. PENGANTAR

1. APAKAH SISTEM KONTROL ITU ?

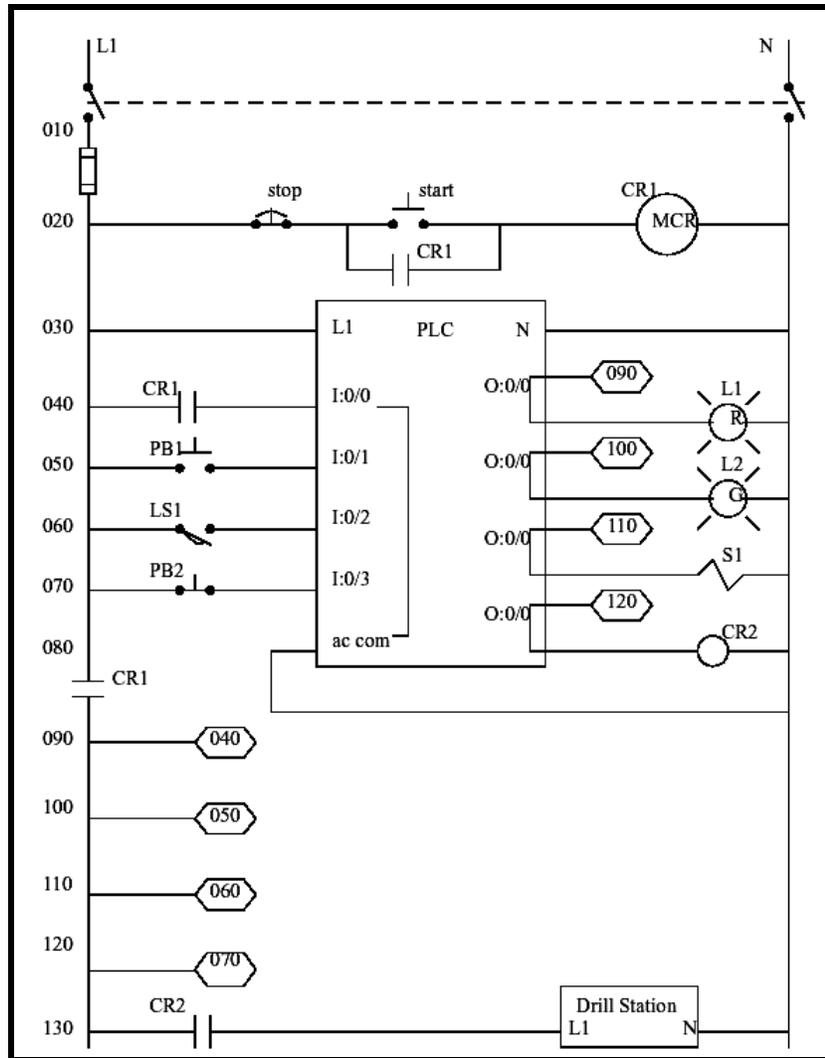
Secara umum sistem kontrol adalah kumpulan dari perangkat elektronik dan perlengkapannya yang dipakai untuk menjamin stabilitas, akurasi dan perubahan yang halus dari sebuah proses atau aktifitas manufaktur.

Contoh sederhana dari rangkaian kontrol menggunakan elektromekanikal atau solid state modul ditunjukkan pada gambar 1. Rangkaian ini dinamakan rangkaian tetap (fixed circuit). Rangkaian ini mengandung pengkabelan secara fisik dan komponen berubah secara mekanik.

Hasil perkembangan teknologi telah memberikan tugas-tugas sistem kontrol yang rumit dan serba otomatis dapat dilaksanakan oleh Programmable Logic Controller (PLC) dan juga host komputer. Disamping perangkat sinyal antar muka seperti operator panel, motor, sensor, saklar, solenoid valve dan lain-lain, kemampuan jaringan komunikasi memungkinkan implementasi kontrol dalam skala besar.

2. TIPE SISTEM KONTROL BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC.

Dari gambar 3 contoh aplikasi. Macam-macam peralatan input seperti selector switch, push button, toggle switch, dan sensor-sensor dihubungkan ke input PLC melalui terminal blok. Peralatan output seperti revolving light, indikator, relay, kontaktor dan solenoid valve dihubungkan ke terminal output dari PLC. Program Ladder dimasukkan ke CPU PLC untuk mengontrol seluruh proses. Program akan dieksekusi secara otomatis berurutan menurut definisi awal dari urutan operasi. Operasi manual juga disediakan untuk mengijinkan operator mengaktifkan mesin secara manual melalui switch seperti emergency push button yang bertujuan untuk keselamatan, dalam kasus ini operator dapat mematikan mesin secara tiba-tiba.



Gambar 2. Aplikasi Sistem Kontrol berbasis PLC

3. TUGAS DARI PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC).

Dalam sistem otomatisasi, PLC merupakan jantung dari sistem kontrol, dengan program aplikasi kontrol (yang disimpan dalam memori PLC) yang dieksekusi, secara tetap PLC memonitor kondisi dari sistem melalui peralatan-peralatan input sinyal umpan balik. Ini akan menjadi dasar dari program logik untuk menentukan keluaran pada terminal output.

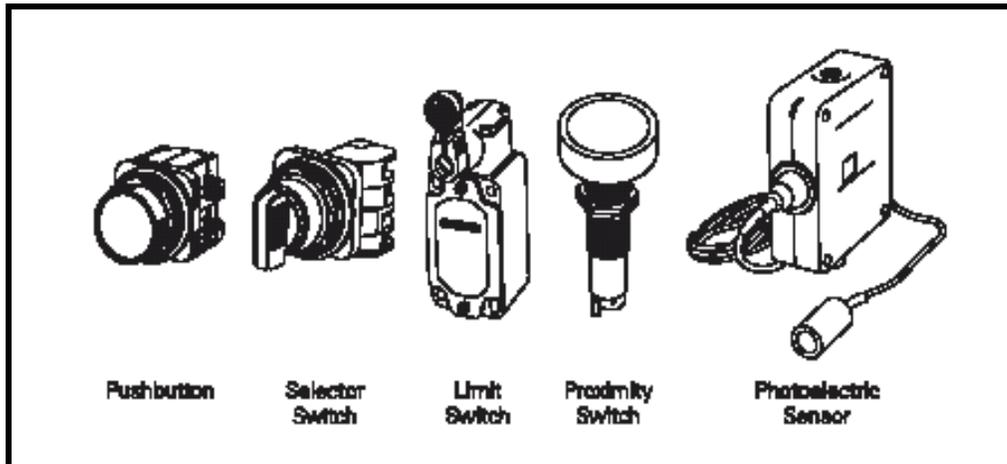
PLC mungkin digunakan untuk mengontrol tugas yang sederhana dan berulang-ulang. Atau mungkin sedikit dari PLC tersebut saling interkoneksi dengan host controller atau host computer melalui semacam jaringan komunikasi, untuk menghasilkan sistem kontrol yang terintegrasi untuk mengontrol proses yang rumit.

4. PERALATAN INPUT DAN OUTPUT

a. Peralatan Input.

Kecerdasan dari sistem otomatisasi sangat tergantung kemampuan dari PLC untuk membaca sinyal dari bermacam-macam tipe sensor otomatis dan melalui input manual dari terminal input. Push Button, keypad dan toggle switch yang merupakan bentuk dasar antar muka manusia –mesin, adalah tipe-tipe peralatan input manual. Sebaliknya, untuk mendeteksi area kerja, monitor gerakan peralatan mekanik, mengukur tekanan, mengukur permukaan cairan dan lain-lain, PLC memberi jalan sinyal peralatan sensor otomatis yang spesifik, seperti proximity switch, limit switch, photoelectric sensor, level sensor dan sebagainya. Tipe-tipe dari sinyal input ke PLC

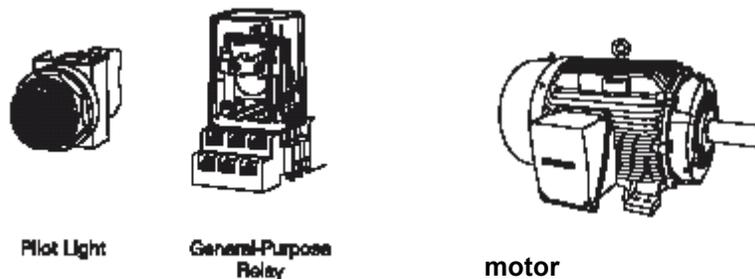
dapat berupa logik ON/OFF dan analog. Input-input sinyal ini di masukkan ke PLC melalui bermacam-macam tipe dari input modul PLC.



Gambar 3. Peralatan Input

b. Peralatan Output.

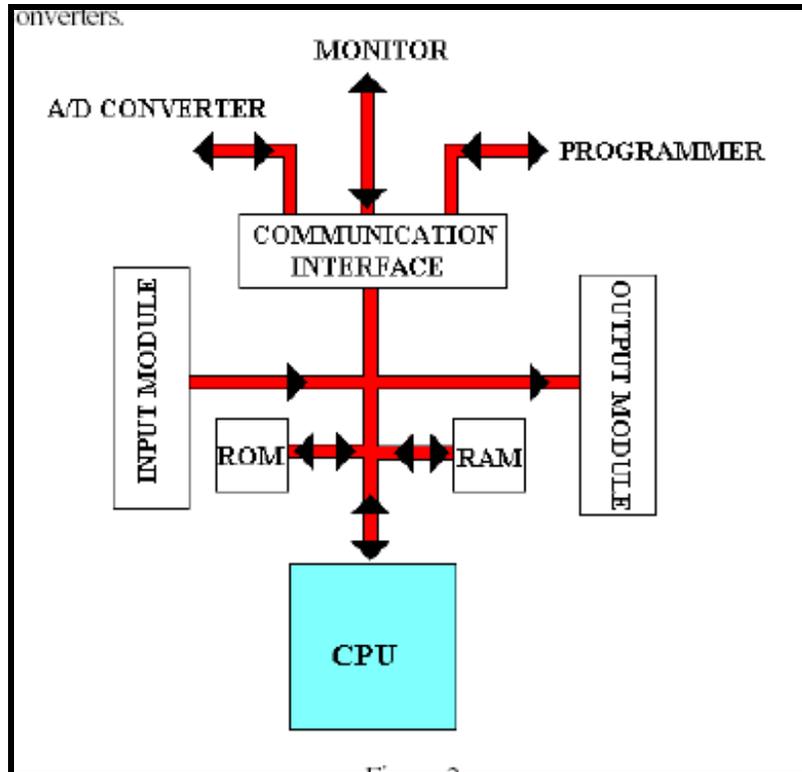
Sistem otomasi tidak lengkap dan PLC menjadi tak berguna tanpa sarana antar muka dengan peralatan output. Beberapa peralatan yang biasanya dikontrol adalah motor, solenoid, relay, indikator, dan lain-lain. Melalui pengaktifan motor dan solenoid PLC dapat mengontrol dari pilihan sederhana dan menempatkan sistem ke sistem yang rumit seperti servo positioning. Macam-macam peralatan output seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4 . Peralatan Output

5. APA ITU PROGRAMMABLE CONTROLLER ?

Sebuah PLC terdiri dari Central Processing Unit (CPU) yang mengandung program aplikasi, dan modul peralatan input/output, yang secara langsung dihubungkan ke peralatan input/output. Program mengontrol PLC, ketika input sinyal dari peralatan input menjadi ON, respon yang cocok dibangkitkan. Secara normal respon yang terjadi adalah membuat ON sinyal output. Berikut ini adalah gambar blok diagram dari sebuah Programmable Logic Controller.



Gambar 5. Blok Diagram PLC

a. Central Processing Unit

Central Processing Unit adalah mikroprosesor yang mengkoordinasi aktivitas sistem PLC. CPU mengeksekusi program, memproses sinyal dari I/O, dan mengkomunikasikan dengan peralatan luar.

b. Memori

Ada bermacam-macam tipe memori. Memori ada yang bertugas menyimpan sistem operasi dan juga sebagai user memori. Sistem operasi pada PLC adalah perangkat lunak yang mengkoordinasikan PLC. Program Ladder, Timer dan isi Counter disimpan dalam user memori.

Macam-macam tipe memori yang ada sebagai pilihan :

1) Read Only Memory (ROM)

ROM adalah Non-Volatile memori Yang dapat diprogram sekali. ROM kurang populer dibandingkan tipe memori yang lain.

2) Random Access Memory (RAM)

RAM adalah tipe memori yang biasa digunakan untuk menyimpan user program dan data. Data yang ada didalam Volatile RAM biasanya hilang bila sumber tegangan hilang. Tetapi dengan baterai backup dapat menyelesaikan masalah ini.

3) Erasable Programmable Read Only Memory (EPROM)

EPROM menyimpan data secara permanen seperti ROM, EPROM tidak membutuhkan baterai backup. Tetapi dengan menyinarinya dengan ultraviolet dapat menghapus isi program. Sebuah PROM Writer dibutuhkan untuk memprogram ulang memori ini.

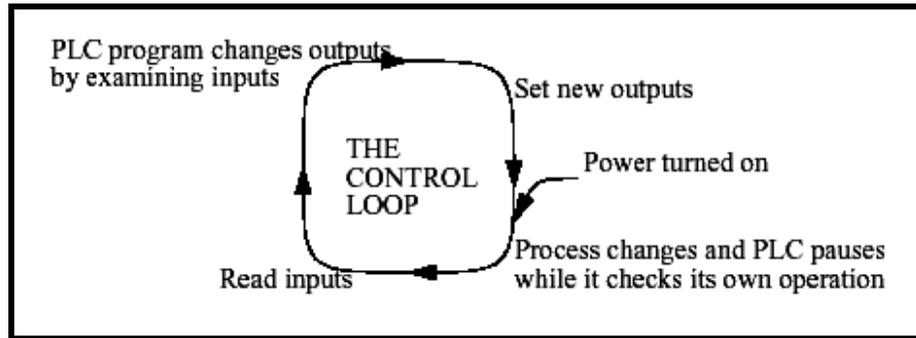
4) Electrical Erasable Programmable Read Only Memory (EEPROM)

EEPROM mengkombinasikan RAM dan EPROM dalamn satu chip. Isinya dapat dihapus dan diprogram ulang secara listrik, tetapi mempunyai batasan jumlah berapa kali pemrograman.

6. SCAN TIME

Proses pembacaan sinyal input, eksekusi program dan memperbarui output dikenal sebagai scan. Scan Time biasanya terus menerus dan proses berurutan dari pembacaan status input, mengevaluasi kontrol logika dan memperbarui output. Spesifikasi scan time mengindikasikan

bagaimana cepat kontroler dapat bereaksi kepada input dan menyelesaikan logika kontrol secara benar.



Gambar 6. Scan Time

Faktor-faktor yang mempengaruhi Scan Time

Waktu yang dibutuhkan untuk scan tunggal (scan time) bervariasi antara 0,1 mS sampai puluhan mS tergantung pada kecepatan proses CPU dan panjang dari user program. Remote Subsystem I/O juga menambah Scan Time. Monitoring program juga menambah waktu untuk scan. Seperti contoh CPU mengirim status dari coil dan kontak pada CRT atau peralatan monitoring yang lain.

7. KONTROL KONVENSIONAL DAN KESULITANNYA

Pada awal revolusi industri, pada tahun 1960 dan 1970, mesin-mesin otomatisasi dikontrol oleh relai elektromekanik. Relai-relai ini dihubungkan dengan kabel-kabel dalam suatu lemari kontrol panel. Dalam beberapa kasus lemari kontrol panel dapat berbentuk sangat besar. Setiap koneksi relai logik harus dihubungkan. Pengkabelan tidak selalu sempurna sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama dalam mencari kesalahan sistem. Relai mekanik juga mempunyai batasan kontak. Jika modifikasi diperlukan, mesin harus distop, ruang untuk modifikasi mungkin tidak ada dan pengkabelan harus dilacak untuk mengakomodasi perubahan. Kontrol panel hanya dapat digunakan untuk proses tertentu, dan tidak dapat diganti secara tiba-tiba dengan sistem yang baru. Sistem kontrol yang baru harus dibuat ulang. Dalam hal perawatan, seorang teknisi elektrik harus sudah ditraining dan mempunyai kemampuan dalam troubleshooting sistem kontrol. Secara singkat kontrol panel relai konvensional sangat tidak fleksibel.

a. Kerugian-kerugian Kontrol Panel Konvensional

Didalam Kontrol panel konvensional dapat disebutkan beberapa point kerugian sebagai berikut :

- 1) Terlalu banyak kabel yang digunakan didalam panel
- 2) Modifikasi dapat menjadi cukup sulit.
- 3) Troubleshooting dapat lebih menyusahkan, dibutuhkan seseorang yang mempunyai kemampuan.
- 4) Kebutuhan daya cukup tinggi, karena konsumsi coil kontaktor.
- 5) Waktu berhenti mesin (machine downtime) biasanya lebih lama ketika masalah timbul, karena membutuhkan waktu yang lama untuk menentukan kesalahan pada kontrol panel.
- 6) Gambar tidak diperbarui selama bertahun-tahun karena perubahan. Ini menyebabkan waktu yang lama dalam proses perawatan dan modifikasi.

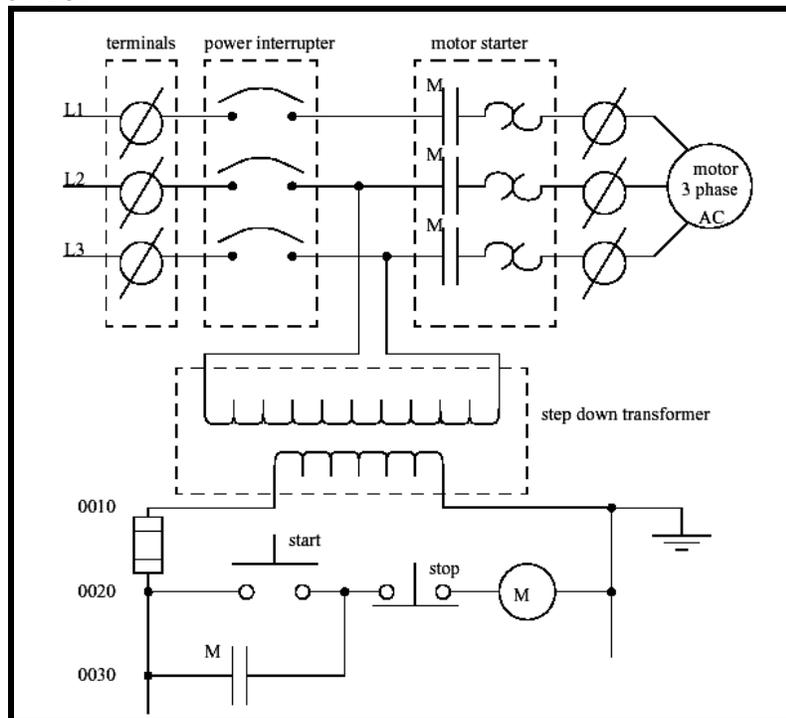
b. Keuntungan-keuntungan Kontrol Panel Programmable Controller

- 1) Pengkabelan dapat direduksi sampai 80% dibandingkan dengan sistem kontrol relai konvensional.
- 2) Konsumsi daya dapat dikurangi sangat besar, karena konsumsi daya PLC sangat kecil.
- 3) Fungsi self diagnostic PLC memberikan kemudahan dan kecepatan dalam troubleshooting sistem.
- 4) Modifikasi dari sekuen kontrol atau aplikasi dapat lebih mudah dikerjakan dengan pemrograman melalui console atau software komputer tanpa merubah pengkabelan I/O, jika tidak ada tambahan input dan output yang dibutuhkan.

- 5) Dalam sistem PLC spare part untuk relai dan hardware timer secara banyak dikurangi dibandingkan kontrol panel konvensional.
- 6) Cycle time mesin ditingkatkan sangat besar karena operasi kecepatan PLC dalam orde milisecond, jadi produktivitas dapat ditingkatkan.
- 7) Harga lebih rendah dibandingkan sistem konvensional terutama dalam kondisi bila I/O yang digunakan sangat besar dan fungsi kontrol sangat kompleks.
- 8) Keandalan PLC lebih tinggi daripada relay mekanik dan timer-timer.
- 9) Print out program PLC dapat segera dicetak dalam orde menit, sehingga hardcopy dokumen dapat dengan mudah dipelihara.

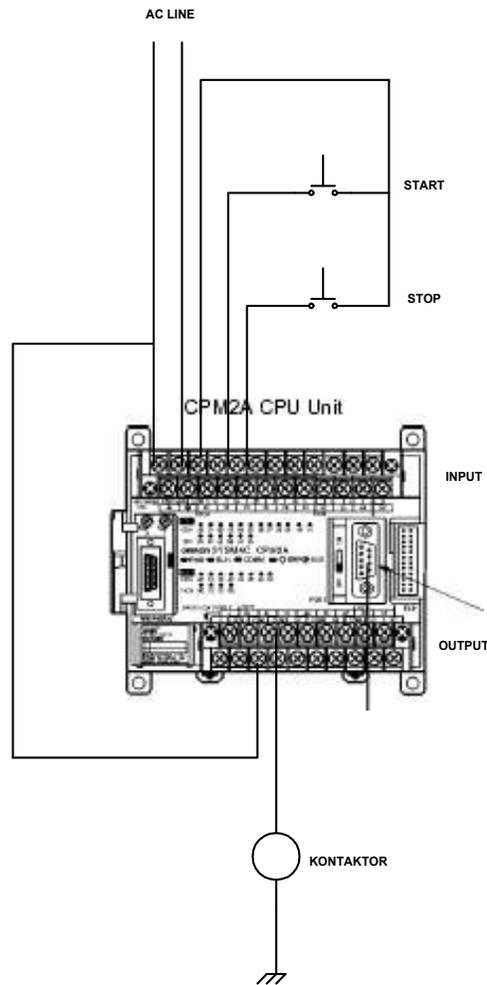
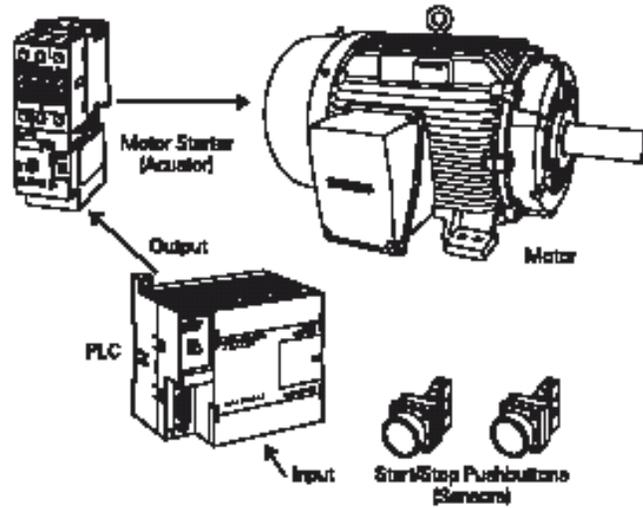
8. KONVERSI RANGKAIAN KONTROL KONVENSIONAL KE PLC

Contoh gambar dibawah ini akan memberikan gambaran tentang konversi dari rangkaian kontrol konvensional ke PLC.

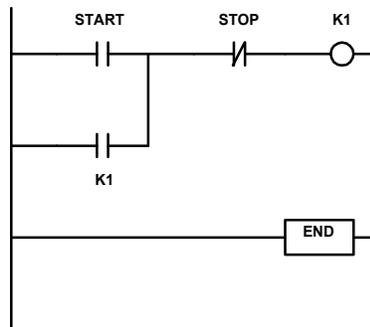


Gambar 8. Rangkaian konvensional start/Stop motor 3 Phase

Untuk menghubungkan rangkaian diatas dalam sistem PLC/rangkaian pengkabelan PLC, kita perlu mengidentifikasi input dan output rangkaian. Rangkaian input adalah Start Push-button (PB1) dan Stop Push-button (PB2) dan peralatan output dalam hal ini hanya sebuah magnetic kontaktor yang mengontrol motor 3 Phase. Rangkaian pengkabelan ditunjukkan dibawah ini.



Gambar 9. Rangkaian pengkabelan untuk hubungan ke PLC



Gambar 10. Ladder Diagram Start Stop motor 3 phase

Gambar 9 menunjukkan Rangkaian pengkabelan dari peralatan I/O

Gambar 10 adalah ladder diagram hasil konversi, ini harus di program ke dalam PLC.

9. PENDEKATAN SISTEMATIK DISAIN SISTEM KONTROL MENGGUNAKAN PLC

Konsep pengendalian sebuah sistem kontrol adalah sangat sederhana dan mudah dilakukan. Hal ini termasuk pendekatan sistematis dengan mengikuti prosedur operasi berikut ini :

a. Mendefinisikan urutan operasi mesin

Yang pertama harus ditentukan sistem dan peralatan apa yang akan dikontrol. Tujuan pokok dari programmable controller adalah mengontrol sistem external (output). Sistem yang dikontrol dapat berupa peralatan mesin atau proses.

b. Menentukan input dan output

Yang kedua, seluruh peralatan input/output external yang akan dihubungkan ke PLC harus didefinisikan. Peralatan input adalah macam-macam saklar, sensor, dll. Sedangkan peralatan output adalah solenoid, elektromagnetic valve, motor, induktor, dll.

Setelah mengidentifikasi seluruh peralatan input dan output, kemudian menentukan jumlah yang sesuai dengan jumlah input dan output PLC yang akan digunakan. Penentuan jumlah Input dan output harus didahulukan sebelum menulis ladder diagram sebab jumlah menentukan hubungan-hubungan yang pokok didalam ladder diagram.

c. Menulis program

Kemudian tulis program ladder diagram, dengan mengikuti operasi dari urutan sistem kontrol seperti yang ditentukan pada langkah pertama.

d. Memprogram kedalam memori

Sekarang, kita dapat memasukan sumber tegangan kedalam PLC. Memeriksa I/O, setelah itu dapat memasukkan program kedalam memori dengan menggunakan consol atau komputer yang dilengkapi dengan software pemrograman (CX programmer). Setelah selesai memprogram, kemudian mengecek error kode dengan fungsi diagnostik, dan jika mungkin mensimulasikan seluruh operasi untuk melihat semuanya bekerja secara benar.

e. Menjalankan sistem

Sebelum push-button start ditekan, pastikan dengan seksama pengkabelan input dan output secara benar dihubungkan sesuai penentuan I/O. Periksa sekali lagi, dan PLC dapat distart.

10. APLIKASI PROGRAMMABLE CONTROLLER

Dibawah ini beberapa aplikasi penggunaan PLC di beberapa industri :

- Material Handling
- Sistem Konveyor
- Mesin kemas (packaging Machine)
- Pick and Place Robot Control
- Kontrol Pompa
- Water Treatment
- Chemical Processing Plant
- Industri kertas dan Pulp
- Manufaktur semen
- Industri percetakan
- Dll.

B. TEKNIK PEMROGRAMAN PLC

Pemrograman PLC dibantu oleh beberapa macam teori seperti Rangkaian Logika (Logic Circuits), Diagram Ladder (Ladder Diagrams), Tabel Kebenaran (Truth Tables) dan Persamaan Bool (Boolean Expressions). Berbagai macam teori tersebut akan saling berhubungan untuk menghasilkan program sehingga dapat di jalankan oleh PLC, nantinya program bisa berbentuk Ladder Diagram, Function Block Diagram, dan Instruction List/statement List

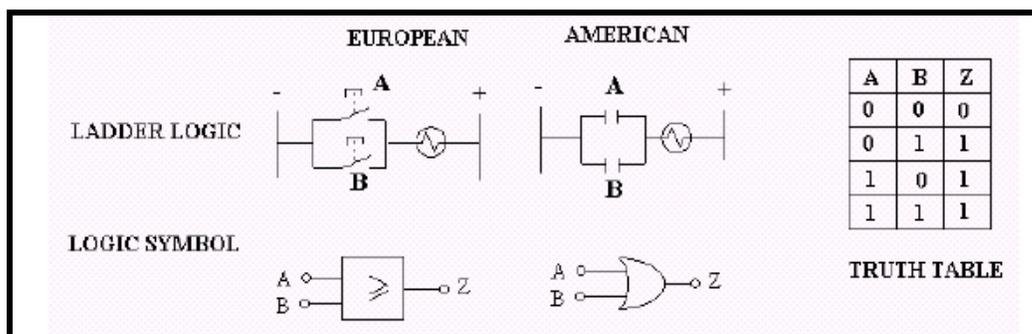
1. FUNGSI LOGIKA

Logika (logic) didefinisikan sebagai kegiatan menetapkan batasan-batasan atau syarat untuk membuat argumen agar bersifat nalar atau logis dengan cara-cara simbolik. Dalam bidang elektronika, logika disimbolkan dengan gambar-gambar yang sederhana dan mudah dimengerti sehingga pengungkapan argumen dapat lebih efisien dan efektif (berdaya guna dan berhasil guna), dengan pemakaian simbol ini analisis pada rangkaian praktis dapat dikerjakan.

Logika simbolik yang ditemukan oleh **George Boole tahun 1854** dapat digunakan untuk menganalisis rangkaian penyaklaran (*switching*), yang didalamnya terdapat dua keadaan yaitu tertutup dan terbukanya kontak relay/magnetic contactor. Dengan menggunakan logika simbolik ini maka perancangan sistem kontrol mesin, analisis rangkaian, trouble shooting, dan problem solving dapat dilakukan lebih mudah. Didalam rangkaian yang berbasis logik (digital) ada pengertian GERBANG (GATE dalam bahasa inggrisnya), yaitu rangkaian yang mempunyai satu atau lebih sinyal masukan tetapi hanya mempunyai satu buah keluaran (output). Karena GERBANG/GATE adalah rangkaian digital maka hanya mempunyai dua keadaan pada kaki-kakinya (input/output), yaitu berupa sinyal tegangan tinggi (logika 1) atau tegangan rendah (logika 0). Berikut ini beberapa fungsi logik yang diimplementasikan pada beberapa rangkaian listrik, yang dapat memudahkan kita dalam pemahaman teknik pemrograman PLC:

a. Fungsi Logika OR

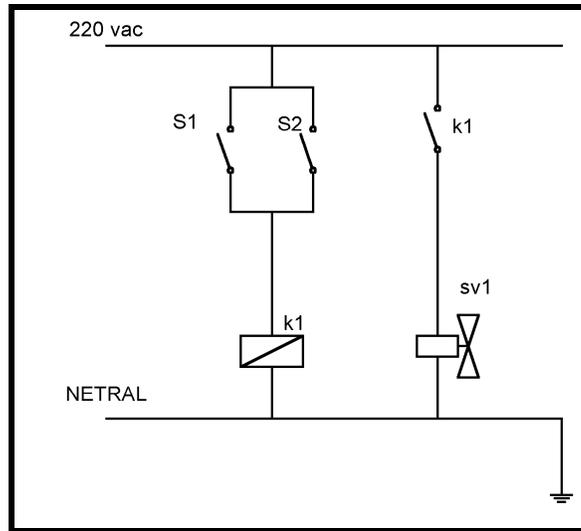
Andaikan sebuah lampu akan dinyalakan dengan menekan saklar A atau B, hal ini mungkin dapat direalisasikan dengan penyambungan beberapa kabel dengan menempatkan dua buah saklar normally open (NO) dalam rangkaian paralel, jadi ketika saklar A atau B di tutup arus akan mengalir di rangkaian dari plus ke minus. Hal ini dapat ditampilkan sebagai ladder logic. Ladder logic standard Amerika secara sederhana ditunjukkan oleh kontak terbuka. Ladder Logic standard Eropa lebih kompleks dan indikasi dari tipe switch lebih baik . Fungsi yang sama dibangun dengan beberapa hardware biasa dikenal dengan Logic Gate (Gerbang-gerbang Logic). Simbol standard Amerika dan Eropa ditunjukkan dibawah ini. Secara umum output gerbang ditunjukkan dengan label Z, dan out put akan menjadi tinggi (ada tegangan = 1) ketika salah satu atau kedua saklar A atau B dalam kondisi tinggi (ada tegangan/ada perlakuan = 1). Tabel Kebenaran (Truth Table) adalah cara untuk menunjukkan fungsi logika dari perubahan A dan B terhadap out put Z.



Gambar 11. Fungsi Logika OR

Rangkaian Listrik Gerbang OR

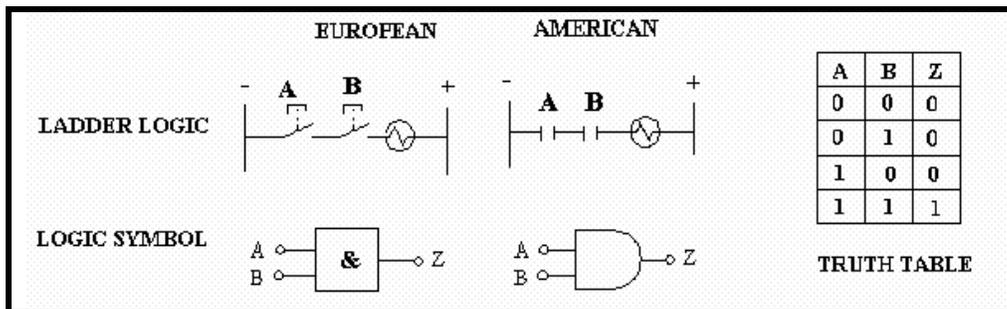
Rangkaian listrik yang menerapkan logika OR adalah seperti gambar Dua buah saklar tertutup (NO) S1 dan S2 dipasang secara paralel sehingga mempunyai kombinasi kontaktor K1 akan bekerja /ON apabila salah satu saklar S1 dan S2 diaktuasi/ditekan. Apabila keduanya tidak diaktuasi maka kontaktaktor K1 akan OFF.



Gambar 12. Rangkaian Listrik Logika OR

b. Fungsi Logika AND

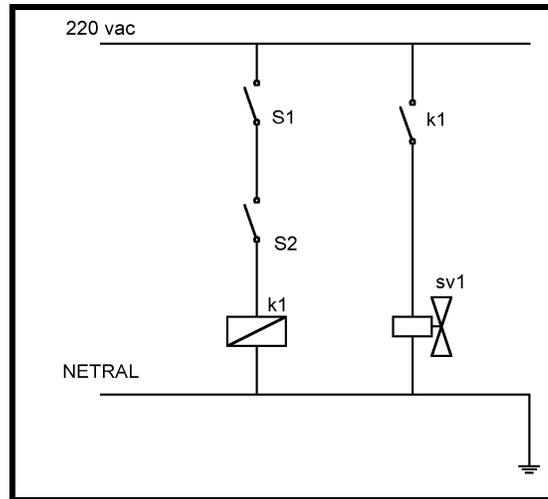
Output dari suatu rangkaian Logika AND akan berada pada keadaan logik 1 (teraktuasi), jika semua inputnya berada pada keadaan logik 1(diaktuasi). Dan output akan berada pada keadaan logik 0 (tidak teraktuasi) apabila salah satu inputnya atau lebih pada keadaan logik 0 (tidak teraktuasi). Logika AND inii dapat digambarkan sebagai rangkaian saklar **NO (Normally Open) yang tersambung seri**. Dimana beban akan teraktuasi apabila semua saklar dalam kondisi diaktuasi (1).



Gambar 13. Fungsi Logika AND

Rangkaian Listrik gerbang AND

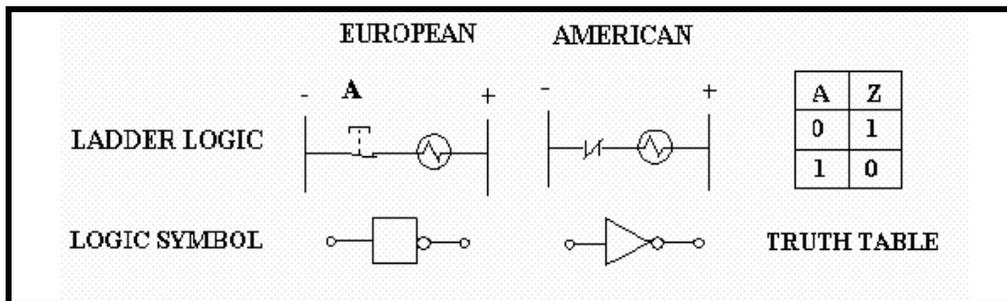
Rangkaian listrik dengan logika AND, ditunjukkan gambar , saklar NO (Normally Open) S1 dan S2 dipasang seri untuk mengontrol kontaktor K1. Dengan kombinasi ini maka kontaktor akan bekerja (ON) apabila kedua saklar ditekan (diaktuasi). Kontaktor K1 bekerja mengakibatkan kontak K1 menutup dan mengaktifkan SV1 bekerja.



Gambar 14. Rangkaian Listrik Logika AND

c. Fungsi Logika NOT

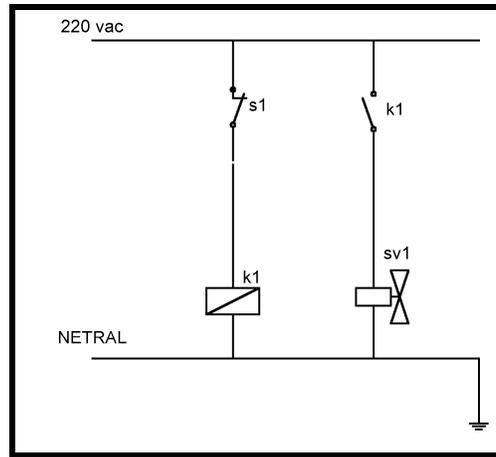
Output dari suatu Logika NOT akan selalu berlawanan dengan keadaan inputnya, bila inputnya dalam keadaan logik 0 (tidak ada aktuasi) maka outputnya akan berada pada keadaan logik 1 (ada aktuasi). Bila inputnya dalam keadaan logik 1 (ada aktuasi), maka outputnya akan berada pada keadaan logik 0 (tidak ada aktuasi). Karena memiliki sifat yang demikian maka Logika NOT biasa juga disebut sebagai inverter atau pembalik keadaan. Logika NOT ini dalam rangkaian listrik direpresentasikan sebagai saklar tertutup (**NC=Normally Closed**). Simbol gerbang NOT dan logika saklar dari gerbang NOT adalah sebagai berikut :



Gambar 15. Fungsi Logika NOT

Rangkaian listrik gerbang NOT

Implementasi gerbang NOT pada rangkaian listrik adalah seperti pada gambar di bawah ini, rangkaian disimulasikan sebagai pengontrol solenoid valve (SV1). Dengan menggunakan satu buah saklar NC (Normally Closed).

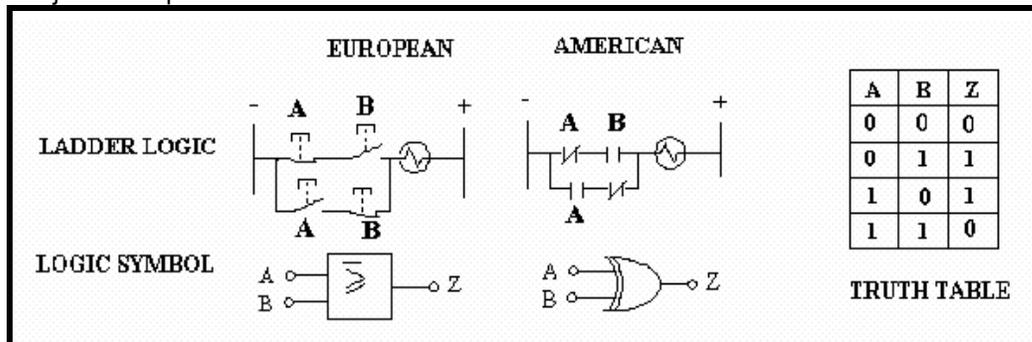


Gambar 16. Rangkaian Listrik logika NOT

Rangkaian tersebut menunjukkan bahwa saklar S1 sebelum ditekan (diaktuasi) adalah dalam kondisi tertutup, kontaktor K1 sudah ON dan mengakibatkan solenoid valve SV1 dialiri arus melalui kontak K1 sehingga bekerja/ON .

d. Fungsi Logika EX-OR

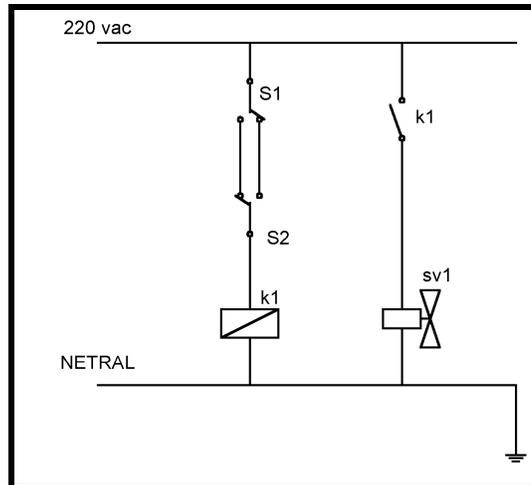
Output dari suatu rangkaian Logika EX-OR akan berada pada keadaan logik 1 (teraktuasi), jika semua inputnya berada pada keadaan logik 0 (tidak diaktuasi). Dan output akan berada pada keadaan logik 0 (tidak teraktuasi) apabila salah satu inputnya pada keadaan logik 1 (teraktuasi). Logika EX-OR ini dapat digambarkan sebagai rangkaian saklar NC (Normally Closed) yang tersambung serl. Dimana beban akan teraktuasi apabila semua saklar input dalam kondisi tidak diaktuasi. Simbol gerbang EX-OR dan logika saklar gerbang EX-OR dapat ditunjukkan seperti berikut :



Gambar 17. Fungsi Logika EXOR

Rangkaian Listrik Gerbang EX-OR

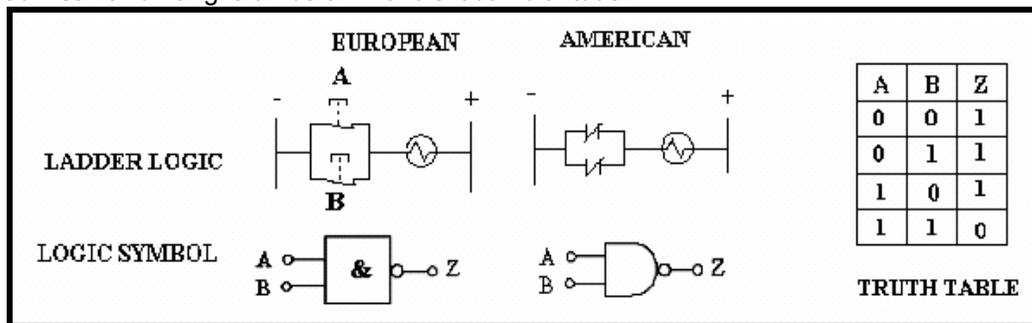
Implementasi gerbang EX-OR pada rangkaian listrik adalah seperti pada gambar di bawah ini, rangkaian disimulasikan sebagai pengontrol solenoid valve (SV1) melalui relai K1. Dengan menggunakan dua buah saklar SPDT (Single Pole Double Through).



Gambar 18. Rangkaian Listrik Logika EX-OR

e. Fungsi Logika NAND

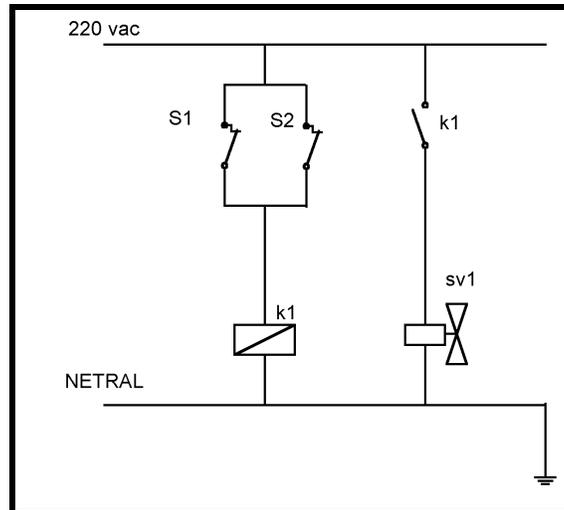
Output dari suatu rangkaian Logika NAND akan berada pada keadaan logik 1 (teraktuasi), jika salah satu atau lebih inputnya berada pada keadaan logik 0 (tidak diaktuasi). Dan output akan berada pada keadaan logik 0 (tidak teraktuasi) apabila semua inputnya pada keadaan logik 1 (teraktuasi). **Logika NAND ini dapat digambarkan sebagai rangkaian saklar NC (Normally Closed) yang tersambung paralel.** Dimana beban akan teraktuasi apabila salah satu atau lebih saklar di rangkaian dalam kondisi tidak diaktuasi.



Gambar 19. Fungsi Logika NAND

Rangkaian Listrik gerbang NAND

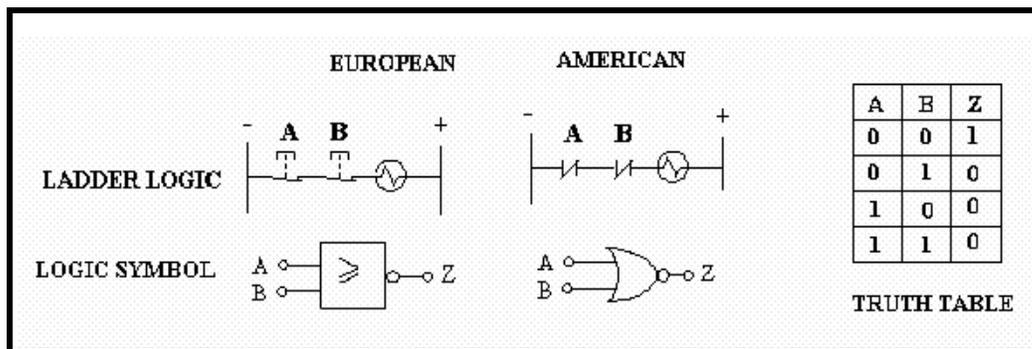
Rangkaian listrik yang menerapkan logika NAND adalah seperti gambar. Dua buah saklar tertutup (NC) S1 dan S2 dipasang secara paralel sehingga mempunyai kombinasi kontaktor K1 akan bekerja /ON apabila salah satu saklar S1 dan S2 tidak diaktuasi/ditekan. Apabila keduanya diaktuasi maka kontaktaktor K1 akan OFF.



Gambar 20. Rangkaian Listrik logika NAND

f. Fungsi Logika NOR

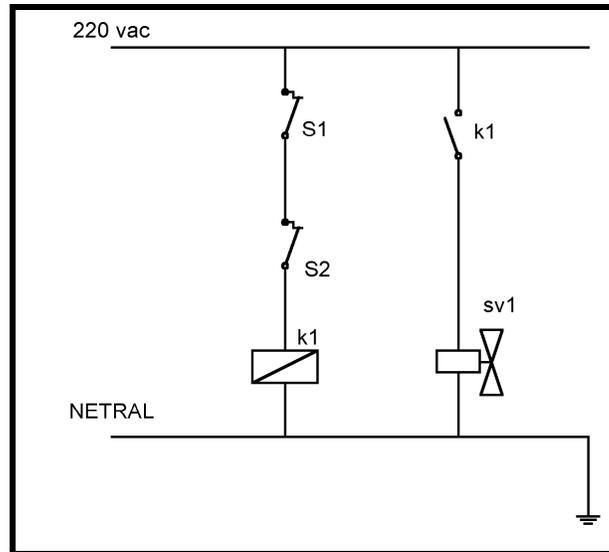
Output dari suatu rangkaian Logika NOR akan berada pada keadaan logik 1 (teraktuasi), jika semua inputnya berada pada keadaan logik 0 (tidak diaktuasi). Dan output akan berada pada keadaan logik 0 (tidak teraktuasi) apabila salah satu inputnya pada keadaan logik 1 (teraktuasi). Logika NOR ini dapat digambarkan sebagai rangkaian saklar NC (Normally Closed) yang tersambung serl. Dimana beban akan teraktuasi apabila semua saklar input dalam kondisi tidak diaktuasi.



Gambar 21. Fungsi Logika NOR

Rangkaian Listrik Gerbang NOR

Implementasi gerbang NOR pada rangkaian listrik adalah seperti pada gambar di bawah ini, rangkaian disimulasikan sebagai pengontrol solenoid valve (SV1), melalui relai K1. Dengan menggunakan dua buah saklar S1 dan S2 NC (Normally Closed) yang terpasang seri.



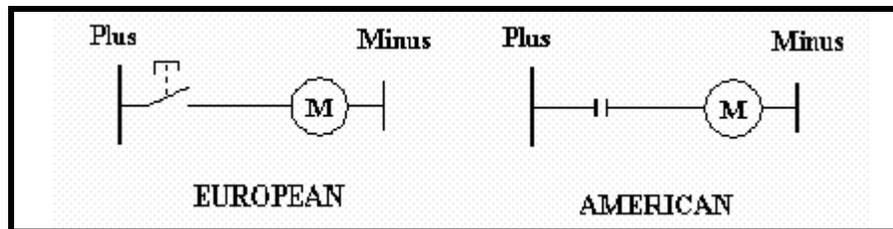
Gambar 22. Rangkaian Listrik Logika NOR

2. LADDER DIAGRAM

Pada kajian diatas telah kita lihat bagaimana rangkaian logika dapat dibuat secara hardware. Program pada PLC mensimulasikan rangkaian hardware tersebut diatas dan menghasilkan hasil yang sama. Elemen Input dan out put adalah hal yang nyata tetapi elemen-elemen tersebut dihubungkan semata-mata untuk simulasi, dan lagi hardware seperti counter, dan timer mungkin ditambahkan untuk menghasilkan output yang diinginkan.

Berikut ini adalah pengantar secara dasar untuk menghidupkan (meng-onkan) sesuatu, rangkaian output harus tersambung diantara plus dan minus (untuk tegangan DC), antara line fasa dan netral (untuk tegangan ac 220) atau antara fasa dan fasa (untuk tegangan ac 380 Volt) pada jalur power pada sistem. Apabila rangkaian terbentang dengan cara seperti ini maka akan menyerupai anak tangga (Rung of a Ladder) , oleh sebab itu dinamakan **Ladder Diagram**.

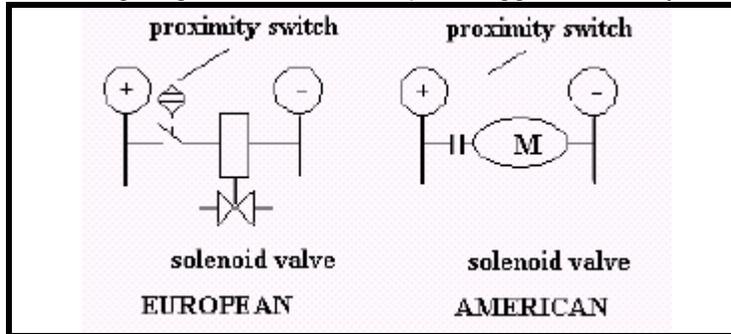
Pada kasus yang sederhana, untuk menghidupkan sebuah motor kita cukup menyambungnya dengan sebuah saklar. Sehingga motor akan hidup apabila saklar kita tekan.



Gambar 23. Ladder diagram menghidupkan motor dengan saklar

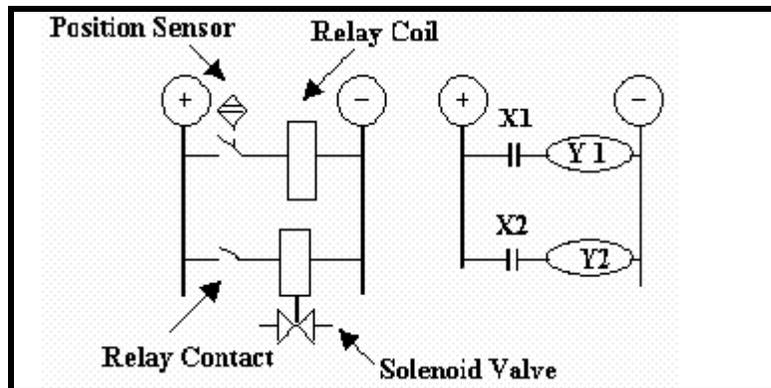
Kita dapat mengganti saklar dengan berbagai macam elemen input yang lain seperti misal sensor switch (saklar sensor), proximity switch, limit switch, foto sensor dll. untuk menghidupkan elemen out put (motors, relays, lamps dll.). Ladder Diagram yang memakai simbol standard eropa menunjukkan informasi yang lebih banyak tentang tipe dari elemen input/output dan ini digunakan secara luas untuk rangkaian hardware atau dipakai pada rangkaian listrik (electrical circuit). Tapi ini tidak penting untuk pemrograman PLC sebab standard Amerika secara luas dipakai dalam pemrograman PLC. Gambar berikut menunjukkan contoh-contoh rangkaian listrik dan ladder diagram.

Pengoperasian secara langsung solenoid valve tanpa menggunakan relay.



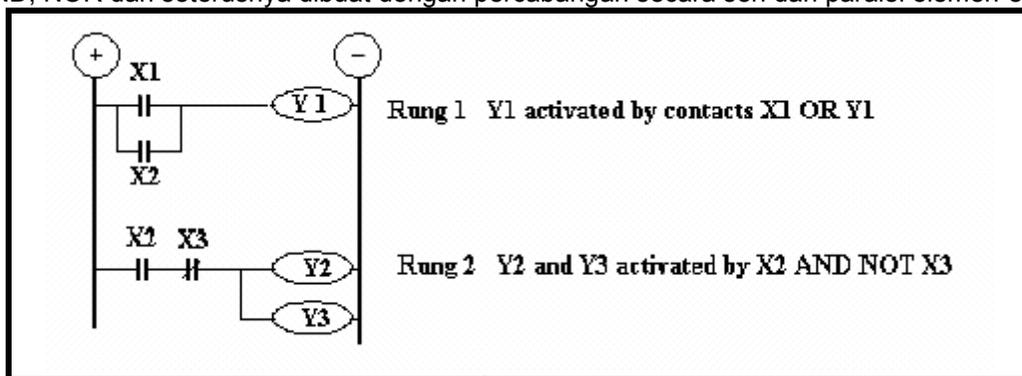
Gambar 24. Pengoperasian solenoid Valve melalui sensor proximity

Sedangkan gambar berikut menunjukkan solenoid valve yang dioperasikan melalui relay, relay dioperasikan oleh sensor posisi. Sensor mungkin terhubung secara terbuka (Normally Open/NO) atau tertutup (Normally Closed/NC). Identitas X dan Y dibutuhkan untuk label elemen input dan output.



Gambar 25. Pengoperasian solenoid valve melalui relay

Sebuah Ladder Diagram mungkin mempunyai banyak rangkaian yang dihubungkan antara jalur power dan menyerupai **tangga (ladder)** dengan beberapa **anak tangga (rung)**. Rung harus diberi nomor. Elemen-elemen yang sama dapat terlihat di beberapa rung. Fungsi Logika AND, OR, NAND, NOR dan seterusnya dibuat dengan percabangan secara seri dan paralel elemen-elemen.

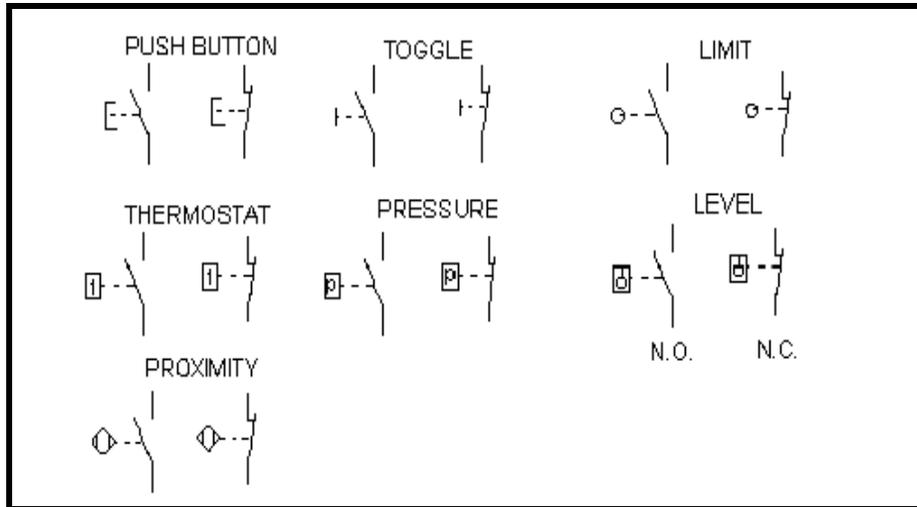


Gambar 26. Ladder Diagram sederhana

Dari kajian tersebut dapat kita katakan bahwa Diagram Ladder menggambarkan program dalam bentuk grafik. Diagram ini dikembangkan dari kontak-kontak relay yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik. Di dalam diagram ladder ini terdapat dua buah garis vertikal dimana garis vertikal sebelah kiri dihubungkan dengan sumber positif dan garis sebelah kanan dihubungkan dengan sumber negatif. Diantara dua garis ini dipasang kontak-kontak yang

menggambarkan kontrol dari switch, sensor atau output. Satu baris dari diagram disebut dengan satu RUNG.

Berikut ini berbagai macam Simbol saklar dan bermacam sensor yang sering dipakai pada electrical diagram :



Gambar 27 Simbol macam-macam saklar dan sensor

Simbol standard amerika secara luas digunakan dan simbol-simbol standard Amerika tidak memperlihatkan bentuk dari peralatan input dan output. Secara sederhana simbol tersebut menggambarkan hubungan kontak terbuka (NO / Normally Open) atau hubungan kontak tertutup (NC /Normally Closed) demikian pula dengan peralatan output. Berikut ini simbol-simbol ladder diagram standard Amerika.

SYMBOL	DESCRIPTION
	Normally Open Contact
	Normally Closed Contact
	Several ways of showing output elements

Gambar 28 Simbol ladder Diagram Standard Amerika

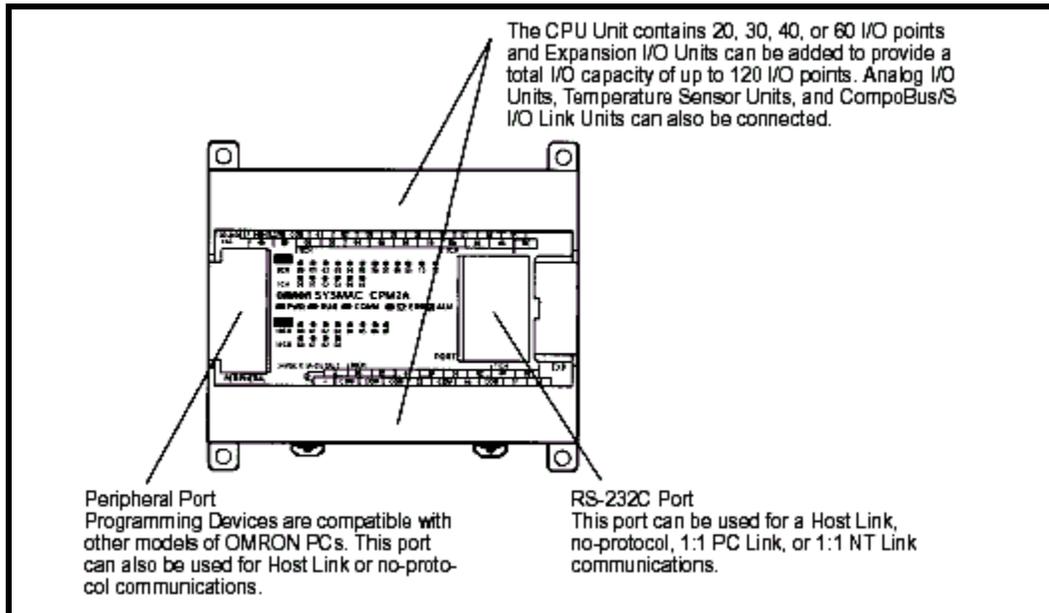
C. PLC OMRON CPM2A

1. Fitur dan Fungsi CPM2A

a. Fitur CPM2A

Cpm2A PCs menyertakan berbagai fitur di dalam suatu Unit ringkas, Termasuk kontrol pulsa sinkronisasi , masukan interupsi, keluaran pulsa, setting analog, dan fungsi clock. Juga, unit CPU CPM2A adalah suatu Unit berdiri sendiri yang mampu menangani suatu jangkauan luas aplikasi pengendalian mesin, maka penggunaan CPM2A adalah ideal untuk dirakit dalam satu unit di dalam peralatan kontrol. Komplemen fungsi komunikasi yang penuh menyediakan komunikasi dengan komputer pribadi, di hubungkan dengan PLC lain dari OMRON dan OMRON

Terminal Programmable. Kemampuan Komunikasi ini mengijinkan pemakai untuk mendisain suatu perangkat yang murah.



Gambar 53. Fitur PLC OMRON CPM2A

b. Fungsi Dasar

Variasi Unit CPU :

Cpm2A PCs adalah one-piece PCs dengan 20, 30, 40, atau 60 built-in terminal I/O. Ada 3 jenis keluaran tersedia (keluaran relay, keluaran transistor, dan sourcing keluaran transistor) dan 2 jenis power tersedia (100/240 VAC atau 24 VDC).

Expansion I/O Units :

Unit Expansion I/O yang dapat dihubungkan kepada Unit CPU untuk meningkat PC's kapasitas I/O pada maksimum 120 poin-poin I/O adalah 3 unit expansion I/O. Ada 3 jenis Unit I/O expansion tersedia: 20-point Unit I/O, 8-point Unit Masukan, dan 8-point Unit Keluaran. Kapasitas I/O yang maksimum 120 poin-poin I/O dicapai dengan menghubungkan tiga 20-point Unit I/O pada Unit CPU dengan 60 built-in terminal I/O.

Analog I/O Units :

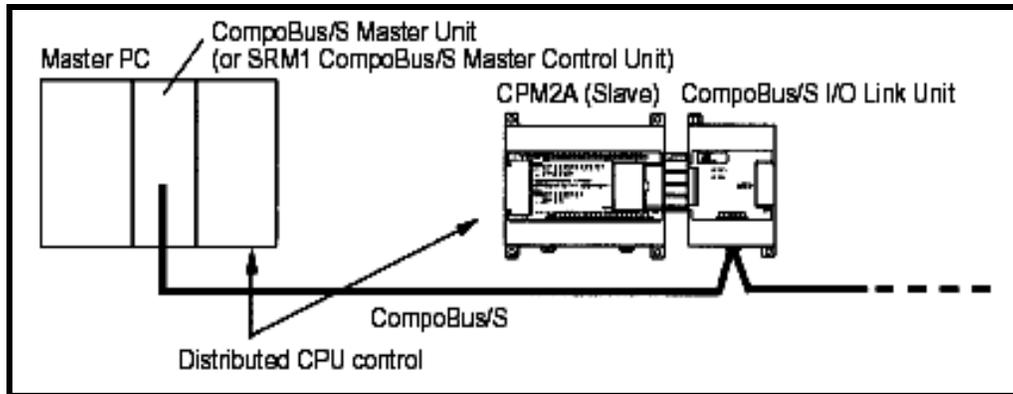
3 Unit I/O analog dapat dihubungkan untuk menyediakan keluaran dan masukan analog. Masing-Masing Unit menyediakan 2 masukan analog dan 1 keluaran analog, maka maksimum 6 masukan analog dan 3 keluaran analog dapat dicapai dengan menghubungkan 3 Unit I/O analog. (Kendali waktu Proporsional dapat dilakukan dengan kombinasi I/O analog menunjuk dengan instruksi PID(—) dan PWM(—).)• Cakupan Masukan analog dapat mulai 0 sampai 10 VDC, 1 sampai 5 VDC, atau 4 sampai 20 mA dengan suatu resolusi 1/256. (Fungsi Pendeteksian Sirkuit terbuka dapat digunakan dengan setting 5 VDC dan 4 sampai 20 mA.)• Cakupan Keluaran analog dapat diset mulai 0 sampai 10 VDC, – 10 sampai 10 VDC, atau 4 sampai 20 mA dengan suatu resolusi

Temperatur Sensor Units :

Suatu Unit Sensor Temperatur dapat dihubungkan untuk menyediakan 6 masukan temperatur sensor, seperti thermocouples atau termometer Resistansi platina. Instruksi PID(—) dapat digunakan dengan Unit Sensor Temperatur untuk memudahkan memonitor temperatur.

CompoBus/S I/O Link Units :

CompoBus/S Unit Links i I/O dapat dihubungkan untuk membuat CPM2A prangkat slave (client) dalam suatu jaringan CompoBus/S. Unit Link I/O mempunyai 8 bit masukan (internal) dan 8 bit keluaran (internal). Jaringan Compobus/S menyediakan kendali CPU terdistribusi.



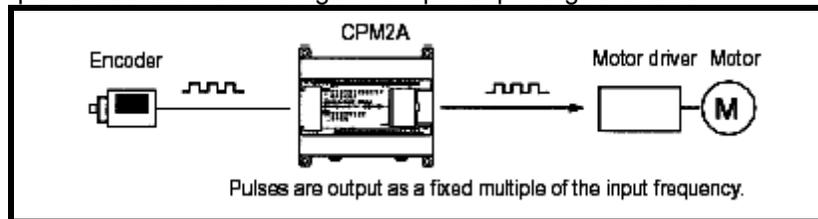
Gambar 54. Compo Bus I/O Link

Share Programming Device :

Dengan peralatan pemrograman yang sama seperti Programming Consoles dan Software pemrograman dapat digunakan untuk PLC type C200H, C200HS, C200HX/HG/HE, CQM1, CPM1, CPM1A, CPM2C, and SRM1 (-V2) PCs,

Built-in Motor Control Capability :

Kontrol Pulsa sinkronisasi menyediakan cara yang mudah untuk operasi sinkronisasi dari suatu bagian peralatan periperil dengan peralatan utama. Frekwensi pulsa keluaran dapat dikontrol oleh beberapa frekwensi pulsa masukan, memungkinkan kecepatan dari bagian perangkat periperil dapat disinkronisasikan dengan kecepatan perangkat utama



Gambar 55. Kemampuan untuk mengendalikan motor

High-speed Counters and Interrupts :

Cpm2A mempunyai lima masukan konter kecepatan tinggi. satu masukan konter kecepatan tinggi mempunyai frekwensi tanggapan 20 kHz/5 kHz dan empat masukan interupsi (dalam mode counter) mempunyai frekwensi tanggapan 2 kHz. konter dengan kecepatan tinggi dapat digunakan oleh masing-masing empat mode masukan: mode phase diferensial (5 kHz), mode masukan pulsa plus direction (20 kHz), mode pulsa up/down (20 kHz), atau mode increment (20 kHz). interupsi dapat dipicu ketika hitungan sudah sesuai dengan set value atau masuk pada range yang ditetapkan. Masukan interupsi (mode counter) dapat dapat digunakan untuk menambah konter atau mengurangi konter (2 kHz) dan memicu suatu interupsi.

Kendali Posisi yang mudah dengan pulsa keluaran, hanya untuk PLC dengan output Transistor :

CPM2A dengan output transistor mempunyai dua output yang dapat menghasilkan pulsa 10 Hz sampai 10 KHz (output single phase) range Ketika menggunakan pulsa output single phase dapat menghasilkan keluaran dengan jangkah frekwensi 10 Hz sampai dengan 10 KHz dengan duty ratio yang tetap atau 0,1 - 999,9 Hz dengan variabel duty ratio (0 - 100% duty ratio). Ketika menggunakan keluaran pulsa plus direction atau pulsa up/down , hanya dapat mengeluarkan satu output dengan jangkah frekwensi 10 Hz sampai dengan 10 KHz.

High-speed Input Capabilities for Machine Control

High-speed Interrupt Input Function

Ada empat masukan menggunakan untuk masukan interupsi (yang bersama dengan quick-response masuk dan masukan interupsi di dalam mode counter) dengan minimum lebar isyarat

masukannya 50 mS dan menanggapi waktu 0.3 m. Ketika suatu masukan interupsi aktif /ON, program utama dihentikan dan program interupsi dieksekusi.

Quick-response Input Function :

Ada empat masukan menggunakan untuk quick-response masukan (yang bersama dengan masukan interupsi dan masukan interupsi dalam mode counter) yang dapat dipercaya untuk membaca isyarat masukan dengan suatu lebar isyarat sependek 50 mS

Stabilizing Input Filter Function :

Tetapan-Waktu Masukan untuk semua masukan dapat mulai 1 mS, 2 mS, 3 mS, 5 mS, 10 mS, 20 mS, 40 mS, atau 80 mS. Noise dapat dikurangi dengan terus menambah tetapan-waktu masukan

Fungsi -fungsi yang lain :

Interval Timer Interrupts

Pengatur waktu Interval dapat di-set antara 0.5 dan 319,968 mS dan dapat diset menghasilkan hanya satu interupsi (mode one-shot) atau interupsi berkala (mode interupsi yang dijadwalkan).

Analog Settings

Ada dua kendali pada Unit CPU yang dapat diarahkan ke perubahan setting analog (0 sampai 200 BCD) di dalam IR 250 dan IR 251. Kendali ini dapat digunakan dengan mudah untuk merubah atau fine-tune setting mesin.

Calendar/Clock

Built-In clock (Ketelitian di dalam 1 minute/bulan) dapat dibaca dari program untuk menunjukkan tahun berjalan , bulan, hari, hari minggu, dan waktu. Jam dapat di-set dari suatu alat pemrogram (seperti Programming console) atau waktunya dapat disesuaikan dengan membulatkan hingga ke menit yang paling dekat.

Long-term Timer

TIML(—) adalah suatu pengatur waktu jangka panjang yang mengakomodasi nilai-nilai di-set sampai 99,990 detik 27 jam, 46 menit, 30 detik .Ketika dikombinasikan dengan detik ke instruksi konversi JAM (HMS(—)), pengatur waktu yang jangka panjang menyediakan suatu cara mudah untuk mengendalikan peralatan skeduling.

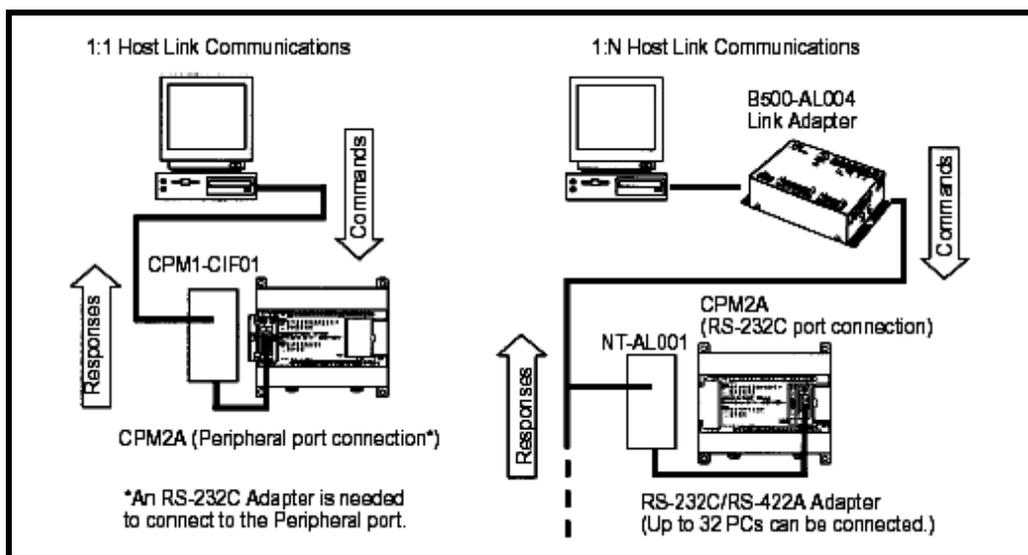
Analog PID Control :

Instruksi PID (—) dapat digunakan dengan unit analog I/O untuk mengendalikan analog I/O

Kemampuan komunikasi yang komplit :

Host Link :

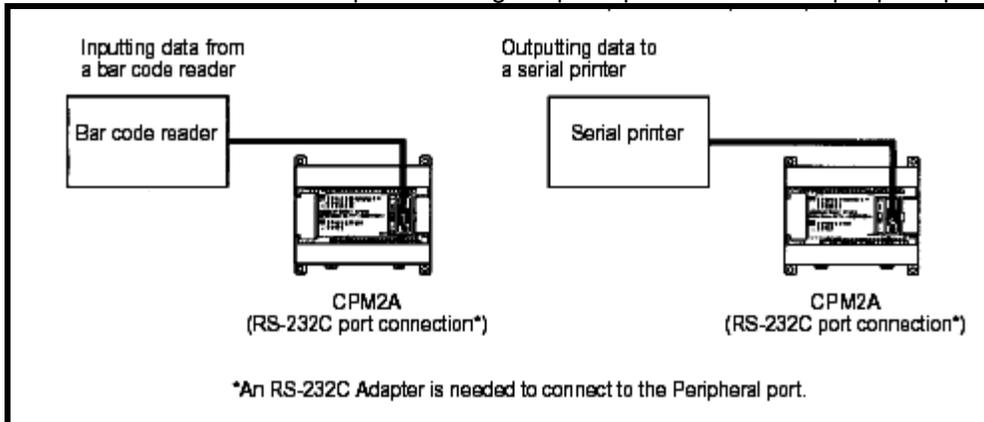
Koneksi Host Link dapat dibuat melalui RS232 Port atau Port periperal komputer atau Programmable Terminal (hanya untuk 1:1 komunikasi) yang dihubungkan dalam mode host link dapat digunakan untuk operasi seperti membaca/menulis data didalam memori PLC atau membaca/merubah mode operasi PLC.



Gambar_56. Host Link Communication

No Protocol Communication :

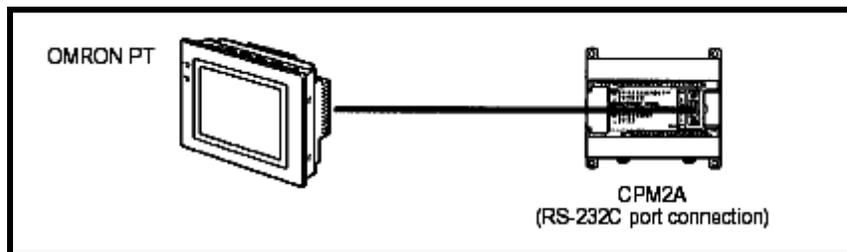
Perintah TXD (48) dan RXD (47) dapat digunakan pada mode no protocol untuk merubah data dengan peralatan serial standard. Misal data dapat diterima dari bar code reader atau dikirim ke printer serial. Peralatan serial dapat dihubungkan pada port RS-232 atau periperal port.



Gambar 57. No protocol Communication

High-speed 1:1 NT Link Communications :

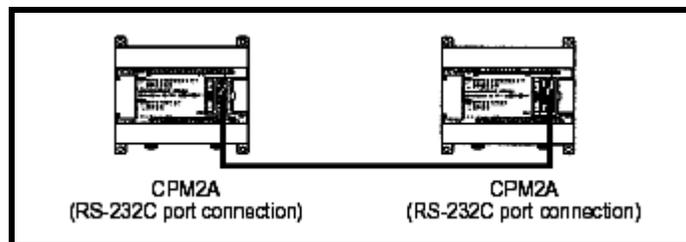
Pada 1:1 NT Link Programmable Terminal (PT) OMRON dapat dihubungkan secara langsung pada PLC CPM2A. Programmable Terminal harus dikoneksikan pada port RS232, Programmable Terminal tidak dapat dikoneksikan melalui periperal port.



Gambar 58. Koneksi Programmable Terminal dengan CPM2A

One-to-one PC Link :

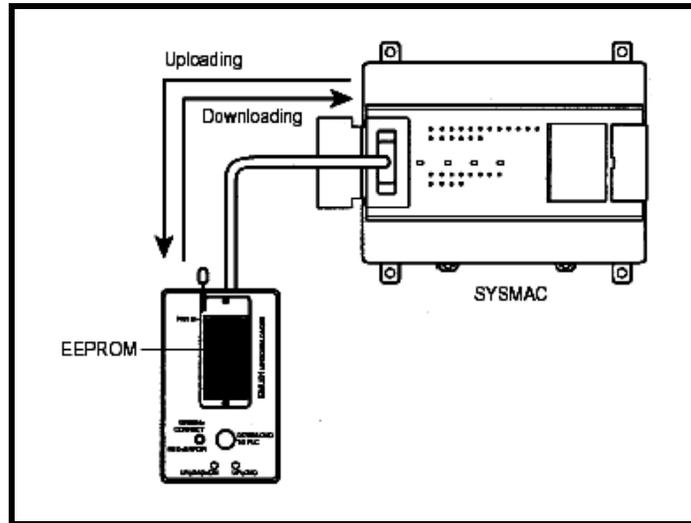
PLC CPM2A dapat di sambung secara langsung pada CPM2A yang lain, CQM1, CPM1A, CPM2C, SRM1(V2) atau C200HS atau C200HX/HG/HE. Koneksi 1:1 PLC mengijinkan koneksi hubungan data secara langsung. PLC harus dikoneksikan melalui port RS232C, koneksi tidak dapat dilakukan melalui periperal port.



Gambar 59. Koneksi 1:1 PLC

Expansion Memory Unit :

Unit Expansion memori CPM1-EMU01-V1 adalah program loader untuk ukuran kecil atau mikro PLC. Menggunakan CPM1-EMU01-V1 dapat memindahkan user program dan data memori ditempat dengan cara yang sederhana



Gambar 60. Unit Ekspansi Memori

c. Gambaran Fungsi CPM2A

Main function	Variations/Details	
Interrupts	Interrupt inputs 4 inputs, see note 1. Response time: 0.3 ms	
	Interval timer interrupts 1 input Set value: 0.5 to 319,968 ms Precision: 0.1 ms	Scheduled interrupts One-shot interrupt
High-speed counters	High-speed counter 1 input, see note 2. Differential phase mode (5 kHz) Pulse plus direction input mode (20 kHz) Up/down input mode (20 kHz) Increment mode (20 kHz)	No interrupt Count-check interrupt (An interrupt can be generated when the count equals the set value or the count lies within a preset range.)
	Interrupt inputs (counter mode) 4 inputs, see note 1. Incrementing counter (2 kHz) Decrementing counter (2 kHz)	No interrupt Count-up interrupt
Pulse outputs	2 outputs: Single-phase pulse output without acceleration/deceleration (See note 3.) 10 Hz to 10 kHz 2 outputs: Variable duty ratio pulse output (See note 3.) 0.1 to 999.9 Hz, duty ratio 0 to 100% 1 output: Pulse output with trapezoidal acceleration/deceleration (See note 3.) Pulse plus direction output, up/down pulse output, 10 Hz to 10 kHz	
Synchronized pulse control	1 point, see notes 2 and 3. Input frequency range: 10 to 500 Hz, 20 Hz to 1 kHz, or 300 Hz to 20 kHz Output frequency range: 10 Hz to 10 kHz	
Quick-response input	4 inputs, see note 1. Minimum input signal width: 50 μs	
Analog settings	2 controls (setting ranges: 0 to 200 BCD)	
Input time constant	Determines the input time constant for all inputs. (Settings: 1, 2, 3, 5, 10, 20, 40, or 80 ms)	
Calendar/Clock	Shows the current year, month, day of the week, day of the month, hour, minute, and second.	
Expansion Unit functions	Analog I/O Unit functions (CPM1A-MAD01) Two analog inputs: input range 0 to 10 V, 1 to 5 V, or 4 to 20 mA One analog output: output range 0 to 10 V, -10 to 10 V, or 4 to 20 mA	
	Temperature Sensor Unit functions Thermocouple input (CPM1A-TS001/002; 2/4 input points): K: -200.0° to 1,300.0°C (-300.0° to 2,300.0°F) 0.0° to 500.0°C (0.0° to 900.0°F) J: -100.0° to 850.0°C (-100.0° to 1,500.0°F) 0.0° to 400.0°C (0.0° to 750.0°F) Platinum resistance thermometer input (CPM1A-TS101/102; 2/4 input points): Pt100: -200.0° to 650.0°C (-300.0° to 1,200.0°F) JPt100: -200.0° to 650.0°C (-300.0° to 1,200.0°F)	
	CompoBus/S Slave functions (CPM1A-SRT21) Exchanges 8 input bits and 8 output bits of data with the Master Unit.	

Note :

1. These four inputs are shared by interrupt inputs, interrupt inputs in counter mode, and quick-response inputs, but each input can be used for only onepurpose.
2. This input is shared by the high-speed counter and synchronized pulse control functions.
3. This output is shared by the pulse output and synchronized pulse control functions. These functions can be used with transistor outputs only.

2. Mode Operasi

Unit CPU CPM2A mempunyai 3 mode operasi : PROGRAM, MONITOR, dan RUN

a. MODE PROGRAM

Program tidak dapat dieksekusi pada mode PROGRAM. Mode ini digunakan untuk melaksanakan operasi berikut dalam mempersiapkan pelaksanaan program

- Merubah inisial/parameter operasi seperti dalam PLC setup
- Menulis, mentranfer, atau mengecek program

- Mengecek pengkabelan dengan force setting dan force resetting bit-bit I/O.

b. MODE MONITOR

Program dieksekusi dalam mode MONITOR dan mengikuti operasi-operasi dapat dilaksanakan dari peralatan pemrograman. Secara umum mode MONITOR digunakan untuk debug program, test operasi dan melakukan pengaturan.

- Online editing
- Monitoring I/O memory selama operation
- Force-setting/force-resetting I/O bits, merubah set values, dan merubah isi saat ini selama operasi.

c. MODE RUN

Program dieksekusi pada kecepatan normal dalam mode operasi RUN seperti online editing , force-setting/force-resetting I/O bits, dan merubah set values/present values tidak dapat dilaksanakan pada mode RUN , tetapi status dari I/O bits dapat di monitor.

3. Spesifikasi Umum dari Unit CPU.

Item		CPU Units with 20 I/O points	CPU Units with 30 I/O points	CPU Units with 40 I/O points	CPU Units with 60 I/O points
Supply voltage	AC power	100 to 240 VAC, 50/60 Hz			
	DC power	24 VDC			
Operating voltage range	AC power	85 to 264 VAC			
	DC power	20.4 to 26.4 VDC			
Power consumption	AC power	60 VA max.			
	DC power	20 W max.			
Inrush current	AC power	60 A max.			
	DC power	20 A max.			
External power supply (AC power supplies only)	Supply voltage	24 VDC			
	Output capacity	300 mA: Use for input devices only. Cannot be used to drive outputs. (When the external power supply provides an overcurrent or is short circuited, the external power supply voltage will drop and PC operation will stop.)			
Insulation resistance		20 MΩ min. (at 500 VDC) between the external AC terminals and protective earth terminals			
Dielectric strength		2,300 VAC 50/60 Hz for 1 min between the external AC and protective earth terminals, leakage current: 10 mA max.			
Noise immunity		Conforms to IEC6100-4-4; 2 kV (power lines)			
Vibration resistance		10 to 57 Hz, 0.075-mm amplitude, 57 to 150 Hz, acceleration: 9.8 m/s ² in X, Y, and Z directions for 80 minutes each (Time coefficient; 8 minutes × coefficient factor 10 = total time 80 minutes)			
Shock resistance		147 m/s ² three times each in X, Y, and Z directions			
Ambient temperature		Operating: 0° to 55°C Storage: -20° to 75°C			
Humidity		10% to 90% (with no condensation)			
Atmosphere		Must be free from corrosive gas			
Terminal screw size		M3			
Power interrupt time		AC power supply: 10 ms min. DC power supply: 2 ms min. (A power interruption occurs if power falls below 85% of the rated voltage for longer than the power interrupt time.)			
CPU Unit weight	AC power	650 g max.	700 g max.	800 g max.	1,000 g max.
	DC power	550 g max.	600 g max.	700 g max.	900 g max.
Expansion I/O Unit weight		Units with 20 I/O points: 300 g max. Units with 8 output points: 250 g max. Units with 8 input points: 200 g max.			
Expansion Unit weight		Analog I/O Units: 150 g max. Temperature Sensor Units: 250 g max. CompoBus/S I/O Link Units: 200 g max.			

4. Persiapan untuk mengoperasikan CPM2A

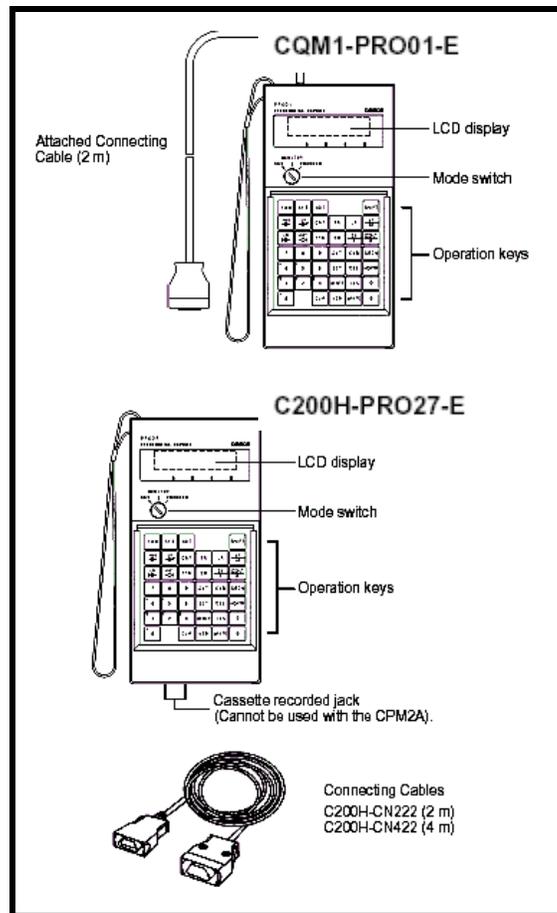
Ikuti langkah-langkah berikut untuk mengoperasikan sistem CPM2A.

- a. Disain Sistem
 - Pilih Unit CPU CPM2A, Unit Expansion dan Unit Expansion I/O Units dengan spesifikasi yang dibutuhkan sistem kontrol
 - Disain external fail-safe circuits seperti interlock circuits dan limit circuits.
- b. Instalasi
 - Install Unit CPU . (Surface-mount or DIN-track installation).
 - Install Unit Expansion dan Unit Expansion I/O
- c. Wiring (Pengkabelan)
 - Sambung power supply dan peralatan I/O dengan kabel
 - Hubungkan peralatan komunikasi jika diperlukan.
 - Koneksikan dengan Programming Console untuk pemrograman.
- d. Setting Inisial
 - OFF-kan saklar Unit komunikasi CPU jika perlu
 - (ketika saklar OFF, komunikasi dengan peralatan selain programming console di perintah oleh settings didalam PLC Setup.)
 - Koneksikan Programming Console, set saklar mode pada mode PROGRAM dan ON-kan PLC.
 - Check LED indikator pada Unit CPU dan display pada Programming Console's.
 - bersihkan PLC's memori. (All Clear)
 - Setting PLC Setup .
- e. Buat Ladder Program
 - Membuat ladder program untuk mengontrol sebuah sistem
- f. Tulis Ladder Program didalam PLC
 - Tulis ladder program didalam PLC dengan Programming Console
 - Transfer program ke PLC dari software yang disediakan (CX programmer, Syswin) apabila menggunakan personal komputer.
- g. Test Run
 - Check I/O wiring dalam mode PROGRAM.
 - Check dan debug program execution dalam mode MONITOR.

D. PROGRAMMING DEVICES (Perangkat Pemrograman)

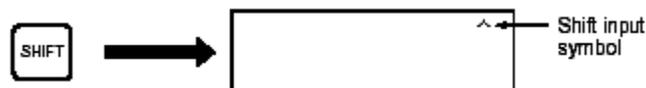
1. Programming Console

Ada dua Programming console yang dapat dikoneksikan dengan PLC CPM2A yaitu CQM1-PRO01-E dan C200H-PRO27-E. Fungsi-fungsi tombol dari Programming Console semuanya identik .Press dan hold tombol Shift untuk memasukkan huruf yang ditunjukkan di pojok kiri atas dari tombol atau fungsi atas dari tombol yang mempunyai dua fungsi. Misal pada CQM1-PRO01-E's tombol AR/HR dapat di pilih tombol AR atau HR, bila ingin memilih tombol AR maka tekan tombol shift dan tekan tombol AR/HR untuk memilih tombol AR.

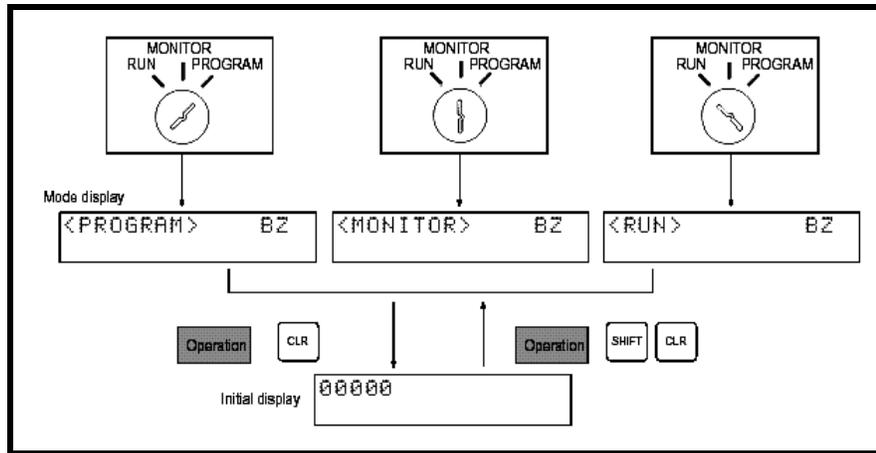


Gambar 61. Programming Console dan kabel koneksi

Simbol tombol Shift akan ditampilkan pada pojok kanan atas di layar ketika tombol shift ditekan. Masukan tombol shift dapat dihapus dengan menekan kembali tombol shift.



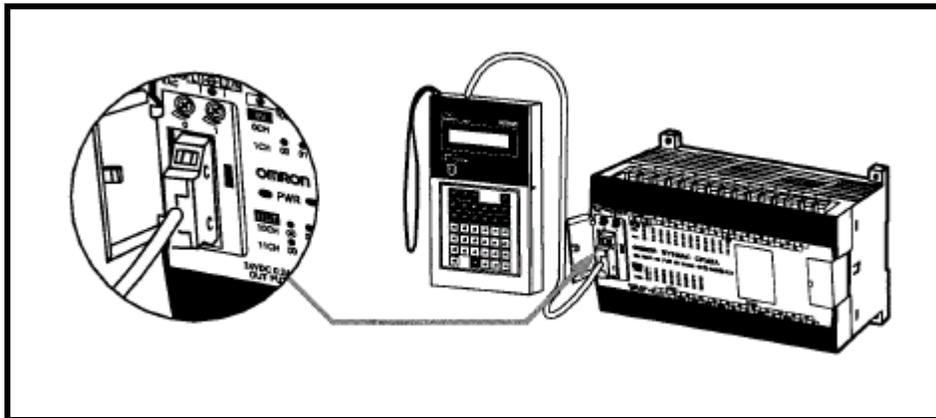
- a. Mengubah mode CPM2A dengan saklar mode operasi
 - Sekali Programming Console dikoneksikan saklar mode dapat digunakan untuk mengubah mode operasi CPM2A. display mode (<PROGRAM>, <MONITOR>, atau <RUN>) akan ditampilkan dilayar Programming Console
 - tidak ada tombol , operasi yang dapat dilaksanakan selama display mode ditampilkan pada layar Programming Console . Tekan CLR untuk membersihkan display sehingga tombol-tombol dapat di laksanakan.
 - Jika tombol SHIFT ditekan selama saklar mode di putar , displai awal tetap tampil pada layar Programming Console dan display mode tidak akan ditampilkan.
 - CPM2A secara otomatis akan masuk pada mode RUN jika Programming Console tidak dihubungkan ketika CPM2A di-on-kan.



Gambar 62 Mengubah mode operasi PLC CPM2A

b. Menghubungkan Programming Console.

Hubungkan programming Console pada CPM2A melalui kabel koneksi yang ada di Programming Console dan Periperal Port pada CPM2A.



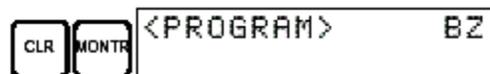
Gambar 63 Menghubungkan Programming Console pada CPM2A

c. Contoh Pemrograman dengan Programming Console

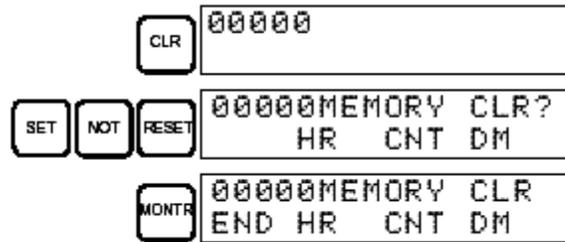
- 1) Set saklar Mode Programming Consoles pada mode PROGRAM dan on-kan power supply CPM2A. tampilan masukan password akan ditampilkan pada Programming Console



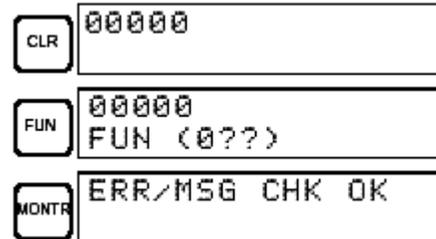
- 2) Masukkan Password dengan menekan tombol CLR dan kemudian tombol MONTR.



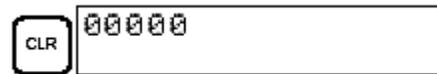
- 3) Bersihkan memori CPM2A dengan menekan tombol CLR, SET, NOT, RESET dan kemudian tombol MONTR. Tekan tombol CLR beberapa kali jika ada tampilan memori error



- 4) Tampilan pesan kesalahan dengan menekan tombol CLR, FUN MONTR dan lanjutkan menekan tombol MONTR samapi semua pesan kesalahan dihapus



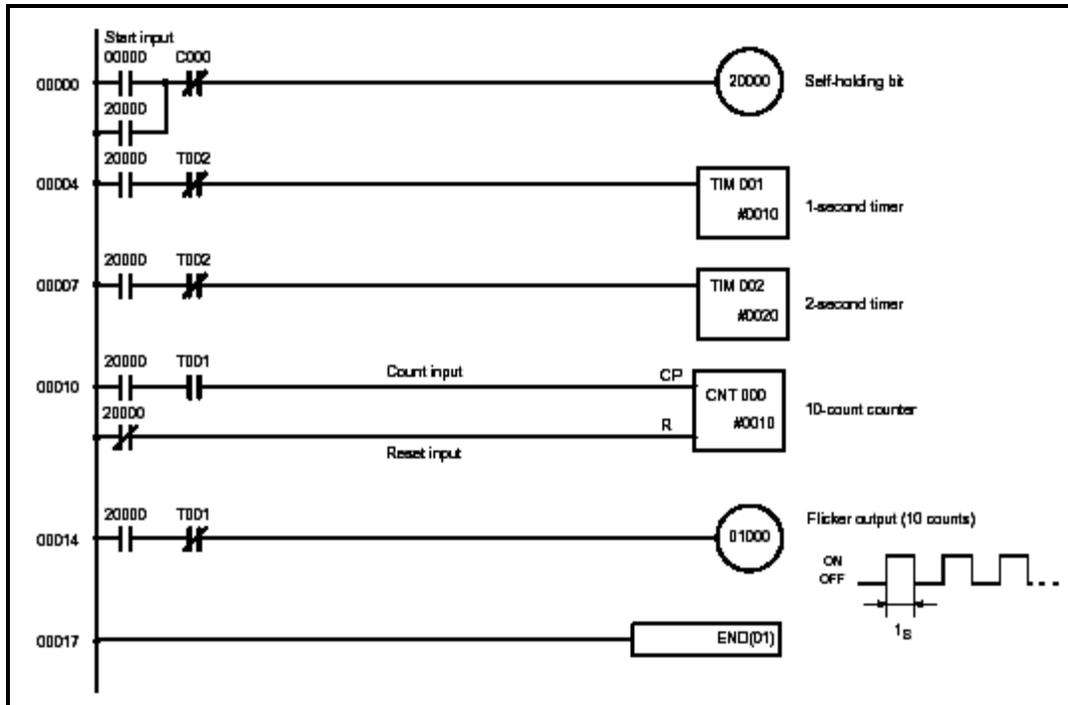
- 5) Tekan tombol CLR untuk membawa pada tampilan inisial pemrograman yaitu alamat program 00000. Dan program baru dapat mulai dibuat pada point ini.



Caution Check the system thoroughly before starting or stopping the CPM2A to prevent any accidents that might occur when the program is first started.

d. Contoh Program

Ladder program berikut akan digunakan untuk mendemonstrasikan bagaimana menulis program dengan Programming Console. program ini membuat output IR 01000 flicker ON/OFF (satu detik ON, satu detik OFF) 9 kali setelah input IR 00000 di ON-kan. Berikut ini adalah Ladder Diagram yang akan kita masukkan pada CPM2A melalui Programming Console.



Gambar 64 Diagram Ladder tampilan flicker (tampilan berkedip)

Dari diagram Lader tersebut kemudian kita ubah menjadi perintah mneumonic. Daftar mnemonic untuk contoh program diatas ditunjukkan oleh tabel berikut. Untuk menyusun daftar mnemonic tersebut diperlukan daftar instruksi CPM2A, daftar tersebut ada pada lampiran diktat ini. Langkah-langkah yang dibutuhkan untuk memasukkan program dari Programming Console dijelaskan pada prosedur pemrograman.

Address	Instruction	Data	Programming example procedures in 4-5-3 Programming Procedures
00000	LD	00000	(1) Self-holding bit
00001	OR	20000	
00002	AND NOT	C 000	
00003	OUT	20000	
00004	LD	20000	(2) 1-second timer
00005	AND NOT	T 002	
00006	TIM	001 # 0010	
00007	LD	20000	(3) 2-second timer
00008	AND NOT	T 002	
00009	TIM	002 # 0020	
00010	LD	20000	(4) 10-count counter
00011	AND	T 001	
00012	LD NOT	20000	
00013	CNT	000 # 0010	
00014	LD	20000	(5) Flicker output (10 counts)
00015	AND NOT	T 001	
00016	OUT	01000	
00017	END (01)	—	(6) END(01) instruction

Gambar 65. Perintah Mneumonic yang sesuai diagram ladder.

- e. Prosedur Pemrograman
 contoh program ini akan ditulis pada CPM2A sesuai dengan daftar mnemonic gambar 65 .
 prosedur dilaksanakan mulai tampilan awal (membersihkan memori sebelum memasukkan
 program baru.)

Langkah pertama :

Memasukkan self holding bit

- 1) Masukan kondisi normally open IR 00000.

LD	00000	
+	LD	00000
WRITE	00001READ	
	NOP (000)	

- 2) masukan kondisi OR IR 20000

OR	C 2	A 0	A 0	A 0	A 0	00001	
-						OR	20000
WRITE	00002READ						
	NOP (000)						

- 3) Masukan kondisi normally closed AND CNT 000.
 (tidak perlu memasukkan data nol (000))

AND	NOT	CNT	00002	
+			AND NOT CNT 000	
WRITE	00003READ			
	NOP (000)			

- 4) Memasukkan perintah OUT IR 20000.

OUT	C 2	A 0	A 0	A 0	A 0	00003	
						OUT	20000
WRITE	00004READ						
	NOP (000)						

Langkah ke dua :

Memasukkan Timer satu detik

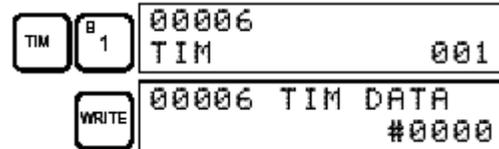
- 1) Memasukkan kondisi normally open IR 20000.

LD	C 2	A 0	A 0	A 0	A 0	00004	
+						LD	20000
WRITE	00005READ						
	NOP (000)						

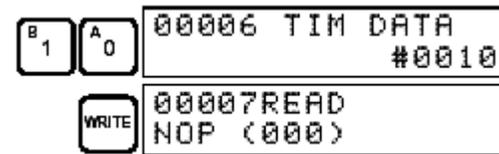
- 2) Memasukkan kondisi normally closed AND T002.
 (It isn't necessary to input leading zeroes.)

AND	NOT	TIM	C 2	00005	
+				AND NOT TIM 002	
WRITE	00006READ				
	NOP (000)				

3) Memasukkan timer 1 detik T001.



4) Memasukkan SV untuk T001 (#0010 = 1.0 s).



Langkah ke tiga :

Memasukkan timer dua detik

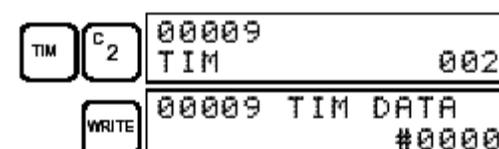
1) Masukkan kondisi normally open IR 20000



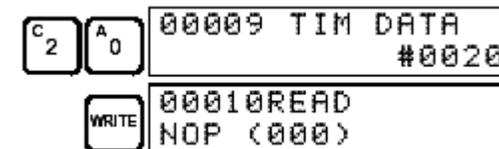
2) Masukkan normally closed AND T002.
(It isn't necessary to input leading zeroes.)



3) Masukkan timerr 2 detik T002.



4) Masukkan SV untuk T002 (#0020 = 2.0 s).



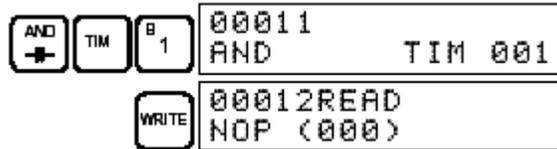
Langkah ke empat :

Memasukkan counter 10

1) Masukkan kondisi normally open IR 20000



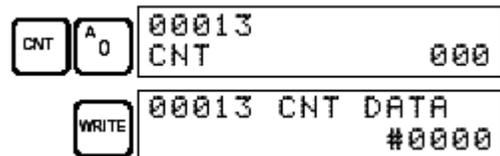
2) Memasukkan kondisi normally open AND T001.
(It isn't necessary to input leading zeroes.)



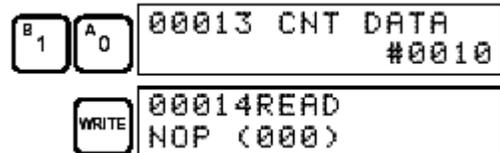
3) Masukkan kondisi normally closed IR 20000.



4) Masukkan counter 000



5) Masukkan SV untuk counter 000 (#0010 = 10 counts).



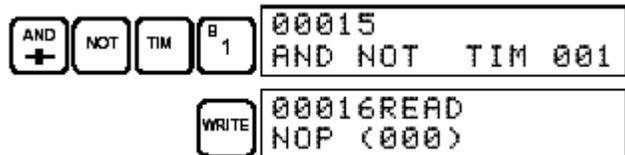
Langkah ke lima :

Memasukkan Flicker Output

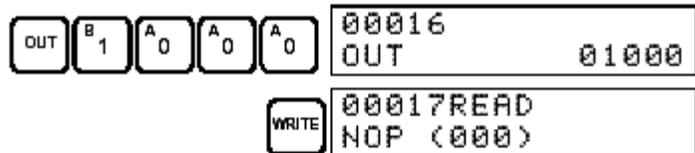
1) Masukkan kondisi normally open IR 20000



2) Masukkan kondisi normally closed AND T001.
(It isn't necessary to input leading zeroes.)

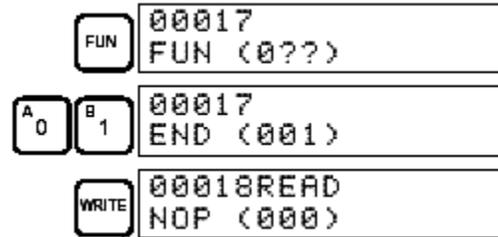


3) Masukkan instruksi OUT pada IR 01000.
(It isn't necessary to input leading zeroes.)



Langkah ke enam :

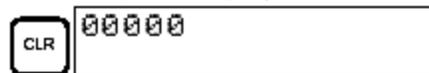
Memasukkan instruksi END(001), untuk mengakhiri program masukan END(01). (display menunjukkan tiga digit code fungsi , tetapi hanya dua digit terakhir yang masuk untuk PLC CPM2A.)



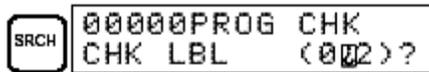
f. Checking the Program

Mengecek program dalam mode PROGRAM untuk memastikan program yang telah dimasukkan adalah benar

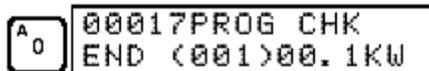
- 1) Tekan tombol CLR untuk menampilkan display awal.



- 2) Tekan tombol SRCH prompt masukan akan tampak meminta cek level yang dibutuhkan



- 3) Masukkan check level (0, 1, atau 2) yang dibutuhkan . program check akan dimulai ketika check level dimasukkan , dan kesalahan pertama akan ditampilkan jika tidak ada kesalahan display berikut akan ditampilkan.

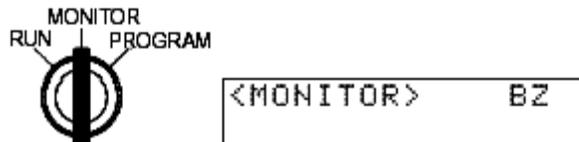


- 4) Tekan tombol SRCH untuk melanjutkan pencarian . Kesalahan selanjutnya akan ditampilkan. Lanjutkan penekanan tombol SEARCH untuk melanjutkan pencarian. Pencarian akan dilanjutkan sampai perintah END(01) atau akhir dari memori program di tampilan. Jika error ditampilkan edit program untuk mebetulkan dan cek program kembali Lanjutkan mengecek program sampai seluruh kesalahan dibetulkan

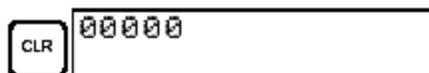
g. Test Run dalam mode MONITOR

Mengubah CPM2A dalam mode MONITOR dan check operasi program.

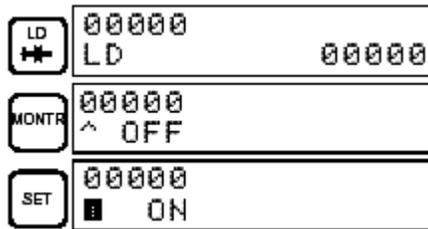
- 1) Set saklar mode Programming Console pada mode MONITOR.



- 2) Tekan tombol CLR untuk membawa pada display awal.



- 3) set paksa (Force-set)masukan awal bit (IR 00000) dari Programming Console untuk memulai program.



Kursor pada posisi pojok kiri bawah dislay menunjukkan force-set sedang aktif . Bit masukan akan berada pada kondisi ON selama tombol set ditekan..

- 4) Indikator output IR 01000 akan berkedip sepuluh kali jika program beroperasi secara benar. indicator akan OFF setelah sepuluh satu detik berkedip. program adalah salah jika output indicator tidak berkedip. dalam kasus ini , chek program dan paksa set/reset bits untuk mengecek operasi.

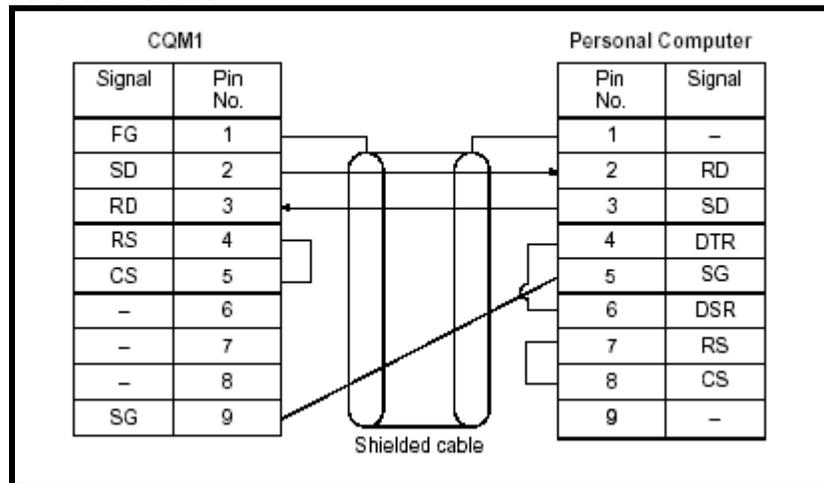
2. CX-programmer

CX-Programmer adalah perangkat pemrograman PLC yang dapat digunakan untuk pembuatan, testing dan perawatan program yang berhubungan dengan PLC OMRON. Software ini menyediakan fasilitas untuk mendukung informasi alamat dan perangkat PLC dan juga mendukung sistem komunikasi dengan PLC OMRON yang lain dan perangkat type jaringan yang didukung. Pemrograman menggunakan CX-Programmer

a. Koneksi ke PLC

CPM2A dapat dihubungkan ke komputer melalui saluran RS232C. Ketika kabel koneksi yang dihubungkan ke PLC melalui port RS232C tersambung maka saklar pada saluran port RS232C yang ada pada PLC harus ON.

b. Konfigurasi Konektor RS232C



Gambar 66. Koneksi Kabel RS232

c. Instalasi CX-Programmer

Minimum sistem yang dibutuhkan adalah Windows 95, 133 MHz Pentium CPU 32Mb RAM, 40Mb hardisk , CD ROM. Setup Program secara otomatis run ketika CD dimasukkan dalam CD ROM drive (auto run). Altertif lain ikuti cara berikut ini :

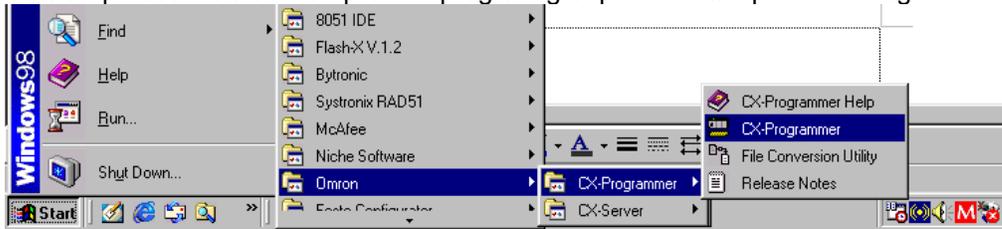
- Masukkan CD pada CD ROM dan pilih tombol start dari windows dan klik kanan mouse, sehingga muncul menu, pilih explorer kemudian klik kiri mouse
- Cari lokasi dirive CD ROM biasanya D:\OMRON, kemudian cari icon setup.exe, pilih file setup.exe dan klik kiri dua kali, maka anda akan masuk pada menu setup CX-Programmer
- Ikuti perintah yang ada pada setup tersebut.

Lisensi Number perlu dimasukkan untuk dapat mengakses CX-Programmer secara full fungsi. Lisensi Number didapat bila anda membeli produk ini dari omron Software CX-Programmer

versi trial memungkinkan anda tidak mengisikan lisensi number, dalam kasus ini anda akan dapat mengoperasikan CX-programmer dalam mode "Junior", CX-Programmer akan beroperasi secara normal namun hanya untuk type PLC OMRON tertentu (CPM1, CPM2, dan SRM1)

d. Memulai Program dengan CX-Programmer

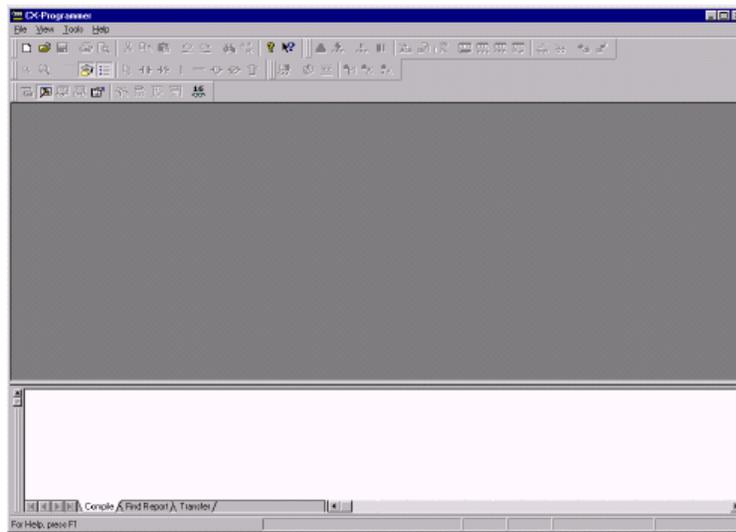
Setelah proses instalasi komplit icon program group akan ditampilkan di Program Manager.



Gambar 67. Tool bar CX-Programmer yang tampil di Program Group

Untuk mengeksekusi CX-Programmer ikuti langkah-langkah berikut :

- Double klik tool bar CX-Programmer.
- Kemudian akan tampil lingkungan CX-Programmer.



Gambar 68. Default Screen CX-Programmer

Sebelum melakukan pemrograman, buatlah daftar seperti berikut :

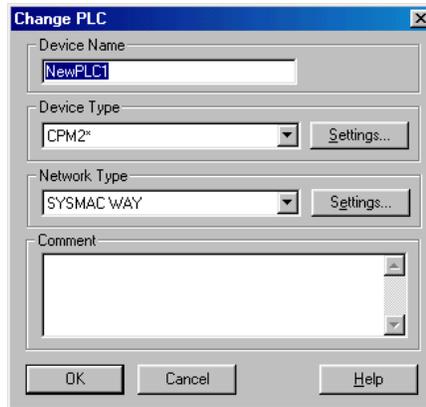
- 1) Parameter yang digunakan PLC untuk proyek yang direncanakan
- 2) Model dari PLC
- 3) Type CPU
- 4) Tipe dari antarmuka komunikasi
- 5) Membuat tabel I/O yang cocok
- 6) Menandai simbol untuk variabel

Kemudain membuat proyek baru dengan memilih menu <File> klik <New>, atau dengan cara



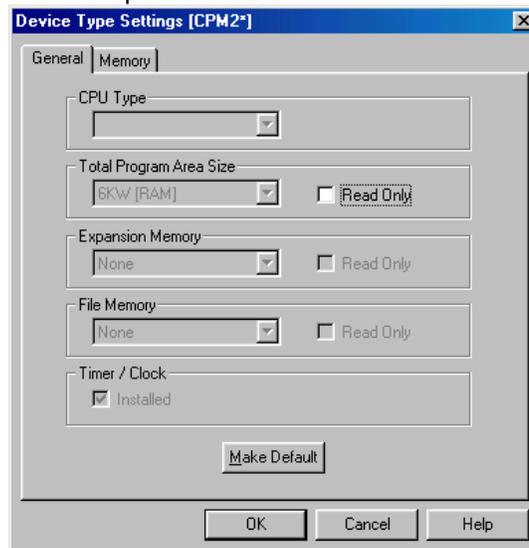
mengklik New Project Icon

Layar proyek akan ditampilkan dengan jendela <change PLC>.

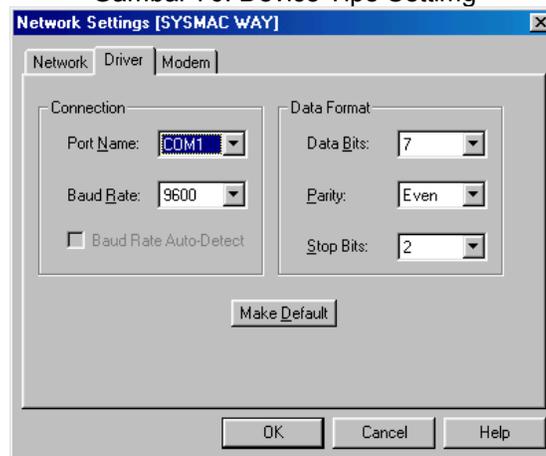


Gambar 69. Jendela Change PLC

Tandai nama PLC yang akan dipakai pada <Device Name> (Default --New PLC1). Pilih Model PLC yang cocok dengan cara klik tombol panah turun, kemudian klik model PLC tersebut. Selanjutnya pilih <Setting> untuk setup tipe CPU sesuai dengan tipe device PLC yang dipakai dan setting komunikasi untuk untuk tipe jaringan. Set driver ke **Com Port** untuk menghubungkan Personal Computer ke PLC.

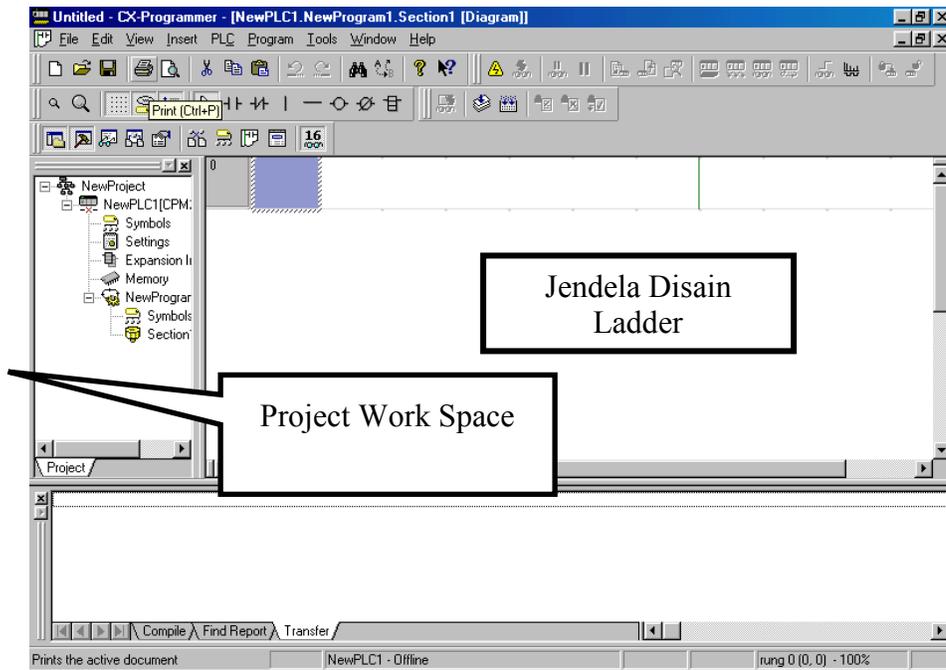


Gambar 70. Device Tipe Setting



Gambar 71 Network Setting

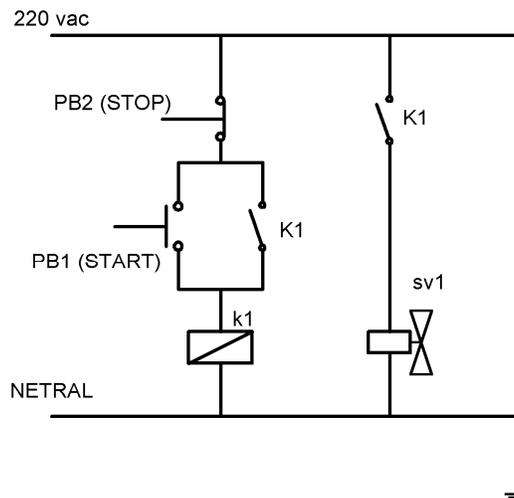
Setelah setup dikerjakan Tampilan layar berikut akan muncul :



Gambar 72 Layar kerja CX-Programmer

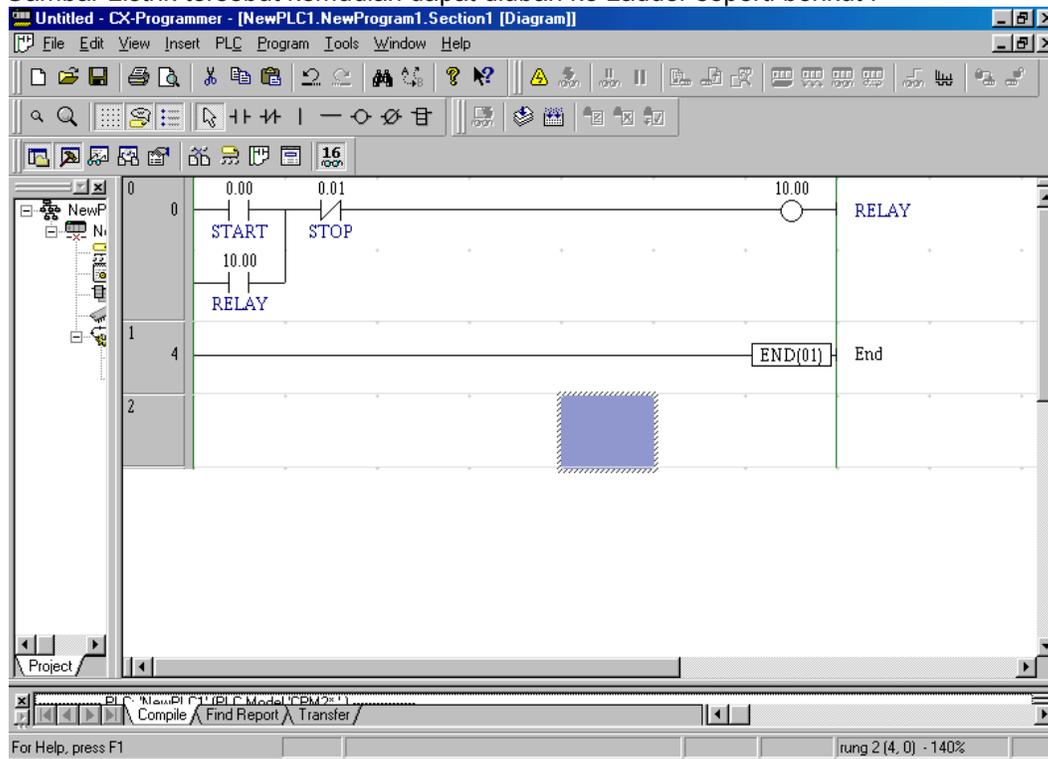
Program Ladder sudah dapat dimasukkan pada jendela disain ladder, dengan cara drag dan drop icon ladder dari toolbar diagram. Contoh Program berikut dapat dimasukkan dalam ladder diagram. Program tersebut adalah program untuk rangkaian **Self Holding Circuit**, yaitu rangkaian yang dapat digunakan untuk proses start/stop suatu beban dengan menggunakan sebuah relay . Kondisi Start dapat dilaksanakan dengan menekan tombol PB1, sehingga relay dialiri arus dan menjadi ON, kondisi ON akan terus berlangsung meskipun PB1 dilepas (tidak ditekan) karena kontak relay menggantikan posisi PB1. Kemudian bila PB2 ditekan mengakibatkan terputusnya aliran arus ke relay sehingga relay menjadi OFF.

Output window Error On Compiling



Gambar 72 Rangkaian Listrik Start Stop.

Gambar Listrik tersebut kemudian dapat diubah ke Ladder seperti berikut :



Gambar 73. Disain Ladder pada CX-Programmer

Mendownload program ke PLC dapat dilakukan sebagai berikut :



- 1) Simpan proyek dengan memilih tombol **Save Project** dari toolbar, Jika proyek tidak disimpan sebelum proses proses downloading maka File dialog Save akan ditampilkan..



- 2) Hubungkan ke PLC dengan memilih tombol toolbar **Work On-line** kemudian dialog konfirmasi ditampilkan , pilih tombol **Yes** , kemudian tampilan program akan berubah warna menjadi abu-abu



- 3) Pilih tombol download dari toolbar, kemudian tampil download option dialog . Set pada program field , kemudian pilih tombol OK.

Uploading Program dari PLC dapat dilakukan sebagai berikut :



- 1) Pilih obyek PLC pada Workspace proyek
- 2) Pilih tombol Upload pada toolbar. Pilih tombol YES untuk menghubungkan ke PLC, kemudian dialog upload option akan ditampilkan
- 3) Set pada program field dan pilih tombol OK. .

**BAHAN PENDIDIKAN DAN LATIHAN PROFESI GURU
SERTIFIKASI GURU RAYON 11 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**TEKNIK ELEKTRONIKA
SMK**

Buku B 1.4

TEKNIK AUDIO VIDEO

**Drs. A. Halim Sunawi
Suparman, M.Pd.**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2010**

TEKNIK AUDIO VIDEO

I. AUDIO

A. Kompetensi yang diharapkan

1. Memahami Rangkaian Penguat Daya

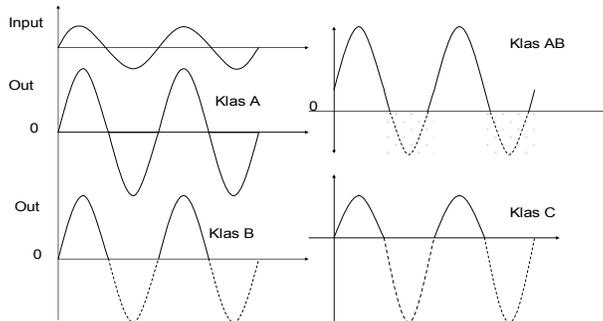
B. Indikator

1. Dapat menghitung daya output suatu penguat daya.

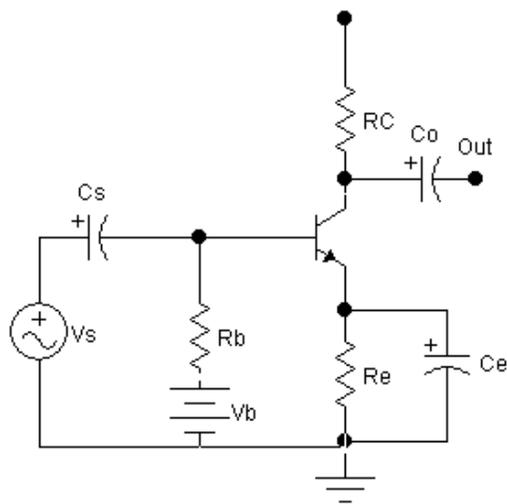
C. Materi

1. Penguat Daya Audio

Tujuan penguat daya audio untuk menerima signal dari penguat sebelumnya sehingga dapat menghidupkan loudspeaker. Penguat idiel tidak ada, yang ada adalah output penguat mencapai rating daya yang dikehendaki. Output penguat biasanya mengandung komponen tidak dikehendaki yang tidak ada pada input. Komponen ini yang disebut distorsi. Ada beberapa macam distorsi, namun yang paling dikenal adalah *distorsi harmonik* dan *distorsi intermodulasi*. Di samping itu output penguat juga ada derau (noise) yang terdengar berdesis bila penguat sedang ada musik. Rating daya suatu penguat daya dalam satuan watt dinyatakan pula impedansi bebanya. Impedansi beban penguat daya audio yaitu loudspeaker 8 ohm, 4 ohm, dan 2 ohm. Klasifikasi penguat daya adalah



2. Penguat Daya Klas A



$$P_{Iac} = \frac{1}{T} \int_0^T i_C^2 R_L dt$$

$$i_C = I_{Cmax} \cos \omega t$$

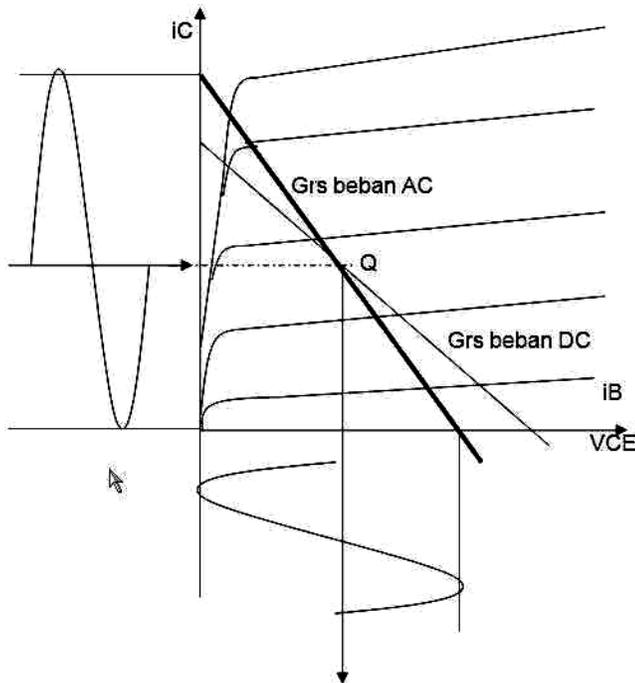
$$P_{Iac} = \frac{R_L}{T} \int_0^T I_{Cmax}^2 \cos^2 \omega t dt$$

$$= \frac{R_L}{T} \int_0^T \frac{I_{Cmax}^2}{2} (1 + \cos 2\omega t) dt$$

$$P_{Iac} = \frac{R_L}{T} \frac{I_{Cmax}^2}{2} T = \frac{I_{Cmax}^2 R_L}{2}$$

$$P_{Iac} = \frac{I_{Cmax}^2 R_L}{2}$$

 1)



Persamaan garis beban DC

$$V_{CC} = i_C(R_L + R_C) + V_{CE}$$

Persamaan garis beban AC

$$i_C R_L = -v_{ce}$$

$$(i_C - I_{CQ}) R_L = - (v_{CE} - V_{CEQ})$$

$$(i_C - I_{CQ}) = \frac{-(v_{CE} - V_{CEQ})}{R_L} \dots\dots\dots .2)$$

Untuk mencapai penguat klas A titik kerja transistor ada di tengah-tengah persis garis beban AC, sehingga ayunan positif sama dengan ayunan negatif (symetrical swing). Untuk mencapai ayunan simetris $i_{Cmax} = 2 I_{CQ}$.

Seperti nampak pada gambar bahwa pada i_{Cmax} , $v_{CE} = 0$ sehingga

$$2I_{CQ} - I_{CQ} = \frac{V_{CEQ}}{R_L} \dots\dots\dots .3)$$

$$I_{CQ} = \frac{V_{CEQ}}{R_L} \dots\dots\dots .4)$$

Bila persamaan ini dimasukkan pada persamaan garis beban DC maka didapat persamaan

$$V_{CC} = I_{CQ}(R_L + R_E) + I_{CQ} R_L \dots\dots\dots .5)$$

$$\text{Jadi } I_{CQ} = \frac{V_{CC}}{2 R_L + R_E} \dots\dots\dots .6)$$

Efisiensi.

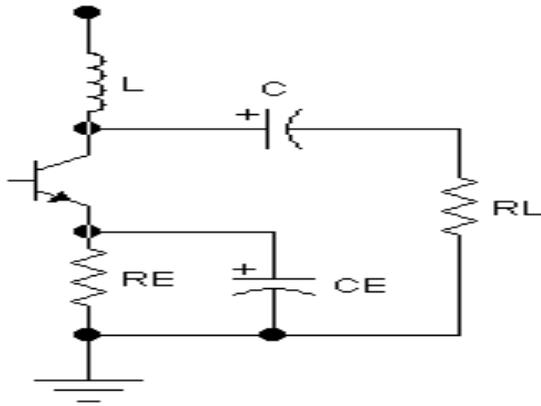
Daya yang dikeluarkan oleh sumber PCC = $I_{CQ} V_{CC}$

$$\text{Daya pada beban PL} = \frac{I_{cmac} R_L}{2} \dots\dots\dots .7)$$

$$\text{Jadi efisiensi } \eta = \frac{\frac{I_{C^2max} R_L}{2}}{I_{CQ} V_{CC}} = \frac{R_L}{(2 R_L + R_E)2} \dots\dots\dots .8)$$

Jika $R_E = 0$ maka $\eta = 25\%$.

3. Penguat Daya Klas A dengan $\eta = 50\%$



Persamaan garis beban AC

$$V_{ce} = -i_c R_L \dots\dots\dots 9)$$

$$(v_{CE} - V_{CEQ}) = - (i_C - I_{CQ}) R_L \dots\dots\dots 10)$$

Agar terjadi ayunan simetris $i_{Cmax} = 2 I_{CQ}$

Pada saat i_{Cmax} tegangan $v_{CE} = 0$ sehingga $-V_{CEQ} = -(I_{CQ} - I_{CQ})R_L$

$$\text{Jadi } I_{CQ} = \frac{V_{CEQ}}{R_L} \dots\dots\dots 11)$$

Persamaan garis beban DC : $V_{CC} = i_E R_E + v_{CE}$

$$\text{Jadi } V_{CC} = I_{CQ} R_E + I_{CQ} R_L$$

$$I_{CQ} = \frac{V_{CC}}{R_E + R_L} \dots\dots\dots 12)$$

Amplitudo signal output adalah I_{CQ}

$$\text{Daya output } P_L = \frac{I_{CQ}^2 R_L}{2} \dots\dots\dots 13)$$

Daya yang dikeluarkan sumber PCC = $I_{CQ} V_{CC}$

$$\text{Efisiensi } \eta = \frac{P_L}{P_{CC}}$$

$$= \frac{I_{CQ}^2 R_L}{2 I_{CQ} V_{CC}}$$

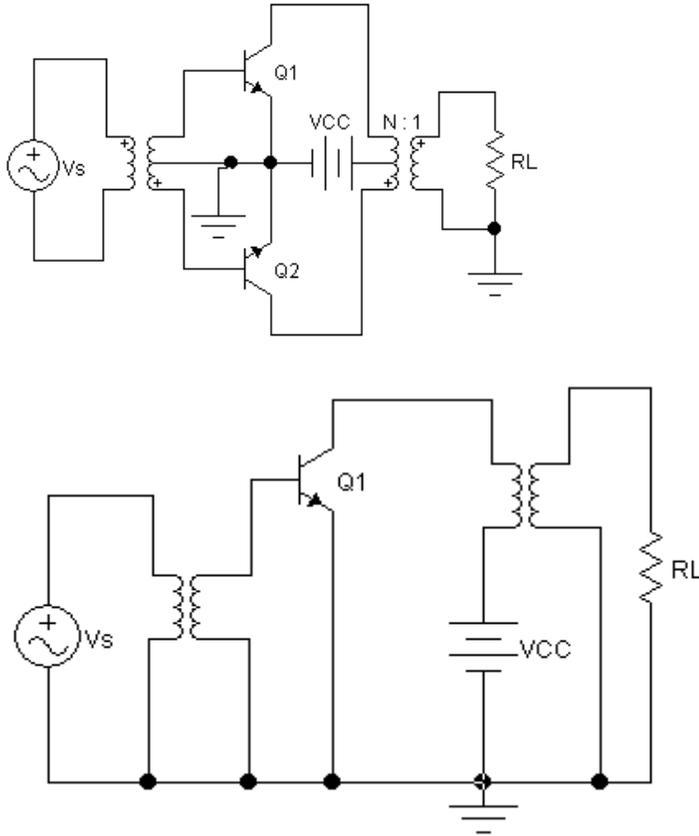
$$R_L$$

$$= \frac{V_{CEQ}}{2(RE + RL)} \dots\dots\dots 14)$$

Apabila $RE = 0$ maka $\eta = 50\%$

4. Penguat Daya Push Pull

Bentuk rangkaian penguat daya push pull adalah



Garis beban DC : $V_{CC} = v_{CE}$

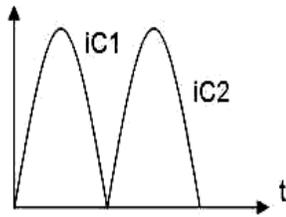
Garis beban AC : $v_{CE1} = -i_{C1} RL'$ $RL' = N^2 RL$

$$(v_{CE1} - V_{CEQ}) = - (i_C - I_{CQ}) RL'$$

Bila i_{C1max} maka $v_{CE} = 0$

Jadi $i_{C1} \text{ max} = \frac{V_{CC}}{RL'}$

Transistor Q1 dan Q2 beegantian hidup dan mati sehingga arua yang dikeluarkan oleh sumber dapat dilukiskan sebagai berikut.



Daya yang dikeluarkan oleh sumber

$$PCC = VCC \left[\frac{1}{T} \right] \int_{T/2}^{T/2} (IC1(t) + IC2(t)) dt \dots\dots\dots 15)$$

$$= VCC \frac{2IC_{max}}{\pi}$$

$$= VCC \frac{2 VCC}{\pi RL'}$$

$$= \frac{2 VCC^2}{\pi RL'}$$

$$PL = \frac{IL^2_{max} RL}{2}$$

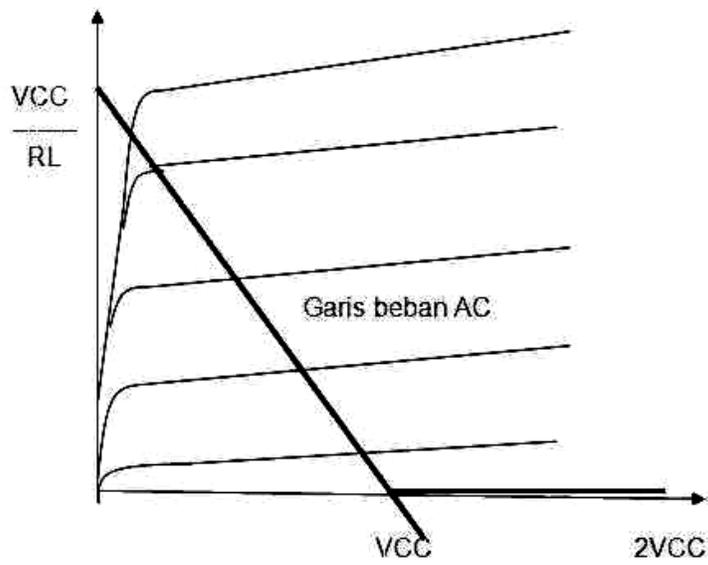
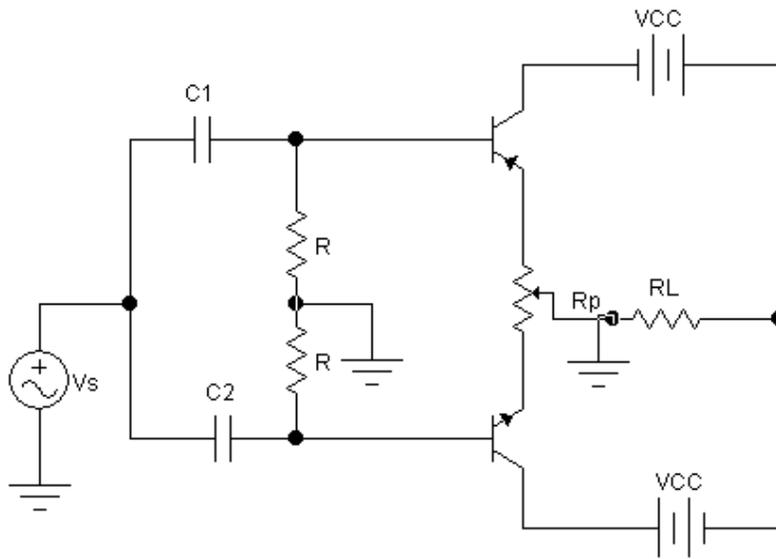
$$= \frac{(IC^2_{max} N^2) RL}{2} ; N^2 RL = RL'$$

$$PL = \frac{IC^2_{max} RL'}{2} = \frac{\left[\frac{VCC}{RL'} \right]^2 RL'}{2} \dots\dots\dots 16)$$

$$\eta = \frac{PL}{PCC} = \frac{V^2CC}{2 RL'} \times \frac{\pi RL'}{2 V^2CC}$$

$$= \frac{\pi}{4} = 78,5\%$$

5. Penguat Daya Complementary Symetry



$$I_L = \frac{V_{CC}}{R_L}$$

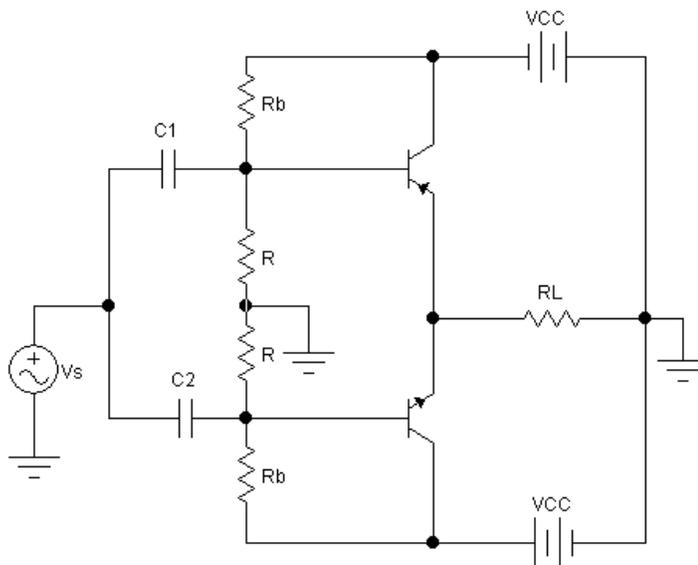
$$P_{I_{max}} = \frac{V_{CC}^2}{2 R_L}$$

$$P_{CC} = \frac{2V_{CC}^2}{\pi R_L}$$

$$\eta = \frac{V_{CC}^2}{2 R_L} \frac{\pi R_L}{2 V_{CC}^2} \dots\dots\dots 17)$$

$$= \frac{\pi}{4} = 78,5\%$$

Penguat Daya Complementary Symetry Common Collector



D. Latihan

1. Apa kelebihan dan kekurangan penguat daya push pull
2. Apakah penyebab adanya distorsi harmonik

E. Rangkuman

1. Untuk mendapatkan efisiensi yang tinggi digunakan penguat daya push pull dan complementary simetri
2. Rating daya pada penguat daya disertakan impedansi loudspeaker
3. Penguat daya push pull mempunyai kelemahan yaitu adanya distorsi crossover

F. Daftar Pustaka

Fedrick W. Hughes. *Panduan Ap-Amp*. Jakarta : Penerbit PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia 1990

Herman Widodo Soemitro (1985). *Penguat operasional dan rangkaian terpadu linier* (Robert F. Coughlin Frederick F Driscoll. Terjemahan). Jakarta : Penerbit Erlangga

Milman-Halkias (1972). *Integrated Electronics : Analog and Digital Circuit and Systems*. Tokyo : McGraw-Hill , Inc

Sutrisno (1986). *Elektronika Teori Dasar dan Penerapannya Jilid 1*. Bandung : Penerbit ITB

II. TEKNIK VIDEO:

A. Kompetensi yang diharapkan

1. Memahami Rangkaian Penguat Daya

B. Indikator

1. Dapat menghitung daya output suatu pengaut daya.

C. Materi

1. Teori dasar pemancar TV warna
2. Teori Pesawat Penerima TV warna

A. Pesawat Pemancar TV

Pendahuluan,

Sistem komunikasi video pada perinsifnya terdiri dari dua bagian utama yaitu: bagian pemancar dan bagian penerima, sebagai berikut dilukiskan dalam bentuk diagram blok dibawah ini.

Gambar 1. Blok diagram pemancar TV warna system PAL

Gambar 2. Blok diagram penerima TV warna system PAL

Pemancar TV warna system PAL.

Penjelasan cara kerja dari diagram blok seperti berikut ini; Lihat gambar pada lampiran

Kamera warna adalah bagian utama dari pemancar TV Karena kamera merupakan proses awal pembentukan gambar yang akan dikirim atau dipancarkan. Objek yang dipungut oleh lensa berupa cahaya selanjutnya diteruskan ketarget yaitu sebuah sensor fotoh kemudian diskand dan diubah menjadi gejala listrik, diperkuat oleh bagian penguat video ,selanjutnya diolah diperoleh tiga unsur warna yaitu E_r , E_g , E_b , sinyal keluaran diteruskan ke bagian koreksi gamma

Koreksi gamma, sinyal E_r , E_g , E_b , untuk sinyal non linier dikompensasi agar tidak tampak gambar tertarik-tarik sehingga mengganggu dengan dikompensasi maka gambar yang tidak linier tadi menjadi kontras. Sinyal keluaran berupa E_r , E_g , E_b , dari keluaran koreksi gamma diteruskan ke bagian matrik.

Matrik mempunyai fungsi ganda. 1. Menambahkan kesetaraan sinyal koreksi gamma untuk menghasilkan koreksi gamma luminansi (sinyal Y). 2. Mengeliminasi sinyal warna hijau (E_g), jadi tersisa sinyal E_r dan E_b , yang dikirim, bersama sinyal sub pembawa (Sub carrier), karena sinyal warna hijau muda didapatkan kembali dipenerima TV, keluaran dari rangkaian matrik diperoleh tiga sinyal baru, yaitu: sinyal luminansi (sinyal Y), sinyal ($E_r - E_y$), sinyal ($E_b - E_y$).

Sinyal E_y kemudian dilakukan penundaan 1 mikro detik, selanjutnya diteruskan kerangkaian penjumlah.

Sinyal $E_r - E_y$ disaring dalam rangkaian filter 0 - 1,4 Mhz kemudian sinyal diumpangkan ke bagian Modulator $E_r - E_y$ untuk dimodulasi dengan sub pembawa dan sinyal ini setiap satu garis skanning digeser 180° sebelum diumpangkan ke rangkaian penjumlah.

Sinyal $E_b - E_y$ diumpangkan ke rangkaian filter 0 - 1,4 Mhz untuk disaring kemudian diteruskan kerangkaian Modulator $E_b - E_y$ untuk dimodulasi dengan sinyal sub pembawa, selanjutnya diumpangkan ke rangkaian penjumlah.

Subcarrier generator merupakan bagian pembangkit sinyal pembawa 4,43 Mhz keluaran sinyal ini diteruskan ketiga bagian yaitu ke rangkaian pembangkit sinkronisasi untuk menjamin sinyal

sinkronisasi pemancar dengan penerima agar tidak terjadi kesalahan proses skanning .keluaran dari sinkronisasi diteruskan ke tiga bagian lagi yaitu pertama ke rangkaian Burst Generator, kedua ke bagian rangkaian pembalik (Inverter), dan yang ketiga ke rangkaian penjumlah.

Burst Generator merupakan bagian yang membangkitkan sinyal burst pertanda ada sinyal informasi sinyal warna yang terkirim,sinyal keluarannya diumpangkan ke dua rangkaian Modulator warna merah dan biru.

Phase Shift merupakan bagian yang difungsikan untuk menggeser pisa warna sinyal informasi warna merah yang nantinya akan digeser setiap satu garis skanning.

Hasil olahan keseluruhan setelah dijumlahkan dalam rangkaian penjumlah menjadi sinyal komposisi, selanjutnya diteruskan kerangkaian pemancar untuk dipancarkan keseluruh arah melalui antenna pemancar.

Pesawat penerima TV warna

Seiring dengan perkembangan teknologi maka pesawat penerima TV warna juga mengalami perkembangan yang sangat pesat sehingga kita dihadapkan pada gambaran yang cukup kompleks untuk dapat mengikuti, hendaknya selalu dapat melihat dan mengikuti perkembangan industry melalui informasi media Internet.

Penjelasan rangkaian penerima TV warna yang di uraikan di bawah ini adalah salah satu metode yang merupakan bagian yang mewakili suatu system pesawat penerima TV warna yang lama. Jadi bila ingin melihat perbandingan dengan yang terbaru lihat pada lampiran skema diagram pesawat TV warna.

Blok diagram dari penguat video, lihat gambar blok diagram pada lampiran. Salah satu dari gambar ini diuraikan sebagai berikut;dari gambar 5.6.

Sinyal masukan diperoleh dari detector kroma, diumpangkan ke input penguat filter sub pembawa pelalu frekuensi dari 0 – 4Mhz selanjutnya diteruskan ke rangkaian penunda 1 μ detik kemudian sinyal ini diperkuat dalam rangkaian penguat luminansi (Y). Hasil dari penguat luminansi diteruskan ketabung sinar katoda RGB, dan juga dikirim ke rangkaian pemisah sinkronisasi.

Rangkaian Chroma Band Pass Filter, menyeleksi sinyal informasi sinyal warna, bila ada sinyal warna yang datang maka akan diteruskan ke bagian PAL decode. Hasilnya berupa sinyal R – Y dan B – Y.

Sinyal G – Y pada pemancar ditekan dan tidak ikut dipancarkan kembali di temukan dalam rangkaian matrik dengan proses penggabungan antara dua sinyal R – Y dan B – Y sebagai perbandingan dihasilkan kembali sinyal informasi G – Y.karena informasi sinyal luminansi Y. Sinyal G – Y dapat ditemukan berdasarkan hubungan rumus perbandingan sebagai berikut: $Y = 0,3 R + 0,59 G + 0,11 B$.

Untuk uraian rumus dapat diperoleh dengan membandingkan kedua sinyal luminansi dengan mengurangkan nya berikut penekanan uraian cara menemukan sinyal informasi G – Y.

$$0 = 0,3 (R - Y) + 0,6 (G - Y) + 0,1 (B - Y)$$

Kemudian perolehan dari perubahan ditandai,

$$0,6 (G - Y) = - 0,3 (R - Y) - 0,1 (B - Y)$$

$$G - Y = - \frac{1}{2} (R - Y) - \frac{1}{6} (B - Y)$$

Pendekatan perbandingan diatas dapat dilanjutkan dengan cara lain sebagai berikut

$$R - Y = 1,0 R - (0,3 R + 0,59 G + 0,11 B)$$

$$= 1,0 R - 0,3 R - 0,59 G - 0,11 B$$

$$= 0,7 R - 0,59 G - 0,11 B$$

$$B - Y = 0,3 R - 0,59 G + 0,89 B$$

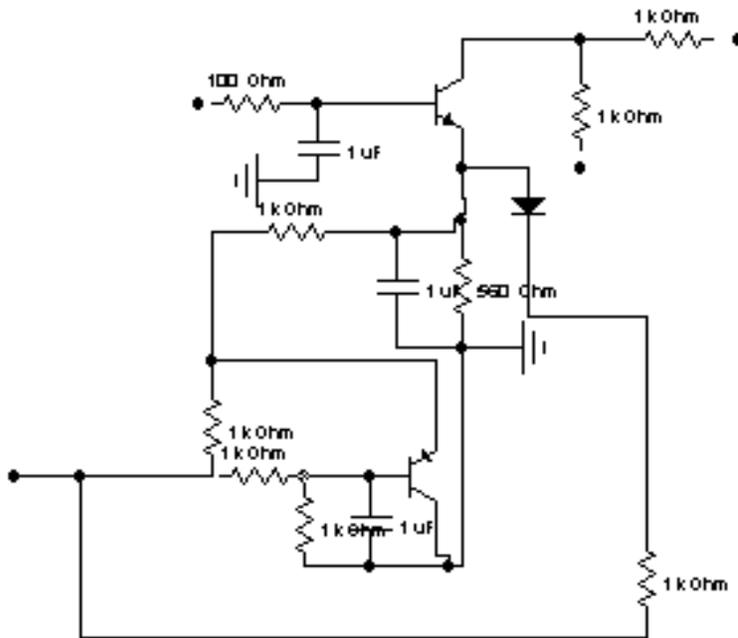
$$G - Y = 0,3 R + 0,41 G - 0,11 B$$

Jadi hasil factor selisih warna diperoleh

$$G - Y = - 0,51 (R - Y) - 0,19 (B - Y)$$

Keluaran dari matrik amplifier masing – masing sinyal informasi warna yang telah ditemukan dilanjutkan ke penguat akhir sebagai RGB amplifier. Dan dicampur dengan sinyal luminansi.

Untuk selanjutnya baiklah kita bahas suatu rangkaian mengenai rangkaian penguat matrik sebagai bagian akhir penguat sinyal gambar lihat gambar lampiran skema rangkaian dasar penguat akhir RGB amplifier:



Gambar skema dasar penguat akhir RGB amplifier dari sebuah produksi TV.

Penjelasan cara kerja rangkaian sebagai berikut: untuk penjelasan kerja rangkaian hanya dibahas salah satu dari rangkaian penguat karena ketiga rangkaian dasar itu adalah sama jadi cukup satu saja sudah mewakili. Penguat akhir adalah untuk memberikan factor penguatan daya bagi tabung sinar katoda agar emisi electron yang terpancar dari katoda menuju shadowmask terpenuhi. Sinyal input diperoleh dari output matrix, melalui resistor seri kebasis transistor Q1 dan kondensator filter yang terhubung ke ground sebagai penyelarass frekuensi untuk diperkuat oleh penguat akhir, sedang resistor yang dibagian kolektor ada dua satu seri kekatoda CRT, dan satunya lagi dihubungkan ke $V_{cc} = 200\text{ V}$ untuk mencatu rangkaian RGB amplifier, diode yang ada di emitor berfungsi untuk kendalikan transistor Q2 agar fungsi transistor selalu mempertahankan amplitudo dan kontras dari penguatan Q1, resistor pada emitor sebagai pembatas arus. Sinyal luminansi diinjeksikan ke emitor melalui transistor Q2. Sehingga setiap sinyal perbedaan warna dan sinyal luman telah dimatrik dan hasil dari output terdapat sinyal primer. Untuk TV sekarang sudah tidak dilengkapi lagi pengaturan luman pada transistor penguat RGB, tetapi sudah dalam IC program, sehingga apabila ingin mengatur keseimbangan sinyal warna luman (White Balance) jadi sulit jika tidak memiliki remote controle adjustment.

Rangkaian chroma Amplifier

Sinyal warna didemodulasi dalam rangkaian pembangkit kembali sinyal warna dan tiga sinyal warna primer (E_r , E_g , E_b). Rangkaian pembangkitan kembali sinyal warna ditentukan oleh pengurang luman $-Y$, dari masing-masing penguat warna. Ini sering kali dilakukan oleh rangkaian matrik pada katode tabung gambar. Lebih jauh, disebabkan sinyal $-Y$ yang diberikan ke tiga katoda bersama dan ketiga sinyal warna yang berbeda dan termodulasi masing-masing dikatoda sehubungan dengan warna primer.

Bagian utama dari penerima TV warna PAL system adalah decoder, dan tingkat ini dinyatakan pada gambar blok (5.7). Sinyal dari filter chroma band pass gambar blok (5.5) diumpankan ke penguat chroma dan simultan ke gerbang burst dan amplifier.

Gerbang burst hanya terbuka saat ada sinyal warna yang hadir pada transmisi, melewati detector pasa. Selanjutnya sinyal diteruskan ke deskriminator pasa dari sini diteruskan ketiga bagian pertama ke rangkaian penguat D.C, kedua bistable trigger, ketiga ke rangkaian A.C.C. Dari D.C amplifier diteruskan ke pembangkit referensi dan ke rangkaian pemadam warna (Color killer), sedang keluaran dari pembangkit referensi diteruskan ke detektor quadratur 90° dan ke PAL switch juga ke

deskriminator pasa agar pembangkit referensi terjamin konstan ber osilasi. Sinyal Input trigger dari Plyback diumpkan ke rangkaian bistable trigger berperan untuk mengatur rangkaian saklar PAL agar detector krominansi warna merah terkendali, setiap pembalikan pasa $\pm 180^\circ$

PAL-line driver yang memperoleh sinyal dari rangkaian penguat kroma diteruskan ke rangkaian penjumlah dan rangkaian pengurang ,untuk rangkaian penunda PAL ditujukan untuk mengatur beda pasa antara rangkaian penjumlah dan pengurang agar tetap terkendali perbedaan sudut pasanya yaitu 90° keluaran dari rangkaian pengurang diteruskan ke detector krominansi warna merah, sedang keluaran dari rangkaian penjumlah diteruskan ke detector krominansi warna biru. Jadi masing-masing keluaran dari detector krominansi mengeluarkan sinyal yaitu R - Y dan B - Y.

Rangkaian Sinkronisasi warna: untuk mensinkronkan sinyal warna, sinyal burst warna dieliminasi dari sinyal komposisi yang diterima dari rangkaian band pass, dan dengan menggunakan sinyal burst sebagai patokan dapat dihasilkan sinyal sub pembawa warna 4,43Mhz yang diperlukan untuk pensaklaran pengubah polaritas untuk modulator warna merah yang digerakkan oleh sinyal dari ply back yaitu sinyal frekuensi horizontal, maka sinyal burst dapat dieliminasi.

Sinyal burst sinkronisasi warna itu kemudian diberikan ke osilator sebagai pembangkit frekuensi 4,43 Mhz dan pada detector pasa ID kemudian sinyal itu dibandingkan dan kemudian timbul pasa positif dan pasa negative pada fasa skanning, yaitu fasa sinyal burst warna diubah 90° terhadap fasa polaritas sinyal V yang berubah setiap skanning garis, bila dibandingkan dengan sinyal burst maka akan tepat sama dengan frekuensi dan sub pembawa yang dikirim dari pemancar dalam tiap dua garis skanning. Di dalam detector $\frac{1}{2} fh$ pada tingkat berikutnya. Pulsa positif dikirim ke rangkaian FF. Didalam rangkaian flip flop dihasilkan pulsa pengubah sebagai pulsa trigger/picu dari detector $\frac{1}{2}Fh$ dan diberikan ke rangkaian pensaklaran polaritas.

Demodulator sinyal warna: Dengan demodulator warna ,sinyal-sinyal pembeda warna didemodulasi demodulasikan U dan V. Karena pada pemancar, sinyal-sinyal itu disuppresed/ dihilangkan dan hanya kedua sub pembawa jalur samping yang ada agar dapat mendemodulasikan menjadi sinyal pembeda warna yang tepat sama seperti pada pemancar.

Rangkaian matrik, merupakan bagian yang difungsikan untuk menemukam kembali sinyal warna hijau Eg, dengan membandingkan kedua sinyal warna merah dan biru dengangan perbandingan tertentu seperti rumus didepan.

Rangkaian penguat audio, disini uraiannya tidak ditekankan panjang lebar perhatikan pada gambar skema rangkaian pesawat penerima

Rangkaian Tuner:

Rangkaian IF amplifier:

G. Latihan

- 1.
- 2.

H. Rangkuman

- 1.
- 2.
- 3.r

I. Daftar Pustaka

Lampiran

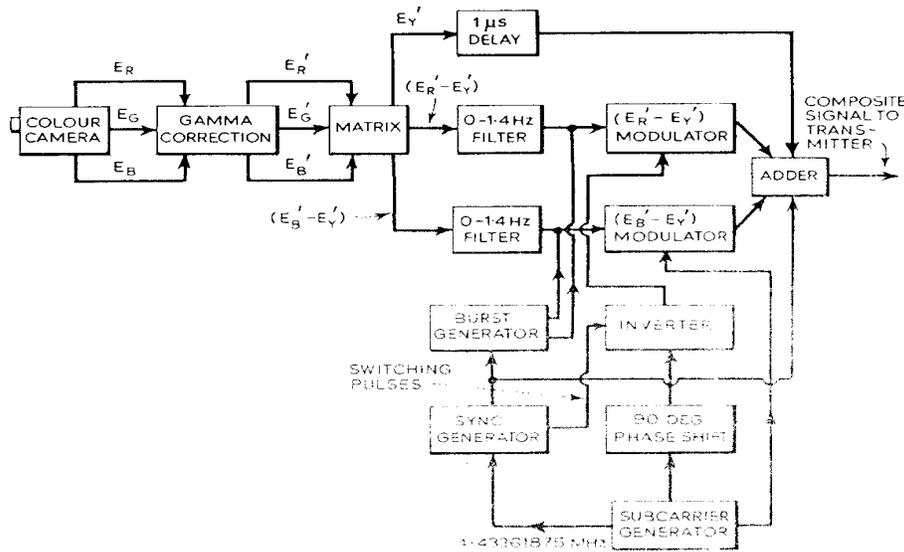


FIG. 5.1. Block diagram of basic PAL transmitter.

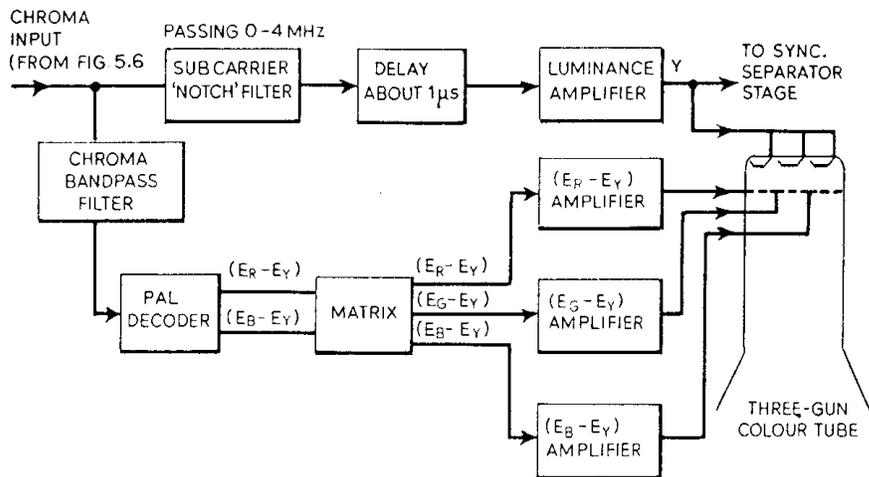


FIG. 5.5. Block diagram of the video stages. Note that Y delay depends on luminance frequency-bandwidth characteristics. Delay generally less than $1 \mu s$, typically $600 ns$. (See Fig. 5.6 below and Fig. 8.11. for example.)

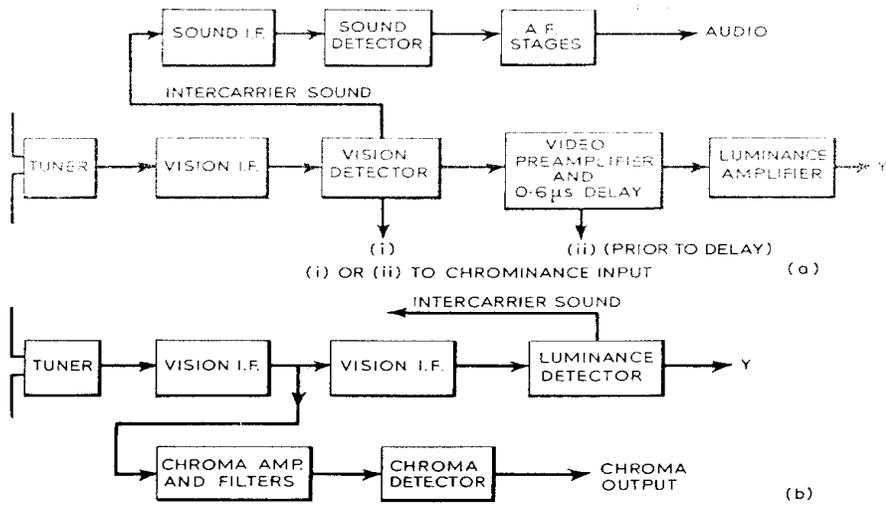


FIG. 5.6. Chroma signal can be obtained either from the main detector (a) or from a separate chroma detector (b). Sometimes the intercarrier signal is taken from the chroma detector.

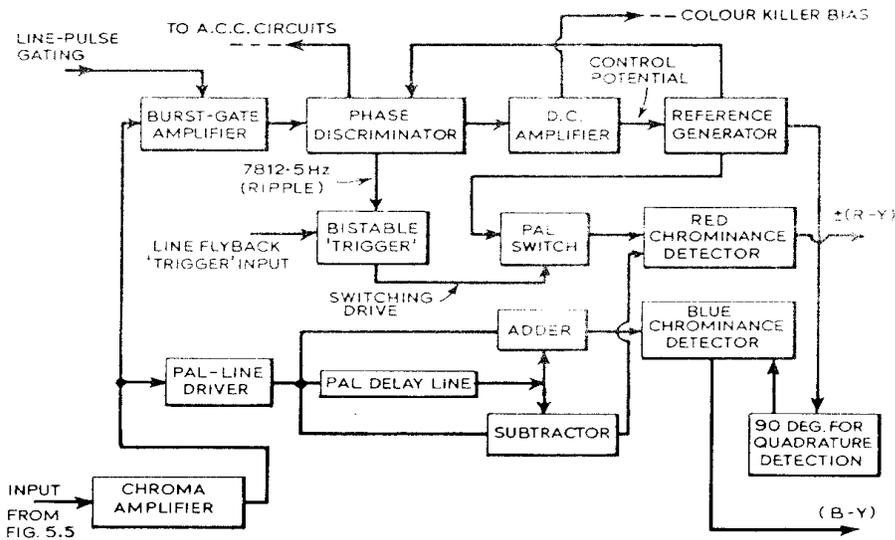


FIG. 5.7. Block diagram of PAL-D decoder.

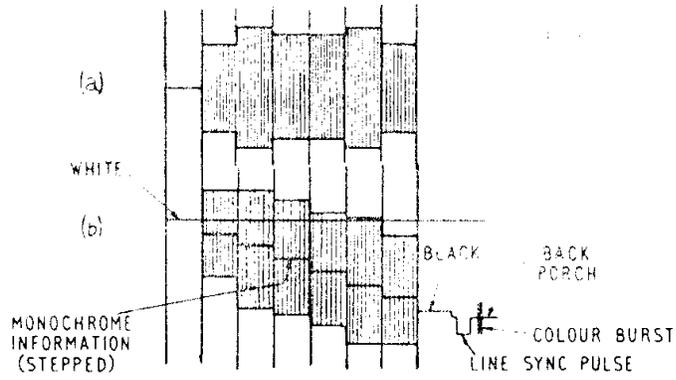


FIG. 10.24. Chroma signal produced by the camera scanning 'standard' colour bars (a). Waveform (b) results when the chroma is added to the Y signal resulting from the same camera input.

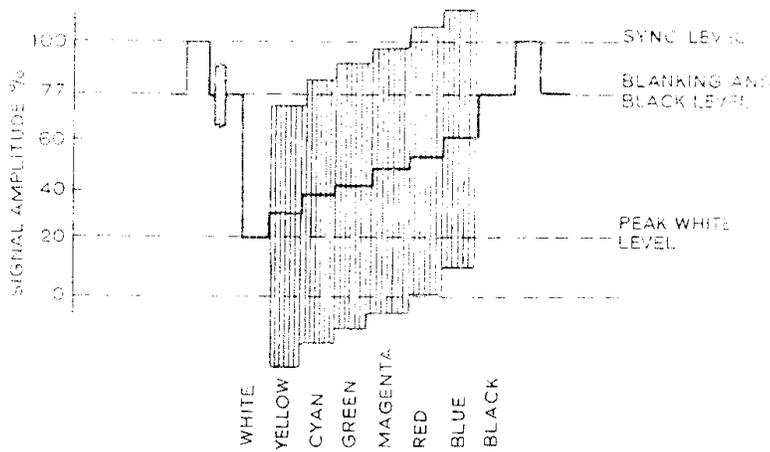


FIG. 10.25. Exaggeration of 'over-modulation' due to the addition of unweighted chroma to the Y signal.

**BAHAN PENDIDIKAN DAN LATIHAN PROFESI GURU
SERTIFIKASI GURU RAYON 11 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**TEKNIK ELEKTRONIKA
SMK**

Buku B 1.5

MIKROKONTROLER

**Fatchul Arifin, M.T.
Aris Nasuha, M.T.**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2010**

MIKROKONTROLER

I. PENDAHULUAN

A. Apakah Mikrokontroler itu ?

Jika kita bicara tentang mikrokontroler maka tidak terlepas dengan pengertian atau definisi tentang komputer. Mengapa? Karena ada kesamaan-kesamaan antara mikrokontroler dengan komputer (atau mikrokomputer), antara lain:

- Sama-sama memiliki unit pengolah pusat atau yang lebih dikenal dengan CPU (*Central Processing Unit*);
- CPU tersebut sama-sama menjalankan program dari suatu lokasi atau tempat, biasanya dari ROM (*Read Only Memory*) atau RAM (*Random Access Memory*);
- Sama-sama memiliki ROM, hanya saja pada komputer digunakan untuk menyimpan program BIOS (*Basic Input Output System*), sedangkan pada mikrokontroler (yang dikenal dengan Flash PEROM) digunakan untuk menyimpan program yang akan dijalankan mikrokontroler yang bersangkutan (sering dinamakan sebagai *firmware*);
- Sama-sama memiliki RAM yang digunakan untuk menyimpan data-data sementara atau yang lebih dikenal dengan variabel-variabel;
- Sama-sama memiliki beberapa keluaran dan masukan yang digunakan untuk melakukan komunikasi timbal-balik dengan dunia luar.

B. Apa yang membedakan antara mikrokontroler dengan mikrokomputer?

Begitu mungkin pertanyaan yang ada di benak kita, saat kita membaca beberapa daftar kesamaan tersebut. Sama sekali berbeda, itu jawaban yang penulis berikan, karena **mikrokontroler adalah versi mini dan untuk aplikasi khusus dari mikrokomputer!**

Berikut penulis berikan kembali daftar kesamaan yang pernah ditulis sebelumnya dengan menekankan pada perbedaan antara mikrokontroler dan mikrokomputer:

- CPU pada Mikrokomputer berada eksternal dalam suatu sistem, sampai saat ini kecepatan operasionalnya sudah mencapai tingkat lebih dari 2 GHz, sedangkan CPU pada mikrokontroler berada internal dalam sebuah *chip*, kecepatan bekerja masih cukup rendah, dalam orde MHz (misalnya, 24 MHz, 40 MHz dan lain sebagainya). Kecepatan yang relatif rendah ini sudah mencukupi untuk aplikasi-aplikasi berbasis mikrokontroler
- Jika CPU pada mikrokomputer menjalankan program dalam ROM atau yang lebih dikenal dengan BIOS pada saat awal dihidupkan, kemudian mengambil atau menjalankan program yang tersimpan dalam *hard disk*, sedangkan mikrokontroler sejak awal menjalankan program yang tersimpan dalam ROM internal-nya (bisa berupa Mask ROM atau Flash PEROM). Sifat memori program ini *non volatile*, artinya tetap akan tersimpan walaupun tidak diberi catu daya

- RAM pada mikrokomputer bisa mencapai ukuran sekian MByte dan bisa di-*upgrade* ke ukuran yang lebih besar dan berlokasi di luar chip CPU-nya, sedangkan RAM pada mikrokontroler ada di dalam chip mikrokontroler yang bersangkutan dan ukurannya sangat minim, misalnya 128 byte, 256 byte dan seterusnya. Ukuran yang relatif kecil inipun dirasa cukup untuk aplikasi-aplikasi mikrokontroler
- Keluaran dan masukan pada mikrokomputer jauh lebih kompleks dibandingkan dengan mikrokontroler. Selain itu, pada mikrokontroler tingkat akses keluaran dan masukan bisa dalam satuan per bit
- Jika diamati lebih lanjut, bisa dikatakan bahwa mikrokomputer merupakan komputer serbaguna atau *general purpose computer*, bisa dimanfaatkan untuk berbagai macam aplikasi (atau perangkat lunak), sedangkan mikrokontroler adalah *special purpose computer* atau komputer untuk tujuan khusus, hanya satu macam aplikasi saja.

Ciri khas mikrokontroler lainnya, antara lain:

- ‘Tertanam’ (atau *embedded*) dalam beberapa piranti (umumnya merupakan produk konsumen) atau yang dikenal dengan istilah *embedded system* atau *embedded controller*
- Terdedikasi untuk satu macam aplikasi saja
- Hanya membutuhkan daya yang rendah (*low power*) sekitar 50 mWatt (bandingkan dengan komputer yang bisa mencapai 50 Watt lebih)
- Memiliki beberapa keluaran maupun masukan yang terdedikasi, untuk tujuan atau fungsi-fungsi khusus
- Kecil dan relatif lebih murah
- Seringkali tahan-banting, terutama untuk aplikasi-aplikasi yang berhubungan dengan mesin atau otomotif atau militer.

C. Sejarah Singkat Mikrokontroler

Mikrokontroler populer yang pertama dibuat oleh Intel pada tahun 1976, yaitu mikrokontroler 8-bit Intel 8748. Mikrokontroler tersebut adalah bagian dari keluarga mikrokontroler MCS-48. Sebelumnya, Texas instruments telah memasarkan mikrokontroler 4-bit pertama yaitu TMS 1000 pada tahun 1974. TMS 1000 yang mulai dibuat sejak 1971 adalah mikrokomputer dalam sebuah chip, lengkap dengan RAM dan ROM.

D. Jenis-jenis Mikrokontroler

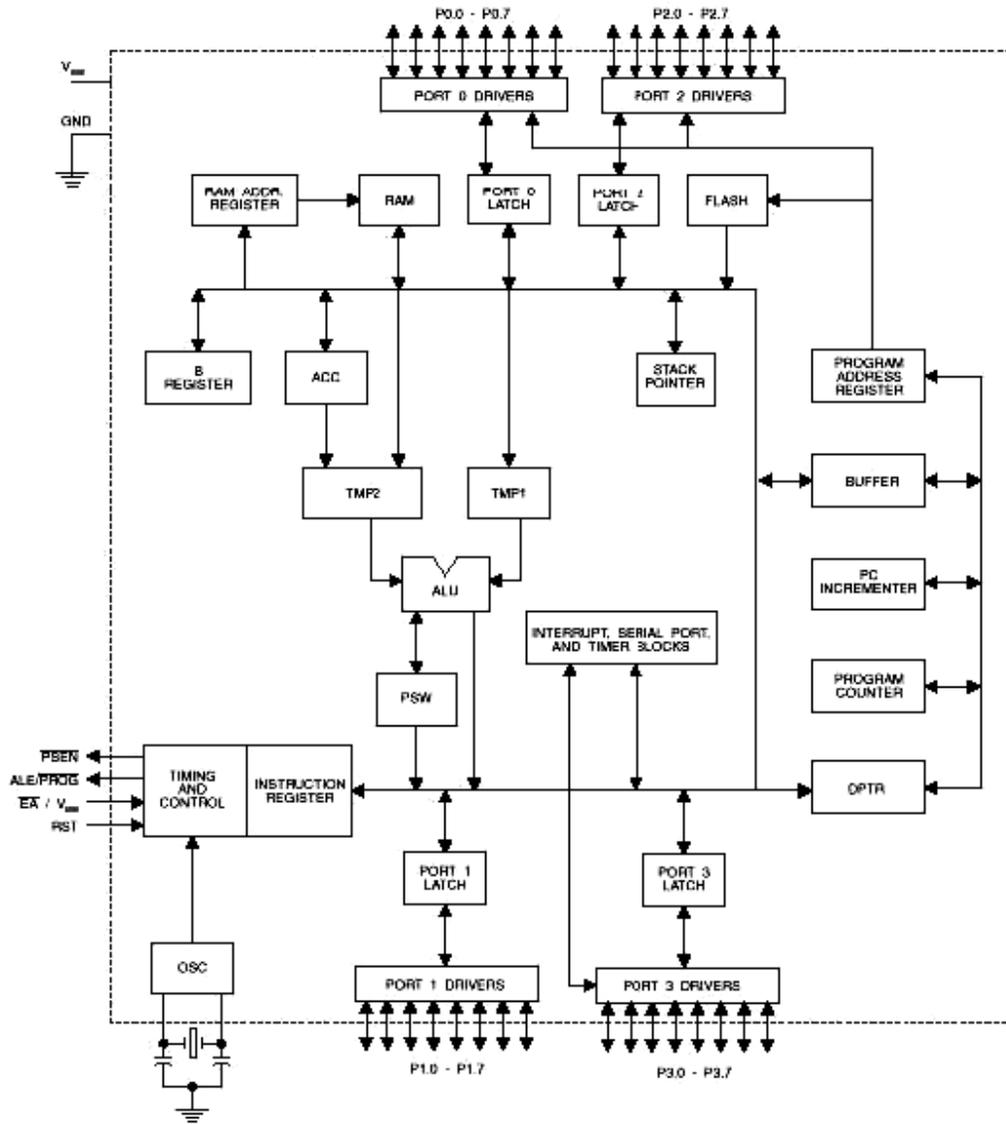
Mikrokontroler yang beredar saat ini dapat dibedakan menjadi dua macam, berdasarkan arsitekturnya:

- Tipe **CISC** atau *Complex Instruction Set Computing* yang lebih kaya instruksi tetapi fasilitas internal secukupnya saja, misalkan seri AT89 memiliki 255 instruksi.

- Tipe **RISC** atau *Reduced Instruction Set Computing* yang justru lebih kaya fasilitas internalnya tetapi jumlah instruksi secukupnya, misalkan seri PIC16F hanya ada sekitar 30-an instruksi
- Fasilitas internal yang penulis maksudkan di sini antara lain: jumlah dan macam register internal, pewaktu dan/atau pencacah, ADC atau DAC, unit komparator, interupsi eksternal maupun internal dan lain sebagainya.

II. MIKROKONTROLLER AT89S51

Mikrokontroler 89S51 merupakan mikrokomputer CMOS 8 bit dengan 4 Kbytes *Flash Programmable Memory*. Arsitektur 89S51 ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram 89S51

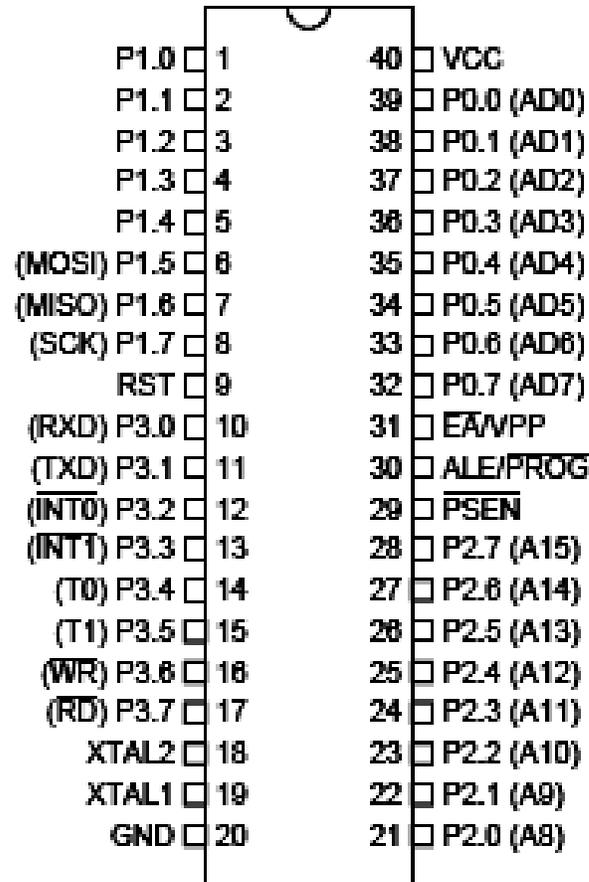
A. FITUR

1. Kompatibel dengan produk MCS-51
2. 4K byte In System Programmable Flas Memory. Dapat dilakukan pemrograman 1000 tulis dan hapus
3. Range catu daya 4,0 V s/d 5,0 V
4. Operasi statis: 0 Hz s/d 33 MHz
5. Tiga Tingkat Program memory lock
6. 128 x 8 bit RAM internal
7. 32 Programmable Jalur I/O
8. Dua 16 bit Timer/ Counter
9. Enam Sumber Interupsi
10. Full Duplex Serial Channel
11. Low Power Idle dan Mode Power Down
12. Watch Dog Timer
13. Dua Data Pointer
14. Power Off Flag
15. Fast Programming Time
16. Fleksibel ISP programming

B. DISKRIPSI

AT89S51 mempunyai konsumsi daya rendah. Mikrokontroler 8-bit CMOS ini mempunyai 4K byte memori Flash ISP (*In System Programmable*, dapat diprogram di dalam sistem). Divais ini dibuat dengan teknologi memori *non volatile* kerapatan tinggi dan kompatibel dengan standar industri 8051, set instruksi dan pin keluaran. Flash yang berada didalam chip memungkinkan memori program untuk diprogram ulang pada saat chip didalam sistem atau dengan menggunakan programmer memori *non volatile* konvensional. Dengan mengkombinasikan CPU 8 bit yang serbaguna dengan flash ISP pada chip, ATMEL 89S51 merupakan mikrokontroler yang luar biasa yang memberikan fleksibilitas yang tinggi dan penyelesaian biaya yang efektif untuk beberapa aplikasi kontrol.

AT89S51 memberikan fitur-fitur standar sebagai berikut: 4K byte Flash, 128 byte RAM, 32 jalur I/O, *Timer Watchdog*, dua data pointer, dua 16 bit timer/ *counter*, lima vektor interupsi dua level, sebuah port serial *full duplex*, oscillator internal, dan rangkaian clock. Selain itu AT89S51 didisain dengan logika statis untuk operasi dengan frekuensi sampai 0 Hz dan didukung dengan mode penghematan daya. Pada mode *idle* akan menghentikan CPU sementara RAM, timer/ counter, serial port dan sistem interupsi tetap berfungsi. Mode Power Down akan tetap menyimpan isi dari RAM tetapi akan membekukan osilator, menggagalkan semua fungsi chip sampai interupsi eksternal atau reset hardware ditemui.



Gambar 2. Konfigurasi PIN AT89S51

DISKRIPSI PIN

VCC Tegangan Supply

GND Ground

Port 0

Port 0, merupakan port I/O 8 bit *open drain* dua arah. Sebagai sebuah port, setiap pin dapat mengendalikan 8 input TTL. Ketika logika “1” dituliskan ke port 0, maka port dapat digunakan sebagai input dengan impedansi tinggi. Port 0 dapat juga dikonfigurasi untuk multipleksing dengan address/ data bus selama mengakses memori program atau data eksternal. Pada mode ini P0 harus mempunyai *pull up*

Port 1

Port 1 merupakan port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull up*. *Buffer* output port 1 dapat mengendalikan empat TTL input. Ketika logika “1” dituliskan ke port 1, maka port ini akan mendapatkan *internal pull up* dan dapat digunakan sebagai input. Port 1 juga menerima alamat byte rendah selama pemrograman dan verifikasi Flash

Port Pin Fungsi Alternatif

P1.5 MOSI (digunakan untuk *In System Programming*)

P1.6 MISO (digunakan untuk *In System Programming*)

P1.7 SCK (digunakan untuk *In System Programming*)

Port 2

Port 2 merupakan port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull up*. *Buffer output* port 2 dapat mengendalikan empat TTL input. Ketika logika “1” dituliskan ke port 2, maka port ini akan mendapatkan *internal pull up* dan dapat digunakan sebagai input.

Port 3

Port 3 merupakan port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull up*. *Buffer output* port 3 dapat mengendalikan empat TTL input. Ketika logika “1” dituliskan ke port 3, maka port ini akan mendapatkan *internal pull up* dan dapat digunakan sebagai input. Port 3 juga melayani berbagai macam fitur khusus, sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Port Pin	Fungsi Alternatif
P3.0	RXD (port serial input)
P3.1	TXD (port serial output)
P3.2	INT0 (interupsi eksternal 0)
P3.3	INT1 (interupsi eksternal 1)
P3.4	T0 (input eksternal timer 0)
P3.5	T1 (input eksternal timer 1)
P3.6	WR (write strobe memori data eksternal)
P3.7	WR (read strobe memori program eksternal)

RST

Input Reset. Logika high “1” pada pin ini untuk dua siklus mesin sementara oscilator bekerja maka akan mereset devais.

ALE/ PROG

Address Latch Enable (ALE) merupakan suatu pulsa output untuk mengunci byte low dari alamat selama mengakses memori eksternal. Pin ini juga merupakan input pulsa pemrograman selama pemrograman flash (paralel).

Pada operasi normal, ALE mengeluarkan suatu laju konstan 1/6 dari frekuensi oscilator dan dapat digunakan untuk pewaktu eksternal.

PSEN

Program Store Enable merupakan *strobe read* untuk memori program eksternal.

EA/ VPP

Eksternal Access Enable. EA harus di hubungkan ke GND untuk enable devais, untuk memasuki memori program eksternal mulai alamat 0000H s/d FFFFH. EA harus dihubungkan ke VCC untuk akses memori program internal. Pin ini juga menerima tegangan pemrograman (VPP) selama pemrograman Flash

XTAL1

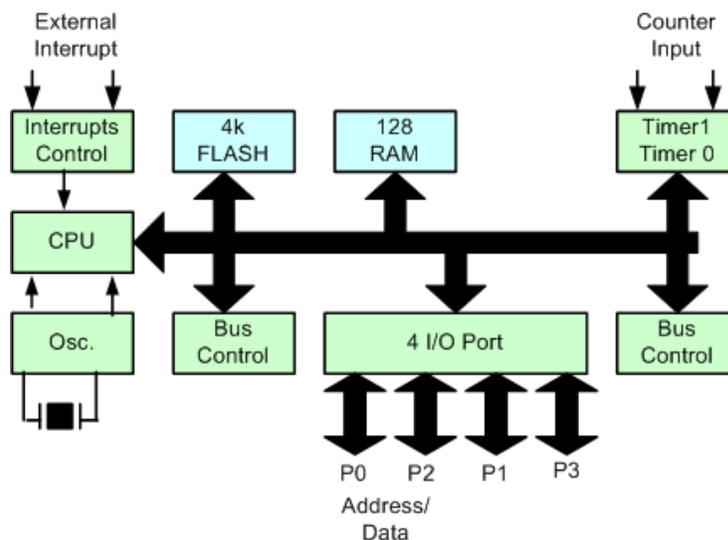
Input untuk penguat oscilator inverting dan input untuk rangkaian internal clock

XTAL2

Output dari penguat oscilator inverting.

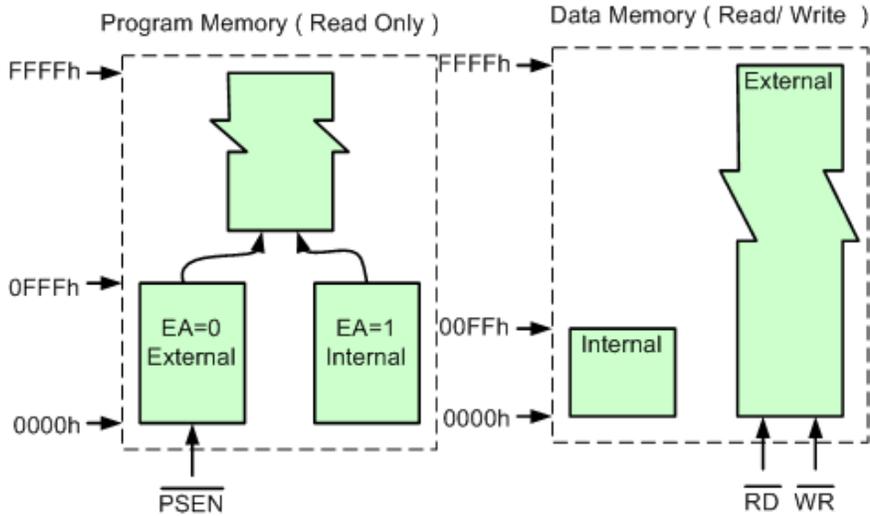
C. Organisasi Memori

Semua divais 8051 mempunyai ruang alamat yang terpisah untuk memori program dan memori data, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Pemisahan secara logika dari memori program dan data, mengijinkan memori data untuk diakses dengan pengalamatan 8 bit, yang dengan cepat dapat disimpan dan dimanipulasi dengan CPU 8 bit. Selain itu, pengalamatan memori data 16 bit dapat juga dibangkitkan melalui register DPTR. Memori program (ROM, EPROM dan FLASH) hanya dapat dibaca, tidak ditulis. Memori program dapat mencapai sampai 64K byte. Pada 89S51, 4K byte memori program terdapat didalam chip. Untuk membaca memori program eksternal mikrokontroller mengirim sinyal PSEN (*Program Store ENable*)



Gambar 3. Diagram blok mikrokontroller 8051

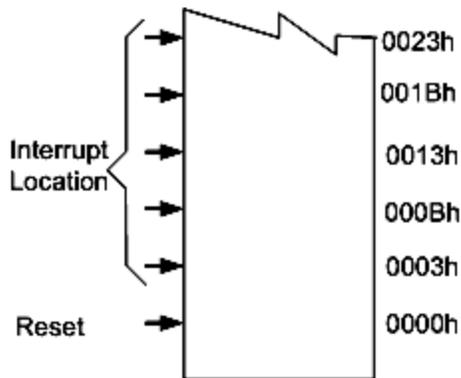
Memori data (RAM) menempati ruang alamat yang terpisah dari memori program. Pada keluarga 8051, 128 byte terendah dari memori data, berada di dalam chip. RAM eksternal (maksimal 64K byte). Dalam pengaksesan RAM Eksternal, mikrokontroler mengirimkan sinyal RD (baca) dan WR (tulis).



Gambar 4. Arsitektur Memori Mikrokontroler 8051

1. Program Memory

Gambar 4 menunjukkan suatu peta bagian bawah dari memori program. Setelah reset CPU mulai melakukan eksekusi dari lokasi 0000H. Sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 4, setiap interupsi ditempatkan pada suatu lokasi tertentu pada memori program. Interupsi menyebabkan CPU untuk melompat ke lokasi dimana harus dilakukan suatu layanan tertentu. Interupsi Eksternal 0, sebagai contoh, menempati lokasi 0003H. Jika Interupsi Eksternal 0 akan digunakan, maka layanan rutin harus dimulai pada lokasi 0003H. Jika interupsi ini tidak digunakan, lokasi layanan ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan sebagai Memori Program.

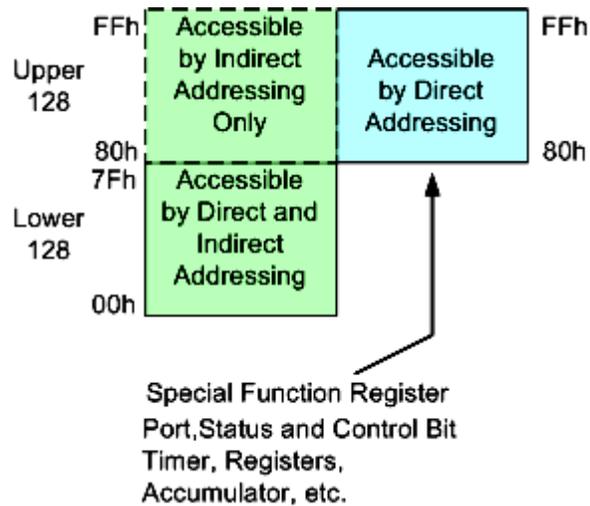


Gambar 5. Peta Interupsi mikrokontroler 8051

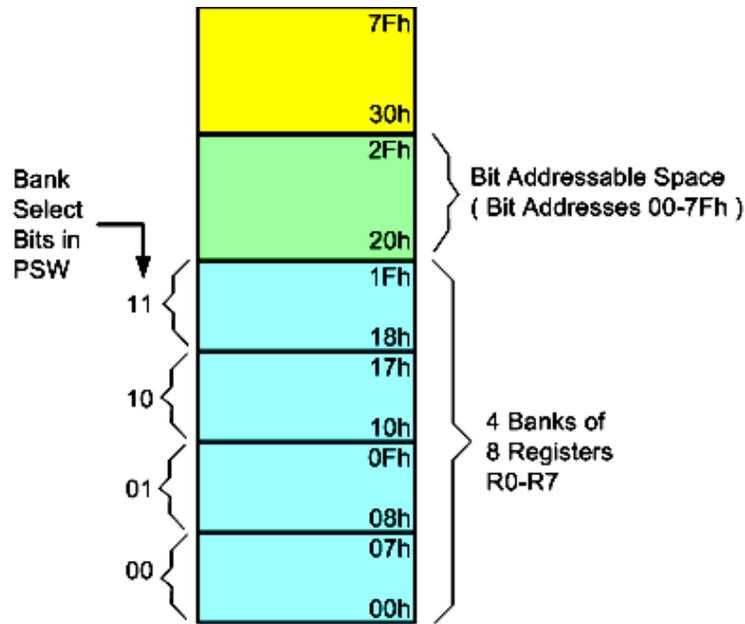
2. Memory Data

Gambar 4 menunjukkan ruang memori data internal dan eksternal pada keluarga 8051. CPU membangkitkan sinyal RD dan WR yang diperlukan selama akses RAM eksternal. Memori data

internal terpetakan seperti pada gambar 4. Ruang memori dibagi menjadi tiga blok, yang diacukan sebagai 128 byte lower, 128 byte upper dan ruang SFR. Alamat memori data internal selalu mempunyai lebar data satu byte. Pengalamatan langsung diatas 7Fh akan mengakses satu alamat memori, dan pengalamatan tak langsung diatas 7Fh akan mengakses satu alamat yang berbeda. Demikianlah pada gambar 1.4 menunjukkan 128 byte bagian atas dan ruang SFR menempati blok alamat yang sama, yaitu 80h sampai dengan FFh, yang sebenarnya mereka terpisah secara fisik 128 byte RAM bagian bawah dikelompokkan lagi menjadi beberapa blok, seperti yang ditunjukkan pada gambar 7. 32 byte RAM paling bawah, dikelompokkan menjadi 4 bank yang masing-masing terdiri dari 8 register. Instruksi program untuk memanggil register-register ini dinamai sebagai R0 sampai dengan R7. Dua bit pada *Program Status Word* (PSW) dapat memilih register bank mana yang akan digunakan. Penggunaan register R0 sampai dengan R7 ini akan membuat pemrograman lebih efisien dan singkat, bila dibandingkan pengalamatan secara langsung.

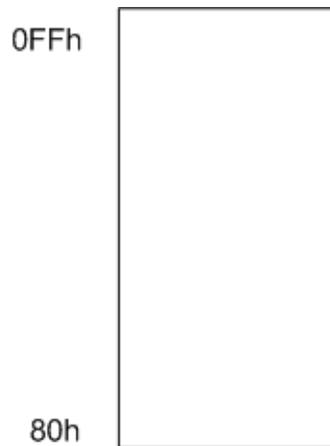


Gambar 6. Memori data internal



Gambar 7. RAM internal 128 byte paling bawah

Semua pada lokasi RAM 128 byte paling bawah dapat diakses baik dengan menggunakan pengalamatan langsung dan tak langsung. 128 byte paling atas hanya dapat diakses dengan cara tak langsung.



Gambar 8. RAM internal 128 byte paling atas

3. Special Function Register

Sebuah peta memori yang disebut ruang *special function register* (SFR) ditunjukkan pada gambar berikut. Perhatikan bahwa tidak semua alamat-alamat tersebut ditempati, dan alamat-alamat yang tak ditempati tidak diperkenankan untuk diimplementasikan. Akses baca untuk alamat ini akan menghasilkan data random, dan akses tulis akan menghasilkan efek yang tak jelas.

Accumulator

ACC adalah register akumulator. Mnemonik untuk instruksi spesifik akumulator ini secara sederhana dapat disingkat sebagai A.

Register B

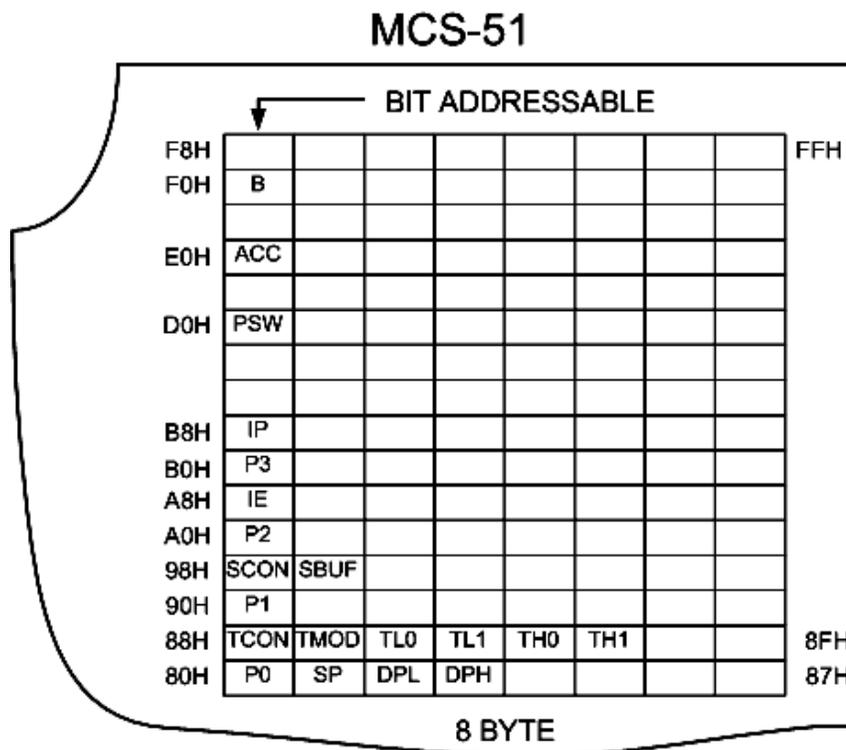
Register B digunakan pada saat operasi perkalian dan pembagian. Selain untuk keperluan tersebut diatas, register ini dapat digunakan untuk register bebas.

Stack Pointer

Register Pointer stack mempunyai lebar data 8 bit. Register ini akan bertambah sebelum data disimpan selama eksekusi *push* dan *call*. Sementara stack dapat berada disembarang tempat RAM. Pointer stack diawali di alamat 07h setelah reset. Hal ini menyebabkan stack untuk memulai pada lokasi 08h.

Data Pointer

Pointer Data (DPTR) terdiri dari byte atas (DPH) dan byte bawah (DPL). Fungsi ini ditujukan untuk menyimpan data 16 bit. Dapat dimanipulasi sebagai register 16 bit atau dua 8 bit register yang berdiri sendiri.



Gambar 9. Peta SFR

Ports 0, 1, 2 dan 3

P0, P1, P2 dan P3 adalah SFR yang ditempati oleh Port 0, 1, 2 dan 3. Menulis suatu logika 1 terhadap sebuah bit dari sebuah port SFR (P0, P1, P2 atau P3) menyebabkan pin output port yang bersesuaian akan berada dalam kondisi logika high '1', dan sebaliknya

Buffer Data Serial

Buffer serial sesungguhnya merupakan dua buah register yang terpisah, *buffer* pemancar dan *buffer* penerima. Ketika data diisikan ke SBUF, maka akan menuju ke *buffer* pemancar dan ditahan untuk proses transmisi. Ketika data diambil dari SBUF, maka akan berasal dari *buffer* penerima.

Registers Timer

Pasangan register (TH0, TL0) dan (TH1, TL1) adalah register pencacah 16 bit untuk Timer/Counter 0 dan 1, masing-masing.

Register Control

Registers IP, IE, TMOD, TCON, SCON, dan PCON terdiri dari bit control dan status.

Program Status Word

PSW atau Program Status Word berisi bit-bit status yang berkaitan dengan kondisi atau keadaan CPU mikrokontroler pada saat tersebut. PSW berada dalam lokasi ruang SFR. Pada PSW ini kita dapat memantau beberapa status yang meliputi: *carry bit*, *auxiliary carry* (untuk operasi BCD), dua bit pemilih bank register, *flag overflow*, sebuah bit paritas dan dua flag status yang bisa didefinisikan sendiri. Bit carry dapat juga anda guakan pada keperluan operasi aritmatika, juga bisa digunakan sebagai universal akumulator untuk beberapa operasi boolean.

Tabel 1 Program Status Word

MSB							LSB
CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P

Keterangan

BIT	SYMBOL	FUNCTION
PSW.7	CY	Carry flag.
PSW.6	AC	Auxilliary Carry flag. (For BCD operations.)
PSW.5	F0	Flag 0. (Available to the user for general purposes.)
PSW.4	RS1	Register bank select control bit 1. Set/cleared by software to determine working register bank.
PSW.3	RS0	Register bank select control bit 0. Set/cleared by software todetermine working register bank.
PSW.2	OV	Overflow flag.
PSW.1	-	User-definable flag.
PSW.0	P	Parity flag. Set/cleared by hardware each instruction cycle to indicate an odd/even number of "one" bits in the Accumulator, i.e., even parity.

Bit RS0 dan RS1 dapat digunakan untuk memilih satu dari empat bank register sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2. Bit paritas dapat digunakan untuk mengetahui jumlah logika '1' pada akumulator: P=1 bila pada akumulator mempunyai logika '1' yang jumlahnya ganjil, dan P=0 jika

akumulator mempunyai logika '1' yang jumlahnya genap. Dua bit yang lain PSW1 dan PSW5 dapat digunakan untuk berbagai macam tujuan

Tabel 2. Alamat rekening bank

RS1	RS0	Bank	Address RAM
0	0	0	00 h - 07 h
0	1	1	08 h - 0F h
1	0	2	10 h - 17 h
1	1	3	18 h - 1F h

D. Pengalamatan

Mode pengalamatan, mengacu bagaimana anda mengamati suatu lokasi memori tertentu. Ada 5 macam mode pengalamatan pada set instruksi 8051 yaitu:

1. Immediate Addressing MOV A, #20h
2. Direct Addressing MOV A, 30h
3. Indirect Addressing MOV A, @R0
4. External Direct MOVX A, @DPTR
5. Code Indirect MOVC A, @A + DPTR

E. Set Instruksi

Program pengendali mikrokontroler disusun dari kumpulan instruksi, instruksi tersebut setara dengan kalimat perintah bahasa manusia yang hanya terdiri atas predikat dan objek. Dengan demikian tahap pertama pembuatan program pengendali mikrokontroler dimulai dengan pengenalan dan pemahaman predikat (kata kerja) dan objek apa saja yang dimiliki mikrokontroler.

Objek dalam pemrograman mikrokontroler adalah data yang tersimpan di dalam memori, register dan input/output. Sedangkan 'kata kerja' yang dikenal pun secara umum dikelompokkan menjadi perintah untuk perpindahan data, aritmetik, operasi logika, pengaturan alur program dan beberapa hal khusus. Kombinasi dari 'kata kerja' dan objek itulah yang membentuk perintah pengatur kerja mikrokontroler. Intruksi MOV A,\$7F merupakan contoh sebuah intruksi dasar yang sangat spesifik, MOV merupakan 'kata kerja' yang memerintahkan peng-copy-an data, merupakan predikat dalam kalimat perintah ini. Sedangkan objeknya adalah data yang di-copy-kan, dalam hal ini adalah data yang ada di dalam memori nomor \$7F di-copy-kan ke Akumulator A.

Penyebutan data dalam MCS51

Data bisa berada diberbagai tempat yang berlainan, dengan demikian dikenal beberapa cara untuk menyebut data (dalam bahasa Inggris sering disebut sebagai '*Addressing Mode*'), antara lain sebagai berikut.

1. Penyebutan data konstan (*immediate addressing mode*): **MOV A,#\$20**. Data konstan merupakan data yang berada di dalam instruksi. Contoh instruksi ini mempunyai makna data konstan \$20

- (sebagai data konstan ditandai dengan '#') di-copy-kan ke Akumulator A. Yang perlu benar-benar diperhatikan dalam perintah ini adalah bilangan \$20 merupakan bagian dari instruksi.
2. Penyebutan data secara langsung (*direct addressing mode*), cara ini dipakai untuk menunjuk data yang berada di dalam memori dengan cara menyebut nomor memori tempat data tersebut berada : **MOV A,\$30**. Contoh instruksi ini mempunyai makna data yang berada di dalam memori nomor \$30 di-copy-kan ke Akumulator. Sekilas intruksi ini sama dengan instruksi data konstan di atas, perbedaannya instruksi di atas memakai tanda '#' yang menandai \$20 adalah data konstan, sedangkan dalam instruksi ini karena tidak ada tanda '#' maka \$30 adalah nomor dari memori.
 3. Penyebutan data secara tidak langsung (*indirect addressing mode*), cara ini dipakai untuk menunjuk data yang berada di dalam memori, kalau memori penyimpan data ini letaknya berubah-ubah sehingga nomor memori tidak disebut secara langsung tapi di-'titip'-kan ke register lain : **MOV A, @R0**.
 4. Dalam instruksi ini register serba guna R0 dipakai untuk mencatat nomor memori, sehingga instruksi ini mempunyai makna memori yang nomornya tercatat dalam R0 isinya di-copy-kan ke Akumulator A.
 5. Tanda '@' dipakai untuk menandai nomor memori disimpan di dalam R0.
 6. Bandingkan dengan instruksi penyebutan nomor memori secara langsung di atas, dalam instruksi ini nomor memori terlebih dulu disimpan di R0 dan R0 berperan menunjuk memori mana yang dipakai, sehingga kalau nilai R0 berubah memori yang ditunjuk juga akan berubah pula.
 7. Dalam instruksi ini register serba guna R0 berfungsi dengan register penampung alamat (*indirect address register*), selain R0 register serba guna R1 juga bisa dipakai sebagai register penampung alamat.
 8. Penyebutan data dalam register (*register addressing mode*): **MOV A, R5**. Instruksi ini mempunyai makna data dalam register serba guna R5 di-copy-kan ke Akumulator A. Instruksi ini membuat register serba guna R0 sampai R7 sebagai tempat penyimpanan data yang sangat praktis yang kerjanya sangat cepat.
 9. Data yang dimaksud dalam bahasan di atas semuanya berada di dalam memori data (termasuk register serba guna letaknya juga di dalam memori data). Dalam penulisan program, sering-sering diperlukan tabel baku yang disimpan bersama dengan program tersebut. Tabel semacam ini sesungguhnya merupakan data yang berada di dalam memori program!
 10. Untuk keperluan ini, MCS51 mempunyai cara penyebutan data dalam memori program yang dilakukan secara indirect (*code indirect addressing mode*) : **MOVC A, @A + DPTR**. Perhatikan dalam instruksi ini MOV digantikan dengan MOVC, tambahan huruf C tersebut dimaksud untuk membedakan bahwa instruksi ini dipakai di memori program. (MOV tanpa huruf C artinya instruksi dipakai di memori data). Tanda '@' dipakai untuk menandai A+DPTR dipakai untuk menyatakan nomor memori yang

isinya di-copy-kan ke Akumulator A, dalam hal ini nilai yang tersimpan dalam DPTR (Data Pointer Register - 2 byte) ditambah dengan nilai yang tersimpan dalam Akumulator A (1 byte) dipakai untuk menunjuk nomor memori program.

Secara keseluruhan AT8951 mempunyai sebanyak 255 macam instruksi, yang dibentuk dengan mengkombinasikan 'kata kerja' dan objek. "Kata kerja" tersebut secara kelompok dibahas sebagai berikut :

1. Instruksi copy data

Kode dasar untuk kelompok ini adalah MOV, singkatan dari MOVE yang artinya memindahkan, meskipun demikian lebih tepat dikatakan perintah ini mempunyai makna peng-copy-an data. Hal ini bisa dijelaskan berikut : setelah instruksi MOV A,R7 dikerjakan, Akumulator A dan register serba guna R7 berisikan data yang sama, yang asalnya tersimpan di dalam R7. Perintah MOV dibedakan sesuai dengan jenis memori AT89Cx051. Perintah ini pada memori data dituliskan menjadi MOV, misalkan :

```
MOV A, $20
MOV A, @R1
MOV A, P1
MOV P3, A
```

Untuk pemakaian pada memori program, perintah ini dituliskan menjadi MOVC, hanya ada 2 jenis instruksi yang memakai MOVC, yakni:

```
MOVC A, @A+DPTR ; DPTR sebagai register indirect
MOVC A, @A+PC ; PC sebagai register indirect
```

Selain itu, masih dikenal pula perintah MOVX, yakni perintah yang dipakai untuk memori data eksternal (X singkatan dari External). Perintah ini hanya dimiliki oleh anggota keluarga MCS51 yang mempunyai memori data eksternal, misalnya AT89C51 dan lain sebagainya, dan jelas tidak dikenal oleh kelompok AT89Cx051 yang tidak punya memori data eksternal. Hanya ada 6 macam instruksi yang memakai MOVX, instruksi-instruksi tersebut adalah:

```
MOVX A, @DPTR
MOVX A, @R0
MOVX A, @R1
MOVX @DPTR, A
MOVX @R0, A
MOVX @R1, A
```

2. Instruksi Aritmatika

Perintah ADD dan ADDC

Isi Akumulator A ditambah dengan bilangan 1 byte, hasil penjumlahan akan ditampung kembali dalam Akumulator. Dalam operasi ini bit Carry (C flag dalam PSW – Program Status Word) berfungsi sebagai penampung limpahan hasil penjumlahan. Jika hasil penjumlahan tersebut

melimpah (nilainya lebih besar dari 255) bit Carry akan bernilai '1', kalau tidak bit Carry bernilai '0'. ADDC sama dengan ADD, hanya saja dalam ADDC nilai bit Carry dalam proses sebelumnya ikut dijumlahkan bersama. Bilangan 1 byte yang ditambahkan ke Akumulator, bisa berasal dari bilangan konstan, dari register serba guna, dari memori data yang nomor memorinya disebut secara langsung maupun tidak langsung, seperti terlihat dalam contoh berikut :

```
ADD A,R0 ; register serba guna
ADD A,#$23 ; bilangan konstan
ADD A,@R0 ; no memori tak langsung
ADD A,P1 ; no memori langsung (port 1)
```

Perintah SUBB

Isi Akumulator A dikurangi dengan bilangan 1 byte berikut dengan nilai bit Carry, hasil pengurangan akan ditampung kembali dalam Akumulator. Dalam operasi ini bit Carry juga berfungsi sebagai penampung limpahan hasil pengurangan. Jika hasil pengurangan tersebut melimpah (nilainya kurang dari 0) bit Carry akan bernilai '1', kalau tidak bit Carry bernilai '0'.

```
SUBB A,R0 ; A = A - R0 - C
SUBB A,#$23 ; A = A - $23
SUBB A,@R1
SUBB A,P0
```

Perintah DA

Perintah DA (*Decimal Adjust*) dipakai setelah perintah ADD; ADDC atau SUBB, dipakai untuk merubah nilai biner 8 bit yang tersimpan dalam Akumulator menjadi 2 buah bilangan desimal yang masing-masing terdiri dari nilai biner 4 bit.

Perintah MUL AB

Bilangan biner 8 bit dalam Akumulator A dikalikan dengan bilangan biner 8 bit dalam register B. Hasil perkalian berupa bilangan biner 16 bit, 8 bit bilangan biner yang bobotnya lebih besar ditampung di register B, sedangkan 8 bit lainnya yang bobotnya lebih kecil ditampung di Akumulator A. Bit OV dalam PSW (*Program Status Word*) dipakai untuk menandai nilai hasil perkalian yang ada dalam register B. Bit OV akan bernilai '0' jika register B bernilai \$00, kalau tidak bit OV bernilai '1'.

```
MOV A,#10
MOV B,#20
MUL AB
```

Perintah DIV AB

Bilangan biner 8 bit dalam Akumulator A dibagi dengan bilangan biner 8 bit dalam register B. Hasil pembagian berupa bilangan biner 8 bit ditampung di Akumulator, sedangkan sisa pembagian berupa bilangan biner 8 bit ditampung di register B.

Bit OV dalam PSW (*Program Status Word*) dipakai untuk menandai nilai sebelum pembagian yang ada dalam register B. Bit OV akan bernilai '1' jika register B asalnya bernilai \$00.

Tabel 3. Instruksi Aritmatika

Mnemonic	Operation	Addressing Mode				Exect.
		Dir	Ind	Reg	Imm	Timer uS
Add A, <byte>	A=A+<byte>	V	V	V	V	1
Addc A, <byte>	A=A+<byte>+C	V	V	V	V	1
Subb A, <byte>	A=A-<byte>-C	V	V	V	V	1
Inc A	A=A+1	Accumulator Only				1
Inc <byte>	<byt>=<byt>+1	V	V	V		1
Inc DPTR	DPTR=DPTR+1	Data Pointer Only				2
Dec A	A=A-1	Accumulator Only				1
Dec <byte>	<byt>=<byt>-1	V	V	V		1
Mul AB	B:A=BxA	Accumulator and B Only				4
Div AB	A=Int[A/B] B=Mod[A/B]	Accumulator and B only				4
DA A	Dec Adjust	Accumulator Only				1

3. Instruksi Logika

Kelompok perintah ini dipakai untuk melakukan operasi logika mikrokontroler MCS51, operasi logika yang bisa dilakukan adalah operasi AND (kode operasi ANL), operasi OR (kode operasi ORL) dan operasi Exclusive-OR (kode operasi XRL). Data yang dipakai dalam operasi ini bisa berupa data yang berada dalam Akumulator atau data yang berada dalam memori-data, hal ini sedikit berlainan dengan operasi aritmatik yang harus melihatkan Akumulator secara aktif.

Hasil operasi ditampung di sumber data yang pertama.

- a. Operasi logika AND banyak dipakai untuk me-'0'-kan beberapa bit tertentu dari sebuah bilangan biner 8 bit, caranya dengan membentuk sebuah bilangan biner 8 bit sebagai data konstan yang di-ANL-kan bilangan asal. Bit yang ingin di-'0'-kan diwakili dengan '0' pada data konstan, sedangkan bit lainnya diberi nilai '1', misalnya. Instruksi ANL P1, #%01111110 akan mengakibatkan bit 0 dan bit 7 dari Port 1 (P1) bernilai '0' sedangkan bit-bit lainnya tetap tidak berubah nilai.
- b. Operasi logika OR banyak dipakai untuk me-'1'-kan beberapa bit tertentu dari sebuah bilangan biner 8 bit, caranya dengan membentuk sebuah bilangan biner 8 bit sebagai data konstan yang di-ORL-kan bilangan asal. Bit yang ingin di-'1'-kan diwakili dengan '1' pada data konstan, sedangkan bit lainnya diberi nilai '0', misalnya :Instruksi ORL A, #%01111110 akan mengakibatkan bit 1 sampai dengan bit 6 dari Akumulator bernilai '1' sedangkan bit-bit lainnya tetap tidak berubah nilai.

- c. Operasi logika Exclusive-OR banyak dipakai untuk membalik nilai (complement) beberapa bit tertentu dari sebuah bilangan biner 8 bit, caranya dengan membentuk sebuah bilangan biner 8 bit sebagai data konstan yang di-XRL-kan bilangan asal. Bit yang ingin dibalik-nilai diwakili dengan '1' pada data konstan, sedangkan bit lainnya diberi nilai '0', misalnya: Instruksi XRL A,#%01111110 akan mengakibatkan bit 1 sampai dengan bit 6 dari Akumulator berbalik nilai, sedangkan bit-bit lainnya tetap tidak berubah nilai.

Operasi logika pada umumnya mencakup empat hal, yaitu operasi AND, operasi OR, operasi EX-OR dan operasi NOT. MCS51 hanya bisa melaksanakan tiga jenis operasi logika yang ada, yakni intruksi ANL (AND Logical) untuk operasi AND intruksi ORL (OR Logical) untuk operasi OR, CPL (Complement bit) untuk operasi NOT. Bit Carry pada PSW diperlakukan sebagai 'akumulator bit', dengan demikian operasi AND dan operasi OR dilakukan antara bit yang tersimpan pada bit Carry dengan salah satu dari 256 bit data yang dibahas di atas. Contoh dari instruksi-instruksi ini adalah :

```
ANL C, P1.1
ANL C, /P1.2
```

Instruksi ANL C,P1.1 meng-AND-kan nilai pada bit Carry dengan nilai Port 1 bit 1 (P1.1), dan hasil operasi tersebut ditampung pada bit Carry. Instruksi ANL C,/P1.1 persis sama dengan instruksi sebelumnya, hanya saja sebelum di-AND-kan, nilai P1.1 dibalik (complemented) lebih dulu, jika nilai P1.1='0' maka yang di-AND-kan dengan bit Carry adalah '1', demikian pula sebaliknya. Hal serupa berlaku pada instruksi ORL. Instruksi CPL dipakai untuk membalik (complement) nilai semua 256 bit data yang dibahas di atas. Misalnya :

```
CPL C
CPL P1.0
```

CPL C akan membalik nilai biner dalam bit Carry (jangan lupa bit Carry merupakan salah satu bit yang ada dalam 256 bit yang dibahas di atas, yakni bit nomor \$E7 atau PSW.7).

4. Instruksi Lompatan

Pada dasarnya program dijalankan intruksi demi instruksi, artinya selesai menjalankan satu instruksi mikrokontroler langsung menjalankan instruksi berikutnya, untuk keperluan ini mikrokontroler dilengkapi dengan Program Counter yang mengatur pengambilan intruksi secara berurutan. Meskipun demikian, program yang kerjanya hanya berurutan saja tidaklah banyak artinya, untuk keperluan ini mikrokontroler dilengkapi dengan instruksi-instruksi untuk mengatur alur program.

Secara umum kelompok instruksi yang dipakai untuk mengatur alur program terdiri atas instruksi-instruksi JUMP (setara dengan statemen GOTO dalam Pascal), instruksi-instruksi untuk membuat dan memakai sub-rutin/modul (setara dengan PROCEDURE dalam Pascal), instruksi-instruksi JUMP bersyarat (conditional Jump, setara dengan statemen IF .. THEN dalam Pascal). Di samping itu ada pula instruksi PUSH dan POP yang bisa memengaruhi alur

program. Karena Program Counter adalah satu-satunya register dalam mikrokontroler yang mengatur alur program, maka kelompok instruksi pengatur program yang dibicarakan di atas, semuanya merubah nilai Program Counter, sehingga pada saat kelompok instruksi ini dijalankan, nilai Program Counter akan tidak akan runtun dari nilai instruksi sebelumnya. Selain karena instruksi-instruksi di atas, nilai Program Counter bisa pula berubah karena pengaruh perangkat keras, yaitu saat mikrokontroler di-reset atau menerima sinyal interupsi dari perangkat input/output.

Mikrokontroler menjalankan instruksi demi instruksi, selesai menjalankan satu instruksi mikrokontroler langsung menjalankan instruksi berikutnya, hal ini dilakukan dengan cara nilai Program Counter bertambah sebanyak jumlah byte yang membentuk instruksi yang sedang dijalankan, dengan demikian pada saat instruksi bersangkutan dijalankan Program Counter selalu menyimpan nomor memori-program yang menyimpan instruksi berikutnya. Pada saat mikrokontroler menjalankan kelompok instruksi JUMP, nilai Program Counter yang runtun sesuai dengan alur program diganti dengan nomor memori-program baru yang dikehendaki programmer.

Mikrokontroler MCS51 mempunyai 3 macam intruksi JUMP, yakni instruksi LJMP (*Long Jump*), instruksi AJMP (*Absolute Jump*) dan instruksi SJMP (*Short Jump*). Kerja dari ketiga instruksi ini persis sama, yakni memberi nilai baru pada Program Counter, kecepatan melaksanakan ketiga instruksi ini juga persis sama, yakni memerlukan waktu 2 periode instruksi (jika MCS51 bekerja pada frekuensi 12 MHz, maka instruksi ini dijalankan dalam waktu 2 mikro-detik), yang berbeda dalam jumlah byte pembentuk instruksinya, instruksi LJMP dibentuk dengan 3 byte, sedangkan instuksi AJMP dan SJMP cukup 2 byte.

Instruksi LJMP

Kode untuk instruksi LJMP adalah \$02, nomor memori-program baru yang dituju dinyatakan dengan bilangan biner 16 bit, dengan demikian instruksi ini bisa menjangkau semua memori-program MCS51 yang jumlahnya 64 KiloByte. Instruksi LJMP terdiri atas 3 byte, yang bisa dinyatakan dengan bentuk umum 02 aa aa, aa yang pertama adalah nomor memori-program bit 8 sampai dengan bit 15, sedangkan aa yang kedua adalah nomor memori-program bit 0 sampai dengan bit 7. Pemakaian instruksi LJMP bisa dipelajari dari potongan program berikut :

```
LJMP TugasBaru
...
ORG $2000
TugasBaru:
MOV A,P3.1
```

Dalam potongan program di atas, ORG adalah perintah pada assembler agar berikutnya assembler bekerja pada memori-program nomor yang disebut di belakang ORG (dalam hal ini minta assembler berikutnya bekerja pada memori-program nomor \$2000). TugasBaru disebut sebagai LABEL, yakni sarana assembler untuk menandai/ menamai nomor memori-program.

Dengan demikian, dalam potongan program di atas, memori-program nomor \$2000 diberi nama TugasBaru, atau bisa juga dikatakan bahwa TugasBaru bernilai \$2000. (Catatan : LABEL ditulis minimal satu huruf lebih kiri dari instruksi, artinya LABEL ditulis setelah menekan tombol Enter, tapi instruksi ditulis setelah menekan tombol Enter, kemudian diikuti dengan 1 tombol spasi atau tombol TAB).

Dengan demikian intruksi LJMP TugasBaru di atas, sama artinya dengan LJMP \$2000 yang oleh assembler akan diterjemahkan menjadi 02 20 00 (heksadesimal).

Instruksi AJMP

Nomor memori-program baru yang dituju dinyatakan dengan bilangan biner 11 bit, dengan demikian instruksi ini hanya bisa menjangkau satu daerah memori-program MCS51 sejauh 2 KiloByte. Instruksi AJMP terdiri atas 2 byte, byte pertama merupakan kode untuk instruksi AJMP (00001b) yang digabung dengan nomor memori-program bit nomor 8 sampai dengan bit nomor 10, byte kedua dipakai untuk menyatakan nomor memori-program bit nomor 0 sampai dengan bit nomor 7. Berikut ini adalah potongan program untuk menjelaskan pemakaian instruksi AJMP:

```
ORG $800
AJMP DaerahIni
AJMP DaerahLain
ORG $900
DaerahIni:
. . .
ORG $1000
DaerahLain:
. . .
```

Potongan program di atas dimulai di memori-program nomor \$800, dengan demikian instruksi AJMP DaerahIni bisa dipakai, karena nomor-memori \$800 (tempat instruksi AJMP DaerahIni) dan LABEL DaerahIni yang terletak di dalam satu daerah memori-program 2 KiloByte yang sama dengan. (Dikatakan terletak di dalam satu daerah memori-program 2 KiloByte yang sama, karena bit nomor 11 sampai dengan bit nomor 15 dari nomor memorinya sama).

Tapi AJMP DaerahLain akan di-salah-kan oleh Assembler, karena DaerahLain yang terletak di memori-program nomor \$1000 terletak di daerah memori-program 2 KiloByte yang lain. Karena instruksi AJMP hanya terdiri dari 2 byte, sedangkan instruksi LJMP 3 byte, maka memakai instruksi AJMP lebih hemat memori-program dibanding dengan LJMP. Hanya saja karena jangkauan instruksi AJMP hanya 2 KiloByte, pemakaiannya harus hati-hati.

Memori-program IC mikrokontroler AT89C1051 dan AT89C2051 masing-masing hanya 1 KiloByte dan 2 KiloByte, dengan demikian program untuk kedua mikrokontroler di atas tidak perlu memakai instruksi LJMP, karena program yang ditulis tidak mungkin menjangkau lebih dari 2 KiloByte memori-program.

Instruksi SJMP

Nomor memori-program dalam instruksi ini tidak dinyatakan dengan nomor memori-program yang sesungguhnya, tapi dinyatakan dengan 'pergeseran relatif' terhadap nilai Program Counter saat instruksi ini dilaksanakan.

Pergeseran relatif tersebut dinyatakan dengan 1 byte bilangan 2's complement, yang bisa dipakai untuk menyatakan nilai antara -128 sampai dengan +127. Nilai minus dipakai untuk menyatakan bergeser ke instruksi-instruksi sebelumnya, sedangkan nilai positif untuk menyatakan bergeser ke instruksi-instruksi sesudahnya. Meskipun jangkauan instruksi SJMP hanya -128 sampai +127, tapi instruksi ini tidak dibatasi dengan pengertian daerah memori-program 2 KiloByte yang membatasi instruksi AJMP.

```
ORG $0F80
SJMP DaerahLain
. . .
ORG $1000
DaerahLain:
```

Dalam potongan program di atas, memori-program \$0F80 tidak terletak dalam daerah memori-program 2 KiloByte yang sama dengan \$1000, tapi instruksi SJMP DaerahLain tetap bisa dipakai, asalkan jarak antara instruksi itu dengan LABEL DaerahLain tidak lebih dari 127 byte.

Instruksi sub-rutin

Instruksi-instruksi untuk membuat dan memakai sub-rutin/modul program, selain melibatkan Program Counter, melibatkan pula Stack yang diatur oleh Register Stack Pointer.

Sub-rutin merupakan suatu potong program yang karena berbagai pertimbangan dipisahkan dari program utama. Bagian-bagian di program utama akan 'memanggil' (CALL) sub-rutin, artinya mikrokontroler sementara meninggalkan alur program utama untuk mengerjakan instruksi-instruksi dalam sub-rutin, selesai mengerjakan sub-rutin mikrokontroler kembali ke alur program utama.

Satu-satunya cara membentuk sub-rutin adalah memberi instruksi RET pada akhir potongan program sub-rutin. Program sub-rutin di-'panggil' dengan instruksi ACALL atau LCALL.

Agar nantinya mikrokontroler bisa meneruskan alur program utama, pada saat menerima instruksi ACALL atau LCALL, sebelum mikrokontroler pergi mengerjakan sub-rutin, nilai Program Counter saat itu disimpan dulu ke dalam Stack (Stack adalah sebagian kecil dari memori-data yang dipakai untuk menyimpan nilai Program Counter secara otomatis, kerja dari Stack dikendalikan oleh Register Stack Pointer). Selanjutnya mikrokontroler mengerjakan instruksi-instruksi di dalam sub-rutin sampai menjumpai instruksi RET yang berfungsi sebagai penutup dari sub-rutin. Saat menerima instruksi RET, nilai asal Program Counter sebelum mengerjakan sub-rutin yang disimpan di dalam Stack, dikembalikan ke Program Counter sehingga mikrokontroler bisa meneruskan pekerjaan di alur program utama.

Instruksi ACALL dipakai untuk me-‘manggil’ program sub-rutin dalam daerah memori-program 2 KiloByte yang sama, setara dengan instruksi AJMP yang sudah dibahas di atas. Sedangkan instruksi LCALL setara dengan instruksi LCALL, yang bisa menjangkau seluruh memori-program mikrokontroler MCS51 sebanyak 64 KiloByte. (Tapi tidak ada instruksi SCALL yang setara dengan instruksi SJMP). Program untuk AT89C1051 dan AT89C2051 tidak perlu memakai instruksi LCALL.

Instruksi RET dipakai untuk mengakhiri program sub-rutin, di samping itu masih ada pula instruksi RETI, yakni instruksi yang dipakai untuk mengakhiri Program Layanan Interupsi (*Interrupt Service Routine*), yaitu semacam program sub-rutin yang dijalankan mikrokontroler pada saat mikrokontroler menerima sinyal permintaan interupsi.

Catatan : Saat mikrokontroler menerima sinyal permintaan interupsi, mikrokontroler akan melakukan satu hal yang setara dengan instruksi LCALL untuk menjalankan Program Layanan Interupsi dari sinyal interupsi bersangkutan. Di samping itu, mikrokontroler juga me-‘mati’-kan sementara mekanisme layanan interupsi, sehingga permintaan interupsi berikutnya tidak dilayani. Saat menerima instruksi RETI, mekanisme layanan interupsi kembali diaktifkan dan mikrokontroler melaksanakan hal yang setara dengan instruksi RET.

Instruksi Lompatan Bersyarat

Instruksi Jump bersyarat merupakan instruksi inti bagi mikrokontroler, tanpa kelompok instruksi ini program yang ditulis tidak banyak berarti. Instruksi-instruksi ini selain melibatkan Program Counter, melibatkan pula kondisi-kondisi tertentu yang biasanya dicatat dalam bit-bit tertentu yang dihimpun dalam Register tertentu. Khusus untuk keluarga mikrokontroler MCS51 yang mempunyai kemampuan menangani operasi dalam level bit, instruksi jump bersyarat dalam MCS51 dikaitkan pula dengan kemampuan operasi bit MCS51.

Nomor memori-program baru yang harus dituju tidak dinyatakan dengan nomor memori-program yang sesungguhnya, tapi dinyatakan dengan ‘pergeseran relatif’ terhadap nilai Program Counter saat instruksi ini dilaksanakan. Cara ini dipakai pula untuk instruksi SJMP.

Instruksi JZ / JNZ

Instruksi JZ (*Jump if Zero*) dan instruksi JNZ (*Jump if not Zero*) adalah instruksi JUMP bersyarat yang memantau nilai Akumulator A.

```
MOV A, #0
JNZ BukanNol
JZ Nol
. . .
BukanNol:
. . .
Nol :
. . .
```

Dalam contoh program di atas, MOV A,#0 membuat A bernilai nol, hal ini mengakibatkan instruksi JNZ BukanNol tidak akan pernah dikerjakan (JNZ artinya Jump kalau nilai $A \neq 0$, syarat ini tidak pernah dipenuhi karena saat instruksi ini dijalankan nilai $A=0$), sedangkan instruksi JZ Nol selalu dikerjakan karena syaratnya selalu dipenuhi.

Instruksi JC / JNC

Instruksi JC (*Jump on Carry*) dan instruksi JNC (*Jump on no Carry*) adalah instruksi jump bersyarat yang memantau nilai bit Carry di dalam Program Status Word (PSW). Bit Carry merupakan bit yang banyak sekali dipakai untuk keperluan operasi bit, untuk menghemat pemakaian memori-program disediakan 2 instruksi yang khusus untuk memeriksa keadaan bit Carry, yakni JC dan JNC. Karena bit akan diperiksa sudah pasti, yakni bit Carry, maka instruksi ini cukup dibentuk dengan 2 byte saja, dengan demikian bisa lebih menghemat memori program.

```
JC Periksa
JB PSW.7,Periksa
```

Hasil kerja kedua instruksi di atas sama, yakni MCS51 akan JUMP ke Periksa jika ternyata bit Carry bernilai '1' (ingat bit Carry sama dengan PSW bit 7). Meskipun sama tapi instruksi JC Periksa lebih pendek dari instruksi JB PSW.7,Periksa, instruksi pertama dibentuk dengan 2 byte dan instruksi yang kedua 3 byte.

Instruksi JBC sama dengan instruksi JB, hanya saja jika ternyata bit yang diperiksa memang benar bernilai '1', selain MCS51 akan JUMP ke instruksi lain yang dikehendaki MCS51 akan me-nol-kan bit yang baru saja diperiksa

Instruksi JB / JNB / JBC

Instruksi JB (*Jump on Bit Set*), instruksi JNB (*Jump on not Bit Set*) dan instruksi JBC (*Jump on Bit Set Then Clear Bit*) merupakan instruksi Jump bersyarat yang memantau nilai-nilai bit tertentu. Bit-bit tertentu bisa merupakan bit-bit dalam register status maupun kaki input mikrokontroler MCS51.

Pengujian Nilai Boolean dilakukan dengan instruksi JUMP bersyarat, ada 5 instruksi yang dipakai untuk keperluan ini, yakni instruksi JB (*JUMP if bit set*), JNB (*JUMP if bit Not Set*), JC (*JUMP if Carry Bit set*), JNC (*JUMP if Carry Bit Not Set*) dan JBC (*JUMP if Bit Set and Clear Bit*).

Dalam instruksi JB dan JNB, salah satu dari 256 bit yang ada akan diperiksa, jika keadaannya (false atau true) memenuhi syarat, maka MCS51 akan menjalankan instruksi yang tersimpan di memori-program yang dimaksud. Alamat memori-program dinyatakan dengan bilangan relatif terhadap nilai Program Counter saat itu, dan cukup dinyatakan dengan angka 1 byte. Dengan demikian instruksi ini terdiri dari 3 byte, byte pertama adalah kode operasinya (\$29 untuk JB dan \$30 untuk JNB), byte kedua untuk menyatakan nomor bit yang harus diuji, dan byte ketiga adalah bilangan relatif untuk instruksi tujuan.

Contoh pemakaian instruksi JB dan JNB sebagai berikut :

```
JB P1.1,$
JNB P1.1,$
```

Instruksi-instruksi di atas memantau keadaan kaki IC MCS51 Port 1 bit 1. Instruksi pertama memantau P1.1, jika P1.1 bernilai '1' maka MCS51 akan mengulang instruksi ini, (tanda \$ mempunyai arti jika syarat terpenuhi kerjakan lagi instruksi bersangkutan). Instruksi berikutnya melakukan hal sebaliknya, yakni selama P1.1 bernilai '0' maka MCS51 akan tertahan pada instruksi ini.

Instruksi proses dan test

Instruksi-instruksi Jump bersyarat yang dibahas di atas, memantau kondisi yang sudah terjadi yang dicatat MCS51. Ada dua instruksi yang melakukan dulu suatu proses baru kemudian memantau hasil proses untuk menentukan apakah harus Jump. Kedua instruksi yang dimaksud adalah instruksi DJNZ dan instruksi CJNE.

Instruksi DJNZ

Instruksi DJNZ (*Decrement and Jump if not Zero*), merupakan instruksi yang akan mengurangi 1 nilai register serbaguna (R0..R7) atau memori-data, dan Jump jika ternyata setelah pengurangan 1 tersebut hasilnya tidak nol. Contoh berikut merupakan potongan program untuk membentuk waktu tunda secara sederhana :

```
MOV R0,#$23
DJNZ R0,$
```

Instruksi MOV R0,#\$23 memberi nilai \$23 pada R0, selanjutnya setiap kali instruksi DJNZ R0,\$ dikerjakan, MCS51 akan mengurangi nilai R0 dengan '1', jika R0 belum menjadi nol maka MCS51 akan mengulang instruksi tersebut (tanda \$ dalam instruksi ini maksudnya adalah kerjakan kembali instruksi ini). Selama mengerjakan 2 instruksi di atas, semua pekerjaan lain akan tertunda, waktu tundanya ditentukan oleh besarnya nilai yang diisikan ke R0.

Instruksi CJNE

Instruksi CJNE (*Compare and Jump if Not Equal*) membandingkan dua nilai yang disebut dan MCS akan Jump kalau kedua nilai tersebut tidak sama!

```
MOV A,P1
CJNE A,#$0A,TidakSama
...
SJMP EXIT
;
TidakSama:
...
```

Instruksi MOV A,P1 membaca nilai input dari Port 1, instruksi CJNE A,#\$0A,TidakSama memeriksa apakah nilai Port 1 yang sudah disimpan di A sama dengan \$0A, jika tidak maka Jump ke TidakSama

F. Interupsi

8051 mempunyai 5 buah sumber interupsi. Dua buah interupsi eksternal, dua buah interupsi timer dan sebuah interupsi port serial. Meskipun memerlukan pengertian yang lebih mendalam, pengetahuan mengenai interupsi sangat membantu mengatasi masalah pemrograman mikroprosesor/mikrokontroler dalam hal menangani banyak peralatan input/output. Pengetahuan mengenai interupsi tidak cukup hanya dibahas secara teori saja, diperlukan contoh program yang konkrit untuk memahami.

Saat kaki RESET pada IC mikroprosesor/mikrokontroler menerima sinyal reset (pada MCS51 sinyal tersebut berupa sinyal '1' sesaat, pada prosesor lain umumnya merupakan sinyal '0' sesaat), Program Counter diisi dengan sebuah nilai. Nilai tersebut dinamakan sebagai vektor reset (reset vector), merupakan nomor awal memori-program yang menampung program yang harus dijalankan.

Pembahasan di atas memberi gambaran bahwa proses reset merupakan peristiwa perangkat keras (sinyal reset diumpankan ke kaki Reset) yang dipakai untuk mengatur kerja dari perangkat lunak, yakni menentukan aliran program prosesor (mengisi Program Counter dengan vektor reset). Program yang dijalankan dengan cara reset, merupakan program utama bagi prosesor.

Peristiwa perangkat keras yang dipakai untuk mengatur kerja dari perangkat lunak, tidak hanya terjadi pada proses reset, tapi terjadi pula dalam proses interupsi. Dalam proses interupsi, terjadinya sesuatu pada perangkat keras tertentu dicatat dalam flip-flop khusus, flip-flop tersebut sering disebut sebagai 'petanda' (flag), catatan dalam petanda tersebut diatur sedemikian rupa sehingga bisa merupakan sinyal permintaan interupsi pada prosesor. Jika permintaan interupsi ini dilayani prosesor, Program Counter akan diisi dengan sebuah nilai. Nilai tersebut dinamakan sebagai vektor interupsi (interrupt vector), yang merupakan nomor awal memori-program yang menampung program yang dipakai untuk melayani permintaan interupsi tersebut.

Program yang dijalankan dengan cara interupsi, dinamakan sebagai program layanan interupsi (ISR - *Interrupt Service Routine*). Saat prosesor menjalankan ISR, pekerjaan yang sedang dikerjakan pada program utama sementara ditinggalkan, selesai menjalankan ISR prosesor kembali menjalankan program utama, seperti yang digambarkan dalam Gambar 10.



Gambar 10. Bagan kerja prosesor melayani interupsi

Sebuah prosesor bisa mempunyai beberapa perangkat keras yang merupakan sumber sinyal permintaan interupsi, masing-masing sumber interupsi dilayani dengan ISR berlainan, dengan demikian prosesor mempunyai beberapa vektor interupsi untuk memilih ISR mana yang dipakai melayani permintaan interupsi dari berbagai sumber. Kadang kala sebuah vektor interupsi dipakai oleh lebih dari satu sumber interupsi yang sejenis, dalam hal semacam ini ISR bersangkutan harus menentukan sendiri sumber interupsi mana yang harus dilayani saat itu. Jika pada saat yang sama terjadi lebih dari satu permintaan interupsi, prosesor akan melayani permintaan interupsi tersebut menurut prioritas yang sudah ditentukan, selesai melayani permintaan interupsi prioritas yang lebih tinggi, prosesor melayani permintaan interupsi berikutnya, baru setelah itu kembali mengerjakan program utama.

Saat prosesor sedang mengerjakan ISR, bisa jadi terjadi permintaan interupsi lain, jika permintaan interupsi yang datang belakangan ini mempunyai prioritas lebih tinggi, ISR yang sedang dikerjakan ditinggal dulu, prosesor melayani permintaan yang prioritas lebih tinggi, selesai melayani interupsi prioritas tinggi prosesor meneruskan ISR semula, baru setelah itu kembali mengerjakan program utama. Hal ini dikatakan sebagai interupsi bertingkat (*nested interrupt*), tapi tidak semua prosesor mempunyai kemampuan melayani interupsi secara ini.

1. Sumber interupsi MCS51

Seperti terlihat dalam Gambar 2, AT89C51 mempunyai 6 sumber interupsi, yakni Interupsi External (*External Interrupt*) yang berasal dari kaki INT0 dan INT1, Interupsi Timer (*Timer Interrupt*) yang berasal dari Timer 0 maupun Timer 1, Interupsi Port Seri (*Serial Port Interrupt*) yang berasal dari bagian penerima dan bagian pengirim Port Seri.

Di samping itu AT89C52 mempunyai 2 sumber interupsi lain, yakni Interupsi Timer 2 bersumber dari Timer 2 yang memang tidak ada pada AT89C51.

Bit IE0 (atau bit IE1) dalam TCON merupakan petanda (*flag*) yang menandakan adanya permintaan Interupsi Eksternal. Ada 2 keadaan yang bisa meng-aktif-kan petanda ini, yang pertama karena level tegangan '0' pada kaki INT0 (atau INT1), yang kedua karena terjadi transisi sinyal '1' menjadi '0' pada kaki INT0 (atau INT1). Pilihan bentuk sinyal ini ditentukan lewat bit IT0 (atau bit IT1) yang terdapat dalam register TCON.

- a. Kalau bit IT0 (atau IT1) = '0' maka bit IE0 (atau IE1) dalam TCON menjadi '1' saat kaki INT0='0'.
- b. Kalau bit IT0 (atau IT1) = '1' maka bit IE0 (atau IE1) dalam TCON menjadi '1' saat terjadi transisi sinyal '1' menjadi '0' pada kaki INT0.

Menjelang prosesor menjalankan ISR dari Interupsi Eksternal, bit IE0 (atau bit IE1) dikembalikan menjadi '0', menandakan permintaan Interupsi Eksternal sudah dilayani. Namun jika permintaan Interupsi Eksternal terjadi karena level tegangan '0' pada kaki IT0 (atau IT1), dan level tegangan pada kaki tersebut saat itu masih = '0' maka bit IE0 (atau bit IE1) akan segera menjadi '1' lagi!

Bit TF0 (atau bit TF1) dalam TCON merupakan petanda (flag) yang menandakan adanya permintaan Interupsi Timer, bit TF0 (atau bit TF1) menjadi '1' pada saat terjadi limpahan pada pencacah biner Timer 0 (atau Timer 1).

Menjelang prosesor menjalankan ISR dari Interupsi Timer, bit TF0 (atau bit TF1) dikembalikan menjadi '0', menandakan permintaan Interupsi Timer sudah dilayani.

Interupsi port seri terjadi karena dua hal, yang pertama terjadi setelah port seri selesai mengirim data 1 byte, permintaan interupsi semacam ini ditandai dengan petanda (flag) TI='1'. Yang kedua terjadi saat port seri telah menerima data 1 byte secara lengkap, permintaan interupsi semacam ini ditandai dengan petanda (flag) RI='1'.

Petanda di atas tidak dikembalikan menjadi '0' menjelang prosesor menjalankan ISR dari Interupsi port seri, karena petanda tersebut masih diperlukan ISR untuk menentukan sumber interupsi berasal dari TI atau RI. Agar port seri bisa dipakai kembali setelah mengirim atau menerima data, petanda-petanda tadi harus di-nol-kan lewat program.

Petanda permintaan interupsi (IE0, TF0, IE1, TF1, RI dan TI) semuanya bisa di-nol-kan atau di-satu-kan lewat instruksi, pengaruhnya sama persis kalau perubahan itu dilakukan oleh perangkat keras. Artinya permintaan interupsi bisa diajukan lewat pemrograman, misalnya permintaan interupsi eksternal IT0 bisa diajukan dengan instruksi SETB IE0.

2. Mengaktifkan Interupsi

Semua sumber permintaan interupsi yang di bahas di atas, masing-masing bisa di-aktif-kan atau di-nonaktif-kan secara tersendiri lewat bit-bit yang ada dalam register IE (*Interrupt Enable Register*).

Bit EX0 dan EX1 untuk mengatur interupsi eksternal INT0 dan INT1, bit ET0 dan ET1 untuk mengatur interupsi timer 0 dan timer 1, bit ES untuk mengatur interupsi port seri, seperti yang digambarkan dalam Gambar 2. Di samping itu ada pula bit EA yang bisa dipakai untuk mengatur semua sumber interupsi sekaligus.

Setelah reset, semua bit dalam register IE bernilai '0', artinya sistem interupsi dalam keadaan non-aktif. Untuk mengaktifkan salah satu sistem interupsi, bit pengatur interupsi bersangkutan diaktifkan dan juga EA yang mengatur semua sumber interupsi. Misalnya instruksi yang dipakai untuk mengaktifkan interupsi eksternal INT0 adalah SETB EX0 disusul dengan SETB EA.

MSB							LSB
EA	X	X	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

BIT	SYMBOL	FUNCTION
IE.7	EA	Disables all interrupts. If EA=0, no interrupt will be acknowledged. If EA=1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
IE.6	-	-
IE.5	-	-
IE.4	ES	Enables or disables the Serial Port interrupt. If ES=0, the Serial Port interrupt is disabled.
IE.3	ET1	Enables or disables the Timer 1 Overflow interrupt. If ET1=0, the Timer 1 interrupt is disabled.
IE.2	EX1	Enables or disables External Interrupt 1. If EX1=0, External interrupt 1 is disabled.
IE.1	ET0	Enables or disables the Timer 0 Overflow interrupt. If ET0=0, the Timer 0 interrupt is disabled.
IE.0	EX0	Enables or disables External interrupt 0. If EX0=0, External interrupt 0 is disabled.

3. Vektor Interupsi

Saat MCS51 menanggapi permintaan interupsi, Program Counter diisi dengan sebuah nilai yang dinamakan sebagai vektor interupsi, yang merupakan nomor awal dari memori-program yang menampung ISR untuk melayani permintaan interupsi tersebut. Vektor interupsi itu dipakai untuk melaksanakan inststuksi LCALL yang diaktifkan secara perangkat keras.

Vektor interupsi untuk interupsi eksternal INT0 adalah \$0003, untuk interupsi timer 0 adalah \$000B, untuk interupsi eksternal INT1 adalah \$0013, untuk interupsi timer 1 adalah \$001B dan untuk interupsi port seri adalah \$0023.

Jarak vektor interupsi satu dengan lainnya sebesar 8, atau hanya tersedia 8 byte untuk setiap ISR. Jika sebuah ISR memang hanya pendek saja, tidak lebih dari 8 byte, maka ISR tersebut bisa langsung ditulis pada memori-program yang disediakan untuknya. ISR yang lebih panjang dari 8 byte ditulis ditempat lain, tapi pada memori-program yang ditunjuk oleh vektor interupsi diisikan instruksi JUMP ke arah ISR bersangkutan.

Tabel 4. Vektor Interupsi

Source	Vector Address
IE0	0003H
TF0	000BH
IE1	0013H
TF1	001BH
RI + TI	0023H

4. Tingkatan Prioritas

Masing-masing sumber interupsi bisa ditempatkan pada dua tingkatan perioritas yang berbeda. Pengaturan tingkatan prioritas isi dilakukan dengan bit-bit yang ada dalam register IP (*Interrupt Priority*).

Bit PX0 dan PX1 untuk mengatur tingkatan prioritas interupsi eksternal INT0 dan INT1, bit PT0 dan PT1 untuk mengatur interupsi timer 0 dan timer 1, bit PS untuk mengatur interupsi port seri, seperti yang digambarkan dalam Gambar 2.

Setelah reset, semua bit dalam register IP bernilai '0', artinya semua sumber interupsi ditempatkan pada tingkatan tanpa perioritas. Masing-masing sumber interupsi bisa ditempatkan pada tingkatan prioritas utama dengan cara men-'satu'-kan bit pengaturnya. Misalnya interupsi timer 0 bisa ditempatkan pada tingkatan perioritas utama dengan instruksi SETB PT1.

Sebuah ISR untuk interupsi tanpa prioritas bisa diinterupsi oleh sumber interupsi yang berada dalam tingkatan perioritas utama. Tapi interupsi yang berada pada tingkatan perioritas yang sama, tidak dapat saling meng-interupsi.

Jika 2 permintaan interupsi terjadi pada saat yang bersamaan, sedangkan kedua interupsi tersebut terletak pada tingkatan prioritas yang berlainan, maka interupsi yang berada pada tingkatan prioritas utama akan dilayani terlebih dulu, setelah itu baru melayani interupsi pada tingkatan tanpa prioritas.

Jika kedua permintaan tersebut bertempat pada tingkatan perioritas yang sama, perioritas akan ditentukan dengan urutan sebagai berikut : interupsi eksternal INT0, interupsi timer 0, interupsi eksternal INT1, interupsi timer 1 dan terakhir adalah interupsi port seri.

Bagan Lengkap Sistem Interupsi MCS51

Meskipun sistem interupsi MCS51 termasuk sederhana dibandingkan dengan sistem interupsi MC68HC11 buatan Motorola, tapi karena menyangkut 5 sumber interupsi yang masing-masing harus diatur secara tersendiri, tidak mudah untuk mengingat semua masalah tersebut, terutama pada saat membuat program sering dirasakan sangat merepotkan membolak-balik buku untuk mengatur masing-masing sumber interupsi tersebut.

Gambar 2 menggambarkan sistem interupsi MCS51 selengkapnya, berikut dengan masing-masing bit dalam register-register SFR (*Special Function Register*) yang dipakai untuk mengatur masing-masing sumber interupsi.

Saklar yang digambarkan dalam Gambar 11 mewakili bit dalam register yang harus diatur untuk mengendalikan sumber interupsi, kotak bergambar bendera kecil merupakan flag (petanda) dalam register yang mencatat adanya permintaan interupsi dari masing-masing sumber interupsi. Kedudukan saklar dalam gambar tersebut menggambarkan kedudukan awal setelah MCS51 di-reset. Gambar ini sangat membantu saat penulisan program menyangkut interupsi MCS51.

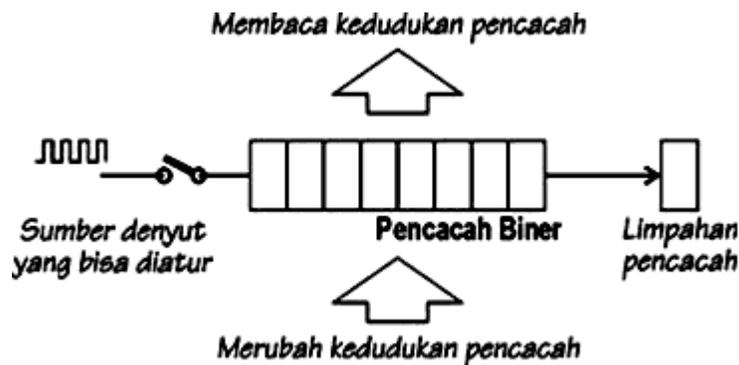
G. Timer dan Counter

Timer dan Counter merupakan sarana input yang kurang dapat perhatian pemakai mikrokontroler, dengan sarana input ini mikrokontroler dengan mudah bisa dipakai untuk mengukur lebar pulsa, membangkitkan pulsa dengan lebar yang pasti, dipakai dalam pengendalian tegangan secara PWM (*Pulse Width Modulation*) dan sangat diperlukan untuk aplikasi remote control dengan infra merah.

Pada dasarnya sarana input yang satu ini merupakan seperangkat pencacah biner (*binary counter*) yang terhubung langsung ke saluran-data mikrokontroler, sehingga mikrokontroler bisa membaca kedudukan pancacah, bila diperlukan mikrokontroler dapat pula merubah kedudukan pencacah tersebut.

Seperti layaknya pencacah biner, bilamana sinyal denyut (clock) yang diumpankan sudah melebihi kapasitas pencacah, maka pada bagian akhir untai pencacah akan timbul sinyal limpahan, sinyal ini merupakan suatu hal yang penting sekali dalam pemakaian pencacah. Terjadinya limpahan pencacah ini dicatat dalam sebuah flip-flop tersendiri.

Di samping itu, sinyal denyut yang diumpankan ke pencacah harus pula bisa dikendalikan dengan mudah. Hal-hal yang dibicarakan di atas diringkas dalam Gambar 1. MCS-51 mempunyai dua buah register timer/ counter 16 bit, yaitu Timer 0 dan Timer 1. Keduanya dapat dikonfigurasi untuk beroperasi sebagai timer atau counter, seperti yang terlihat pada gambar di bawah.



Gambar 11. Konsep dasar Timer/Counter sebagai sarana input

Sinyal denyut yang diumpankan ke pencacah bisa dibedakan menjadi 2 macam, yang pertama ialah sinyal denyut dengan frekuensi tetap yang sudah diketahui besarnya dan yang kedua adalah sinyal denyut dengan frekuensi tidak tetap.

Jika sebuah pencacah bekerja dengan frekuensi tetap yang sudah diketahui besarnya, dikatakan pencacah tersebut bekerja sebagai timer, karena kedudukan pencacah tersebut setara dengan waktu yang bisa ditentukan dengan pasti. Jika sebuah pencacah bekerja dengan frekuensi

yang tidak tetap, dikatakan pencacah tersebut bekerja sebagai counter, kedudukan pencacah tersebut hanyalah menyatakan banyaknya pulsa yang sudah diterima pencacah.

Untaian pencacah biner yang dipakai, bisa merupakan pencacah biner menaik (*count up binary counter*) atau pencacah biner menurun (*count down binary counter*).

1. Fasilitas Timer/Counter

Keluarga mikrokontroler MCS51, misalnya AT89C51 dan AT89Cx051, dilengkapi dengan dua perangkat Timer/Counter, masing-masing dinamakan sebagai Timer 0 dan Timer 1. Sedangkan untuk jenis yang lebih besar, misalnya AT89C52, mempunyai tambahan satu perangkat Timer/Counter lagi yang dinamakan sebagai Timer 2. Perangkat Timer/Counter tersebut merupakan perangkat keras yang menjadi satu dalam chip mikrokontroler MCS51, bagi pemakai mikrokontroler MCS51 perangkat tersebut dikenal sebagai SFR (*Special Function Register*) yang berkedudukan sebagai memori-data internal.

Pencacah biner untuk Timer 0 dibentuk dengan register TL0 (Timer 0 Low Byte, memori-data internal nomor \$6A) dan register TH0 (Timer 0 High Byte, memori-data internal nomor \$6C). Pencacah biner untuk Timer 1 dibentuk dengan register TL1 (Timer 1 Low Byte, memori-data internal nomor \$6B) dan register TH1 (Timer 1 High Byte, memori-data internal nomor \$6D). Pencacah biner pembentuk Timer/Counter MCS51 merupakan pencacah biner menaik (*count up binary counter*) yang mencacah dari \$0000 sampai \$FFFF, saat kedudukan pencacah berubah dari \$FFFF kembali ke \$0000 akan timbul sinyal limpahan.

Untuk mengatur kerja Timer/Counter dipakai 2 register tambahan yang dipakai bersama oleh Timer 0 dan Timer 1. Register tambahan tersebut adalah register TCON (Timer Control Register, memori-data internal nomor \$88, bisa dialamat secara bit) dan register TMOD (Timer Mode Register, memori-data internal nomor \$89).

Pencacah biner Timer 0 dan 1

TL0, TH0, TL1 dan TH1 merupakan SFR (*Special Function Register*) yang dipakai untuk membentuk pencacah biner perangkat Timer 0 dan Timer 1. Kapasitas keempat register tersebut masing-masing 8 bit, bisa disusun menjadi 4 macam Mode pencacah biner seperti terlihat dalam Gambar 2a sampai Gambar 2d.

Pada Mode 0, Mode 1 dan Mode 2 Timer 0 dan Timer 1 masing-masing bekerja sendiri, artinya bisa dibuat Timer 0 bekerja pada Mode 1 dan Timer 1 bekerja pada Mode 2, atau kombinasi mode lainnya sesuai dengan keperluan.

Pada Mode 3 TL0, TH0, TL1 dan TH1 dipakai bersama-sama untuk menyusun sistem timer yang tidak bisa di-kombinasi lain.

Susunan TL0, TH0, TL1 dan TH1 pada masing-masing mode adalah sebagai berikut:

Mode 0 – Pencacah Biner 13 bit



Gambar 12. Mode 0 - Pencacah Biner 13 Bit

Pencacah biner dibentuk dengan TLx (maksudnya bisa TL0 atau TL1) sebagai pencacah biner 5 bit (meskipun kapasitas sesungguhnya 8 bit), limpahan dari pencacah biner 5 bit ini dihubungkan ke THx (maksudnya bisa TH0 atau TH1) membentuk sebuah untai pencacah biner 13 bit, limpahan dari pencacah 13 bit ini ditampung di flip-flop TFx (maksudnya bisa TF0 atau TF1) yang berada di dalam register TCON.

Mode ini meneruskan sarana Timer yang ada pada mikrokontroler MCS48 (mikrokontroler pendahulu MCS51), dengan maksud rancangan alat yang dibuat dengan MCS48 bisa dengan mudah diadaptasikan ke MCS51. Mode ini tidak banyak dipakai lagi.

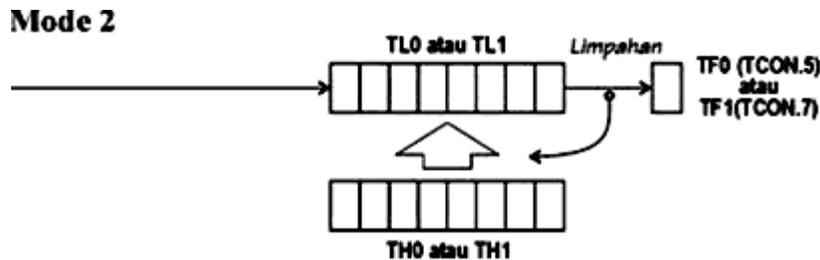
Mode 1 – Pencacah Biner 16 bit



Gambar 13. Mode 1 - Pencacah Biner 16 Bit

Mode ini sama dengan Mode 0, hanya saja register TLx dipakai sepenuhnya sebagai pencacah biner 8 bit, sehingga kapasitas pencacah biner yang terbentuk adalah 16 bit. Seiring dengan sinyal denyut, kedudukan pencacah biner 16 bit ini akan bergerak dari \$0000 (biner 0000 0000 0000 0000), \$0001, \$0002 ... sampai \$FFFF (biner 1111 1111 1111 1111), kemudian melimpah kembali menjadi \$0000.

Mode 2 – Pencacah Biner 8 bit dengan Isi Ulang

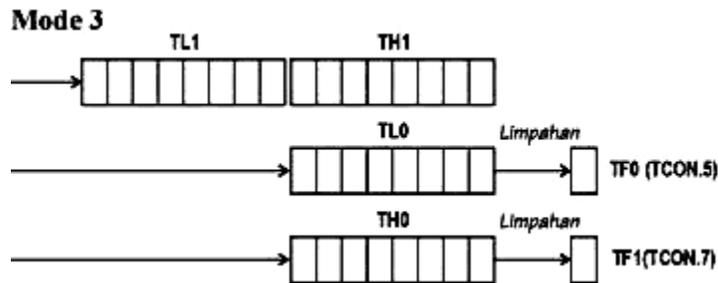


Gambar 14. Mode 2 - Pencacah Biner 8 Bit dengan Isi Ulang

TLx dipakai sebagai pencacah biner 8 bit, sedangkan THx dipakai untuk menyimpan nilai yang diisikan ulang ke TLx, setiap kali kedudukan TLx melimpah (berubah dari \$FF menjadi \$00).

Dengan cara ini bisa didapatkan sinyal limpahan yang frekuensinya ditentukan oleh nilai yang disimpan dalam TH0.

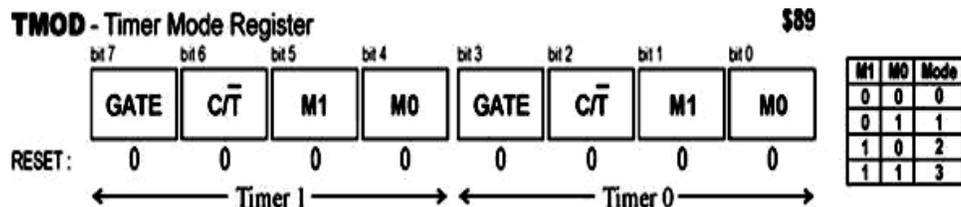
Mode 3 – Gabungan Pencacah Biner 16 bit dan 8 Bit



Gambar 15. Mode 3 – Gabungan Pencacah Biner 16 Bit dan 8 Bit

Pada Mode 3 TL0, TH0, TL1 dan TH1 dipakai untuk membentuk 3 untai pencacah, yang pertama adalah untai pencacah biner 16 bit tanpa fasilitas pemantau sinyal limpahan yang dibentuk dengan TL1 dan TH1. Yang kedua adalah TL0 yang dipakai sebagai pencacah biner 8 bit dengan TF0 sebagai sarana pemantau limpahan. Pencacah biner ketiga adalah TH0 yang dipakai sebagai pencacah biner 8 bit dengan TF1 sebagai sarana pemantau limpahan.

Register Pengatur Timer. Register TMOD dan register TCON merupakan register pembantu untuk mengatur kerja Timer 0 dan Timer 1, kedua register ini dipakai bersama oleh Timer 0 dan Timer 1.

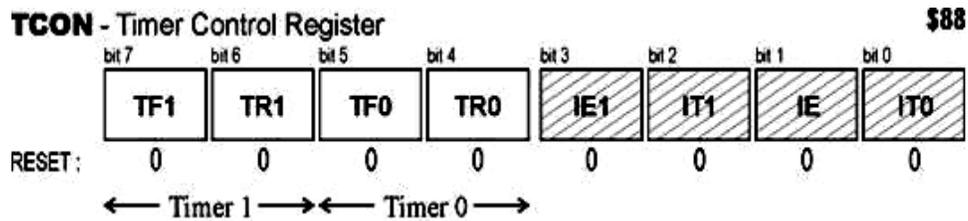


Gambar 16. Denah susunan bit dalam register TMOD

Register TMOD dibagi menjadi 2 bagian secara simetris, bit 0 sampai 3 register TMOD (TMOD bit 0 .. TMOD bit 3) dipakai untuk mengatur Timer 0, bit 4 sampai 7 register TMODE (TMOD bit 4 .. TMOD bit 7) dipakai untuk mengatur Timer 1, pemakaiannya sebagai berikut :

1. Bit M0/M1 dipakai untuk menentukan Mode Timer seperti yang terlihat dalam Tabel di Gambar 3a.
2. Bit C/T* dipakai untuk mengatur sumber sinyal denyut yang diumpankan ke pencacah biner. Jika C/T*=0 sinyal denyut diperoleh dari osilator kristal yang frekuensinya sudah dibagi 12, sedangkan jika C/T*=1 maka sinyal denyut diperoleh dari kaki T0 (untuk Timer 0) atau kaki T1 (untuk Timer 1).

3. Bit GATE merupakan bit pengatur saluran sinyal denyut. Bila bit GATE=0 saluran sinyal denyut hanya diatur oleh bit TRx (maksudnya adalah TR0 atau TR1 pada register TCON). Bila bit GATE=1 kaki INTO (untuk Timer 0) atau kaki INT1 (untuk Timer 1) dipakai juga untuk mengatur saluran sinyal denyut (lihat Gambar 4).



Gambar 17. Denah susunan bit dalam register TCON

Register TCON dibagi menjadi 2 bagian, 4 bit pertama (bit 0 .. bit 3, bagian yang diarsir dalam Gambar 17) dipakai untuk keperluan mengatur kaki INTO dan INT1, ke-empat bit ini dibahas di bagian lain.

MSB							LSB
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

BIT	SYMBOL	FUNCTION
TCON.7	TF1	Timer 1 overflow flag. Set by hardware on Timer/Counter overflow. Cleared by hardware when processor vector to interrupt routine, or clearing the bit in software.
TCON.6	TR1	Timer 1 Run control bit . Set/ cleared by software to turn Timer/ Counter on/off
TCON.5	TF0	Timer 0 overflow flag. Set by hardware on Timer/Counter overflow. Cleared by hardware when processor vector to interrupt routine, or clearing the bit in software.
TCON.4	TR0	Timer 1 Run control bit . Set/ cleared by software to turn Timer/ Counter on/off
TCON.3	IE1	Interrupt 1 Edge flag. Set by hardware when external interrupt edge detected. Cleared when interrupt processed.
TCON.2	IT1	Interrupt 1 type control bit. Set/ cleared by software to specefy falling edge/ low level trigerred external interupts
TCON.1	IE0	Interrupt 0 Edge flag. Set by hardware when external interrupt edge detected. Cleared when interrupt processed.
TCON.0	IT0	Interrupt 0 type control bit. Set/ cleared by software to specefy falling edge/ low level trigerred external interupts

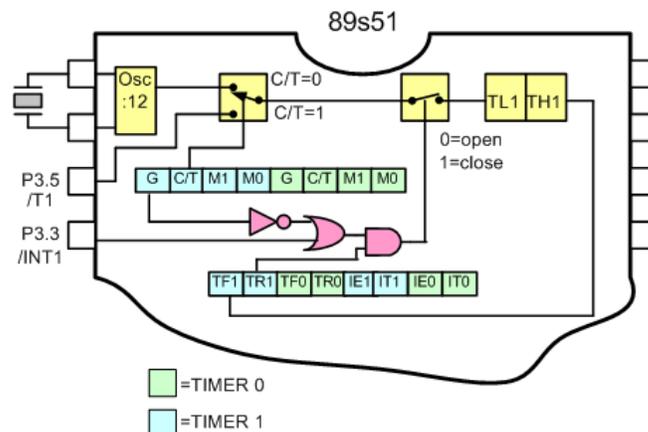
Sisa 4 bit dari register TCON (bit 4..bit 7) dibagi menjadi 2 bagian secara simetris yang dipakai untuk mengatur Timer0/Timer 1, sebagai berikut:

1. Bit TFX (maksudnya adalah TF0 atau TF1) merupakan bit penampung limpahan (lihat Gambar 2), TFX akan menjadi '1' setiap kali pencacah biner yang terhubung padanya melimpah (kedudukan pencacah berubah dari \$FFFF kembali menjadi \$0000). Bit TFX di-nol-kan dengan instruksi CLR TF0 atau CLR TF1. Jika sarana interupsi dari Timer 0/Timer 1 dipakai, TRx di-nol-kan saat MCS51 menjalankan rutin layanan interupsi (ISR – Interrupt Service Routine).
2. Bit TRx (maksudnya adalah TR0 atau TR1) merupakan bit pengatur saluran sinyal denyut, bila bit ini =0 sinyal denyut tidak disalurkan ke pencacah biner sehingga pencacah berhenti mencacah. Bila bit GATE pada register TMODE =1, maka saluran sinyal denyut ini diatur bersama oleh TRx dan sinyal pada kaki INT0/INT1 (lihat Gambar 4).

2. Mengatur Timer

Gambar 4 merupakan bagan susunan rangkaian yang bisa terjadi pada Timer 1 secara lengkap, digambarkan pula hubungan-hubungan semua register pembentuk dan pengatur Timer 1. Gambar ini berlaku pula untuk Timer 0.

Dalam pemakaian sesungguhnya, rangkaian yang dipakai hanya sebagian dari rangkaian lengkap tersebut, sesuai dengan keperluan sistem yang dibangun. Rangkaian yang dikehendaki dibentuk dengan mengatur register TMODE, sedangkan kerja dari Timer dikendalikan lewat register TCON.



Gambar 18. Diagram blok timer/ counter

Setelah MCS51 di-reset register TMODE bernilai \$00, hal ini berarti :

- a. bit C/T* ='0', menurut Gambar 4 keadaan ini membuat saklar S1 ke posisi atas, sumber sinyal denyut berasal dari osilator kristal yang frekuensinya sudah dibagi 12, pencacah biner yang dibentuk dengan TL1 dan TH1 berfungsi sebagai timer. Jika sistem yang dirancang memang menghendaki Timer 1 bekerja sebagai timer maka bit C/T* tidak perlu diatur lagi.

Tapi jika sistem yang dirancang menghendaki agar Timer 1 bekerja sebagai counter untuk menghitung pulsa yang masuk lewat kaki T1 (P3.5), maka posisi saklar S1 harus dikebawahkan dengan membuat bit C/T* menjadi '1'.

- b. bit GATE='0', hal ini membuat output gerbang OR selalu '1' tidak dipengaruhi keadaan '0' atau '1' pada kaki INT1 (P3.3). Dalam keadaan semacam ini, saklar S2 hanya dikendalikan lewat bit TR1 dalam register TCON. Jika TR1='1' saklar S2 tertutup sehingga sinyal denyut dari S1 disalurkan ke sistem pencacah biner, aliran sinyal denyut akan dihentikan jika TR='0'. Sebaliknya jika bit GATE='1', output gerbang OR akan mengikuti keadaan kaki INT1, saat INT1='0' apa pun keadaan bit TR1 output gerbang AND selalu ='0' dan saklar S1 selalu terbuka, agar saklar S1 bisa tertutup kaki INT1 dan bit TR1 harus ='1' secara bersamaan. Jika sistem yang dirancang menghendaki kerja dari timer/counter dikendalikan dari sinyal yang berasal dari luar chip, maka bit GATE harus dibuat menjadi '1'
- c. bit M1 dan M0='0', berarti TL1 dan TH1 disusun menjadi pencacah biner 13 bit (Mode 0), jika dikehendaki Timer 1 bekerja pada mode 1 seperti terlihat dalam Gambar 4, maka bit M1 harus dibuat menjadi '0' dan bit M0 menjadi '1'.

Pengetahuan di atas dipakai sebagai dasar untuk mengatur dan mengendalikan Timer seperti terlihat dalam contoh-contoh berikut :

Setelah reset TMOD bernilai \$00, berarti Timer 1 bekerja sebagai pencacah biner 13 bit, sumber sinyal denyut dari osilator kristal atau Timer 1 bekerja sebagai 'timer', bit GATE ='0' berarti kaki INT1 tidak berpengaruh pada rangkaian sehingga Timer 1 hanya dikendalikan dari bit TR1.

Dalam pemakaian biasanya dipakai pencacah biner 16 bit, untuk keperluan itu instruksi yang diperlukan untuk mengatur TMOD adalah :

```
MOV TMOD, #%00010000
```

Catatan dalam instruksi di atas tanda '#' menyatakan bagian di belakangnya adalah bilangan konstan yang akan diisikan ke TMOD, '%' merupakan awalan yang menandakan bahwa bilangan di belakangnya adalah bilangan biner. Penulisan dengan bilangan biner semacam ini, memudahkan untuk mengenali dengan cepat bit-bit apa saja yang diisikan ke TMOD.

Bilangan biner %00010000 diisikan ke TMOD, berakibat bit 7 TMOD (bit GATE) bernilai '0', bit 6 (bit C/T*) bernilai '0', bit 5 dan 4 (bit M1 dan M0) bernilai '01', ke-empat bit ini dipakai untuk mengatur Timer 1, sehingga Timer 1 bekerja sebagai timer dengan pencacah biner 16 bit yang dikendalikan hanya dengan TR1.

Jika dikehendaki pencacah biner dipakai sebagai counter untuk mencacah jumlah pulsa yang masuk lewat kaki T1 (P3.5), instruksinya menjadi :

```
MOV TMOD, #%01010000
```

Perbedaannya dengan instruksi di atas adalah dalam instruksi ini bit 6 (bit C/T*) bernilai '1'. Selanjutnya jika diinginkan sinyal dari perangkat keras di luar chip MCS51 bisa ikut mengendalikan Timer 1, instruksi pengatur Timer 1 akan menjadi :

```
MOV TMOD, #%11010000
```

Dalam hal ini bit 7 (bit GATE) bernilai '1'.

Setelah mengatur konfigurasi Timer 0 seperti di atas, pencacah biner belum mulai mencacah sebelum diperintah dengan instruksi :

```
SETB TR1
```

Perlu diingat jika bit GATE = '1', selama kaki INT1 bernilai '0' pencacah biner belum akan mencacah. Untuk menghentikan proses pencacahan, dipakai instruksi

```
CLR TR1
```

Di atas hanya dibahas Timer 1 saja, tata canya untuk Timer 0 persis sama. Yang perlu diperhatikan adalah register TMOD dipakai untuk mengatur Timer 0 dan juga Timer 1, sedangkan TMOD tidak bisa dialamati secara bit (non bit addressable) sehingga jika jika kedua Timer dipakai, pengisian bit-bit dalam register TMOD harus dipikirkan sekali gus untuk Timer 0 dan Timer 1.

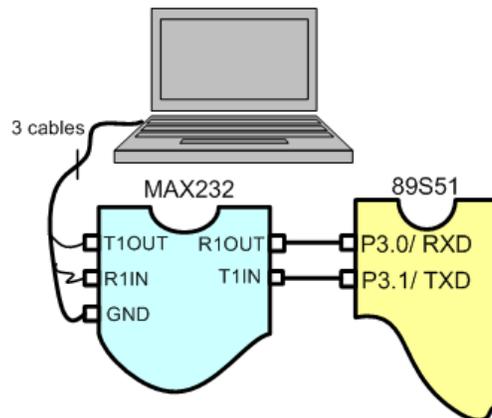
Bit TR1 dan TR0 yang dipakai untuk mengendalikan proses pencacahan, terletak di dalam register TCON (memori-data internal nomor \$88) yang bisa dialamati secara bit (bit addressable). Sehingga TR0 dan TR1 bisa diatur secara terpisah (dengan perintah SETB atau CLR), tidak seperti mengatur TMOD yang harus dilakukan secara bersamaan.

Demikian pula bit penampung limpahan pencacah biner TF0 dan TF1, juga terletak dalam register TCON yang masing-masing bisa di-monitor sendiri.

Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1.11 mikrokontroler dapat beraksi sebagai timer atau counter, sesuai dengan kebutuhan. Perhatikan pada saklar sebelah kiri dan kanan pada diagram blok tersebut. Mikrokontroler akan berfungsi sebagai timer ketika saklar diposisikan ke atas dan sebaliknya akan berfungsi sebagai counter bila saklar diposisikan ke bawah, dengan mengontrol bit C/T pada register TMOD. Posisi saklar sebelah kanan, bergantung pada bit GATE (register TMOD), TR1 (register TCON0 dan INT1).

H. Port Serial

Umumnya orang selalu menganggap port seri pada MCS51 adalah UART yang bekerja secara asinkron, jarang yang menyadari port seri tersebut bisa pula bekerja secara sinkron, pada hal sebagai port seri yang bekerja secara sinkron merupakan sarana yang baik sekali untuk menambah input/output bagi mikrokontroler.



Gambar 19. Komunikasi serial dengan komputer

Dikenal 2 macam cara transmisi data secara seri. Kedua cara tersebut dibedakan oleh sinyal denyut (clock) yang dipakai untuk men-'dorong' data seri, kalau clock dikirim bersama dengan data seri, cara tersebut dikatakan sebagai transmisi data seri secara sinkron. Sedangkan dalam transmisi data seri secara asinkron, clock tidak dikirim bersama data seri, rangkaian penerima data harus membangkitkan sendiri clock pendorong data seri.

Port seri MCS51 bisa dipakai dalam 4 mode kerja yang berbeda. Dari 4 mode tersebut, 1 mode diantaranya bekerja secara sinkron dan 3 lainnya bekerja secara asinkron. Secara ringkas ke-empat mode kerja tersebut bisa dibedakan sebagai berikut:

Mode 0

Mode ini bekerja secara sinkron, data seri dikirim dan diterima melalui kaki P3.0 (Rx/D), dan kaki P3.1 (Tx/D) dipakai untuk menyalurkan clock pendorong data seri yang dibangkitkan MCS51. Data dikirim/diterima 8 bit sekaligus, dimulai dari bit yang bobotnya paling kecil (bit 0) dan diakhiri dengan bit yang bobotnya paling besar (bit 7). Kecepatan pengiriman data (*baud rate*) adalah 1/12 frekuensi osilator kristal.

Mode 1

Mode ini dan mode-mode berikutnya bekerja secara asinkron, data dikirim melalui kaki P3.1 (Tx/D) dan diterima melalui kaki P3.0 (Rx/D).

Pada Mode 1 data dikirim/diterima 10 bit sekaligus, diawali dengan 1 bit start, disusul dengan 8 bit data yang dimulai dari bit yang bobotnya paling kecil (bit 0), diakhiri dengan 1 bit stop. Pada MCS51 yang berfungsi sebagai penerima bit stop ditampung pada RB8 dalam register SCON. Kecepatan pengiriman data (*baud rate*) bisa diatur sesuai dengan keperluan. Mode inilah yang umum dikenal sebagai UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter).

Mode 2

Data dikirim/diterima 11 bit sekali gus, diawali dengan 1 bit start, disusul 8 bit data yang dimulai dari bit yang bobotnya paling kecil (bit 0), kemudian bit ke 9 yang bisa diatur lebih lanjut, diakhiri dengan 1 bit stop.

Pada MCS51 yang berfungsi sebagai pengirim, bit 9 tersebut berasal dari bit TB8 dalam register SCON. Pada MCS52 yang berfungsi sebagai penerima, bit 9 ditampung pada bit RB8 dalam register SCON, sedangkan bit stop diabaikan tidak ditampung. Kecepatan pengiriman data (baud rate) bisa dipilih antara 1/32 atau 1/64 frekuensi osilator kristal. Mode 3 Mode ini sama dengan Mode 2, hanya saja kecepatan pengiriman data (baud rate) bisa diatur sesuai dengan keperluan, seperti halnya Mode 1.

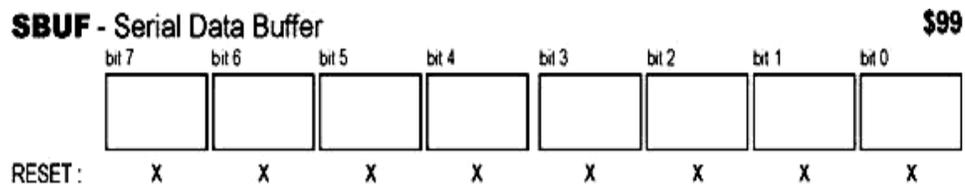
Pada mode asinkron (Mode 1, Mode 2 dan Mode 3), port seri MCS51 bekerja secara full *duplex*, artinya pada saat yang sama port seri ini bisa mengirim data sekaligus menerima data.

Register SBUF merupakan register penghubung port seri. Dalam ke-empat mode di atas, semua instruksi yang mengakibatkan perubahan isi SBUF akan mengakibatkan port seri mengirimkan data keluar dari MCS51. Agar port seri bisa menerima data, bit REN dalam register SCON harus bernilai '1'. Pada mode 0, proses penerimaan data dimulai dengan instruksi CLR RI, sedangkan dalam mode lainnya proses penerimaan data diawali oleh bit start yang bernilai '0'. Data yang diterima port seri dari luar MCS51, diambil dengan instruksi MOV A,SBUF.

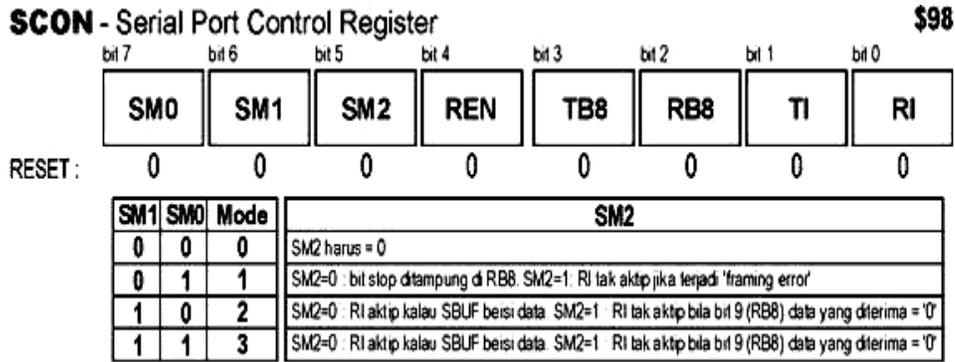
Mengambil data dari SBUF dan menyimpan data ke SBUF sesungguhnya bekerja pada dua register yang berlainan, meskipun nama registernya sama-sama SBUF.

Register-register Port Seri MCS51

MCS51 dilengkapi dengan 2 register dan beberapa bit tambahan untuk keperluan pemakai port seri.



SBUF merupakan SFR (*Special Function Register*) yang terletak pada memori-data internal dengan nomor \$99. SBUF mempunyai kegunaan ganda, data yang disimpan pada SBUF akan dikirim keluar MCS51 lewat port seri, sedangkan data dari luar MCS51 yang diterima port seri diambil dari SBUF pula. Jadi meskipun hanya menempati satu nomor memori-data internal (nomor \$99), sesungguhnya SBUF terdiri dari 2 register yang berbeda.



SCON merupakan SFR (*Special Function Register*) yang terletak pada memori-data internal dengan nomor \$98, merupakan register utama untuk mengatur kerja port seri MCS51. Setelah reset semua bit dalam SCON bernilai '0'.

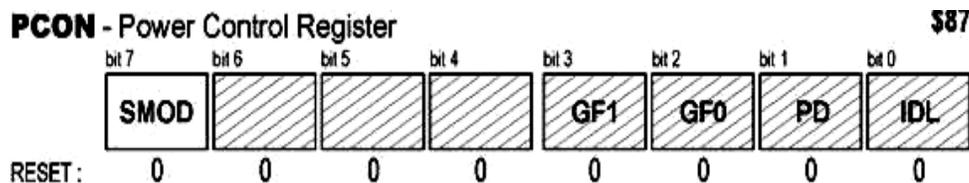
1. Bit SM0 dan bit SM1 (bit 7 dan bit 6 pada register SMOD) dipakai untuk menentukan mode kerja port seri. Setelah reset kedua bit ini bernilai '0'
2. Bit REN (bit 4) dipakai untuk mengaktifkan kemampuan port seri menerima data. Pada mode 0 kaki RxD (kaki P3.0) dipakai untuk mengirim data seri (REN='0') dan juga untuk menerima data seri (REN='1'). Sifat ini terbawa pula pada saat port seri bekerja pada mode 1, 2 dan 3, meskipun pada mode-mode tersebut kaki RxD hanya dipakai untuk mengirim data, agar kaki RxD bisa dipakai untuk menerima data terlebih dulu harus dibuat REN='1'. Setelah reset bit REN bernilai '0'.
3. Pada mode kerja 2 dan mode kerja 3, port seri bekerja dengan 9 bit data, SBUF yang kapasitasnya 8 bit tidak cukup untuk keperluan ini. Bit ke-sembilan yang akan dikirim terlebih dulu diletakkan di TB8 (bit 3), sedangkan bit RB8 (bit 2) merupakan bit yang dipakai untuk menampung bit ke-sembilan yang diterima port seri.
4. Pada mode kerja 1, RB8 dipakai untuk menampung bit stop yang diterima, dengan demikian apa bila RB8 bernilai '1' maka data diterima dengan benar, sebaliknya apa bila RB8='0' berarti terjadi kesalahan kerangka (framing error). Kalau bit SM2 (bit 5) bernilai '1', jika terjadi kesalahan kerangka, RI tidak akan menjadi '1' meskipun SBUF sudah berisi data dari port seri. Bit ke 9 ini bisa dipakai sebagai bit pariti, hanya saja bit pariti yang dikirim harus ditentukan sendiri dengan program dan diletakkan pada TB8, dan bit pariti yang diterima pada RB8 dipakai untuk menentukan integritas data secara program pula. Tidak seperti dalam UART standard, semuanya itu dikerjakan oleh perangkat keras dalam IC UART.
5. Bit TI (bit 1) merupakan petanda yang setara dengan petanda TDRE (*Transmitter Data Register Empty*) yang umum dijumpai pada UART standard. Setelah port seri selesai mengirim data yang disimpan ke-dalam SBUF, bit TI akan bernilai '1' dengan sendirinya, bit ini harus di-nol-kan dengan program agar bisa dipakai untuk memantau keadaan SBUF dalam pengiriman data

berikutnya. Sub-rutin SerialOut berikut dipakai untuk mengirim data seri, bisa dipakai untuk semua mode port seri. Baris 02 menunggu TI menjadi '1', dimaksud untuk memastikan pengiriman data sebelumnya sudah selesai. Data yang akan dikirim sebelumnya sudah disimpan di A, pada baris 03 data tersebut dikirim melalui port seri dengan cara meletakkannya di SBUF. Agar TI bisa dipakai untuk memantau keadaan SBUF pada pengiriman data berikutnya, pada baris 04 TI di-nol-kan.

```
01: SerialOut:
02: JNB TI,$ ; tunggu data sebelumnya selesai dikirim
03: MOV SBUF,A ; kirim data baru
04: CLR TI ; petanda ada pengiriman baru
05: RET
```

6. Bit RI (bit 0) merupakan petanda yang setara dengan petanda RDRF (*Receiver Data Register Full*) yang umum dijumpai pada UART standard. Setelah SBUF menerima data dari port seri, bit RI akan bernilai '1' dengan sendirinya, bit ini harus di-nol-kan dengan program agar bisa dipakai untuk memantau keadaan SBUF dalam penerimaan data berikutnya. Sub-rutin SerialIn berikut dipakai untuk menerima data seri, bisa dipakai untuk semua mode port seri. Baris 02 menunggu RI menjadi '1', dimaksud untuk memastikan sudah ada data baru yang diterima pada SBUF. Pada baris 03 data pada SBUF diambil ke A. Agar RI bisa dipakai untuk memantau keadaan SBUF pada pengiriman data berikutnya, pada baris 04 RI di-nol-kan.

```
01: SerialIn:
02: JNB RI,$ ; tunggu SBUF berisi data baru
03: MOV A,SBUF ; ambil data
04: CLR RI ; pentanda data sudah diambil
05: RET
```



Mode 0 port serial

UART merupakan standard yang dipakai untuk komunikasi data seri dengan komputer, komunikasi data seri dengan modem dan lain sebagainya.

Komunikasi data seri secara sinkron seperti mode 0, merupakan komunikasi data seri yang banyak dipakai untuk menghubungkan IC-IC digital dalam sebuah sistem, misalnya pada IC Serial EEPROM, cara ini belakangan menjadi makin populer karena rangkaiannya sederhana dan tidak makan tempat.

Dalam dunia digital, dikenal 3 macam teknik transmisi data seri secara sinkron untuk keperluan di atas, yang paling terkenal adalah teknik ciptaan Philips yang dinamakan sebagai I2C (Inter IC

Communication), Motorola mengenalkan teknik yang dinamakan sebagai SPI (*Serial Peripheral Interface*) dan National Semiconductor menciptakan MicroWire.

Transmisi data seri yang dipakai pada mode 0, tidak sepadan dengan 3 teknik yang disebut di atas, tapi dengan perancangan yang cermat mode 0 ini bisa dihubungkan ke SPI, sehingga bisa dipakai untuk menghubungkan MCS51 dengan mikrokontroler Motorola MC68HC11.

Sinyal data seri sinkron yang ada pada kaki P3.0 dan P3.1, sesungguhnya murni merupakan sinyal yang biasa dipakai untuk mengendalikan shift-register, dengan demikian dengan menghubungkan shift register ke port seri, bisa menambah port input maupun port output dengan mudah.

Baud Rate

Baud rate pada mode 0 adalah tertentu: pada mode 0, Baud Rate = 1/12 x Frekuensi Osilator. Baud rate pada mode 2 bergantung pada nilai bit SMOD pada SFR PCON. Jika SMOD = 0, baud rate adalah 1/64 frekuensi osilator. Jika SMOD=1, baud rate adalah 1/32 frekuensi osilator. Penentuan baud rate mode 2 adalah sebagai berikut:

$$BaudRate = \frac{2^{SMOD}}{64} X (Oscillator Frequency)$$

Sedangkan baud rate pada mode 1 dan 3 ditentukan oleh nilai laju overflow dari Timer 1.

Menggunakan Timer 1 untuk membangkitkan Baud Rate

Ketika timer 1 digunakan untuk membangkitkan clock baud rate, baud rate pada mode 1 dan 3 adalah ditentukan oleh laju overflow timer 1 dan nilai dari SMOD. Penentuan baud rate untuk mode 1 dan 3 adalah sebagai berikut:

$$BaudRate = \frac{2^{SMOD}}{32} X \frac{Oscillator Frequency}{12 X [256 - (TH 1)]}$$

Interupsi timer 1 harus disable pada aplikasi ini. Pada kebanyakan aplikasi, timer ini dioperasikan sebagai timer, dengan mode auto reload mode 2. Pada kasus ini baud rate diberikan dengan rumus sebagai berikut:

$$BaudRate = \frac{2^{SMOD}}{32} X \frac{Oscillator Frequency}{12 X [256 - (TH 1)]}$$

I. Bahasa Asembly

Secara fisik, kerja dari sebuah mikrokontroler dapat dijelaskan sebagai siklus pembacaan instruksi yang tersimpan di dalam memori. Mikrokontroler menentukan alamat dari memori program yang akan dibaca, dan melakukan proses baca data di memori. Data yang dibaca diinterpretasikan sebagai instruksi. Alamat instruksi disimpan oleh mikrokontroler di register, yang dikenal sebagai program counter. Instruksi ini misalnya program aritmatika yang melibatkan 2 register. Sarana yang ada dalam program assembly sangat minim, tidak seperti dalam bahasa pemrograman tingkat atas (*high level language programming*) semuanya sudah siap pakai. Penulis

program assembly harus menentukan segalanya, menentukan letak program yang dituliskannya dalam memori-program, membuat data konstan dan tabel konstan dalam memori-program, membuat variabel yang dipakai kerja dalam memori-data dan lain sebagainya.

1. Program sumber assembly

Program-sumber assembly (*assembly source program*) merupakan kumpulan dari baris-baris perintah yang ditulis dengan program penyunting-teks (text editor) sederhana, misalnya program EDIT.COM dalam DOS, atau program NOTEPAD dalam Windows atau MIDE-51. Kumpulan baris-perintah tersebut biasanya disimpan ke dalam file dengan nama ekstensi *.ASM dan lain sebagainya, tergantung pada program Assembler yang akan dipakai untuk mengolah program-sumber assembly tersebut.

Setiap baris-perintah merupakan sebuah perintah yang utuh, artinya sebuah perintah tidak mungkin dipecah menjadi lebih dari satu baris. Satu baris perintah bisa terdiri atas 4 bagian, bagian pertama dikenali sebagai label atau sering juga disebut sebagai symbol, bagian kedua dikenali sebagai kode operasi, bagian ketiga adalah operand dan bagian terakhir adalah komentar.

Antara bagian-bagian tersebut dipisahkan dengan sebuah spasi atau tabulator.

Bagian label

Label dipakai untuk memberi nama pada sebuah baris-perintah, agar bisa mudah menyebitnya dalam penulisan program. Label bisa ditulis apa saja asalkan diawali dengan huruf, biasa panjangnya tidak lebih dari 16 huruf. Huruf-huruf berikutnya boleh merupakan angka atau tanda titik dan tanda garis bawah. Kalau sebuah baris-perintah tidak memiliki bagian label, maka bagian ini boleh tidak ditulis namun spasi atau tabulator sebagai pemisah antara label dan bagian berikutnya mutlak tetap harus ditulis. Dalam sebuah program sumber bisa terdapat banyak sekali label, tapi tidak boleh ada label yang kembar.

Sering sebuah baris-perintah hanya terdiri dari bagian label saja, baris demikian itu memang tidak bisa dikatakan sebagai baris-perintah yang sesungguhnya, tapi hanya sekedar memberi nama pada baris bersangkutan. Bagian label sering disebut juga sebagai bagian symbol, hal ini terjadi kalau label tersebut tidak dipakai untuk menandai bagian program, melainkan dipakai untuk menandai bagian data.

Bagian kode operasi

Kode operasi (*operation code* atau sering disingkat sebagai OpCode) merupakan bagian perintah yang harus dikerjakan. Dalam hal ini dikenal dua macam kode operasi, yang pertama adalah kode-operasi untuk mengatur kerja mikrokontroler. Jenis kedua dipakai untuk mengatur kerja program assembler, sering dinamakan sebagai *assembler directive*. Kode-operasi ditulis dalam bentuk mnemonic, yakni bentuk singkatan-singkatan yang relatif mudah diingat, misalnya adalah MOV, ACALL, RET dan lain sebagainya. Kode-operasi ini ditentukan oleh pabrik pembuat mikrokontroler, dengan demikian setiap prosesor mempunyai kode-operasi yang berlainan.

Kode-operasi berbentuk mnemonic tidak dikenal mikrokontroler, agar program yang ditulis dengan kode mnemonic bisa dipakai untuk mengendalikan prosesor, program semacam itu diterjemahkan menjadi program yang dibentuk dari kode-operasi kode-biner, yang dikenali oleh mikrokontroler. Tugas penerjemahan tersebut dilakukan oleh program yang dinamakan sebagai Program Assembler.

Di luar kode-operasi yang ditentukan pabrik pembuat mikrokontroler, ada pula kode-operasi untuk mengatur kerja dari program assembler, misalnya dipakai untuk menentukan letak program dalam memori (ORG), dipakai untuk membentuk variabel (DS), membentuk tabel dan data konstan (DB, DW) dan lain sebagainya.

Bagian operand

Operand merupakan pelengkap bagian kode operasi, namun tidak semua kode operasi memerlukan operand, dengan demikian bisa terjadi sebuah baris perintah hanya terdiri dari kode operasi tanpa operand. Sebaliknya ada pula kode operasi yang perlu lebih dari satu operand, dalam hal ini antara operand satu dengan yang lain dipisahkan dengan tanda koma.

Bentuk operand sangat bervariasi, bisa berupa kode-kode yang dipakai untuk menyatakan Register dalam prosesor, bisa berupa nomor-memori (alamat memori) yang dinyatakan dengan bilangan atau pun nama label, bisa berupa data yang siap di-operasi-kan. Semuanya disesuaikan dengan keperluan dari kode-operasi.

Untuk membedakan operand yang berupa nomor-memori atau operand yang berupa data yang siap di-operasi-kan, dipakai tanda-tanda khusus atau cara penulisan yang berlainan. Di samping itu operand bisa berupa persamaan matematis sederhana atau persamaan Boolean, dalam hal semacam ini program Assembler akan menghitung nilai dari persamaan-persamaan dalam operand, selanjutnya merubah hasil perhitungan tersebut ke kode biner yang dimengerti oleh prosesor. Jadi perhitungan di dalam operand dilakukan oleh program assembler bukan oleh prosesor!

Bagian komentar

Bagian komentar merupakan catatan-catatan penulis program, bagian ini meskipun tidak mutlak diperlukan tapi sangat membantu masalah dokumentasi. Membaca komentar-komentar pada setiap baris-perintah, dengan mudah bisa dimengerti maksud tujuan baris bersangkutan, hal ini sangat membantu orang lain yang membaca program.

Pemisah bagian komentar dengan bagian sebelumnya adalah tanda spasi atau tabulator, meskipun demikian huruf pertama dari komentar sering-sering berupa tanda titik-koma, merupakan tanda pemisah khusus untuk komentar. Untuk keperluan dokumentasi yang intensip, sering-sering sebuah baris yang merupakan komentar saja, dalam hal ini huruf pertama dari baris bersangkutan adalah tanda titik-koma.

AT89S51 memiliki sekumpulan instruksi yang sangat lengkap. Instruksi MOV untuk byte dikelompokkan sesuai dengan mode pengalamatan (*addressing modes*). Mode pengalamatan

menjelaskan bagaimana operand dioperasikan. Berikut penjelasan dari berbagai mode pengalamatan. Bentuk program assembly yang umum ialah sebagai berikut :

Label/Symbol	Opcode	Operand	Komentar
	Org	0H	
Start:	Mov	A, #11111110b	; Isi Akumulator
	Mov	R0, #7	; Isi R0 dengan 7
Kiri:	Mov	P0, A	; Copy A ke P0
	Call	Delay	; Panggil Delay
	RL	A	
	DEC	R0	
	CJNE	R0, #0, Kiri	
	Sjmp	Start	
Delay:	mov	R1, #255	
Del1:	mov	R2, #255	
Del2:	djnz	R2, del2	
	djnz	R1, del1	
	ret		
	end		

Isi memori ialah bilangan heksadesimal yang dikenal oleh mikrokontroler kita, yang merupakan representasi dari bahasa assembly yang telah kita buat. Mnemonic atau opcode ialah kode yang akan melakukan aksi terhadap operand. *Operand* ialah data yang diproses oleh opcode. Sebuah opcode bisa membutuhkan 1, 2 atau lebih operand, kadang juga tidak perlu operand. Sedangkan komentar dapat kita berikan dengan menggunakan tanda titik koma (;). Berikut contoh jumlah operand yang berbeda beda dalam suatu assembly.

```
CJNE R5,#22H, aksi ; dibutuhkan 3 buah operand
MOVX @DPTR, A      ; dibutuhkan 2 buah operand
RL A                ; 1 buah operand
NOP                 ; tidak memerlukan operand
```

Program yang telah selesai kita buat dapat disimpan dengan ekstension .asm. Lalu kita dapat membuat program objek dengan ekstension HEX dengan menggunakan compiler MIDE-51.

2. Assembly Listing

Program-sumber assembly di atas, setelah selesai ditulis diserahkan ke program Assembler untuk diterjemahkan. Setiap prosesor mempunyai program assembler tersendiri, bahkan satu macam prosesor bisa memiliki beberapa macam program Assembler buatan pabrik perangkat lunak yang berlainan.

Hasil utama pengolahan program Assembler adalah program-obyek. Program-obyek ini bisa berupa sebuah file tersendiri, berisikan kode-kode yang siap dikirimkan ke memori-program mikrokontroler, tapi ada juga program-obyek yang disisipkan pada program-sumber assembly.

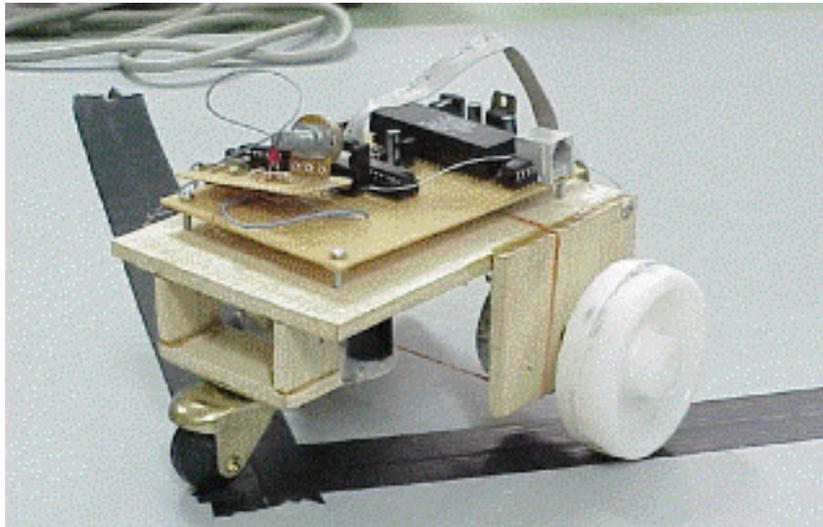
III. CONTOH APLIKASI MIKROKONTROLER

1. Pengukur Suhu Berbasis Mikrokontroler AT89S51

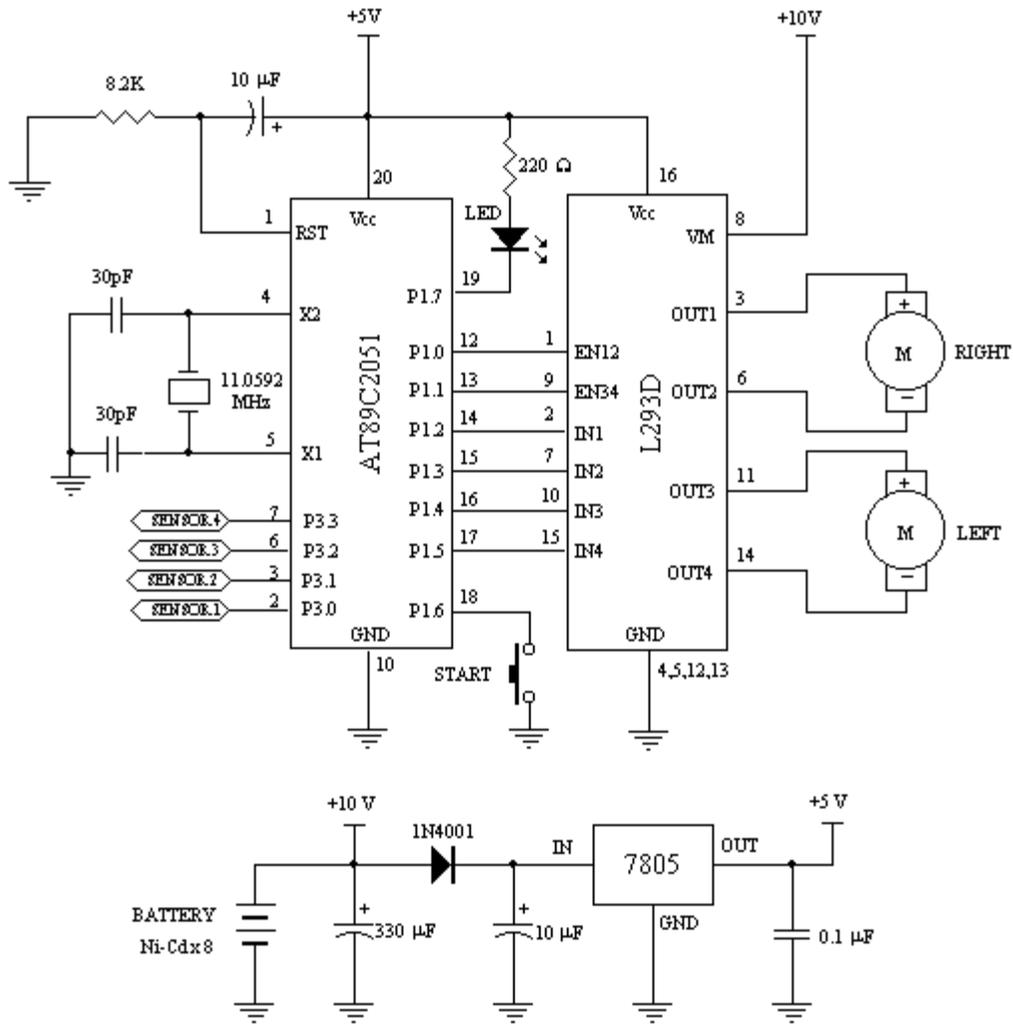
Alat ini digunakan untuk melakukan pemantauan suhu udara dengan 4 macam satuan suhu, Celcius, Reamur, Fahrenheit dan Kelvin hanya dengan menekan sebuah tombol *toggle*. Mikrokontroler melakukan pengukuran suhu secara periodik menggunakan Sensor/transduser suhu LM35, melakukan komputasi konversi dari tegangan ke satuan suhu yang diinginkan dan menampilkan hasilnya melalui LCD 2x16 karakter berbasis HD44780

2. Robot Mobile Line Follower Berbasis Mikrokontroler AT89C2051

Intinya adalah bagaimana sebuah *robot mobile* bisa mengikuti jejak garis hitam di atas kertas putih (yang penting ada tingkat kontras yang menyolok antara jalur dengan latar belakang) menggunakan sensor infra merah yang diletakkan di bawah badan robot mobile. Mikrokontroler digunakan untuk membaca sensor yang di pasang (ada 4 pasang sensor) untuk kemudian memutuskan gerakan apa yang harus dilakukan, lurus, belok kiri, belok kanan, mundur sedikit dan lain-lain.



Gambar 20. Contoh Mobile Robot Line Follower



Gambar 21. Skema Rangkaian Pengendali Mobile Robot Line Follower

**BAHAN PENDIDIKAN DAN LATIHAN PROFESI GURU
SERTIFIKASI GURU RAYON 11 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**TEKNIK ELEKTRONIKA
SMK**

Buku B 2.1

**MODEL – MODEL PEMBELAJARAN
PAKEM**

**Priyanto, M.Kom.
Putu Sudira, M.Pd.**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2010**

MODEL PEMBELAJARAN YANG AKTIF, KREATIF, EFEKTIF DAN MENYENANGKAN (PAKEM)

A. Kompetensi yang diharapkan

Setelah mempelajari modul ini kompetensi yang diharapkan adalah peserta pelatihan mampu menguasai pengelolaan pembelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi dengan model pembelajaran PAKEM.

B. Indikator

Setelah mempelajari modul ini peserta pelatihan diharapkan mampu:

1. Mengimplementasikan pendekatan PAKEM dalam pembelajaran di kelas
2. Mengimplementasikan model pembelajaran langsung pada pembelajaran TIK
3. Mengimplementasikan model pembelajaran kooperatif pada pembelajaran TIK
4. Mengimplementasikan model pembelajaran problem-based learning pada pembelajaran TIK

C. Model Pembelajaran Pada Umumnya

Secara khusus istilah "model" diartikan sebagai kerangka konseptual yang digunakan sebagai pedoman dalam melakukan sesuatu kegiatan. Dalam pengertian lain, "model" juga diartikan sebagai barang atau benda tiruan dari benda yang sesungguhnya, seperti globe adalah model dari bumi tempat kita hidup. Dalam uraian selanjutnya, istilah model digunakan untuk menunjukkan pengertian yang pertama sebagai kerangka konseptual. Atas dasar pemikiran tersebut, maka yang dimaksud dengan "Model Pembelajaran" adalah kerangka konseptual yang melukiskan prosedur yang sistematis dalam mengorganisasikan pengalaman belajar untuk mencapai tujuan belajar tertentu, dan berfungsi sebagai pedoman bagi para perancang pembelajaran dan para pengajar dalam merencanakan dan melaksanakan aktivitas pembelajaran. Dengan demikian aktivitas pembelajaran benar-benar merupakan kegiatan bertujuan yang tertata secara sistematis.

D. Pembelajaran PAKEM

1. Latar Belakang

Pendidikan merupakan hal yang sangat esensial dalam kehidupan bermasyarakat. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan dalam sistem masyarakat (khusus pendidikan dasar) dilakukan dengan program *The Creating Learning Communities for Children* (CLCC) program yang bekerjasama dengan UNESCO dan UNICEF. Program tersebut memuat tiga komponen, yaitu *School Based Management* (SBM), *Community Participan* (CP) dan *Active, Joyful and Effective Learning* (AJEL). Tiga komponen tersebut saling berkaitan dan bertujuan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Di Indonesia upaya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran terus dilakukan, baik dalam segi penguasaan materi maupun dalam penguasaan metode pembelajaran. Dalam pembelajaran di sekolah pengertian AJEL dipadankan dengan istilah PAKEM (Pembelajaran yang Aktif, Kreatif, Efektif dan Menyenangkan).

Berikut ini akan diuraikan mengenai Pembelajaran yang Aktif, Kreatif, Efektif dan Menyenangkan (PAKEM).

2. Pengertian PAKEM

Pembelajaran merupakan perpaduan antara pengertian kegiatan pengajaran oleh guru dan kegiatan belajar oleh siswa. Dalam pembelajaran terjadi interaksi antara guru dengan siswa dan siswa dengan siswa. Dengan terjadinya interaksi tersebut diharapkan materi yang disampaikan oleh guru dapat dipahami oleh siswa dengan mudah. Untuk mengkondisikan agar dalam pembelajaran terjadi interaksi yang efektif maka digunakan berbagai pendekatan dalam pembelajaran. Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat digunakan adalah Pembelajaran yang Aktif, Kreatif, Efektif dan Menyenangkan (PAKEM), yang merupakan suatu pembelajaran yang melibatkan guru dan siswa secara aktif. Pelaksanaan PAKEM bertujuan untuk menciptakan suatu lingkungan belajar yang mengkondisikan siswa untuk menguasai keterampilan-keterampilan,

pengetahuan dan sikap yang baik, untuk mempersiapkan diri siswa dalam kehidupannya kelak, baik dalam kehidupan bermasyarakat maupun dalam melanjutkan studi ke jenjang yang lebih tinggi.

Dalam pembelajaran ini, "**AKTIF**" diartikan peserta didik maupun guru berinteraksi dalam melaksanakan pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran. Dalam pembelajaran guru aktif akan memantau kegiatan belajar peserta didik, memberi umpan balik, mengajukan pertanyaan menantang dan menanyakan gagasan peserta didik. Dalam pembelajaran guru hendaknya menciptakan suasana sehingga peserta didik aktif bertanya, mengungkapkan ide, mendemonstrasikan gagasan atau idenya dan memberikan tanggapan. Dengan memberikan kesempatan kepada peserta didik aktif akan mendorong kreativitas peserta didik dalam belajar maupun memecahkan masalah. Peserta didik akan terlibat secara langsung, bertanya, mengemukakan pendapat dan menjawab pertanyaan guru serta memecahkan masalah.

Pembelajaran "**KREATIF**" diartikan bahwa guru memberikan variasi dalam kegiatan pembelajaran dan membuat alat bantu pembelajaran bahkan menciptakan teknik-teknik mengajar tertentu sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik dan tujuan belajarnya. Peserta didik akan kreatif jika diberi kesempatan merancang/membuat sesuatu karya, menuliskan ide atau gagasan. Kegiatan tersebut akan memuaskan rasa keingintahuan dan imajinasi mereka.

Pembelajaran yang "**EFEKTIF**" diartikan sebagai pembelajaran yang tepat guna. Dalam hal ini pembelajaran dikatakan efektif jika suatu tujuan (kompetensi) pembelajaran telah tercapai. Pembelajaran yang efektif merupakan pijakan utama dalam menyusun suatu rancangan pembelajaran. Pembelajaran yang tampaknya aktif dan menyenangkan, tetapi tidak efektif akan tampak hanya sekedar permainan belaka dan hanya menghabiskan waktu, dalam hal seperti ini tujuan pembelajaran tidak akan tercapai.

Sedangkan pembelajaran yang "**MENYENANGKAN**" diartikan sebagai suasana belajar mengajar yang "hidup", semarak, terkondisi untuk terus berlanjut, ekspresif, tidak monoton, dan mendorong pemusatan perhatian peserta didik dalam belajar. Dalam pembelajaran diupayakan agar para siswa dapat belajar dengan senang tanpa paksaan dan dapat belajar tanpa merasa tegang atau takut. Agar pembelajaran dapat menyenangkan diperlukan penguatan/penegasan, guru sebaiknya memberi penghargaan atas prestasi siswa, misalnya dengan pujian, acungan jempol dan siswa merayakan hasil kerja kerasnya dengan tepuk tangan, poster umum, catatan pribadi atau saling menghargai.

Apabila suasana belajar yang aktif dan kreatif terjadi, maka akan mendorong peserta didik untuk menyenangkan dan memotivasi mereka untuk terus belajar. Kegiatan belajar yang aktif, kreatif dan menyenangkan harus tetap bersandar pada tujuan atau kompetensi yang akan dicapai. Oleh karena itu dalam pembelajaran harus bersifat aktif, kreatif, menyenangkan dan efektif.

Dalam pembelajaran hendaknya keempat komponen PAKEM dapat dilaksanakan secara sinergis untuk mewujudkan tercapainya tujuan pembelajaran.

Secara garis besar dalam PAKEM menggambarkan kondisi-kondisi sebagai berikut:

- a. Peserta didik terlibat dalam berbagai kegiatan (aktifitas) yang mengembangkan keterampilan, kemampuan dan pemahamannya dengan menekankan pada belajar dengan berbuat (*learning by doing*).
- b. Guru menggunakan berbagai stimulus/motivasi dan alat peraga, termasuk lingkungan sebagai sumber belajar agar pengajaran lebih menarik, menyenangkan dan relevan bagi peserta didik.
- c. Guru mengatur kelas untuk memajang buku-buku dan materi-materi yang menarik, hasil karya siswa.
- d. Guru menggunakan cara belajar yang lebih kooperatif dan interaktif, termasuk belajar kelompok.
- e. Guru mendorong peserta didik untuk menemukan caranya sendiri dalam menyelesaikan masalah, mengungkapkan gagasannya, dan melibatkan peserta didik dalam menciptakan lingkungan belajar pada sekolahnya sendiri.

Dalam pelaksanaan PAKEM perlu diperhatikan beberapa hal, yaitu:

- a. memahami sifat anak
- b. mengenal peserta didik secara individu/perorangan
- c. memanfaatkan perilaku anak dalam pengorganisasian belajar.
- d. mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif dan mampu memecahkan masalah.
- e. mengembangkan ruang kelas sebagai lingkungan belajar yang menarik
- f. memanfaatkan lingkungan sebagai sumber belajar

- g. memberikan umpan balik yang bertanggungjawab untuk meningkatkan kegiatan belajar mengajar
- h. membedakan antara aktif fisik dan mental.

Untuk dapat melaksanakan pembelajaran PAKEM dengan baik guru diharapkan membuat perencanaan secara detail baik materi maupun strategi dalam mengajar atau model yang digunakan dalam pembelajaran. Berikut ini akan diuraikan tentang model pembelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi yang mendukung penerapan PAKEM.

E. Model Pembelajaran

Pendekatan PAKEM akan sangat mendukung tercapainya tujuan pembelajaran, oleh karena itu guru perlu memilih ataupun mengkombinasikan model-model pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik siswa dan sesuai dengan materi yang diajarkan serta tujuan pembelajaran.

Selain pembelajaran dengan PAKEM, pada pelaksanaan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) para guru diharapkan menggunakan pendekatan kontekstual dalam pembelajarannya, termasuk dalam pembelajaran TIK. Untuk menunjang penerapan pendekatan PAKEM dan kontekstual pada pembelajaran TIK perlu didukung model-model pembelajaran yang sesuai. Pendekatan PAKEM dan kontekstual dapat diterapkan antara lain pada : model pembelajaran langsung, model pembelajaran kooperatif, model pembelajaran berdasar masalah, dan model pembelajaran open-ended. Dalam mengajarkan suatu topik tertentu dari TIK guru harus memilih pendekatan, strategi, metode, teknik serta model pembelajaran yang sesuai dengan kondisi siswa dan tujuan pembelajaran.

Istilah *model pembelajaran* mempunyai makna yang lebih luas dari pada suatu strategi, metode, atau prosedur. Model pembelajaran adalah suatu bentuk kegiatan pembelajaran yang mempunyai empat ciri khusus yaitu: rasional teoritik yang logis yang disusun oleh penciptanya, tujuan pembelajaran yang akan dicapai, tingkah laku mengajar yang diperlukan agar model tersebut dapat dilaksanakan sehingga berhasil, dan lingkungan belajar yang diperlukan agar tujuan pembelajaran dapat tercapai.

Berikut ini akan diuraikan beberapa model pembelajaran TIK yang dapat mendukung pembelajaran PAKEM.

1. Model Pembelajaran Langsung

Dalam teori belajar pengetahuan digolongkan menjadi dua macam yaitu pengetahuan *deklaratif* dan pengetahuan *prosedural*. Pengetahuan deklaratif adalah pengetahuan tentang sesuatu. Misalnya bilangan biner adalah bilangan yang hanya mempunyai 2 nilai yaitu 0 dan 1. Sedangkan pengetahuan prosedural adalah pengetahuan mengenai bagaimana orang melakukan sesuatu. Misalnya bagaimana langkah-langkah menentukan konversi dari bilangan desimal ke biner atau konversi dari decimal ke hexadesimal.

Model pembelajaran langsung dirancang secara khusus untuk menunjang proses belajar siswa berkenaan dengan pengetahuan prosedural dan pengetahuan deklaratif yang terstruktur dengan baik dan dapat dipelajari selangkah-demi selangkah. Pengajaran langsung memerlukan perencanaan dan pelaksanaan yang cukup rinci terutama pada *analisis tugas*. Pengajaran langsung berpusat pada guru, tetapi tetap harus menjamin terjadinya keterlibatan, interaksi siswa, kreatifitas siswa dan dikondisikan agar efektif, menyenangkan, tidak menegangkan dan menakutkan.

Ciri-ciri pengajaran langsung adalah sebagai berikut:

- (1) Adanya tujuan pembelajaran dan prosedur penilaian hasil belajar
- (2) Sintaks atau pola keseluruhan dan alur kegiatan pembelajaran
- (3) Sistem pengelolaan dan lingkungan belajar yang mendukung berlangsung dan berhasilnya pembelajaran.

Dalam pembelajaran langsung *terdapat fase-fase* penting yang harus dilaksanakan oleh seorang guru. Pada awal pelajaran guru menjelaskan tujuan, latar belakang pembelajaran, menyiapkan siswa untuk memasuki pembelajaran materi baru dengan memberikan persepsi. Kemudian dilanjutkan dengan presentasi materi ajar atau demonstrasi mengenai keterampilan tertentu. Pada fase ini guru hendaknya memberikan informasi yang jelas dan spesifik kepada

siswa, sehingga siswa benar-benar paham mengenai materi yang disampaikan. Fase selanjutnya adalah guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan latihan dan memberikan umpan balik terhadap keberhasilan siswa. Pada fase ini siswa diberi kesempatan untuk menerapkan pengetahuan dengan memberikan soal latihan atau menerapkan keterampilan yang dipelajarinya untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan kehidupan nyata. Secara singkat fase-fase dalam pembelajaran langsung dapat disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Langkah-langkah dalam Pembelajaran Langsung

Fase	Indikator	Peran Guru
1	Menyampaikan tujuan dan mempersiapkan siswa	Menjelaskan tujuan, materi prasyarat, memotivasi siswa dan mempersiapkan siswa.
2	Mendemonstrasikan pengetahuan dan keterampilan	Mendemonstrasikan keterampilan atau menyajikan informasi tahap demi tahap
3	Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik	mengecek kemampuan siswa dan memberikaan umpan balik
4	Memberikan latihan dan penerapan konsep	Mempersiapkan latihan untuk siswa dengan menerapkan konsep yang dipelajari pada kehidupan sehari-hari

2. Model Pembelajaran Kooperatif

Dalam pembelajaran kooperatif mahasiswa belajar dan bekerja dalam kelompok-kelompok kecil terdiri dari tiga sampai empat orang. Pembelajaran kooperatif merupakan bentuk pengajaran yang menekankan adanya kerja sama, yaitu kerja sama antar kelompoknya untuk mencapai tujuan belajar (Johnson & Johnson,1987). Hal ini dimaksudkan agar interaksi mahasiswa menjadi maksimal dan efektif. Pembelajaran kooperatif tidak semata-mata meminta mahasiswa bekerja secara kelompok dengan cara mereka sendiri tetapi mereka harus bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama. Model pembelajaran ini berpandangan bahwa mahasiswa akan lebih mudah menemukan dan memahami konsep-konsep yang sulit apabila mereka saling mendiskusikan konsep-konsep tersebut dengan teman sebayanya (Slavin, 1994). Pada dasarnya , pengelompokan bukanlah tujuan utama belajar kooperatif. Belajar kooperatif menuntut adanya modifikasi tujuan pembelajaran dari sekedar penyampaian informasi (*transfer of information*) menjadi konstruksi pengetahuan (*construction of knowledge*) oleh individu mahasiswa melalui belajar kelompok (Paulina, 2001)

Untuk menghindari terjadinya kelompok semu dimana anggota kelompok bekerja sendiri-sendiri, maka beberapa hal yang perlu diperhatikan pengajar adalah: (a) mahasiswa harus dapat merasakan bahwa mereka saling bergantung secara positif dan saling terikat antar sesama kelompok. Anggota kelompok harus mempunyai keyakinan bahwa mereka tidak akan sukses bila mahasiswa lain tidak sukses; (b) harus terjadi komunikasi verbal antar anggota kelompok. Dalam hal ini mahasiswa membutuhkan tatap muka secara langsung, saling berhadapan dan saling membantu dalam pencapaian tujuan belajar. Dengan demikian mahasiswa juga belajar mengembangkan ketrampilan komunikasi; (c) Agar masing-masing mahasiswa dapat memberikan sumbangan pada kelompok maka setiap mahasiswa harus menguasai materi ajar. Untuk mencapai keberhasilan kelompok maka perlu adanya tutor sebaya dimana mahasiswa yang telah mengerti dapat menjelaskan kepada teman-temannya; (d) perlu pula diperhatikan ketrampilan anggota kelompok berinteraksi dan keefektifan kerja kelompok. Untuk itu, perlu adanya ketua kelompok yang dapat mengatur proses kerja kelompok. Ibrahim (2000) menegaskan bahwa siswa yang bekerja dalam situasi pembelajaran kooperatif didorong dan atau dikehendaki untuk bekerjasama pada suatu tugas bersama, dan mereka mengkoordinasikan usahanya untuk menyelesaikan tugasnya. Selanjutnya Ibrahim mengatakan bahwa pembelajaran kooperatif dapat memberi keuntungan baik pada siswa kelompok bawah maupun kelompok atas yang bekerja bersama menyelesaikan tugas-tugas akademiknya. Siswa kelompok atas akan menjadi tutor kelompok bawah, sehingga akan memperoleh bantuan khusus dari teman sebaya yang memiliki orientasi dan

bahasa yang sama. Dalam proses tutorial ini, kemampuan akademik siswa kelompok atas akan meningkat, karena memberi pelayanan sebagai tutor dan membutuhkan pemikiran mendalam tentang hubungan ide-ide yang terdapat di dalam materi tertentu. Beberapa bentuk pembelajaran kooperatif menurut Slavin (1990) meliputi : *Student Teams Achievement Divisions* (STAD), *Jigsaw II*, *Teams Games-Tournaments* (TGT).

Pembelajaran kooperatif merupakan model pembelajaran yang mengutamakan kerjasama di antara siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran. Model pengajaran kooperatif memiliki ciri-ciri:

- (1) Untuk menuntaskan materi belajarnya siswa-siswa belajar dalam kelompok secara kooperatif.
- (2) Kelompok dibentuk dari siswa-siswa yang memiliki kemampuan tinggi, sedang dan lemah
- (3) Jika dalam kelas terdapat siswa-siswa yang terdiri dari beberapa ras, suku budaya yang berbeda maka diupayakan agar dalam setiap kelompok terdiri atas ras, suku, budaya dan jenis kelamin yang berbeda pula.
- (4) Penghargaan lebih diutamakan pada kerja kelompok dari pada perorangan.

Pembelajaran kooperatif mempunyai tiga tujuan penting, yaitu:

- a. Hasil belajar akademik
Pembelajaran kooperatif bertujuan untuk meningkatkan kinerja siswa dalam tugas-tugas akademik. Model pembelajaran kooperatif unggul dalam membantu siswa untuk memahami konsep-konsep yang sulit.
- b. Penerimaan terhadap keragaman
Model pembelajaran kooperatif bertujuan agar siswa menerima teman-temannya yang mempunyai berbagai macam perbedaan latar belakang. Perbedaan tersebut antara lain perbedaan suku, agama, kemampuan akademik, jenis kelamin dan tingkat sosial.
- c. Pengembangan keterampilan sosial
Model kooperatif bertujuan untuk mengembangkan keterampilan sosial siswa. Keterampilan sosial yang dimaksud antara lain: berbagi tugas, aktif bertanya, menghargai pendapat orang lain, memancing teman untuk bertanya, mau menjelaskan ide atau pendapat, bekerja dalam kelompok, dan sebagainya.

Adapun langkah-langkah dalam pembelajaran kooperatif adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Langkah-langkah dalam Pembelajaran Kooperatif

Fase	Indikator	Kegiatan Guru
1	Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa	Guru menyampaikan semua tujuan pembelajaran yang ingin dicapai pada pembelajaran tersebut dan memotivasi siswa
2	Menyajikan informasi	Guru menyajikan informasi kepada siswa dengan jalan demonstrasi atau lewat bahan bacaan
3	Mengorganisasikan siswa ke dalam kelompok-kelompok belajar	Guru menjelaskan kepada siswa bagaimana caranya membentuk kelompok belajar dan membantu setiap kelompok agar melakukan transisi secara efisien
4	Membimbing kelompok bekerja dan belajar	Guru membimbing kelompok-kelompok belajar pada saat mereka mengerjakan tugas
5	Evaluasi	Guru mengevaluasi hasil belajar tentang materi yang telah dipelajari atau masing-masing kelompok mempresentasikan hasil kerjanya
6	Memberikan penghargaan	Guru mencari cara-cara untuk menghargai upaya atau hasil belajar individu maupun kelompok

Untuk menerapkan model pembelajaran kooperatif di kelas diperlukan perencanaan yang matang, misalnya : menentukan pendekatan yang tepat, memilih topik yang sesuai dengan model ini, pembentukan kelompok siswa, menyusun LKS, menjelaskan tugas dan peran siswa dalam kelompok, merencanakan waktu dan setting kelas yang akan digunakan. Pembelajaran kooperatif dapat dilakukan melalui bermacam-macam pendekatan (tipe), guru dapat memilih pendekatan yang sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai.

Dalam pelaksanaan pembelajaran dengan model kooperatif sebaiknya kepada siswa diberitahukan terlebih dahulu pengertian pembelajaran kooperatif dan bagaimana aturan-aturan yang harus diperhatikan siswa. Oleh karena itu agar pelaksanaan pembelajaran dapat berjalan lancar, sebaiknya kepada siswa diberikan petunjuk-petunjuk tentang hal-hal yang akan dilakukan siswa. Petunjuk-petunjuk tersebut antara lain:

1. Tujuan pembelajaran (indikator)
2. Apa saja yang akan dikerjakan siswa dalam kelompok
3. Batas waktu menyelesaikan tugas
4. Jadwal pelaksanaan kuis untuk STAD dan JIGSAW
5. Jadwal presentasi kelas untuk masing-masing kelompok penyelidikan
6. Prosedur pemberian nilai penghargaan individu dan kelompok
7. Format presentasi laporan.

Dalam pembelajaran kooperatif terdapat pembentukan kelompok, penilaian dan penghargaan. Berikut akan diuraikan tentang cara membentuk kelompok, pedoman penilaian dan sistem penghargaan.

Tabel 3. Pengelompokkan Siswa berdasarkan Kemampuan Akademik

Kemampuan	No.	Nama	Ranking	Kelompok
Tinggi	1		1	A
	2		2	B
	3		3	C
	4		4	D
Sedang	5		5	D
	6		6	C
	7		7	B
	8		8	A
	9		9	A
	10		10	B
	11		11	C
	12		12	D
Rendah	13		13	D
	14		14	C
	15		15	B
	16		16	A

Berikut ini akan diuraikan mengenai model kooperatif tipe STAD

a. Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Student Teams Achievement Divisions (STAD)*

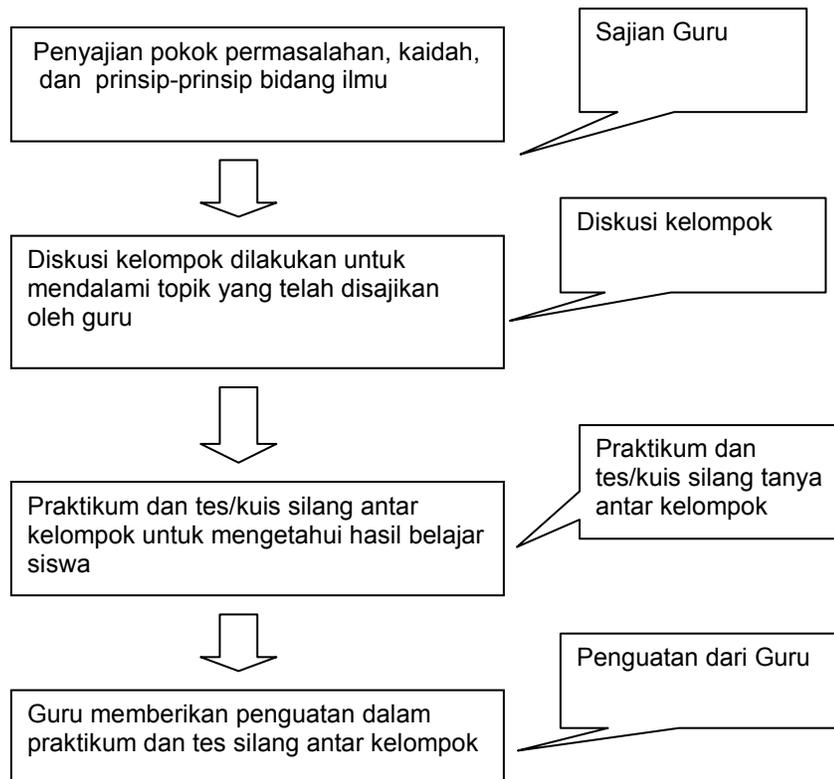
STAD merupakan salah satu tipe pembelajaran kooperatif yang sederhana. Tipe ini baik untuk diterapkan oleh guru yang baru mengenal model pembelajaran kooperatif. Pembelajaran kooperatif tipe STAD dapat membantu siswa memahami konsep-konsep TIK yang sulit serta menumbuhkan kemampuan kerjasama, berpikir kritis, dan mengembangkan sikap sosial siswa. Pembelajaran kooperatif memiliki dampak yang positif terhadap belajar siswa dengan beragam hasilnya (rendah, sedang, dan tinggi) yang dapat meningkatkan motivasi, hasil belajar, dan penyimpanan materi pelajaran yang lebih lama.

Paulin (2001) dikatakan STAD terdiri dari empat langkah, yaitu : sajian guru, diskusi kelompok siswa, tes/kuis silang tanya antar kelompok, dan penguatan dari guru. Sajian guru meliputi penyajian pokok permasalahan, kaidah, dan prinsip-prinsip bidang ilmu. Penyajian guru dalam bentuk ceramah atau tanya jawab. Diskusi kelompok dilakukan berdasarkan permasalahan yang disampaikan oleh guru, oleh sekelompok siswa yang cukup heterogen.

Peran guru sangat diperlukan untuk mengatasi konflik antar anggota kelompok. Diskusi ini dilakukan untuk mendalami topik-topik yang sudah disajikan oleh guru. Diskusi kelompok merupakan komponen kegiatan yang paling penting, karena sangat berperan dalam aktualisasi kelompok secara sinergis untuk mencapai hasil yang terbaik, dan pembimbingan antar anggota kelompok sehingga seluruh anggota kelompok sebagai satu kesatuan dapat mencapai yang terbaik. Setelah pendalaman materi, dilakukan tes/kuis atau silang tanya antar kelompok siswa untuk mengetahui hasil belajar siswa, sementara guru memberikan penguatan dalam dialog tersebut

Dari tahapan-tahapan dalam metode pembelajaran bersiklus seperti dipaparkan di atas, diharapkan siswa tidak hanya mendengar keterangan guru tetapi dapat berperan aktif untuk menggali, memperkaya, dan pemahaman mereka terhadap konsep yang dipelajari.

Tipe ini menggunakan tim yang terdiri dari 4-5 orang anggota. Setelah guru menyampaikan suatu materi, siswa yang tergabung dalam tim-tim tersebut menyelesaikan soal-soal yang diberikan oleh guru. Anggota tim menggunakan lembar kegiatan atau perangkat pembelajaran yang lain untuk menuntaskan materi pembelajarannya dan kemudian saling membantu satu sama lain untuk memahami bahan pelajaran melalui tutorial satu sama lain dan atau melakukan diskusi setelah menyelesaikan soal-soal, mereka menyerahkan pekerjaan secara tunggal untuk setiap kelompok kepada guru.



Gambar 1. Pembelajaran Kooperatif Model STAD

Dalam pembelajaran dengan kooperatif tipe STAD, secara individu setiap minggu atau dua minggu siswa diberi kuis. Hasil penyelesaian kuis diberi skor, dan setiap individu diberi skor pengembangan. Skor pengembangan ini tidak didasarkan pada skor mutlak siswa, tetapi didasarkan pada seberapa jauh skor itu melampaui rata-rata skor siswa yang lalu. Setiap minggu diumumkan hasil pencapaian skor semua siswa termasuk skor perkembangan tertinggi atau siswa yang mencapai skor sempurna pada kasus-kasus itu.

Dari beberapa pendekatan dalam pembelajaran seperti kontekstual dan konstruktif, prinsip-prinsipnya dapat diterapkan dalam model pembelajaran kooperatif tipe STAD. Menurut Erman Suherman (2003: 3), pembelajaran kontekstual merupakan strategi belajar yang membantu guru mengaitkan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapan dalam kehidupan.

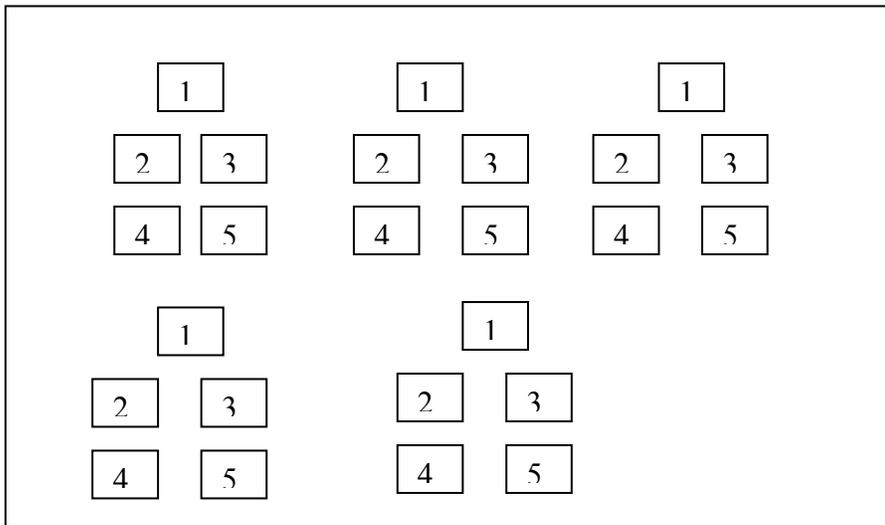
Berikut ini akan diuraikan mengenai model kooperatif tipe JIGSAW.

b. Model Pembelajaran Kooperatif: Tipe JIGSAW

Salah satu teknik dalam pembelajaran kooperatif adalah teknik JIGSAW. Dalam pembelajaran ini setiap anggota kelompok jigsaw saling melengkapi satu dengan yang lainnya untuk menghasilkan pemahaman secara menyeluruh tentang suatu topik.

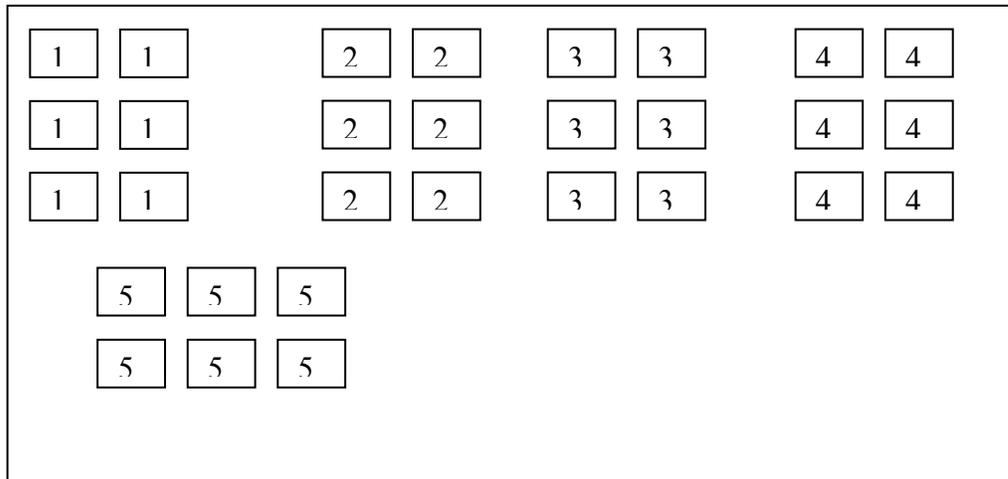
Teknik pembelajaran Jigsaw didesain untuk meningkatkan rasa tanggungjawab siswa terhadap pembelajarannya sendiri dan juga pembelajaran orang lain. Dalam hal ini siswa tidak hanya mempelajari materi yang diberikan, tetapi mereka juga harus siap memberikan dan mengajarkan materi tersebut pada anggota kelompok yang lain. Dengan demikian siswa saling tergantung satu dengan yang lain dan harus bekerjasama secara kooperatif untuk mempelajari materi yang ditugaskan (LIE, A: 1994).

Secara lebih rinci pembagian kelompok dalam pembelajaran dengan teknik jigsaw dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar di atas menunjukkan bahwa kelas dibagi dalam 5 kelompok kecil. Setiap kelompok terdiri dari 5 siswa, masing-masing siswa bertanggungjawab atas sebuah topik. Pada gambar di atas nomor 1 menunjukkan siswa dengan topik 1, nomor 2 menunjukkan siswa dengan topik 2, dan seterusnya. Kelompok-kelompok ini disebut *kelompok jigsaw*.

Setelah mendapat tugasnya masing-masing, setiap anggota kelompok secara individual mempelajari dan mengkonstruksi materi sesuai dengan tugasnya selama waktu tertentu. Setelah setiap siswa menyelesaikan konstruksi materinya, pada pertemuan berikutnya siswa dengan topik yang sama berkumpul untuk berdiskusi sehingga kelompok-kelompok dalam kelas menjadi sebagai berikut:



Masing-masing kelompok tersebut mendiskusikan topik yang sama, sehingga diskusi atau interaksi setiap anggota kelompok akan memperdalam pemahaman materi dan menghindari miskonsepsi. Setelah setiap siswa dengan topik yang sama saling berdiskusi, pada pertemuan selanjutnya siswa kembali kekelompok semula yaitu kelompok jigsaw. Kemudian, dalam kelompok jigsaw ini setiap siswa sesuai dengan urutan topik mempresentasikan hasilnya.

Dengan menerapkan teknik pembelajaran jigsaw ini keuntungannya antara lain:

- 1) Efisiensi waktu pembelajaran karena dalam waktu bersamaan kelompok jigsaw membahas seluruh materi
- 2) Meningkatkan interaksi akademik antar siswa sehingga siswa mengkonstruksi sendiri akan meningkatkan penguasaan materi yang dipelajari.
- 3) Meningkatkan kerjasama, tanggungjawab dan adanya kepuasan dari siswa sebagai "expert".

Agar pembelajaran dengan tipe jigsaw ini berjalan dengan baik, maka guru harus menyusun rencana pembelajaran. Rencana pembelajaran kooperatif tipe jigsaw ini di atur secara instruksional sebagai berikut (Slavin:1995):

- (1) Membaca: siswa memperoleh topik-topik ahli dan membaca materi tersebut untuk mendapatkan informasi.
- (2) Diskusi kelompok ahli: siswa dengan topik-topik ahli yang sama bertemu untuk mendiskusikan topik tersebut.
- (3) Diskusi kelompok: ahli kembali ke kelompok asalnya untuk menjelaskan topik pada kelompoknya.
- (4) Kuis: siswa memperoleh kuis individu yang mencakup semua topik.
- (5) Penghargaan kelompok: perhitungan skor kelompok dan menentukan penghargaan kelompok.

Setelah kuis selesai diberikan, maka dilakukan perhitungan skor peningkatan individu dan skor kelompok. dalam hal ini skor individu setiap kelompok memberi sumbangan pada skor kelompok berdasarkan rentang skor yang diperoleh pada kuis sebelumnya dengan skor terakhir.

Mekanisme perhitungan skor peningkatan individu adalah sebagai berikut:

- (1) Setiap siswa mendapat nilai dasar yang merupakan rerata nilai kuis atau ulangan harian pada pokok bahasan sebelumnya.
- (2) Setelah siswa mengerjakan kuis, nilai kuis tersebut dibandingkan dengan nilai dasar mereka.
- (3) Besarnya nilai perkembangan individu ditentukan berdasarkan suatu kriteria tertentu.

Berdasarkan nilai rata-rata peningkatan nilai individu seluruh anggota kelompok ditetapkan nilai kelompok. Guru dapat memberikan penghargaan kepada kelompok sesuai

dengan nilai yang dicapai. Penghargaan ini dapat berupa sertifikat, hadiah, pujian atau bentuk lain sebagai bentuk penghargaan kelompok.

Berikut ini akan diuraikan mengenai model kooperatif tipe Teams Games Tournament (TGT).

c. Model Pembelajaran Kooperatif: Tipe TGT

TGT hampir sama dengan STAD, namun dalam TGT tidak digunakan kuis atau silang tanya, melainkan digunakan tournament. TGT terdiri dari empat langkah, yaitu identifikasi masalah, pembahasan masalah dalam kelompok, presentasi hasil bahasan kelompok (turnamen), dan penguatan guru.

Dalam identifikasi masalah, siswa dan guru mencoba mengajukan dan mengidentifikasi masalah atau kasus yang berkaitan dengan materi atau konsep yang telah dipelajari dalam pertemuan sebelumnya, atau melalui tugas membaca di rumah. Masalah atau kasus kemudian dipecahkan bersama dalam kelompok. Hasil pemecahan masalah disajikan dalam bentuk turnamen, artinya ada kompetisi untuk penyajian dan atau pemecahan masalah yang terbaik. Guru dan beberapa orang siswa berperan sebagai penilai (juri). Kemudian untuk mengukur kemampuan siswa, maka dilakukan kuis.

STAD digunakan pada pertemuan-pertemuan awal dalam pembelajaran dengan tujuan penyajian informasi untuk penyamaan persepsi dan pemebrian konsep bidang ilmu dalam diri siswa. Kemudian JIGSAW dan TGT digunakan secara bergantian pada pertemuan-pertemuan selanjutnya, jika pembentukan konsep awal sudah dicapai. Dalam STAD, guru lebih dominan daripada siswa. Namun dalam JIGSAW dan TGT, kemandirian siswa semakin ditantang, sementara itu peran guru relatif tidak dominan.

3. Model Pembelajaran Kognitif : Problem-Based Learning

Problem Based Learning, yang dikembangkan oleh Barrows, merupakan suatu model pembelajaran yang sangat populer dalam dunia kedokteran sejak awal tahun 1970-an. Pada dasarnya model pembelajaran ini berfokus pada penyajian suatu permasalahan (nyata ataupun simulasi) kepada siswa, kemudian siswa diminta mencari pemecahannya melalui serangkaian penelitian dan investigasi berdasarkan teori, konsep, prinsip yang dipelajarinya dari berbagai bidang ilmu.

Problem Based Learning menawarkan kebebasan kepada siswa dalam proses pembelajaran. Melalui model ini diharapkan siswa diharapkan untuk terlibat dalam proses penelitian yang mengharuskan siswa untuk mengidentifikasi permasalahan, mengumpulkan data, dan menggunakan data tersebut untuk pemecahan masalah.

Problem Based Learning seringkali merupakan aktivitas individu siswa, namun tidak jarang juga merupakan aktivitas kelompok siswa. Model pembelajaran ini memberikan kendali kepada siswa, baik individu maupun kelompok untuk belajar sesuai dengan minat dan perhatiannya. Tidak jarang, dalam problem based learning, siswa akan terlibat secara intensif sehingga motivasi untuk terus belajar dan terus mencari tahu menjadi meningkat.

Problem Based Learning mempunyai lima asumsi utama, yaitu :

- a. Permasalahan sebagai pemandu, dalam hal ini permasalahan menjadi acuan konkret yang harus menjadi perhatian siswa.
- b. Permasalahan sebagai kesatuan, dalam hal ini permasalahan disajikan kepada siswa setelah tugas-tugas dan penjelasan diberikan.
- c. Permasalahan sebagai contoh
- d. Permasalahan sebagai sarana yang memfasilitasi terjadinya proses
- e. Permasalahan sebagai stimulus dalam aktivitas belajar

Pada model pembelajaran problem based learning terdapat lima tahap utama dimulai dengan tahap memperkenalkan siswa dengan suatu masalah dan diakhiri dengan tahap penyajian dan analisis hasil kerja siswa. Kelima tahap adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Langkah-langkah dalam Pembelajaran problem based learning

Fase	Indikator	Kegiatan Guru
1	Orientasi siswa kepada masalah	Guru menjelaskan tujuan pembelajaran (indikator), menjelaskan logistik yang diperlukan, memotivasi siswa terlibat pada aktivitas pemecahan masalah yang dipilihnya.
2	Mengorganisasikan siswa untuk belajar	Guru membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut
3	Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen, untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah
4	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan, video, dan model dan membantu mereka untuk berbagi tugas dengan temannya.
5	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membantu siswa untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan mereka dan proses-proses yang mereka gunakan.

Pelaksanaan pembelajaran problem based learning

a. Tugas-tugas perencanaan, yang terdiri dari:

- 1) Penetapan tujuan: adalah mendeskripsikan bagaimana pembelajaran direncanakan untuk membantu mencapai tujuan.
- 2) Merancang situasi masalah
Situasi masalah yang baik adalah autentik, mengandung teka-teki tidak terdefinisi secara ketat, memungkinkan siswa bekerjasama, bermakna bagi siswa, dan konsisten dengan tujuan kurikulum.
- 3) Organisasi sumber daya dan rencana logistik
Dalam pembelajaran dengan model ini dimungkinkan siswa bekerja dengan beragam material dan peralatan. Pelaksanaannya bisa di dalam kelas maupun di luar kelas, di laboratorium, atau bahkan di luar sekolah.

b. Tugas interaktif

- 1) Orientasi siswa pada masalah
Pembelajaran berdasar masalah tidak untuk memperoleh informasi baru dalam jumlah besar, tapi untuk melakukan penyelidikan terhadap masalah-masalah penting dan untuk menjadi pembelajar yang mandiri. Pembelajaran berdasar masalah adalah dengan menggunakan kejadian yang **mencengangkan** yang menimbulkan misteri dan suatu keinginan untuk memecahkan masalah.
- 2) Mengorganisasikan siswa untuk belajar : misalnya dengan kelompok belajar kooperatif
- 3) Membantu penyelidikan mandiri dan kelompok
 - a. Guru membantu siswa dalam pengumpulan informasi untuk diselidiki
 - b. Guru mendorong pertukaran ide secara bebas.
 - c. Puncak proyek-proyek pembelajaran berdasar masalah adalah penciptaan dan peragaan artifak seperti laporan, poster, model-model fisik, dan videotape.
- 4) Analisis dan Evaluasi proses pemecahan masalah
Tugas guru pada tahap akhir pembelajaran berdasar masalah adalah membantu siswa menganalisis dan mengevaluasi proses mereka sendiri.

c. Lingkungan Belajar dan Tugas-tugas Manajemen

Guru sebaiknya mempunyai seperangkat aturan yang jelas, panduan mengenai kerja kelompok dsb. Masalah yang sering muncul adalah bagaimana menangani siswa atau kelompok yang menyelesaikan tugas lebih awal atau terlambat. Dalam hal ini guru harus

mempunyai strategi tertentu, misalnya dengan memberikan kesempatan kepada kelompok yang selesai lebih awal untuk mengadakan penyelidikan lebih lanjut tentang masalah yang dibahas. Sedangkan untuk kelompok yang lambat dapat diberikan arahan atau bimbingan.

d. Asesmen dan Evaluasi

Teknik penilai yang sesuai model ini adalah menilai pekerjaan yang dihasilkan siswa. Misalnya asesmen kinerja dan peragaan hasil.

F. Rangkuman

1. Dalam pembelajaran dengan PAKEM guru mengkondisikan situasi belajar yang aktif, kreatif, efektif dan menyenangkan.
2. Untuk mendukung pembelajaran PAKEM dapat digunakan model-model pembelajaran: langsung, kooperatif, dan problem-based learning
3. Pembelajaran dengan model langsung dirancang khusus untuk menunjang proses belajar siswa berkenaan dengan pengetahuan prosedural dan pengetahuan delaratif yang terstruktur dengan baik dan dapat dipelajari selangkah demi selangkah.
Ciri-ciri pengajaran langsung adalah sebagai berikut:
 - (1) Adanya tujuan pembelajaran dan prosedur penilaian hasil belajar
 - (2) Sintaks atau pola keseluruhan dan alur kegiatan pembelajaran
 - (3) Sistem pengelolaan dan lingkungan belajar yang mendukung berlangsung dan berhasilnya pengajaran.
4. Pembelajaran kooperatif merupakan model pembelajaran yang mengutamakan kerjasama di antara siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran. Tipe pembelajaran kooperatif meliputi STAD, JIGSAW dan TGT. Langkah-langkahnya yaitu :
 - (1) Untuk menuntaskan materi belajarnya siswa-siswa belajar dalam kelompok secara kooperatif.
 - (2) Kelompok dibentuk dari siswa-siswa yang memiliki kemampuan tinggi, sedang dan lemah
 - (3) Jika dalam kelas terdapat siswa-siswa yang terdiri dari beberapa ras, suku budaya yang berbeda maka diupayakan agar dalam setiap kelompok terdiri atas ras, suku, budaya dan jenis kelamin yang berbeda pula.
 - (4) Penghargaan lebih diutamakan pada kerja kelompok dari pada perorangan.
5. Model pembelajaran problem-based learning bertujuan untuk:
 - (1) membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir dan keterampilan pemecahan masalah
 - (2) belajar peranan orang dewasa yang autentik
 - (3) menjadi pebelajar yang mandiriPada dasarnya model pembelajaran ini berfokus pada penyajian suatu permasalahan (nyata ataupun simulasi) kepada siswa, kemudian siswa diminta mencari pemecahannya melalui serangkaian penelitian dan investigasi berdasarkan teori, konsep, prinsip yang dipelajarinya dari berbagai bidang ilmu.

Daftar Pustaka

- Dimiyati, Mudjiono, 2006. *Belajar dan Pembelajaran*, Departemen Pendidikan & Kebudayaan, Rineka Cipta
- H. Erman Suherman,dkk. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. IMPSTEP JICA.
- Johnson, T. Roger and Johnson.(1987). *Learning Together and Alone ; Competitive, and Individualistic Learning*. New Jersey : Prentice Hall.
- Paulina Pannen dkk. 2001. *Konstruktivisme dalam Pembelajaran*. Jakarta. Proyek Pengembangan Universitas Terbuka Dirjen Dikti Depdiknas.
- Slavin, R. (1990). *Cooperative Learning : Theory, research and practice*. Boston : Allyn & Bacon.

**BAHAN PENDIDIKAN DAN LATIHAN PROFESI GURU
SERTIFIKASI GURU RAYON 11 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**TEKNIK ELEKTRONIKA
SMK**

Buku B 2.2

**PENGEMBANGAN ASESMEN
PROSES DAN HASIL BELAJAR**

**Ahmad Fatchi, M.Pd
Adi Dewanto, M.Kom.**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2010**

PENGEMBANGAN ASESMEN PROSES DAN HASIL BELAJAR

A. Kompetensi

Setelah menyelesaikan kegiatan pelatihan peserta diharapkan akan dapat memiliki kompetensi:

1. Merancang evaluasi proses dan hasil pembelajaran
2. Melaksanakan evaluasi proses dan hasil pembelajaran.

B. Indikator ketercapaian kompetensi :

1. merancang dan melaksanakan evaluasi (*assessment*) proses dan hasil belajar secara berkesinambungan dengan berbagai metode;
2. menganalisis hasil evaluasi proses dan hasil belajar untuk menentukan tingkat ketuntasan belajar (*mastery learning*); dan
3. memanfaatkan hasil penilaian pembelajaran untuk perbaikan kualitas program pembelajaran secara umum.

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Implementasi PP No. 19 tentang Standar Pendidikan Nasional membawa implikasi terhadap sistem penilaian, termasuk model dan teknik penilaian yang dilaksanakan di kelas.

Penilaian hasil belajar dilakukan oleh pendidik, satuan pendidikan dan pemerintah. Penilaian hasil belajar yang dilakukan oleh pendidik dan satuan pendidikan merupakan penilaian internal (*internal assessment*), sedangkan penilaian yang diselenggarakan oleh pemerintah merupakan penilaian eksternal (*external assessment*). Penilaian internal adalah penilaian yang direncanakan dan dilakukan oleh guru pada saat proses pembelajaran berlangsung dalam rangka penjaminan mutu. Penilaian eksternal merupakan penilaian yang dilakukan oleh pemerintah sebagai pengendali mutu, seperti ujian nasional.

Penilaian kelas merupakan penilaian internal terhadap proses dan hasil belajar peserta didik yang dilakukan oleh guru di kelas atas nama sekolah untuk menilai kompetensi peserta didik pada tingkat tertentu pada saat dan akhir pembelajaran. Kurikulum berbasis kompetensi menuntut model dan teknik penilaian dengan Penilaian Kelas sehingga dapat diketahui perkembangan dan ketercapaian berbagai kompetensi peserta didik. Oleh karena itu, model penilaian kelas ini diperuntukkan khususnya bagi pelaksanaan penilaian hasil belajar oleh pendidik dan satuan pendidikan.

B. Tujuan

Penyusunan model Penilaian Kelas ini bertujuan untuk:

1. Memberikan penjelasan mengenai orientasi baru dalam penilaian pada kurikulum berbasis kompetensi.
2. Memberikan wawasan tentang konsep penilaian hasil belajar yang dilaksanakan pada tingkat kelas oleh pendidik.
3. Memberikan rambu-rambu penilaian pembelajaran.
4. Memberikan prinsip-prinsip pengolahan dan pelaporan hasil penilaian.

C. Ruang lingkup

Isi model penilaian kelas ini meliputi konsep dasar penilaian kelas, teknik penilaian, langkah-langkah pelaksanaan penilaian, pengelolaan hasil penilaian serta pemanfaatan dan pelaporan hasil penilaian. Dalam konsep penilaian, akan dijelaskan apa yang dimaksud dengan penilaian, manfaat penilaian, fungsi penilaian dan rambu-rambu penilaian. Teknik penilaian akan menjelaskan berbagai cara dan alat penilaian. Langkah-langkah pelaksanaan penilaian memberikan arahan penetapan indikator, pemetaan kompetensi dan teknik penilaian yang sesuai serta contoh penilaiannya. Pengelolaan hasil penilaian memberikan arahan dalam menganalisis, menginterpretasi, dan menentukan nilai pada setiap proses dan hasil pembelajaran. Pemanfaatan dan pelaporan hasil penilaian mencakup pemanfaatan hasil, bentuk laporan hasil penilaian dan penentuan kenaikan kelas.

D. Sasaran Pengguna Model Penilaian Kelas

Model Penilaian kelas ini diperuntukkan bagi pihak-pihak berikut:

1. Para guru di sekolah untuk menyusun program penilaian di kelas masing-masing
2. Pengawas dan kepala sekolah untuk merancang program supervisi pendidikan di sekolah
3. Para penentu kebijakan di daerah untuk membuat kebijakan dalam penilaian kelas yang seharusnya dilakukan di sekolah.

BAB II KONSEP DASAR PENILAIAN KELAS

A. Pengertian Penilaian Kelas

Penilaian kelas merupakan suatu kegiatan guru yang terkait dengan pengambilan keputusan tentang pencapaian kompetensi atau hasil belajar peserta didik yang mengikuti proses pembelajaran tertentu. Untuk itu, diperlukan data sebagai informasi yang diandalkan sebagai dasar pengambilan keputusan. Keputusan tersebut berhubungan dengan sudah atau belum berhasilnya peserta didik dalam mencapai suatu kompetensi. Jadi penilaian kelas merupakan salah satu pilar dalam pelaksanaan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) yang berbasis kompetensi.

Data yang diperoleh guru selama pembelajaran berlangsung dapat dijaring dan dikumpulkan melalui prosedur dan alat penilaian yang sesuai dengan kompetensi atau hasil belajar yang akan dinilai. Oleh sebab itu, penilaian kelas lebih merupakan proses pengumpulan dan penggunaan informasi oleh guru untuk memberikan keputusan, dalam hal ini nilai terhadap hasil belajar peserta didik berdasarkan tahapan belajarnya. Dari proses ini, diperoleh potret/profil kemampuan peserta didik dalam mencapai sejumlah standar kompetensi dan kompetensi dasar yang tercantum dalam kurikulum.

Penilaian kelas merupakan suatu proses yang dilakukan melalui langkah-langkah perencanaan, penyusunan alat penilaian, pengumpulan informasi melalui sejumlah bukti yang menunjukkan pencapaian hasil belajar peserta didik, pengolahan, dan penggunaan informasi tentang hasil belajar peserta didik. Penilaian kelas dilaksanakan melalui berbagai cara, seperti penilaian unjuk kerja (*performance*), penilaian sikap, penilaian tertulis (*paper and pencil test*), penilaian proyek, penilaian produk, penilaian melalui kumpulan hasil kerja/karya peserta didik (*portfolio*), dan penilaian diri.

Penilaian hasil belajar baik formal maupun informal diadakan dalam suasana yang menyenangkan, sehingga memungkinkan peserta didik menunjukkan apa yang dipahami dan mampu dikerjakannya. Hasil belajar seorang peserta didik tidak dianjurkan untuk dibandingkan dengan peserta didik lainnya, tetapi dengan hasil yang dimiliki peserta didik tersebut sebelumnya. Dengan demikian peserta didik tidak merasa dihakimi oleh guru tetapi dibantu untuk mencapai apa yang diharapkan.

B. Manfaat Penilaian Kelas

Manfaat penilaian kelas antara lain sebagai berikut:

1. Untuk memberikan umpan balik bagi peserta didik agar mengetahui kekuatan dan kelemahannya dalam proses pencapaian kompetensi.
2. Untuk memantau kemajuan dan mendiagnosis kesulitan belajar yang dialami peserta didik sehingga dapat dilakukan pengayaan dan remedial.
3. Untuk umpan balik bagi guru dalam memperbaiki metode, pendekatan, kegiatan, dan sumber belajar yang digunakan.
4. Untuk masukan bagi guru guna merancang kegiatan belajar.
5. Untuk memberikan informasi kepada orang tua dan komite sekolah tentang efektivitas pendidikan.
6. Untuk memberi umpan balik bagi pengambil kebijakan (Diknas Daerah) dalam mempertimbangkan konsep penilaian kelas yang baik digunakan

C. Fungsi Penilaian Kelas

Penilaian kelas memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Menggambarkan sejauhmana seorang peserta didik telah menguasai suatu kompetensi.
2. Mengevaluasi hasil belajar peserta didik dalam rangka membantu peserta didik memahami dirinya, membuat keputusan tentang langkah berikutnya, baik untuk pemilihan program, pengembangan kepribadian maupun untuk penjurusan (sebagai bimbingan).

3. Menemukan kesulitan belajar dan kemungkinan prestasi yang bisa dikembangkan peserta didik dan sebagai alat diagnosis yang membantu guru menentukan apakah seseorang perlu mengikuti remedial atau pengayaan.
4. Menemukan kelemahan dan kekurangan proses pembelajaran yang sedang berlangsung guna perbaikan proses pembelajaran berikutnya.
5. Sebagai kontrol bagi guru dan sekolah tentang kemajuan perkembangan peserta didik.

D. Rambu-rambu Penilaian Kelas

1. Kriteria Penilaian Kelas

a. Validitas

Validitas berarti menilai apa yang seharusnya dinilai dengan menggunakan alat yang sesuai untuk mengukur kompetensi. Dalam menyusun soal sebagai alat penilaian perlu memperhatikan kompetensi yang diukur, dan menggunakan bahasa yang tidak mengandung makna ganda. Misal, dalam pelajaran bahasa Indonesia, guru ingin menilai kompetensi *berbicara*. Bentuk penilaian valid jika menggunakan tes lisan. Jika menggunakan tes tertulis penilaian tidak valid.

b. Reliabilitas

Reliabilitas berkaitan dengan konsistensi (keajegan) hasil penilaian. Penilaian yang *reliable* (ajeg) memungkinkan perbandingan yang *reliable* dan menjamin konsistensi. Misalnya guru menilai dengan proyek, penilaian akan reliabel jika hasil yang diperoleh itu cenderung sama bila proyek itu dilakukan lagi dengan kondisi yang relatif sama. Untuk menjamin penilaian yang reliabel petunjuk pelaksanaan proyek dan penskorannya harus jelas.

c. Terfokus pada kompetensi

Dalam pelaksanaan kurikulum tingkat satuan pendidikan yang berbasis kompetensi, penilaian harus terfokus pada pencapaian kompetensi (rangkaian kemampuan), bukan hanya pada penguasaan materi (pengetahuan).

d. Keseluruhan/Komprehensif

Penilaian harus menyeluruh dengan menggunakan beragam cara dan alat untuk menilai beragam kompetensi peserta didik, sehingga tergambar profil kompetensi peserta didik.

e. Objektivitas

Penilaian harus dilaksanakan secara obyektif. Untuk itu, penilaian harus adil, terencana, berkesinambungan, dan menerapkan kriteria yang jelas dalam pemberian skor.

f. Mendidik

Penilaian dilakukan untuk memperbaiki proses pembelajaran bagi guru dan meningkatkan kualitas belajar bagi peserta didik.

2. Prinsip Penilaian Kelas

Dalam melaksanakan penilaian, guru sebaiknya:

- a. Memandang penilaian dan kegiatan pembelajaran secara terpadu.
- b. Mengembangkan strategi yang mendorong dan memperkuat penilaian sebagai cermin diri.
- c. Melakukan berbagai strategi penilaian di dalam program pembelajaran untuk menyediakan berbagai jenis informasi tentang hasil belajar peserta didik.
- d. Mempertimbangkan berbagai kebutuhan khusus peserta didik.
- e. Mengembangkan dan menyediakan sistem pencatatan yang bervariasi dalam pengamatan kegiatan belajar peserta didik.
- f. Menggunakan cara dan alat penilaian yang bervariasi. Penilaian kelas dapat dilakukan dengan cara tertulis, lisan, produk, portofolio, unjuk kerja, proyek, dan pengamatan tingkah laku.

- g. Melakukan Penilaian kelas secara berkesinambungan untuk memantau proses, kemajuan, dan perbaikan hasil dalam bentuk ulangan harian, ulangan tengah semester, ulangan akhir semester, dan ulangan kenaikan kelas. Ulangan harian dapat dilakukan bila sudah menyelesaikan satu atau beberapa indikator atau satu kompetensi dasar. Pelaksanaan ulangan harian dapat dilakukan dengan penilaian tertulis, observasi atau lainnya. Ulangan tengah semester dilakukan bila telah menyelesaikan beberapa kompetensi dasar, sedangkan ulangan akhir semester dilakukan setelah menyelesaikan semua kompetensi dasar semester bersangkutan. Ulangan kenaikan kelas dilakukan pada akhir semester genap dengan menilai semua kompetensi dasar semester ganjil dan genap, dengan penekanan pada kompetensi dasar semester genap. Guru menetapkan tingkat pencapaian *kompetensi* peserta didik berdasarkan hasil belajarnya pada kurun waktu tertentu (akhir semester atau akhir tahun).

Agar penilaian objektif, guru harus berupaya secara optimal untuk (1) memanfaatkan berbagai bukti hasil kerja peserta didik dan tingkah laku dari sejumlah penilaian, (2) membuat keputusan yang adil tentang penguasaan kompetensi peserta didik dengan mempertimbangkan hasil kerja (karya)

3. Penilaian Hasil Belajar Masing-masing Kelompok Mata Pelajaran

- a. Penilaian hasil belajar kelompok mata pelajaran agama dan akhlak mulia serta kelompok mata pelajaran kewarganegaraan dan kepribadian dilakukan melalui:
 - 1) Pengamatan terhadap perubahan perilaku dan sikap untuk menilai perkembangan afeksi dan kepribadian peserta didik
 - 2) Ujian, ulangan, dan/atau penugasan untuk mengukur aspek kognitif peserta didik
- b. Penilaian hasil belajar kelompok mata pelajaran ilmu pengetahuan dan teknologi diukur melalui ulangan, penugasan, dan/atau bentuk lain yang sesuai dengan karakteristik materi yang dinilai
- c. Penilaian hasil belajar kelompok mata pelajaran estetika dilakukan melalui pengamatan terhadap perubahan perilaku dan sikap untuk menilai perkembangan afeksi dan ekspresi psikomotorik peserta didik.
- d. Penilaian hasil belajar kelompok mata pelajaran jasmani, olahraga, dan kesehatan dilakukan melalui:
 - 1) Pengamatan terhadap perubahan perilaku dan sikap untuk menilai perkembangan psikomotorik dan afeksi peserta didik; dan
 - 2) Ulangan, dan/atau penugasan untuk mengukur aspek kognitif peserta didik.

E. Ranah Penilaian

Kurikulum berbasis kompetensi tidak semata-mata meningkatkan pengetahuan peserta didik, tetapi kompetensi secara utuh yang merefleksikan pengetahuan, keterampilan, dan sikap sesuai karakteristik masing-masing mata pelajaran. Dengan kata lain, kurikulum tersebut menuntut proses pembelajaran di sekolah berorientasi pada penguasaan kompetensi-kompetensi yang telah ditentukan.

Kurikulum tersebut memuat sejumlah standar kompetensi untuk setiap mata pelajaran. Satu standar kompetensi terdiri dari beberapa kompetensi dasar. Pada kurikulum tingkat satuan pendidikan, satu kompetensi dasar dapat dikembangkan menjadi beberapa indikator pencapaian hasil belajar. Indikator tersebut menjadi acuan dalam merancang penilaian.

BAB III TEKNIK PENILAIAN

Beragam teknik dapat dilakukan untuk mengumpulkan informasi tentang kemajuan belajar peserta didik, baik yang berhubungan dengan proses belajar maupun hasil belajar. Teknik pengumpulan informasi tersebut pada prinsipnya adalah cara penilaian kemajuan belajar peserta didik berdasarkan standar kompetensi dan kompetensi dasar yang harus dicapai. Penilaian kompetensi dasar dilakukan berdasarkan indikator-indikator pencapaian kompetensi yang memuat satu ranah atau lebih. Berdasarkan indikator-indikator ini dapat ditentukan cara penilaian yang sesuai, apakah dengan tes tertulis, observasi, tes praktek, dan penugasan perseorangan atau kelompok. Untuk itu, ada tujuh teknik yang dapat digunakan, yaitu penilaian unjuk kerja, penilaian sikap, penilaian tertulis, penilaian proyek, penilaian produk, penggunaan portofolio, dan penilaian diri.

A. Penilaian Unjuk Kerja

1. Pengertian

Penilaian unjuk kerja merupakan penilaian yang dilakukan dengan mengamati kegiatan peserta didik dalam melakukan sesuatu. Penilaian ini cocok digunakan untuk menilai ketercapaian kompetensi yang menuntut peserta didik melakukan tugas tertentu seperti: praktek di laboratorium, praktek sholat, praktek OR, presentasi, diskusi, bermain peran, memainkan alat musik, bernyanyi, membaca puisi/ deklamasi dll. Cara penilaian ini dianggap lebih otentik daripada tes tertulis karena apa yang dinilai lebih mencerminkan kemampuan peserta didik yang sebenarnya.

Penilaian unjuk kerja perlu mempertimbangkan hal-hal berikut

- a. Langkah-langkah kinerja yang diharapkan dilakukan peserta didik untuk menunjukkan kinerja dari suatu kompetensi.
- b. Kelengkapan dan ketepatan aspek yang akan dinilai dalam kinerja tersebut.
- c. Kemampuan-kemampuan khusus yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas.
- d. Upayakan kemampuan yang akan dinilai tidak terlalu banyak, sehingga semua dapat diamati.
- e. Kemampuan yang akan dinilai diurutkan berdasarkan urutan yang akan diamati

2. Teknik Penilaian Unjuk Kerja

Pengamatan unjuk kerja perlu dilakukan dalam berbagai konteks untuk menetapkan tingkat pencapaian kemampuan tertentu. Untuk menilai kemampuan berbicara peserta didik, misalnya dilakukan pengamatan atau observasi berbicara yang beragam, seperti: diskusi dalam kelompok kecil, berpidato, bercerita, dan melakukan wawancara. Dengan demikian, gambaran kemampuan peserta didik akan lebih utuh. Untuk mengamati unjuk kerja peserta didik dapat menggunakan alat atau instrumen berikut:

a. Daftar Cek (*Check-list*)

Penilaian unjuk kerja dapat dilakukan dengan menggunakan daftar cek (*baik-tidak baik*). Dengan menggunakan daftar cek, peserta didik mendapat nilai bila kriteria penguasaan kompetensi tertentu dapat diamati oleh penilai. Jika tidak dapat diamati, peserta didik tidak memperoleh nilai. Kelemahan cara ini adalah penilai hanya mempunyai dua pilihan mutlak, misalnya benar-salah, dapat diamati-tidak dapat diamati, baik-tidak baik. Dengan demikian tidak terdapat nilai tengah, namun daftar cek lebih praktis digunakan mengamati subjek dalam jumlah besar.

Contoh Check list**Format Penilaian Pidato Bahasa Inggris**

Nama peserta didik: _____

Kelas: _____

No.	Aspek Yang Dinilai	Baik	Tidak baik
1.	Organization (<i>Introduction, body, conclusion</i>)		
2.	Content (<i>depth of knowledge, logic</i>)		
3.	Fluency		
4.	Language:		
	<i>pronunciation</i>		
	<i>grammar</i>		
	<i>vocabulary</i>		
5.	Performance (<i>eye contact, facial expression, gesture</i>)		
Skor yang dicapai			
Skor maksimum			7

Keterangan

Baik mendapat skor 1

Tidak baik mendapat skor 0

b. Skala Penilaian (Rating Scale)

Penilaian unjuk kerja yang menggunakan skala penilaian memungkinkan penilai memberi nilai tengah terhadap penguasaan kompetensi tertentu, karena pemberian nilai secara kontinum di mana pilihan kategori nilai lebih dari dua. Skala penilaian terentang dari tidak sempurna sampai sangat sempurna. Misalnya: 1 = tidak kompeten, 2 = cukup kompeten, 3 = kompeten dan 4 = sangat kompeten. Untuk memperkecil faktor subjektivitas, perlu dilakukan penilaian oleh lebih dari satu orang, agar hasil penilaian lebih akurat.

Contoh Rating Scale**Format Penilaian Pidato Bahasa Inggris**

Nama Siswa: _____

Kelas: _____

No	Aspek Yang Dinilai	Nilai			
		1	2	3	4
1.	Organization (<i>Introduction, body, conclusion</i>)				
2.	Content (<i>depth of knowledge, logic</i>)				
3.	Fluency				
4.	Language:				
	<i>pronunciation</i>				
	<i>grammar</i>				
	<i>vocabulary</i>				

5.	Performance (eye contact, facial expression, gesture)				
Jumlah					
Skor Maksimum		28			

Keterangan penilaian:

- 1 = tidak kompeten
- 2 = cukup kompeten
- 3 = kompeten
- 4 = sangat kompeten

kriteria penilaian dapat dilakukan sebagai berikut

- 1). Jika seorang siswa memperoleh skor 26-28 dapat ditetapkan sangat kompeten
- 2). Jika seorang siswa memperoleh skor 21-25 dapat ditetapkan kompeten
- 3). Jika seorang siswa memperoleh skor 16-20 dapat ditetapkan cukup kompeten
- 4). Jika seorang siswa memperoleh skor 0-15 dapat ditetapkan tidak kompeten

B. Penilaian Sikap

1. Pengertian

Sikap bermula dari perasaan (suka atau tidak suka) yang terkait dengan kecenderungan seseorang dalam merespon sesuatu/objek. Sikap juga sebagai ekspresi dari nilai-nilai atau pandangan hidup yang dimiliki oleh seseorang. Sikap dapat dibentuk, sehingga terjadi perilaku atau tindakan yang diinginkan.

Sikap terdiri dari tiga komponen, yakni: afektif, kognitif, dan konatif. Komponen afektif adalah perasaan yang dimiliki oleh seseorang atau penilaiannya terhadap sesuatu objek. Komponen kognitif adalah kepercayaan atau keyakinan seseorang mengenai objek. Adapun komponen konatif adalah kecenderungan untuk berperilaku atau berbuat dengan cara-cara tertentu berkenaan dengan kehadiran objek sikap.

Secara umum, objek sikap yang perlu dinilai dalam proses pembelajaran berbagai mata pelajaran adalah sebagai berikut.

- **Sikap terhadap materi pelajaran.** Peserta didik perlu memiliki sikap positif terhadap materi pelajaran. Dengan sikap positif dalam diri peserta didik akan tumbuh dan berkembang minat belajar, akan lebih mudah diberi motivasi, dan akan lebih mudah menyerap materi pelajaran yang diajarkan.
- **Sikap terhadap guru/pengajar.** Peserta didik perlu memiliki sikap positif terhadap guru. Peserta didik yang tidak memiliki sikap positif terhadap guru akan cenderung mengabaikan hal-hal yang diajarkan. Dengan demikian, peserta didik yang memiliki sikap negatif terhadap guru/pengajar akan sukar menyerap materi pelajaran yang diajarkan oleh guru tersebut.
- **Sikap terhadap proses pembelajaran.** Peserta didik juga perlu memiliki sikap positif terhadap proses pembelajaran yang berlangsung. Proses pembelajaran mencakup suasana pembelajaran, strategi, metodologi, dan teknik pembelajaran yang digunakan. Proses pembelajaran yang menarik, nyaman dan menyenangkan dapat menumbuhkan motivasi belajar peserta didik, sehingga dapat mencapai hasil belajar yang maksimal.
 - **Sikap berkaitan dengan nilai atau norma yang berhubungan dengan suatu materi pelajaran.** Misalnya kasus atau masalah lingkungan hidup, berkaitan dengan materi Biologi atau Geografi. Peserta didik juga perlu memiliki sikap yang tepat, yang dilandasi oleh nilai-nilai positif terhadap kasus lingkungan tertentu (kegiatan pelestarian/kasus perusakan lingkungan hidup). Misalnya, peserta didik memiliki sikap positif terhadap program perlindungan satwa liar. Dalam kasus yang lain, peserta didik memiliki sikap negatif terhadap kegiatan ekspor kayu glondongan ke luar negeri.
 - **Sikap berhubungan dengan kompetensi afektif lintas kurikulum yang relevan dengan mata pelajaran.**

2. Teknik Penilaian Sikap

Penilaian sikap dapat dilakukan dengan beberapa cara atau teknik. Teknik-teknik tersebut antara lain: observasi perilaku, pertanyaan langsung, dan laporan pribadi. Teknik-teknik tersebut secara ringkas dapat diuraikan sebagai berikut.

a. Observasi perilaku

Perilaku seseorang pada umumnya menunjukkan kecenderungan seseorang dalam sesuatu hal. Misalnya orang yang biasa minum kopi dapat dipahami sebagai kecenderungannya yang senang kepada kopi. Oleh karena itu, guru dapat melakukan observasi terhadap peserta didik yang dibinanya. Hasil pengamatan dapat dijadikan sebagai umpan balik dalam pembinaan.

Observasi perilaku di sekolah dapat dilakukan dengan menggunakan buku catatan khusus tentang kejadian-kejadian berkaitan dengan peserta didik selama di sekolah. Berikut contoh format buku catatan harian.

Contoh halaman sampul Buku Catatan Harian:

BUKU CATATAN HARIAN TENTANG PESERTA DIDIK

Nama Sekolah _____

Mata Pelajaran : _____

Kelas : _____

Program : IPA/IPS/BHS

Tahun Pelajaran : _____

Nama Guru : _____

Jakarta, 2006

No.	Hari/ Tanggal	Nama peserta didik	Kejadian

Kolom kejadian diisi dengan kejadian positif maupun negatif. Catatan dalam lembaran buku tersebut, selain bermanfaat untuk merekam dan menilai perilaku peserta didik sangat

bermanfaat pula untuk menilai sikap peserta didik serta dapat menjadi bahan dalam penilaian perkembangan peserta didik secara keseluruhan.

Selain itu, dalam observasi perilaku dapat juga digunakan daftar cek yang memuat perilaku-perilaku tertentu yang diharapkan muncul dari peserta didik pada umumnya atau dalam keadaan tertentu. Berikut contoh format Penilaian Sikap.

Contoh Format Penilaian Sikap dalam praktek IPA :

No.	Nama	Perilaku				Nilai	Keterangan
		Bekerja sama	Berinisiatif	Penuh Perhatian	Bekerja sistematis		
1.	Ruri						
2.	Tono						
3.						

Catatan:

- Kolom perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.
1 = sangat kurang
2 = kurang
3 = sedang
4 = baik
5 = amat baik
- Nilai merupakan jumlah dari skor-skor tiap indikator perilaku
- Keterangan diisi dengan kriteria berikut

Nilai 18-20 berarti amat baik
Nilai 14-17 berarti baik
Nilai 10-13 berarti sedang
Nilai 6-9 berarti kurang
Nilai 0-5 berarti sangat kurang

b. Pertanyaan langsung

Kita juga dapat menanyakan secara langsung atau wawancara tentang sikap seseorang berkaitan dengan sesuatu hal. Misalnya, bagaimana tanggapan peserta didik tentang kebijakan yang baru diberlakukan di sekolah mengenai "Peningkatan Ketertiban".

Berdasarkan jawaban dan reaksi lain yang tampil dalam memberi jawaban dapat dipahami sikap peserta didik itu terhadap objek sikap. Dalam penilaian sikap peserta didik di sekolah, guru juga dapat menggunakan teknik ini dalam menilai sikap dan membina peserta didik.

c. Laporan pribadi

Melalui penggunaan teknik ini di sekolah, peserta didik diminta membuat ulasan yang berisi pandangan atau tanggapannya tentang suatu masalah, keadaan, atau hal yang menjadi objek sikap. Misalnya, peserta didik diminta menulis pandangannya tentang "Kerusuhan Antaretnis" yang terjadi akhir-akhir ini di Indonesia. Dari ulasan yang dibuat oleh peserta didik tersebut dapat dibaca dan dipahami kecenderungan sikap yang dimilikinya.

Untuk menilai perubahan perilaku atau sikap peserta didik secara keseluruhan, khususnya kelompok mata pelajaran agama dan akhlak mulia, kewarganegaraan dan kepribadian, estetika, dan jasmani, semua catatan dapat dirangkum dengan menggunakan Lembar Pengamatan berikut.

Contoh Lembar Pengamatan

(Kelompok Mata Pelajaran: Agama, Kewarganegaraan, Estetika, Jasmani)

Perilaku/sikap yang diamati:

Nama peserta didik: ... kelas... semester...

No	Deskripsi perilaku awal	Deskripsi perubahan	Capaian			
			Pertemuan ...Hari/Tgl...	ST	T	R
1						
2						

Keterangan

- Kolom capaian diisi dengan tanda centang sesuai perkembangan perilaku
 ST = perubahan sangat tinggi
 T = perubahan tinggi
 R = perubahan rendah
 SR = perubahan sangat rendah
- Informasi tentang deskripsi perilaku diperoleh dari:
 - pertanyaan langsung
 - Laporan pribadi
 - Buku Catatan Harian

C. Penilaian Tertulis**1. Pengertian**

Penilaian secara tertulis dilakukan dengan tes tertulis. Tes Tertulis merupakan tes dimana soal dan jawaban yang diberikan kepada peserta didik dalam bentuk tulisan. Dalam menjawab soal peserta didik tidak selalu merespon dalam bentuk menulis jawaban tetapi dapat juga dalam bentuk yang lain seperti memberi tanda, mewarnai, menggambar dan lain sebagainya.

2. Teknik Penilaian

Ada dua bentuk soal tes tertulis, yaitu:

- memilih jawaban, yang dibedakan menjadi:
 - pilihan ganda
 - dua pilihan (benar-salah, ya-tidak)
 - menjodohkan
 - sebab-akibat
- mensuplai jawaban, dibedakan menjadi:
 - isian atau melengkapi
 - jawaban singkat atau pendek
 - uraian

Dari berbagai alat penilaian tertulis, tes memilih jawaban *benar-salah*, *isian singkat*, *menjodohkan* dan *sebab akibat* merupakan alat yang hanya menilai *kemampuan berpikir rendah*, yaitu kemampuan mengingat (pengetahuan). Tes pilihan ganda dapat digunakan untuk menilai kemampuan mengingat dan memahami dengan cakupan materi yang luas. Pilihan ganda mempunyai kelemahan, yaitu peserta didik tidak mengembangkan sendiri jawabannya tetapi cenderung hanya memilih jawaban yang benar dan jika peserta didik tidak mengetahui jawaban yang benar, maka peserta didik akan menerka. Hal ini menimbulkan kecenderungan peserta didik tidak belajar untuk memahami pelajaran tetapi menghafalkan soal dan jawabannya. Selain itu pilihan ganda kurang mampu memberikan informasi yang cukup untuk dijadikan umpan balik guna mendiagnosis atau memodifikasi pengalaman belajar. Karena itu kurang dianjurkan pemakaiannya dalam penilaian kelas.

Tes tertulis bentuk uraian adalah alat penilaian yang menuntut peserta didik untuk mengingat, memahami, dan mengorganisasikan gagasannya atau hal-hal yang sudah dipelajari. Peserta didik mengemukakan atau mengekspresikan gagasan tersebut dalam bentuk uraian tertulis dengan menggunakan kata-katanya sendiri. Alat ini dapat menilai berbagai jenis kompetensi, misalnya mengemukakan pendapat, berpikir logis, dan menyimpulkan. Kelemahan alat ini antara lain cakupan materi yang ditanyakan terbatas.

Dalam menyusun instrumen penilaian tertulis perlu dipertimbangkan hal-hal berikut.

- a) Karakteristik mata pelajaran dan keluasan ruang lingkup materi yang akan diuji;
- b) materi, misalnya kesesuaian soal dengan standar kompetensi, kompetensi dasar dan indikator pencapaian pada kurikulum;
- c) konstruksi, misalnya rumusan soal atau pertanyaan harus jelas dan tegas;
- d) bahasa, misalnya rumusan soal tidak menggunakan kata/kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda.

Contoh Penilaian Tertulis

Mata Pelajaran : Geografi
Kelas/Semester : X/1

Mensuplai jawaban (Bentuk Uraian)

1. Jelaskan proses terjadinya alam semesta menurut teori Big Bang
2. ...

Cara Penskoran:

Skor diberikan kepada peserta didik tergantung dari ketepatan dan kelengkapan jawaban yang diberikan. Semakin lengkap dan tepat jawaban, semakin tinggi perolehan skor.

D. Penilaian Proyek

1. Pengertian

Penilaian proyek merupakan kegiatan penilaian terhadap suatu tugas yang harus diselesaikan dalam periode/waktu tertentu. Tugas tersebut berupa suatu investigasi sejak dari perencanaan, pengumpulan data, pengorganisasian, pengolahan dan penyajian data.

Penilaian proyek dapat digunakan untuk mengetahui pemahaman, kemampuan mengaplikasikan, kemampuan penyelidikan dan kemampuan menginformasikan peserta didik pada mata pelajaran tertentu secara jelas.

Dalam penilaian proyek setidaknya ada 3 (tiga) hal yang perlu dipertimbangkan yaitu:

- *Kemampuan pengelolaan*
Kemampuan peserta didik dalam memilih topik, mencari informasi dan mengelola waktu pengumpulan data serta penulisan laporan.
- *Relevansi*
Kesesuaian dengan mata pelajaran, dengan mempertimbangkan tahap pengetahuan, pemahaman dan keterampilan dalam pembelajaran.
- *Keaslian*
Proyek yang dilakukan peserta didik harus merupakan hasil karyanya, dengan mempertimbangkan kontribusi guru berupa petunjuk dan dukungan terhadap proyek peserta didik.

2. Teknik Penilaian Proyek

Penilaian proyek dilakukan mulai dari perencanaan, proses pengerjaan, sampai hasil akhir proyek. Untuk itu, guru perlu menetapkan hal-hal atau tahapan yang perlu dinilai, seperti penyusunan disain, pengumpulan data, analisis data, dan menyiapkan laporan tertulis. Laporan

tugas atau hasil penelitian juga dapat disajikan dalam bentuk poster. Pelaksanaan penilaian dapat menggunakan alat/instrumen penilaian berupa daftar cek ataupun skala penilaian.

Beberapa contoh kegiatan peserta didik dalam penilaian proyek:

- a) penelitian sederhana tentang air di rumah;
- b) Penelitian sederhana tentang perkembangan harga sembako.

Contoh Penilaian Proyek

Mata Pelajaran : Sejarah
 Nama Proyek : Perkembangan Islam di Nusantara
 Alokasi Waktu : Satu Semester

Nama Siswa : _____ Kelas : XI/1

No	Aspek *	Skor (1 – 5)**
1.	Perencanaan: a. Persiapan b. Rumusan Judul	
2.	Pelaksanaan a. Sistematika Penulisan b. Keakuratan Sumber Data/Informasi c. Kuantitas Sumber Data d. Analisis Data e. Penarikan Kesimpulan	
3.	Laporan Proyek a. Performans b. Presentasi / Penguasaan	
	Total Skor	

* Aspek yang dinilai disesuaikan dengan proyek dan kondisi siswa/sekolah

** Skor diberikan kepada peserta didik tergantung dari ketepatan dan kelengkapan jawaban yang diberikan. Semakin lengkap dan tepat jawaban, semakin tinggi perolehan skor.

E. Penilaian Produk

1. Pengertian

Penilaian produk adalah penilaian terhadap proses pembuatan dan kualitas suatu produk. Penilaian produk meliputi penilaian kemampuan peserta didik membuat produk-produk teknologi dan seni, seperti: makanan, pakaian, hasil karya seni (patung, lukisan, gambar), barang-barang terbuat dari kayu, keramik, plastik, dan logam.

Pengembangan produk meliputi 3 (tiga) tahap dan setiap tahap perlu diadakan penilaian yaitu:

- Tahap persiapan, meliputi: penilaian kemampuan peserta didik dan merencanakan, menggali, dan mengembangkan gagasan, dan mendesain produk.
- Tahap pembuatan produk (proses), meliputi: penilaian kemampuan peserta didik dalam menyeleksi dan menggunakan bahan, alat, dan teknik.
- Tahap penilaian produk (appraisal), meliputi: penilaian produk yang dihasilkan peserta didik sesuai kriteria yang ditetapkan.

2. Teknik Penilaian Produk

Penilaian produk biasanya menggunakan cara holistik atau analitik.

- a) Cara analitik, yaitu berdasarkan aspek-aspek produk, biasanya dilakukan terhadap semua kriteria yang terdapat pada semua tahap proses pengembangan.

- b) Cara holistik, yaitu berdasarkan kesan keseluruhan dari produk, biasanya dilakukan pada tahap appraisal.

Contoh Penilaian Produk

Mata Pelajaran : IPA (Kimia)
Nama Proyek : Membuat Sabun
Alokasi Waktu : 4 kali Pertemuan

Nama Siswa : _____ Kelas : XI/1

No	Aspek *	Skor (1 – 5)**
1.	Perencanaan Bahan	
2.	Proses Pembuatan a. Persiapan Alat dan Bahan b. Teknik Pengolahan c. K3 (Keamanan, Keselamatan dan Kebersihan)	
3.	Hasil Produk a. Bentuk Fisik b. Inovasi	
	Total Skor	

* Aspek yang dinilai disesuaikan dengan jenis produk yang dibuat

** Skor diberikan kepada peserta didik tergantung dari ketepatan dan kelengkapan jawaban yang diberikan. Semakin lengkap dan tepat jawaban, semakin tinggi perolehan skor.

F. Penilaian Portofolio

1. Pengertian

Penilaian portofolio merupakan penilaian berkelanjutan yang didasarkan pada kumpulan informasi yang menunjukkan perkembangan kemampuan peserta didik dalam satu periode tertentu. Informasi tersebut dapat berupa karya peserta didik dari proses pembelajaran yang dianggap terbaik oleh peserta didik, hasil tes (bukan nilai) atau bentuk informasi lain yang terkait dengan kompetensi tertentu dalam satu mata pelajaran.

Penilaian portofolio pada dasarnya menilai karya-karya siswa secara individu pada satu periode untuk suatu mata pelajaran. Akhir suatu periode hasil karya tersebut dikumpulkan dan dinilai oleh guru dan peserta didik sendiri. Berdasarkan informasi perkembangan tersebut, guru dan peserta didik sendiri dapat menilai perkembangan kemampuan peserta didik dan terus melakukan perbaikan. Dengan demikian, portofolio dapat memperlihatkan perkembangan kemajuan belajar peserta didik melalui karyanya, antara lain: karangan, puisi, surat, komposisi musik, gambar, foto, lukisan, resensi buku/ literatur, laporan penelitian, sinopsis, dsb.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dan dijadikan pedoman dalam penggunaan penilaian portofolio di sekolah, antara lain:

a. Karya siswa adalah benar-benar karya peserta didik itu sendiri.

Guru melakukan penelitian atas hasil karya peserta didik yang dijadikan bahan penilaian portofolio agar karya tersebut merupakan hasil karya yang dibuat oleh peserta didik itu sendiri.

b. Saling percaya antara guru dan peserta didik

Dalam proses penilaian guru dan peserta didik harus memiliki rasa saling percaya, saling memerlukan dan saling membantu sehingga terjadi proses pendidikan berlangsung dengan baik.

- c. **Kerahasiaan bersama antara guru dan peserta didik**
Kerahasiaan hasil pengumpulan informasi perkembangan peserta didik perlu dijaga dengan baik dan tidak disampaikan kepada pihak-pihak yang tidak berkepentingan sehingga memberi dampak negatif proses pendidikan
- d. **Milik bersama (*joint ownership*) antara peserta didik dan guru**
Guru dan peserta didik perlu mempunyai rasa memiliki berkas portofolio sehingga peserta didik akan merasa memiliki karya yang dikumpulkan dan akhirnya akan berupaya terus meningkatkan kemampuannya.
- e. **Kepuasan**
Hasil kerja portofolio sebaiknya berisi keterangan dan atau bukti yang memberikan dorongan peserta didik untuk lebih meningkatkan diri.
- f. **Kesesuaian**
Hasil kerja yang dikumpulkan adalah hasil kerja yang sesuai dengan kompetensi yang tercantum dalam kurikulum.
- g. **Penilaian proses dan hasil**
Penilaian portofolio menerapkan prinsip proses dan hasil. Proses belajar yang dinilai misalnya diperoleh dari catatan guru tentang kinerja dan karya peserta didik.
- h. **Penilaian dan pembelajaran**
Penilaian portofolio merupakan hal yang tak terpisahkan dari proses pembelajaran. Manfaat utama penilaian ini sebagai diagnostik yang sangat berarti bagi guru untuk melihat kelebihan dan kekurangan peserta didik.

2. Teknik Penilaian Portofolio

Teknik penilaian portofolio di dalam kelas memerlukan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Jelaskan kepada peserta didik bahwa penggunaan portofolio, tidak hanya merupakan kumpulan hasil kerja peserta didik yang digunakan oleh guru untuk penilaian, tetapi digunakan juga oleh peserta didik sendiri. Dengan melihat portofolionya peserta didik dapat mengetahui kemampuan, keterampilan, dan minatnya. Proses ini tidak akan terjadi secara spontan, tetapi membutuhkan waktu bagi peserta didik untuk belajar meyakini hasil penilaian mereka sendiri.
- b. Tentukan bersama peserta didik sampel-sampel portofolio apa saja yang akan dibuat. Portofolio antara peserta didik yang satu dan yang lain bisa sama bisa berbeda. Misalnya, untuk kemampuan menulis peserta didik mengumpulkan karangan-karangannya. Sedangkan untuk kemampuan menggambar, peserta didik mengumpulkan gambar-gambar buataannya.
- c. Kumpulkan dan simpanlah karya-karya tiap peserta didik dalam satu map atau folder di rumah masing-masing atau loker masing-masing di sekolah.
- d. Berilah tanggal pembuatan pada setiap bahan informasi perkembangan peserta didik sehingga dapat terlihat perbedaan kualitas dari waktu ke waktu.
- e. Sebaiknya tentukan kriteria penilaian sampel portofolio dan bobotnya dengan para peserta didik sebelum mereka membuat karyanya. Diskusikan cara penilaian kualitas karya para peserta didik. Contoh, Kriteria penilaian kemampuan menulis karangan yaitu: penggunaan tata bahasa, pemilihan kosa-kata, kelengkapan gagasan, dan sistematika penulisan. Dengan demikian, peserta didik mengetahui harapan (standar) guru dan berusaha mencapai standar tersebut.
- f. Minta peserta didik menilai karyanya secara berkesinambungan. Guru dapat membimbing peserta didik, bagaimana cara menilai dengan memberi keterangan tentang kelebihan dan kekurangan karya tersebut, serta bagaimana cara memperbaikinya. Hal ini dapat dilakukan pada saat membahas portofolio.
- g. Setelah suatu karya dinilai dan nilainya belum memuaskan, maka peserta didik diberi kesempatan untuk memperbaiki. Namun, antara peserta didik dan guru perlu dibuat "kontrak" atau perjanjian mengenai jangka waktu perbaikan, misalnya 2 minggu karya yang telah diperbaiki harus diserahkan kepada guru.

Pengembangan Asesment Proses dan Hasil Belajar

- h. Bila perlu, jadwalkan pertemuan untuk membahas portofolio. Jika perlu, undang orang tua peserta didik dan diberi penjelasan tentang maksud serta tujuan portofolio, sehingga orangtua dapat membantu dan memotivasi anaknya.

Contoh Penilaian Portofolio

Mata Pelajaran : Bahasa Indonesia
Alokasi Waktu : 1 Semester

Nama Siswa : _____

Kelas : X/1

No	Standar Kompetensi/ Kompetensi Dasar	Periode	Kriteria				Keterangan
			Tata bahasa	Kosa kata	Kelengkapan gagasan	Sistematika penulisan	
1.	Menulis karangan deskriptif	30/7					
		10/8					
		dst.					
2.	Membuat resensi buku	1/9					
		30/9					
		10/10					
		Dst.					

Catatan:

Setiap karya siswa sesuai Standar Kompetensi/Kompetensi Dasar yang masuk dalam daftar portofolio dikumpulkan dalam satu file (tempat) untuk setiap peserta didik sebagai bukti pekerjaannya. Skor untuk setiap kriteria menggunakan skala penilaian 0 - 10 atau 0 - 100. Semakin baik hasil yang terlihat dari tulisan peserta didik, semakin tinggi skor yang diberikan. Kolom keterangan diisi dengan catatan guru tentang kelemahan dan kekuatan tulisan yang dinilai.

G. Penilaian Diri (*self assessment*)

1. Pengertian

Penilaian diri adalah suatu teknik penilaian di mana peserta didik diminta untuk menilai dirinya sendiri berkaitan dengan status, proses dan tingkat pencapaian kompetensi yang dipelajarinya dalam mata pelajaran tertentu. Teknik penilaian diri dapat digunakan untuk mengukur kompetensi kognitif, afektif dan psikomotor.

- Penilaian kompetensi kognitif di kelas, misalnya: peserta didik diminta untuk menilai penguasaan pengetahuan dan keterampilan berpikirnya sebagai hasil belajar dari suatu mata pelajaran tertentu. Penilaian diri peserta didik didasarkan atas kriteria atau acuan yang telah disiapkan.
- Penilaian kompetensi afektif, misalnya, peserta didik dapat diminta untuk membuat tulisan yang memuat curahan perasaannya terhadap suatu objek tertentu. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk melakukan penilaian berdasarkan kriteria atau acuan yang telah disiapkan.
- Berkaitan dengan penilaian kompetensi psikomotorik, peserta didik dapat diminta untuk menilai kecakapan atau keterampilan yang telah dikuasainya berdasarkan kriteria atau acuan yang telah disiapkan.

Penggunaan teknik ini dapat memberi dampak positif terhadap perkembangan kepribadian seseorang. Keuntungan penggunaan penilaian diri di kelas antara lain:

- 1) dapat menumbuhkan rasa percaya diri peserta didik, karena mereka diberi kepercayaan untuk menilai dirinya sendiri;
- 2) peserta didik menyadari kekuatan dan kelemahan dirinya, karena ketika mereka melakukan penilaian, harus melakukan introspeksi terhadap kekuatan dan kelemahan yang dimilikinya;
- 3) dapat mendorong, membiasakan, dan melatih peserta didik untuk berbuat jujur, karena mereka dituntut untuk jujur dan objektif dalam melakukan penilaian.

2. Teknik Penilaian

Penilaian diri dilakukan berdasarkan kriteria yang jelas dan objektif. Oleh karena itu, penilaian diri oleh peserta didik di kelas perlu dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut.

- a) Menentukan kompetensi atau aspek kemampuan yang akan dinilai.
- b) Menentukan kriteria penilaian yang akan digunakan.
- c) Merumuskan format penilaian, dapat berupa pedoman penskoran, daftar tanda cek, atau skala penilaian.
- d) Meminta peserta didik untuk melakukan penilaian diri.
- e) Guru mengkaji sampel hasil penilaian secara acak, untuk mendorong peserta didik supaya senantiasa melakukan penilaian diri secara cermat dan objektif.
- f) Menyampaikan umpan balik kepada peserta didik berdasarkan hasil kajian terhadap sampel hasil penilaian yang diambil secara acak.

Contoh Penilaian Diri

Mata Pelajaran : Matematika
Aspek : Kognitif
Alokasi Waktu : 1 Semester

Nama Siswa : _____ Kelas : X/1

No	S. Kompetensi / K. Dasar	Tanggapan		Keterangan
		1	0	
1.	Aljabar a. Menggunakan aturan pangkat b. Menggunakan aturan akar c. Menggunakan aturan logaritma d. Memanipulasi aljabar			1 = Paham 0 = Tidak Paham
2.	Dst			

Catatan:

Guru menyarankan kepada peserta didik untuk menyatakan secara jujur sesuai kemampuan yang dimilikinya, karena tidak berpengaruh terhadap nilai akhir. Hanya bertujuan untuk perbaikan proses pembelajaran.

Perlu dicatat bahwa tidak ada satu pun alat penilaian yang dapat mengumpulkan informasi hasil dan kemajuan belajar peserta didik secara lengkap. Penilaian tunggal tidak cukup untuk memberikan gambaran/informasi tentang kemampuan, keterampilan, pengetahuan dan sikap seseorang. Lagi pula, interpretasi hasil tes tidak mutlak dan abadi karena anak terus berkembang sesuai dengan pengalaman belajar yang dialaminya.

BAB IV
LANGKAH-LANGKAH PELAKSANAAN PENILAIAN

A. Penetapan Indikator Pencapaian kompetensi

Indikator merupakan ukuran, karakteristik, ciri-ciri, pembuatan atau proses yang berkontribusi/menunjukkan ketercapaian suatu kompetensi dasar. Indikator pencapaian kompetensi dirumuskan dengan menggunakan kata kerja operasional yang dapat diukur, seperti: mengidentifikasi, menghitung, membedakan, menyimpulkan, menceritakan kembali, mempraktekkan, mendemonstrasikan, dan mendeskripsikan.

Indikator pencapaian kompetensi dikembangkan oleh guru dengan memperhatikan perkembangan dan kemampuan peserta didik. Setiap kompetensi dasar dapat dikembangkan menjadi dua atau lebih indikator pencapaian kompetensi. Hal ini sesuai dengan keluasan dan kedalaman kompetensi dasar yang terkait. Indikator pencapaian kompetensi, yang menjadi bagian dari silabus, dijadikan acuan dalam merancang penilaian. Berikut contoh penetapan indikator mata pelajaran Pendidikan Jasmani, Olah Raga dan Kesehatan tingkat SMA kelas X/1.

Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Indikator pencapaian*
Mempraktikkan keterampilan rangkaian senam lantai dan nilai yang terkandung di dalamnya	Mempraktikkan serangkaian senam lantai tanpa alat serta nilai percaya diri, kerjasama dan tanggung jawab	1. Melakukan 2 jenis rangkaian gerak senam lantai dengan percaya diri 2. Menjelaskan nilai yang terkandung dalam rangkaian gerakan senam 3. dst.

* : dikembangkan oleh guru

B. Pemetaan Standar Kompetensi, Kompetensi Dasar dan Indikator

Pemetaan standar kompetensi dilakukan untuk memudahkan guru dalam menentukan teknik penilaian. Berikut Contoh pemetaan untuk mata pelajaran bahasa Inggris

No	Aspek	Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Indikator	Kriteria ketuntasan	Teknik Penilaian				
						Te s	Pe rf	Pr od	Pr oy	Po rt
1	Mendengarkan	Kemampuan memahami makna dalam teks percakapan, transaksional/ interpersonal, sangat sederhana untuk berinteraksi dengan lingkungan terdekat	Merespon percakapan transaksional (<i>to get things done</i>) dan interpersonal untuk bersosialisasi lisan secara akurat, lancar dan bertema yang melibatkan tindak tutur mengapa yang belum/suda	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Merespon sapaan yang belum/ sudah dikenal ▪ Merespon perkenalan diri sendiri/ orang lain ▪ Merespon perintah/larangan 	75%	-	v	-	-	-
					75%	-	v	-	-	-
					70%	-	v	-	-	-

			h dikenal, memperkenalkan diri sendiri/orang lain, memerintah atau melarang							
2	Berbicara	Kemampuan mengungkapkan makna dalam teks lisan, fungsional pendek, sangat sederhana secara akurat, lancar dan berterima untuk berinteraksi dengan lingkungan terdekat	Mengungkapkan makna dalam bahasa lisan terutama dalam teks lisan, fungsional pendek (misal: berbagai instruksi, berbagai daftar benda, ucapan selamat, pengumuman) sangat sederhana dengan akurat, lancar dan berterima	Memberi instruksi		-	v	-	-	v
3	Membaca	Kemampuan membaca nyaring bermakna dan memahami makna dalam teks tulis fungsional pendek, sangat sederhana berkaitan dengan lingkungan terdekat	Membaca nyaring bermakna, kata frasa dan kalimat dengan ucapan tekanan dan intonasi yang berterima	Membaca nyaring pengumuman	75%	-	V	-	-	v

4	Menulis	Kemampuan mengungkapkan makna dalam teks fungsional pendek sangat sederhana secara akurat, lancar, dan berterima untuk berinteraksi dengan lingkungan terdekat	Mengungkapkan makna dalam teks tulis fungsional pendek, misal, notices shopping list, kartu ucapan selamat, pengumuman, sangat sederhana secara akurat lancar dan berterima	Menulis teks fungsional pendek berbentuk : - notices - Kartu ucapan - pengumuman - shopping list		V	-	V	-	v
---	---------	--	---	--	--	---	---	---	---	---

C. Penetapan Teknik Penilaian

Dalam memilih teknik penilaian mempertimbangkan ciri indikator, contoh:

- Apabila tuntutan indikator melakukan sesuatu, maka teknik penilaiannya adalah unjuk kerja (*performance*).
- Apabila tuntutan indikator berkaitan dengan pemahaman konsep, maka teknik penilaiannya adalah tertulis.
- Apabila tuntutan indikator memuat unsur penyelidikan, maka teknik penilaiannya adalah proyek.

D. Contoh Alat dan Penskoran Dalam Penilaian

Berikut contoh-contoh alat dan cara penskoran dalam penilaian untuk berbagai mata pelajaran. Contoh-contoh penilaian tersebut dapat diadaptasi atau dimodifikasi sesuai kebutuhan.

Mata pelajaran : B. Inggris/SMA/MA
 Kelas/Semester : XI 1

NO	STANDAR KOMPETENSI	KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	ASPEK	TEKNIK PENILAIAN	CONTOH SOAL
1	Memahami makna dalam percakapan transaksional dan interpersonal dalam konteks kehidupan sehari-hari	Merespon makna yang terdapat dalam percakapan transaksional (to get things done) dan interpersonal (bersosialisasi resmi dan tak resmi yang menggunakan ragam bahasa lisan sederhana secara akurat, lancar dan berterima dalam konteks kehidupan sehari-hari dan melibatkan tindak tutur: mengungkapkan perasaan bahagia, menunjukkan perhatian, simpati, dan memberi instruksi.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Merespon tindak tutur ungkapan perasaan bahagia ▪ Merespon perhatian ▪ Merespon ungkapan simpati ▪ Memberi instruksi 	Mendengarkan	Tes tertulis (pilihan ganda)	<p>Choose the right expression to respond the statement you are going to hear</p> <p>1. You will hear : "Great! You got a highest score, congratulation" You respond : "....." a. Oh, no. b. I'm ashame. c. Thanks a lot d. Congratulation</p> <p>2. You will hear : "It's time for school honey, take care" You respond : "....." a. Thanks mom, you too! b. No, problem c. I'm sure d. Really?</p> <p>3. You will hear : "I'm very sorry for disaster happened in your home town" You respond : "....."</p>

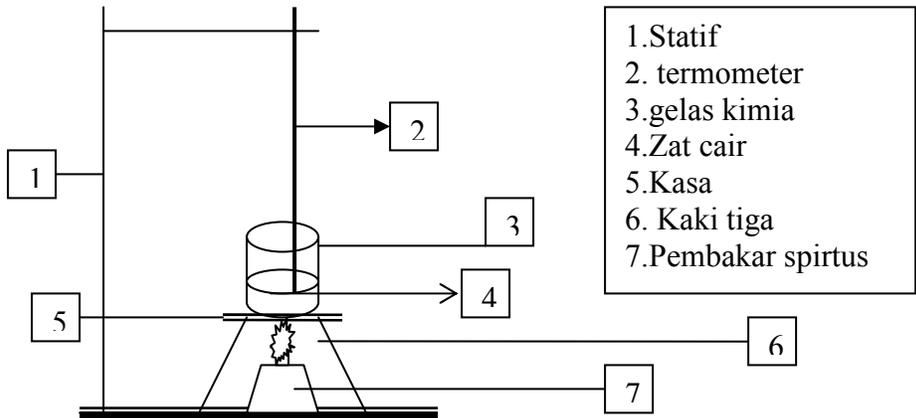
NO	STANDAR KOMPETENSI	KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	ASPEK	TEKNIK PENILAIAN	CONTOH SOAL
2	Memahami makna teks tulis fungsional pendek dan esei sederhana berbentuk recount, narrative dan procedure dalam konteks kehidupan sehari-hari untuk mengakses ilmu pengetahuan	Merespon makna dalam teks tulis fungsional pendek (mis: pengumuman, iklan, undangan) resmi dan tak resmi secara akurat, lancar dan berterima dalam konteks kehidupan sehari-hari untuk mengakses ilmu pengetahuan dalam teks berbentuk "recount, narrative, procedure"	Mengidentifikasi informasi dalam teks berbentuk procedure	Membaca	Tes tertulis (answering questions)	<p>a. That's true! b. Don't mention it! c. All right. d. Thank you, God Blessed us none of us were injured.</p> <p>Procedure: <u>The Hole Game</u> Materials needed: - two players - one marble each - A hole in ground - A line (distance) to start from. Method: 1. First you must dig (click marbles together). 2. Then you must check that the marbles are in good condition and are nearly worth the same value. 3. next you must dig a hole in the ground and draw a line a far distance away from the hole 4. the first player carefully throws his or her marble towards the hole. 5. then the second player tries to throw his or her marble closer to the hole than his or her opponent.</p>

NO	STANDAR KOMPETENSI	KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	ASPEK	TEKNIK PENILAIAN	CONTOH SOAL
						<p>6. the player whose marble is closest to the hole tries to flick his or her marble into the hole. If successful, this player tries to flick his or her opponent's marble into the hole.</p> <p>7 The person flicking the last marble into the hole wins and gets to keep both marbles.</p> <p>Question</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. What is the writer telling us about ? 2. What are the materials needed? 3. How many step are there stated in the teks? 4. What must we do before we check the condition of marbles? 5. What must be done by the player in order to flick his marble into the hole?
3	<p>Mengungkapkan makna dalam teks tulis fungsional pendek dan esei sederhana berbentuk recount.</p>	<p>Mengungkapkan makna dalam bentuk teks tulis fungsional pendek (misal: pengumuman, iklan, undangan dll) resmi dan tak resmi dengan menggunakan ragam</p>	<p>Menulis teks tulis fungsional pendek dalam bentuk - pengumuman - iklan - undangan resmi</p>	<p>Menulis</p>	<p>Tes tertulis (esei)</p>	<p>Write an invitation on a Wedding Party which contains some information about time, place, and dress code.</p>

1.

NO	STANDAR KOMPETENSI	KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	ASPEK	TEKNIK PENILAIAN	CONTOH SOAL																																																																																		
4	Menggunakan makna dalam teks fungsional pendek dan monolog berbentuk recount, narrative sederhana dalam konteks kehidupan sehari-hari	bahasa tulis secara akurat, lancar dan berterima dalam konteks kehidupan sehari-hari	Mengungkapkan makna dalam teks monolog sederhana dengan menggunakan ragam bahasa lisan secara akurat, lancar dan berterima dalam berbagai konteks kehidupan sehari-hari dalam teks berbentuk: recount, narrative, dan procedure	Berbicara	Unjuk kerja (menceritakan pengalaman pribadi)	<p>Rubrik penilaian:</p> <table border="1" data-bbox="386 275 621 856"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N</th> <th rowspan="2">Aspek yang dinilai</th> <th colspan="4">Skor</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Tata bahasa</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Pemilihan kata</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Format</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Kesesuaian dengan topik</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Total skor (maks)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table> <p>Keterangan: 1: Tidak tepat 2: Kurang tepat 3: Tepat 4: sangat tepat</p> <p>Nilai siswa : skor siswa _____ x 10 skor maksimum</p> <p>Tell your past experience about surprising moment in your life (sadness or happiness). Maximum periode is 5 minutes!</p> <p>Format pengamatan dengan checklists :</p> <table border="1" data-bbox="976 296 1279 856"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Deskripsi</th> <th>Ya</th> <th>tidak</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Akurasi</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Kelancaran</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Ekspresi komunikatif</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Intonasi baik</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Ejaan baik</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Penyampaian gagasan jelas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Skor yang dicapai :</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Skor maksimum :</td> <td></td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>	N	Aspek yang dinilai	Skor				1	2	3	4	0						1	Tata bahasa					2	Pemilihan kata					3	Format					4	Kesesuaian dengan topik						Total skor (maks)				16	No	Deskripsi	Ya	tidak	1	Akurasi			2	Kelancaran			3	Ekspresi komunikatif			4	Intonasi baik			5	Ejaan baik			6	Penyampaian gagasan jelas				Skor yang dicapai :				Skor maksimum :		6
N	Aspek yang dinilai	Skor																																																																																						
		1	2	3	4																																																																																			
0																																																																																								
1	Tata bahasa																																																																																							
2	Pemilihan kata																																																																																							
3	Format																																																																																							
4	Kesesuaian dengan topik																																																																																							
	Total skor (maks)				16																																																																																			
No	Deskripsi	Ya	tidak																																																																																					
1	Akurasi																																																																																							
2	Kelancaran																																																																																							
3	Ekspresi komunikatif																																																																																							
4	Intonasi baik																																																																																							
5	Ejaan baik																																																																																							
6	Penyampaian gagasan jelas																																																																																							
	Skor yang dicapai :																																																																																							
	Skor maksimum :		6																																																																																					

- Indikator : Pengaruh kalor terhadap perubahan suhu suatu zat cair
- Judul : Pengaruh kalor terhadap zat cair
- Kegiatan : Melakukan percobaan untuk menentukan hubungan antara kalor yang diserap dan perubahan suhu zat cair
- Masalah : Bagaimana hubungan kalor yang diserap zat cair dengan perubahan suhu zat cair
- Hipotesis :
- Variabel : Variabel bebas :
 Variabel tetap :
 Variabel kontrol :



Format Pengamatan Unjuk Kerja

NO	Aspek Yang Di nilai Nama Kelompok	Mempersiapkan alat dan Bahan				Pelaksanaan				Menggunakan hasil pengukuran untuk menarik kesimpulan				Total skor	Nilai
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		
1	Newton	v				v				v				11	9,2
2	Bernoulli	v					v			v				10	
3	Coulomb	v					v					v		9	
4	Kirchoff	v				v						v		10	

Rubrik:

Mempersiapkan alat dan bahan

- skor 4 jika menggunakan komponen: termometer, zat cair (air atau oli), gelas kimia, statif, lampu spirtus, kaki tiga dan kasa, stop watch
- skor 3 jika menggunakan komponen: termometer, zat cair (air atau oli), gelas kimia, , lampu spirtus, kaki tiga dan kasa, stop watch
- skor 2 jika menggunakan komponen: termometer, zat cair (air atau oli), gelas kimia, statif, lampu spirtus, kaki tiga dan kasa
- skor 1 jika menggunakan komponen: termometer, zat cair (air atau oli), gelas kimia, , lampu spirtus, kaki tiga.

Pelaksanaan

- skor 4 jika volume zat cair separoh isi gelas kimia, menggunakan kasa, termometer digantung tidak menyentuh gelas kimia, lampu dekat spirtus (tidak menyentuh) kasa.
- skor 3 jika volume zat cair separoh isi gelas kimia, menggunakan kasa, termometer digantung tidak menyentuh gelas kimia, lampu spirtus terlalu jauh atau menyentuh gelas kimia.
- skor 2 jika volume zat cair separoh isi gelas kimia, menggunakan kasa, termometer menyentuh gelas , lampu spirtus terlalu jauh atau menyentuh gelas kimia.
- skor 1 jika volume zat cair separoh isi gelas kimia, tidak menggunakan kasa, termometer menyentuh gelas , lampu spirtus terlalu jauh atau menyentuh gelas kimia.

Menggunakan hasil pengukuran untuk menarik kesimpulan

- skor 4 jika menggunakan tabel, membuat grafik hubungan antara kalor yang diserap (lamanya pemanasan) dengan suhu, menyimpulkan dari bentuk grafik.
- skor 3 jika menggunakan tabel, tidak membuat grafik hubungan antara kalor yang diserap (lamanya pemanasan) dengan suhu, menyimpulkan dari data dalam tabel.
- skor 2 jika tidak menggunakan tabel, membuat grafik hubungan antara kalor yang diserap (lamanya pemanasan) dengan suhu, menyimpulkan dari bentuk grafik.
- skor 1 jika tidak menggunakan tabel, tidak membuat grafik hubungan antara kalor yang diserap (lamanya pemanasan) dengan suhu, menyimpulkan

$$\begin{aligned}
 \text{Konversi Nilai} &= \frac{\text{Skor total yang diperoleh siswa}}{\text{skor maksimum}} \times 10 \\
 &= \frac{11}{12} \times 10 \\
 &= 9,16
 \end{aligned}$$

Maka nilai kelompok Newton 9,2

2. Penilaian sikap ilmiah

Berikut lembar observasi untuk menilai sikap ilmiah saat melakukan praktikum:

No	Nama Siswa	Indikator Sikap							Total Skor	Nilai
		Keterbukaan	Objektif	Teliti	Kedisiplinan	Kerjasama	Kejujuran	Tanggung Jawab		
1	Amanda	4	3	4	5	4	4	4	28	80
2	Nur	2	4	3	4	3	4	4	24	
3	Hafiz	3	4	4	4	5	3	3	26	
4	Faiz	4	3	4	5	3	4	4	27	

Keterangan:

- 1 = sangat kurang
- 2 = kurang
- 3 = cukup
- 4 = baik
- 5 = amat baik

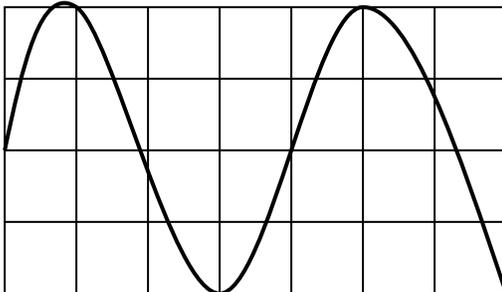
skor maksimum = 5 (skor maks setiap indikator) X 7 (indikator) = 35.

$$\text{Konversi Nilai} = \frac{\text{Skor total siswa}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

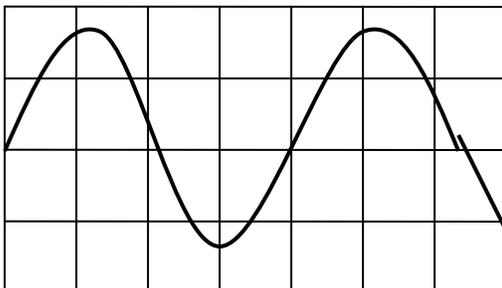
$$\text{Jadi nilai Amanda} = \frac{28}{35} \times 100 = 80$$

3. Penilaian Tertulis (Pilihan Ganda)

- SK. : Menerapkan konsep kelistrikan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi.
- KD. : Menggunakan alat ukur listrik
- Indikator : Siswa dapat menentukan tegangan dan frekwensi sumber tegangan AC dengan menggunakan Osiloskop.
- Aspek : Pemahaman dan penerapan konsep
- Soal : Sebuah Osiloskop saat dihubungkan dengan sumber tegangan AC 220 volt, 50 hertz tampilan pada layar seperti gambar:



Jika Osiloskop dengan komposisi yang sama dihubungkan pada sumber tegangan lain tampilan layar menjadi ;



Besar tegangan dan frekwensi sumber tegangan yang terukur adalah

- a. 220 volt dan 50 hertz
- b. 220 volt dan 40 hertz

Pengembangan Asesment Proses dan Hasil Belajar

- c. 165 volt dan 50 hertz
- d. 165 volt dan 40 hertz
- e. 165 volt dan 60 hertz

Aspek : *Pemahaman dan penerapan konsep*

SK. : Menganalisis gejala alam dan keteraturannya dalam cakupan mekanika benda titik

KD. : Menunjukkan hubungan antara konsep impuls dan momentum untuk menyelesaikan masalah tumbukan

Indikator : Dapat menentukan arah gerak suatu benda dari kejadian tumbukan lenting sempurna



A, B, dan C adalah tiga buah bola billiard identik yang terletak di suatu permukaan yang licin. Bola B dan C menyentuh satu sama lain. Jika bola A dipukul dengan perlahan maka ia akan bergerak lalu menumbuk bola B lenting sempurna sehingga akan didapati ...

- A. A berhenti, B terus bergerak
- B. A terpantul balik, B berhenti dan C bergerak
- C. A dan B berhenti, C terus bergerak
- D. A, B, dan C terus bergerak
- E. A terpantul balik, B dan C terus bergerak

Aspek : *Pemahaman dan penerapan konsep*

SK. : Menerapkan konsep kelistrikan dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan produk teknologi

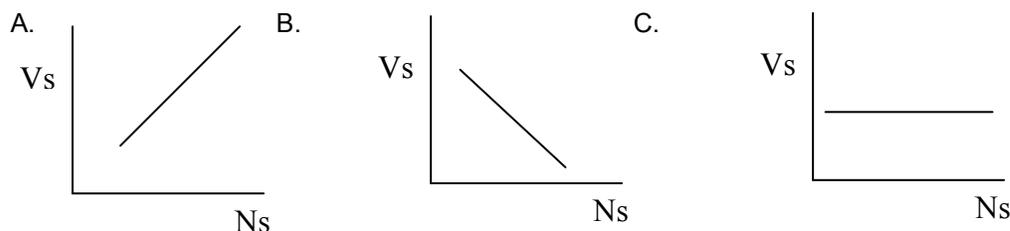
KD. : Memformulasikan konsep induksi Faraday dan arus bolak-balik serta Penerapannya

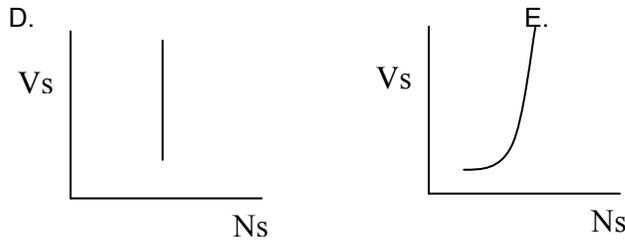
Indikator : Dapat memformulasikan hubungan antara tegangan dan lilitan dari tabel kedalam bentuk grafik

Tabel berikut adalah data percobaan suatu transformator

Kumparan primer		Kumparan sekunder	
Jumlah lilitan (Np)	Tegangan (Vp)	Jumlah lilitan (Ns)	Tegangan (Vs)
10	2 V	5	1 V
10	2 V	10	2 V
10	2 V	15	3 V
10	2 V	20	4 V
10	2 V	25	5 V

Berdasarkan data di atas, grafik Vs terhadap Ns dapat digambarkan sebagai berikut ...





Mata Pelajaran : Bahasa Indonesia
 Kelas/Semester : X/ 1
 Waktu : 45 menit

1. Penilaian Tertulis (Uraian)

Model penilaian ini dapat dilaksanakan selama proses pembelajaran, ulangan harian, ulangan tengah semester, ulangan akhir semester, atau ulangan kenaikan kelas

Aspek : *Mendengarkan*

Standar Kompetensi : Memahami siaran atau cerita yang disampaikan secara langsung /tidak langsung

Kompetensi Dasar : Menanggapi siaran atau informasi dari media elektronik (berita dan nonberita)

Indikator : Menuliskan isi siaran radio/ televisi dalam beberapa kalimat dengan urutan yang runtut dan mudah dipahami.

Instruksi:

1. Dengarkan rekaman siaran berita berikut dengar saksama!
2. Tulislah isi siaran berita tersebut dalam beberapa kalimat dengan memperhatikan:
 - a. ketepatan isi
 - b. struktur kalimat
 - c. koherensi
 - d. ejaan, dan tanda baca
3. Bacakan hasil pekerjaan di depan kelas

Format Penilaian Tulisan

No.	Nama	Aspek yang dinilai				Skor	Nilai
		Ketepatan isi	Struktur kalimat	Koherensi	Ejaan dan tanda baca		
1.	Akhmad	3	4	2	3	12	75
2.	Bardi	4	4	4	4	16	
3.	Dst.						

Keterangan:

1. tidak tepat
2. kurang tepat
3. tepat
4. sangat tepat

Skor perolehan
 Nilai siswa : ----- x 100
 Skor maksimum

Nilai Akhmad : $\frac{12}{16} \times 100 = 75$

Format Penilaian Sikap (selama proses pembelajaran)

No.	Nama	Perilaku				Skor	Nilai	Keterangan
		Mendengarkan berita	Mengerjakan tugas	Membacakan hasil pekerjaan	Menghargai teman			
1.	Akhmad	5	5	5	5	20	100	Sangat Baik
2.	Bardi	4	5	4	4	17	85	Baik
3.	Dst.							

a. Kolom perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.

- 1 = sangat kurang
- 2 = kurang
- 3 = cukup
- 4 = baik
- 5 = amat baik

b. Keterangan diisi dengan kriteria berikut

- 1. Nilai = 10 – 29 Sangat Kurang
- 2. Nilai = 30 – 49 Kurang
- 3. Nilai = 50 – 69 Cukup
- 4. Nilai = 70 – 89 Baik
- 5. Nilai = 90 – 100 Sangat Baik

2. Penilaian Unjuk kerja (Performan)

Penilaian dilaksanakan selama proses pembelajaran, ulangan tengah semester, ulangan akhir semester, atau ulangan kenaikan kelas.

Aspek : *Berbicara*

Standar Kompetensi : Mengungkapkan pikiran, perasaan, dan informasi melalui kegiatan berkenalan, berdiskusi, dan bercerita

Kompetensi Dasar : Memperkenalkan diri dan orang lain di dalam forum resmi dengan intonasi yang tepat

Indikator : Mengucapkan kalimat perkenalan (misalnya, sebagai moderator atau pembawa acara) dengan lancar dan intonasi yang tidak monoton

Petunjuk

- 1. Bentuklah kelompok yang terdiri atas seorang moderator, seorang penulis, dan dua orang pembicara!
- 2. Berlakulah sebagai moderator secara bergantian dalam kelompok tersebut!
- 3. Tentukan tema pembicaraan dalam diskusi!

Soal:

Ungkapkan kalimat perkenalan dalam forum diskusi dengan memperhatikan:

- a. kelancaran berbahasa
- b. ekspresi
- c. intonasi
- d. struktur kalimat
- e. diksi

Format Penilaian Berbicara

No.	Nama	Aspek yang dinilai					Skor	Nilai
		Kelancaran	Ekspresi	Intonasi	Struktur Kalimat	Diksi		
1.	Ardiana	3	4	3	3	3	16	80
2.	Dst.							

Keterangan:

1. tidak baik
2. kurang baik
3. baik
4. sangat baik

16

Nilai Ardiana $\frac{16}{20} \times 100 = 80$

3. Penilaian Tertulis (Pilihan Ganda dan Uraian)

Model penilaian ini dapat dilaksanakan setelah pembelajaran berlangsung, ulangan harian, ulangan tengah semester, ulangan akhir semester, atau ulangan kenaikan kelas.

Aspek : *Membaca*

Standar Kompetensi : Memahami berbagai teks bacaan nonsastra dengan berbagai teknik membaca

Kompetensi Dasar : Mengidentifikasi ide pokok teks nonsastra dari berbagai sumber melalui teknik membaca ekstensif

Indikator : 1. Mengidentifikasi ide pokok tiap paragraf
2. Menuliskan kembali isi bacaan secara ringkas dalam beberapa kalimat

Petunjuk:

Bacalah teks bacaan berikut dengan saksama!

Perkembangan teknologi dewasa ini sangat pesat. Hal ini ditandai oleh banyaknya barang elektronik yang beredar di masyarakat. Pemunculan barang tersebut sudah sampai di kalangan masyarakat menengah ke bawah. Ada yang dikategorikan barang mewah, ada pula yang dikategorikan bukan barang mewah.

Di masyarakat perumahan dan perkampungan, dapat kita lihat hampir semua penduduk memiliki televisi. Televisi boleh dikatakan bukan barang mewah lagi. Peralatan canggih seperti komputer tidak dikelompokkan lagi ke dalam barang mewah sehingga pembayaran pajak atau PPN barang tersebut tidak digolongkan pada pajak barang mewah.

Begitu pula dengan telepon genggam, sudah banyak masyarakat yang memilikinya. Bahkan, dalam sebuah keluarga, hampir semua anggota keluarganya memiliki telepon genggam. Di samping memang sudah merupakan kebutuhan, alat ini merupakan alat komunikasi yang mudah di bawa-bawa. Pengoperasian telepon ini tidak sulit dan harganya pun terjangkau. Ada kemungkinan perkembangan alat ini pesat sekali karena banyak muncul variasi bentuk, merek, dan model baru. Oleh karena itu, sekarang barang-barang tersebut sudah dianggap bukan barang mewah lagi.

Soal:

1. Ide pokok paragraf pertama adalah
 - a. pesatnya perkembangan teknologi dewasa ini
 - b. banyaknya peredaran barang elektronik
 - c. pemunculan barang elektronik di masyarakat
 - d. banyaknya barang mewah yang beredar

- e. perkembangan barang elektronik yang mewah
2. Tulislah isi bacaan secara ringkas dalam beberapa kalimat dengan memperhatikan:
 - a. ketepatan isi
 - b. struktur kalimat
 - c. koherensi
 - d. ejaan dan tanda baca

Format Penilaian Karangan (soal no. 2)

No.	Nama	Aspek yang dinilai				Skor	Nilai
		Ketepatan isi	Struktur kalimat	Koherensi	Ejaan dan tanda baca		
1.	Agus						
2.	Budi						
3.	Dst.						

Mata Pelajaran : Matematika / SMA/MA
Kelas/Semester : X/ I

Kecakapan atau kemahiran yang diharapkan dalam pembelajaran matematika SMA dikelompokkan menjadi 3 aspek, yaitu:

1. Pemahaman konsep
2. Penalaran dan komunikasi
3. Pemecahan masalah.

Teknik penilaian yang paling sesuai untuk mengukur 3 aspek di atas adalah “penilaian tertulis”. Bentuk pilihan ganda sesuai untuk pemahaman konsep, sedangkan bentuk uraian sesuai untuk pemecahan masalah.

1. Pemahaman konsep

Standar Kompetensi : Memecahkan masalah yang berkaitan dengan bentuk pangkat, akar, dan logaritma.

Kompetensi Dasar : Menggunakan aturan pangkat, akar, dan logaritma.

Indikator : Mengubah bentuk pangkat negatif ke pangkat positif dan sebaliknya.

Soal: Bentuk $\frac{x^{-1} y^5 z^{-6}}{x^{-2} y^{-3} z}$ dapat disederhanakan menjadi bentuk

- a. $x^{-3} y^2 z^{-5}$
- b. $x^{-3} y^2 z^{-6}$
- c. $x y^8 z^{-5}$
- d. $x y^8 z^{-7}$
- e. $x^{-1} y^2 z^{-7}$

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Banyaknya jawaban benar}}{\text{Banyaknya soal}} \times 10,00$$

2. Penalaran dan Komunikasi

Standar Kompetensi : Memecahkan masalah yang berkaitan dengan bentuk pangkat, akar, dan logaritma.

Kompetensi Dasar : Menggunakan aturan pangkat, akar, dan logaritma.

Indikator : Melakukan operasi aljabar pada bentuk pangkat, akar, dan logaritma.

Soal : Tentukan nilai x yang memenuhi persamaan:

$$2^{\frac{1}{2}x+1} = \sqrt{8} + \sqrt{10} - \sqrt{18}$$

Penilaian:

Jika untuk soal ini diberi bobot 10 maka skor sampai pada langkah tertentu secara kumulatif diberi nilai sebagai berikut:

Jawaban	Skor
$2^{\frac{1}{2}x+1} = \sqrt{8} + \sqrt{50} - \sqrt{18}$	
$2^{\frac{1}{2}x+1} = 2\sqrt{2} + 5\sqrt{2} - 3\sqrt{2}$	2
$2^{\frac{1}{2}x+1} = 4\sqrt{2}$	4
$2^{\frac{1}{2}x+1} = 2^2 \cdot 2^{\frac{1}{2}}$	6
$2^{\frac{1}{2}x+1} = 2^{\frac{5}{2}}$	8 9
$\frac{1}{2}x + 1 = \frac{5}{2}$	
$\frac{1}{2}x = \frac{3}{2}$	10
$x = 3$	

3. Pemecahan masalah:

Standar Kompetensi : Memecahkan masalah yang berkaitan dengan bentuk pangkat, akar, dan logaritma.

Kompetensi Dasar : Melakukan manipulasi aljabar dalam perhitungan yang melibatkan pangkat, akar, dan logaritma.

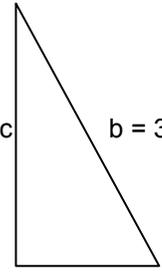
Indikator : Menyederhanakan bentuk aljabar yang memuat bentuk pangkat, akar, dan logaritma

Soal : Suatu segitiga siku-siku mempunyai sisi terpanjang 3 kali panjangnya dari panjang sisi terpendek. Jika luasnya adalah $4\sqrt{2}$, hitunglah keliling segitiga itu.

Pengembangan Asesment Proses dan Hasil Belajar

Penilaian:

Jika untuk soal ini diberi bobot 20 maka skor sampai pada langkah tertentu secara kumulatif diberi nilai sebagai berikut:

Jawaban	Skor
Misalkan sisi terpendeknya adalah a, sisi terpanjangnya adalah b dan sisi lainnya adalah c, maka $b = 3a$	1
	2
Teorema Pythagoras:	3
$a^2 + c^2 = b^2$	4
$c^2 = b^2 - a^2$	5
$= (3a)^2 - a^2$	6
$= 9a^2 - a^2$	
$= 8a^2$	
$c = \sqrt{8a^2}$	
$c = 2a\sqrt{2}$	
Luas segitiga = $4\sqrt{2}$	8
$\frac{1}{2} a \cdot c = 4\sqrt{2}$	10
$\frac{1}{2} a \cdot 2a\sqrt{2} = 4\sqrt{2}$	12
$a^2\sqrt{2} = 4$	14
$a = 2$	16
$b = 3a$	18
$b = 6$	
$c = 2a\sqrt{2}$	19
$c = 4\sqrt{2}$	20
Keliling segitiga = $a + b + c$	
$= 2 + 6 + 4\sqrt{2}$	
$= 8 + 4\sqrt{2}$	

Mata Pelajaran : Sejarah
Kelas/Semester : X / 1

Contoh-contoh penilaian berikut dapat dilaksanakan setelah pembelajaran berlangsung sebagai tugas individu, ulangan harian, ulangan tengah semester, dan ulangan akhir semester.

No	Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Indikator	Aspek	Teknik Penilaian	Contoh Soal																																												
1	Memahami prinsip dasar ilmu sejarah	<p>*Menjelaskan pengertian dan ruang lingkup ilmu sejarah</p> <p>*Mendeskrripsikan kegunaan sejarah dalam masyarakat Indonesia masa pra-aksara dan masa aksara</p> <p>*Menggunakan prinsip-prinsip dasar penelitian sejarah</p>	<ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan pengertian Sejarah Menjelaskan sejarah sebagai peristiwa Menyusun Periodisasi dan kronologi sejarah Indonesia pada masa pra-aksara Mendeskrripsikan kegunaan sejarah sebagai edukatif dan rekreatif Menjelaskan pengertian sumber, bukti, dan fakta sejarah melalui kajian pustaka dan diskusi kelompok Menjelaskan pengertian sejarah social, local, politik, dan nasional Mendeskrripsikan peristiwa, peninggalan sejarah, dan monument peringatan peristiwa bersejarah yang ada disekitarnya Menyusun kronologi sejarah Indonesia menggunakan ensiklopedi dan referensi relevan 	<ul style="list-style-type: none"> Penguasaan Konsep Kinerja Ilmiah 	<p>Penilaian tertulis bentuk uraian, tugas individu berupa laporan tertulis, penilaian unjuk kerja untuk presentasi tugas.</p>	<p>Penilaian tertulis (uraian)</p> <ul style="list-style-type: none"> Jelaskan apa yang dimaksud dengan sejarah sebagai ilmu, sejarah sebagai seni, dan sejarah sebagai pendidikan! Jelaskan apa yang dimaksud dengan masa pra-aksara! Bagaimana sejarah dapat dijadikan sebagai salah satu sumber ilmu, jelaskan? <p>Penilaian Unjuk Kerja (presentasi hasil kerja)</p> <p>Nama Siswa: Kelas:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>Aspek yang dinilai</th> <th>Baik</th> <th>T. Baik</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Pengorganisasian</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Penguasaan materi</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Media penyajian</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Penyajian bahas:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Penggunaan bahasa</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Ekspresi</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pengungkapan materi</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Tampilan</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Skor yang dicapai</td> <td>...</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Skor Maksimum</td> <td></td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table> <p>Keterangan: Baik mendapat skor: 1 Tidak baik mendapat skor: 0</p>	N	Aspek yang dinilai	Baik	T. Baik	0	Pengorganisasian			1	Penguasaan materi			2	Media penyajian			3	Penyajian bahas:			4	Penggunaan bahasa			5	Ekspresi			6	Pengungkapan materi			7	Tampilan			8	Skor yang dicapai	...			Skor Maksimum		8
N	Aspek yang dinilai	Baik	T. Baik																																															
0	Pengorganisasian																																																	
1	Penguasaan materi																																																	
2	Media penyajian																																																	
3	Penyajian bahas:																																																	
4	Penggunaan bahasa																																																	
5	Ekspresi																																																	
6	Pengungkapan materi																																																	
7	Tampilan																																																	
8	Skor yang dicapai	...																																																
	Skor Maksimum		8																																															

No	Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Indikator	Aspek	Teknik Penilaian	Contoh Soal																																				
2.	Menganalisis perjalanan bangsa Indonesia dari negara tradisional, colonial, pergerakan kebangsaan hingga terbentuknya negara kebangsaan sampai proklamasi kemerdekaan Indonesia	*Menganalisis perkembangan negara tradisional (Hindu-Budha dan Islam) di Indonesia *Membandingkan perkembangan masyarakat Indonesia di bawah penjajahan: dari masa VOC, Pemerintahan Hindia Belanda, Inggris, sampai Pemerintahan pendudukan Jepang	<ul style="list-style-type: none"> Mendeskrripsikan Hipotesis Waisya tentang proses masuk dan berkembangnya agama dan kebudayaan Hindu-Budha di kepulauan Indonesia. Menganalisis perkembangan tradisi Hindu-Budha dengan perubahan struktur social, perubahan pendidikan, teknologi, perubahan kesenian, dan kesenian masyarakat pada masa kerajaan-kerajaan bercorak Hindu-Budha melalui studi pustaka, eksplorasi internet, diskusi kelompok, dan presentasi Mengidentifikasi fakta-fakta tentang proses interaksi masyarakat di berbagai daerah dengan tradisi 	<ul style="list-style-type: none"> Penguasaan konsep Kinerja Ilmiah 	Penilaian tertulis. Penilaian proyek, Tugas kelompok (LKS)	Contoh Soal Penilaian tertulis (Pilihan Ganda): Akibat masuknya gama dan budaya Hindu-Budha terdapat perubahan pada tingkatan masyarakat Indonesia, yaitu ... a. Raja dibatasi kekuasaannya b. Pendeta menjadi golongan yang terpendang selain raja* c. Petani dapat memberikan pendapat pada pengambilan keputusan d. Masyarakat pesisir menjadi golongan masyarakat terpendang e. Golongan masyarakat dikelompokkan berdasarkan tempat tinggalnya. Penilaian Proyek: Nama Kegiatan : Pengaruh Hindu-Budha dalam perkembangan budaya di Nusantara Alokasi Waktu : 1 semester																																				
Nama Siswa : Kelas :																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No / Aspek Penilaian</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Perencanaan a. Pemilihan Materi b. Pengajuan Judul</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 Pelaksanaan a. Sistematis b. Sumber data/informasi c. Kuantitas sumber data d. Teknik pengumpulan data e. Analisa Data f. Penarikan kesimpulan</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3 Penyajian a. Tampilan b. Penguasaan Materi</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Skor perolehan siswa</td> <td colspan="5">...</td> </tr> <tr> <td>Skor maksimum</td> <td colspan="5">50</td> </tr> </tbody> </table>							No / Aspek Penilaian	1	2	3	4	5	1 Perencanaan a. Pemilihan Materi b. Pengajuan Judul						2 Pelaksanaan a. Sistematis b. Sumber data/informasi c. Kuantitas sumber data d. Teknik pengumpulan data e. Analisa Data f. Penarikan kesimpulan						3 Penyajian a. Tampilan b. Penguasaan Materi						Skor perolehan siswa	...					Skor maksimum	50				
No / Aspek Penilaian	1	2	3	4	5																																					
1 Perencanaan a. Pemilihan Materi b. Pengajuan Judul																																										
2 Pelaksanaan a. Sistematis b. Sumber data/informasi c. Kuantitas sumber data d. Teknik pengumpulan data e. Analisa Data f. Penarikan kesimpulan																																										
3 Penyajian a. Tampilan b. Penguasaan Materi																																										
Skor perolehan siswa	...																																									
Skor maksimum	50																																									
Nilai: Skor perolehan = NA Skor maksimum																																										

			<p>Hindu-Budha di bidang agama, social, dan arsitektur melalui stdi pustaka, eksplorasi internet, diskusi kelompok, dan diskusi kelas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mendeskripsikan keberlanjutan tradisi Hindu-Budha di dalam masyarakat di daerah-daerah tertentu setelah runtuhnya kerajaan Hindu-Budha 			<p>Penilaian Diri Kompetensi Dasar : Jelas Alokasi Waktu : 20 menit Aspek : Afektif</p> <p>Nama Siswa : Kelas :</p> <table border="1" data-bbox="560 279 1133 751"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No</th> <th rowspan="2">Aspek</th> <th colspan="2">Skor</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Dapatkan anda menyebutkan kerajaan-kerajaan Hindu-Budha yang ada di Indonesia</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Apakah anda sudah mengerti sebab runtuhnya kerajaan-kerajaan Hindu-Budha</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Apakah anda mengetahui kebudayaan-kebudayaan yang ditinggalkan oleh tradisi Hindu-Budha</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Apakah anda dapat menjelaskan kebudayaan Hindu-Budha yang masih bertahan sampai sekarang</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Dapatkan anda menjelaskan secara rinci proses penyebaran agama dan kebudayaan Hindu-Budha di Indonesia</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Skor 1 = paham 0 = belum paham</p>	No	Aspek	Skor		1	0	1	Dapatkan anda menyebutkan kerajaan-kerajaan Hindu-Budha yang ada di Indonesia			2	Apakah anda sudah mengerti sebab runtuhnya kerajaan-kerajaan Hindu-Budha			3	Apakah anda mengetahui kebudayaan-kebudayaan yang ditinggalkan oleh tradisi Hindu-Budha			4	Apakah anda dapat menjelaskan kebudayaan Hindu-Budha yang masih bertahan sampai sekarang			5	Dapatkan anda menjelaskan secara rinci proses penyebaran agama dan kebudayaan Hindu-Budha di Indonesia		
No	Aspek	Skor																														
		1	0																													
1	Dapatkan anda menyebutkan kerajaan-kerajaan Hindu-Budha yang ada di Indonesia																															
2	Apakah anda sudah mengerti sebab runtuhnya kerajaan-kerajaan Hindu-Budha																															
3	Apakah anda mengetahui kebudayaan-kebudayaan yang ditinggalkan oleh tradisi Hindu-Budha																															
4	Apakah anda dapat menjelaskan kebudayaan Hindu-Budha yang masih bertahan sampai sekarang																															
5	Dapatkan anda menjelaskan secara rinci proses penyebaran agama dan kebudayaan Hindu-Budha di Indonesia																															

Pengembangan Asesment Proses dan Hasil Belajar

Mata Pelajaran : Seni dan Budaya (Seni Musik)
 Kelas/Semester : X / 1

No.	Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Indikator	Aspek	Teknik Penilaian						
					Tes	Prod	Proy	Un kerja	Porto	Sikap	
1.	Mengapresiasi karya seni musik	Menunjukkan nilai-nilai musikal dari hasil pengalaman musikal yang didapatkan melalui pertunjukan musik tradisional setempat	Mendeskripsikan karakteristik/keunikan karya musik tradisional setempat menyanyikan karya musik tradisional setempat dengan teknik yang benar. Memainkan salah satu alat musik tradisional setempat dengan benar	Seni Musik	√			√		√	
								√			√

Penilaian Tertulis

Jelaskan karakteristik/keunikan salah satu lagu karya musik tradisional.

Penilaian Unjuk Kerja.

Tugas:

1. Nyanyikanlah salah satu lagu karya musik tradisional dengan teknik yang benar.
2. Mainkanlah salah satu alat musik tradisional setempat..

Contoh format penilaian bernyanyi

No	Nama Siswa	Penampilan			Teknik bernyanyi			Harmoni/Apresiasi			Skor	Nilai
		1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Yuri			•			•			•	9	100
2	Refi		•			•				•	7	77
3	Dst.											

Catatan

a. Kriteria Penilaian.

Penampilan.

3. Penampilan, gaya dan mimik baik sesuai isi lagu
2. Penampilan, gaya dan mimik baik tetapi masih kaku dan kurang luwes.
1. Penampilan, gaya dan mimik kurang baik dan sering membelakangi penonton.

Teknik Bernyanyi.

3. Teknik bernyanyi dan pernapasan baik.
2. Bernyanyi baik tetapi teknik pernapasan masih kurang baik.

Harmoni/Apresiasi. (karakteristik/keunikan karya musik tradisional)

3. Keserasian vokal dan musik sempurna serta apresiasi sesuai dengan maksud dan tujuan dari lagu.
2. Keserasian nada vokal dan musik baik tetapi kadang-kadang masih fals (sumbang), serta apresiasi sesuai dengan maksud dan tujuan dari lagu.
1. Keserasian nada vokal dan musik kurang sempurna, serta apresiasi masih kurang sempurna.

b. Skor maksimum : 9

$$\text{Nilai} : \frac{\text{Skor perolehan}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

$$\text{Nilai Yuri untuk bernyanyi} : \frac{9}{9} \times 100 = 100$$

Contoh format penilaian memainkan alat musik

No.	Nama Siswa	Penampilan			Teknik bermain alat musik			Harmonisasi			Skor	Nilai
		1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Yuri			•			•		•		8	88
2	Refi		•			•				•	7	77
3	Dst.											

Catatan

a. kriteria Penilaian

Penampilan.

3. Penampilan sempurna.
2. Penampilan baik, tetapi masih kaku, kurang luwes.
1. Penampilan tidak sempurna, sering membelakangi penonton.

Teknik Bernyanyi.

3. Teknik bermain alat musik sempurna.
2. Teknik bermain alat musik masih agak kaku.
1. Teknik bermain alat musik kurang sempurna.

Harmonisasi.

3. Perpaduan nada, tempo, dan dinamik sempurna dalam permainan alat musik.

Pengembangan Asesment Proses dan Hasil Belajar

- 2. Perpaduan nada, tempo, dan dinamik masih kaku.
- 1. Perpaduan nada, tempo, dan dinamik tidak sempurna.

- b. Skor maksimum : 9
Skor perolehan
Nilai : ----- x 100
Skor maksimum

$$\text{Nilai Yuri untuk memainkan alat musik : } \frac{8}{9} \times 100 = 88$$

Penilaian Sikap

Pengamatan dilakukan selama proses pembelajaran dan melaksanakan tugas

No.	Nama	Perilaku					Nilai	Keterangan
		Kedisiplinan	Tanggung Jawab	Berinisiatif	Kerjasama	Penuh Perhatian		
1	Refi	4	4	5	5	5	23	Amat Baik
2	Yundi	4	4	4	3	3	18	Baik
3	Deny	2	2	2	1	2	9	Kurang

Catatan

- a. Kolom perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.
 - 1 = sangat kurang
 - 2 = kurang
 - 3 = cukup
 - 4 = baik
 - 5 = amat baik
- b. Nilai merupakan jumlah dari nilai tiap-tiap indikator perilaku
- c. Nilai maksimum = 25.
- d. Keterangan diisi dengan deskripsi nilai seperti berikut
 - Nilai 23 - 25 berarti amat baik
 - Nilai 18 - 22 berarti baik
 - Nilai 13 - 17 berarti cukup
 - Nilai 8 - 12 berarti kurang
 - Nilai 0 - 7 berarti sangat kurang

Mata Pelajaran : Pendidikan Kewarganegaraan
 Kelas/Semester : X / 1

± Pemetaan Standar Kompetensi, Kompetensi Dasar dan Indikator

No	Aspek	Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Indikator	Kriteria Ketuntasan	Teknik Penilaian				
						Tes	Perf	Prod	Proy	Porto
1	1.Penguasaan dan pemahaman konsep 2.Praktik 3. Sikap	Memahami hakikat bangsa dan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI)	Mendeskripsikan hakikat bangsa dan unsur-unsur terbentuknya Negara	•Mendeskripsikan kedudukan manusia sebagai makhluk individu dan makhluk sosial	80 %	V	V	-	-	V
				• Menguraikan pengertian dan unsur-unsur terbentuknya suatu bangsa	75%	V	V	-	-	V
				• Menguraikan pengertian dan unsur-unsur terbentuknya suatu negara	75 %	V	V	-	-	V

Pengembangan Asesment Proses dan Hasil Belajar

Penjabaran standar kompetensi, kompetensi dasar, dan indikator ke alat penilaian

No	Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Indikator	Aspek	Teknik Penilaian	Contoh Soal
1	Memahami hakikat bangsa dan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI)	Mendeskripsikan hakikat bangsa dan unsur-unsur terbentuknya negara	<ul style="list-style-type: none"> Mendeskripsikan kedudukan manusia sebagai makhluk individu dan makhluk sosial Menguraikan pengertian dan unsur-unsur terbentuknya suatu bangsa Menguraikan pengertian dan unsur-unsur terbentuknya suatu negara 	1. Penguasaan Konsep dan Nilai-nilai 2. Penerapan	Penilaian tertulis, performans (dlm diskusi dan presentasi), portofolio	Sebagai makhluk individu, hakikat kedudukan manusia antara lain adalah sebagai makhluk yang berfikir, atau disebut a. homo socius b. homo sapiens c. homo ludens d. homo faber e. homo economicus

Judul : unsur-unsur terbentuknya negara

SK : memahami hakekat bangsa dan Negara dan Negara kesatuan RI

KD : mendeskripsikan hekekat bangsa dan unsure-unsur terbentuknya bangsa/negara

Indikator : menguraikan unsur-unsur terbentuknya bangsa/negara

Kegiatan : mendiskusikan unsur-unsur terbentuknya bangsa/Negara

Contoh instrumen penilaian afektif dalam *diskusi kelompok*

No	Nama	Perilaku						nilai	keterangan
		tanggung Jawab	kerjasama	kedisiplinan	kesopan	menghargai teman	kejujuran		
1	Nina	5	4	5	4	4	5	27	Amat baik
2	Dodi	2	2	2	3	3	2	14	kurang

Catatan

- Kolom perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.
 - 1 = sangat kurang
 - 2 = kurang
 - 3 = cukup
 - 4 = baik
 - 5 = amat baik
- Nilai merupakan jumlah dari nilai tiap-tiap indikator perilaku
- Nilai maksimum = 30
- Keterangan diisi dengan deskripsi nilai seperti berikut
 - Nilai 27 – 30 berarti amat baik
 - Nilai 22 - 26 berarti baik
 - Nilai 16 - 21 berarti cukup
 - Nilai 10 - 15 berarti kurang
 - Nilai 0 - 9 berarti sangat kurang

Contoh Instrumen penilaian *praktik presentasi*

No	Nama	Perilaku						Nilai	keterangan
		Rasio nal	Komunika si Lisan	Res ponsif	Kerja sama	Pengelolaa n Emosi	Menghargai teman		
1	Ruri	5	2	2	3	3	3	18	cukup
2	Tata	4	5	4	5	4	4	26	baik

Catatan

- Kolom perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.
 1 = sangat kurang
 2 = kurang
 3 = cukup
 4 = baik
 5 = amat baik
- Nilai merupakan jumlah dari nilai tiap-tiap indikator perilaku
- Nilai maksimum = 30
- Keterangan diisi dengan deskripsi nilai seperti berikut
 Nilai 27 – 30 berarti amat baik
 Nilai 22 - 26 berarti baik
 Nilai 16 - 21 berarti cukup
 Nilai 10 - 15 berarti kurang
 Nilai 0 - 9 berarti sangat kurang

Contoh Format Penilaian Diri

Petunjuk

Tuliskan secara jujur perilaku yang pernah Anda langgar dalam kehidupan sehari-hari.

Nama : Klas : Bulan S/d 2006

No	Jenis Perbuatan	Jenis Pelanggaran	Frekuensi	Norma yang Dilanggar	Sanksi Pelanggaran	Tempat
1	Tidak mengikuti upacara hari senin	Terlambat hadir	3	Tata Tertib sekolah	Di panggil guru piket dan diberi pengarahan	sekolah
2	dst					

BAB V PENGELOLAAN HASIL PENILAIAN

A. Pengolahan Hasil Penilaian

1. Data Penilaian Unjuk Kerja

Data penilaian unjuk kerja adalah skor yang diperoleh dari pengamatan yang dilakukan terhadap penampilan peserta didik dari suatu kompetensi. Skor diperoleh dengan cara mengisi format penilaian unjuk kerja yang dapat berupa daftar cek atau skala penilaian.

Nilai yang dicapai oleh peserta didik dalam suatu kegiatan unjuk kerja adalah skor pencapaian dibagi skor maksimum dikali 10 (untuk skala 0 -10) atau dikali 100 (untuk skala 0 -100). Misalnya, dalam suatu penilaian unjuk kerja pidato, ada 8 aspek yang dinilai, antara lain: berdiri tegak, menatap kepada hadirin, penyampaian gagasan jelas, sistematis, dan sebagainya. Apabila seseorang mendapat skor 6, skor maksimumnya 8, maka nilai yang akan diperoleh adalah $= 6/8 \times 10 = 0,75 \times 10 = 7,5$.

Nilai 7,5 yang dicapai peserta didik mempunyai arti bahwa peserta didik telah mencapai 75% dari kompetensi ideal yang diharapkan untuk unjuk kerja tersebut. Apabila ditetapkan batas ketuntasan penguasaan kompetensi minimal 70%, maka untuk kompetensi tersebut dapat dikatakan bahwa peserta didik telah mencapai ketuntasan belajar. Dengan demikian, peserta didik tersebut dapat melanjutkan ke kompetensi berikutnya.

2. Data Penilaian Sikap

Data penilaian sikap bersumber dari catatan harian peserta didik berdasarkan pengamatan/observasi guru mata pelajaran. Data hasil pengamatan guru dapat dilengkapi dengan hasil penilaian berdasarkan pertanyaan langsung dan laporan pribadi.

Seperti telah diutarakan sebelumnya, hal yang harus dicatat dalam buku Catatan Harian peserta didik adalah kejadian-kejadian yang menonjol, yang berkaitan dengan sikap, perilaku, dan unjuk kerja peserta didik, baik positif maupun negatif. Yang dimaksud dengan kejadian-kejadian yang menonjol adalah kejadian-kejadian yang perlu mendapat perhatian, atau perlu diberi peringatan dan penghargaan dalam rangka pembinaan peserta didik.

Pada akhir semester, guru mata pelajaran merumuskan sintesis, sebagai deskripsi dari sikap, perilaku, dan unjuk kerja peserta didik dalam semester tersebut untuk mata pelajaran yang bersangkutan. Deskripsi tersebut menjadi bahan atau pernyataan untuk diisi dalam kolom Catatan Guru pada rapor peserta didik untuk semester dan mata pelajaran yang berkaitan. Selain itu, berdasarkan catatan-catatan tentang peserta didik yang dimilikinya, guru mata pelajaran dapat memberi masukan pula kepada Guru Bimbingan Konseling untuk merumuskan catatan, baik berupa peringatan atau rekomendasi, sebagai bahan bagi wali kelas dalam mengisi kolom deskripsi perilaku dalam rapor. Catatan Guru mata pelajaran menggambarkan sikap atau tingkat penguasaan peserta didik berkaitan dengan pelajaran yang ditempuhnya dalam bentuk kalimat naratif. Demikian juga catatan dalam kolom deskripsi perilaku, menggambarkan perilaku peserta didik yang perlu mendapat penghargaan/pujian atau peringatan.

3. Data Penilaian Tertulis

Data penilaian tertulis adalah skor yang diperoleh peserta didik dari hasil berbagai tes tertulis yang diikuti peserta didik. Soal tes tertulis dapat berbentuk pilihan ganda, benar salah, menjodohkan, uraian, jawaban singkat.

Soal bentuk pilihan ganda diskor dengan memberi angka 1 (satu) bagi setiap butir jawaban yang benar dan angka 0 (nol) bagi setiap butir soal yang salah. Skor yang diperoleh peserta didik untuk suatu perangkat tes pilihan ganda dihitung dengan prosedur: jumlah jawaban benar

$$\frac{\text{jumlah jawaban benar}}{\text{jumlah seluruh butir soal}} \times 10$$

Prosedur ini juga dapat digunakan dalam menghitung skor perolehan peserta didik untuk soal berbentuk benar salah, menjodohkan, dan jawaban singkat. Keempat bentuk soal terakhir ini juga dapat dilakukan penskoran secara objektif dan dapat diberi skor 1 untuk setiap jawaban yang benar.

Soal bentuk uraian dibedakan dalam dua kategori, uraian objektif dan uraian non-objektif. Uraian objektif dapat diskor secara objektif berdasarkan konsep atau kata kunci yang sudah pasti sebagai jawaban yang benar. Setiap konsep atau kata kunci yang benar yang dapat dijawab peserta didik diberi skor 1. Skor maksimal butir soal adalah sama dengan jumlah konsep kunci yang dituntut untuk dijawab oleh peserta didik. Skor capaian peserta didik untuk satu butir soal kategori ini adalah jumlah konsep kunci yang dapat dijawab benar, dibagi skor maksimal, dikali dengan 10.

Soal bentuk uraian non objektif tidak dapat diskor secara objektif, karena jawaban yang dinilai dapat berupa opini atau pendapat peserta didik sendiri, bukan berupa konsep kunci yang sudah pasti. Pedoman penilaiannya berupa kriteria-kriteria jawaban. Setiap kriteria jawaban diberikan rentang nilai tertentu, misalnya 0 - 5. Tidak ada jawaban untuk suatu kriteria diberi skor 0. Besar-kecilnya skor yang diperoleh peserta didik untuk suatu kriteria ditentukan berdasarkan tingkat kesempurnaan jawaban dibandingkan dengan kriteria jawaban tersebut.

Skor penilaian yang diperoleh dengan menggunakan berbagai bentuk tes tertulis perlu digabung menjadi satu kesatuan nilai penguasaan kompetensi dasar dan standar kompetensi mata pelajaran. Dalam proses penggabungan dan penyatuan nilai, data yang diperoleh dengan masing-masing bentuk soal tersebut juga perlu diberi bobot, dengan mempertimbangkan tingkat kesukaran dan kompleksitas jawaban. Nilai akhir semester ditulis dalam rentang 0 sampai 10, dengan dua angka di belakang koma. Nilai akhir semester yang diperoleh peserta didik merupakan deskripsi tentang tingkat atau persentase penguasaan Kompetensi Dasar dalam semester tersebut. Misalnya, nilai 6,50 dapat diinterpretasikan peserta didik telah menguasai 65% unjuk kerja berkaitan dengan Kompetensi Dasar mata pelajaran dalam semester tersebut.

4. Data Penilaian Proyek

Data penilaian proyek meliputi skor yang diperoleh dari tahap-tahap: perencanaan/persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, dan penyajian data/laporan. Dalam menilai setiap tahap, guru dapat menggunakan skor yang terentang dari 1 sampai 4. Skor 1 merupakan skor terendah dan skor 4 adalah skor tertinggi untuk setiap tahap. Jadi total skor terendah untuk keseluruhan tahap adalah 4 dan total skor tertinggi adalah 16.

Berikut tabel yang memuat contoh deskripsi dan penskoran untuk masing-masing tahap.

Tahap	Deskripsi	Skor
Perencanaan/ persiapan	Memuat: topik, tujuan, bahan/alat, langkah-langkah kerja, jadwal, waktu, perkiraan data yang akan diperoleh, tempat penelitian, daftar pertanyaan atau format pengamatan yang sesuai dengan tujuan.	1- 4
Pengumpulan data	Data tercatat dengan rapi, jelas dan lengkap. Ketepatan menggunakan alat/bahan	1- 4
Pengolahan data	Ada pengklasifikasian data, penafsiran data sesuai dengan tujuan penelitian.	1- 4
Penyajian data/ laporan	Merumuskan topik, merumuskan tujuan penelitian, menuliskan alat dan bahan, menguraikan cara kerja (langkah-langkah kegiatan) Penulisan laporan sistematis, menggunakan bahasa yang komunikatif. Penyajian data lengkap, memuat kesimpulan dan saran.	1- 4
	Total Skor	

Keterangan:

Semakin lengkap dan sesuai informasi pada setiap tahap semakin tinggi skor yang diperoleh.

5. Data Penilaian Produk

Data penilaian produk diperoleh dari tiga tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pembuatan (produk), dan tahap penilaian (appraisal). Informasi tentang data penilaian produk diperoleh dengan menggunakan cara holistik atau cara analitik. Dengan cara holistik, guru menilai hasil produk peserta didik berdasarkan kesan keseluruhan produk dengan menggunakan kriteria keindahan dan kegunaan produk tersebut pada skala skor 0 – 10 atau 1 – 100. Cara penilaian analitik, guru menilai hasil produk berdasarkan tahap proses pengembangan, yaitu mulai dari tahap persiapan, tahap pembuatan, dan tahap penilaian.

Contoh tabel penilaian analitik dan penskorannya.

Tahap	Deskripsi	Skor
Persiapan	Kemampuan merencanakan seperti: <ul style="list-style-type: none">• menggali dan mengembangkan gagasan;• mendesain produk, menentukan alat dan bahan	1-10
Pembuatan Produk	<ul style="list-style-type: none">• Kemampuan menyeleksi dan menggunakan bahan;• Kemampuan menyeleksi dan menggunakan alat;• Kemampuan menyeleksi dan menggunakan teknik;	1-10
Penilaian produk	<ul style="list-style-type: none">• Kemampuan peserta didik membuat produk sesuai kegunaan/fungsinya;• Produk memenuhi kriteria keindahan.	1-10

Kriteria penskoran:

- menggunakan skala skor 0 – 10 atau 1 – 100;
- semakin baik kemampuan yang ditampilkan, semakin tinggi skor yang diperoleh.

6. Data penilaian Portofolio

Data penilaian portofolio peserta didik didasarkan dari hasil kumpulan informasi yang telah dilakukan oleh peserta didik selama pembelajaran berlangsung. Komponen penilaian portofolio meliputi: (1) catatan guru, (2) hasil pekerjaan peserta didik, dan (3) profil perkembangan peserta didik. Hasil catatan guru mampu memberi penilaian terhadap sikap peserta didik dalam melakukan kegiatan portofolio. Hasil pekerjaan peserta didik mampu memberi skor berdasarkan kriteria (1) rangkuman isi portofolio, (2) dokumentasi/data dalam folder, (3) perkembangan dokumen, (4) ringkasan setiap dokumen, (5) presentasi dan (6) penampilan. Hasil profil perkembangan peserta didik mampu memberi skor berdasarkan gambaran perkembangan pencapaian kompetensi peserta didik pada selang waktu tertentu. Ketiga komponen ini dijadikan suatu informasi tentang tingkat kemajuan atau penguasaan kompetensi peserta didik sebagai hasil dari proses pembelajaran.

Berdasarkan ketiga komponen penilaian tersebut, guru menilai peserta didik dengan menggunakan acuan patokan kriteria yang artinya apakah peserta didik telah mencapai kompetensi yang diharapkan dalam bentuk persentase (%) pencapaian atau dengan menggunakan skala 0 – 10 atau 0 - 100. Penskoran dilakukan berdasarkan kegiatan unjuk kerja, dengan rambu-rambu atau kriteria penskoran portofolio yang telah ditetapkan. Skor pencapaian peserta didik dapat diubah ke dalam skor yang berskala 0 -10 atau 0 – 100 dengan patokan jumlah skor pencapaian dibagi skor maksimum yang dapat dicapai, dikali dengan 10 atau 100. Dengan demikian akan diperoleh skor peserta didik berdasarkan portofolio masing-masing.

7. Data Penilaian Diri

Data penilaian diri adalah data yang diperoleh dari hasil penilaian tentang kemampuan, kecakapan, atau penguasaan kompetensi tertentu, yang dilakukan oleh peserta didik sendiri, sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

Pada taraf awal, hasil penilaian diri yang dilakukan oleh peserta didik tidak dapat langsung dipercayai dan digunakan, karena dua alasan utama. Pertama, karena peserta didik belum terbiasa dan terlatih, sangat terbuka kemungkinan bahwa peserta didik banyak melakukan kesalahan dalam penilaian. Kedua, ada kemungkinan peserta didik sangat subjektif dalam melakukan penilaian, karena terdorong oleh keinginan untuk mendapatkan nilai yang baik. Oleh karena itu, pada taraf awal, guru perlu melakukan langkah-langkah telaahan terhadap hasil penilaian diri peserta didik. Guru perlu mengambil sampel antara 10% s.d. 20% untuk ditelaah, dikoreksi, dan dilakukan penilaian ulang. Apabila hasil koreksi ulang yang dilakukan oleh guru menunjukkan bahwa peserta didik banyak melakukan kesalahan-kesalahan dalam melakukan koreksi, guru dapat mengembalikan seluruh hasil pekerjaan kepada peserta didik untuk dikoreksi kembali, dengan menunjukkan catatan tentang kelemahan-kelemahan yang telah mereka lakukan dalam koreksian pertama. Dua atau tiga kali guru melakukan langkah-langkah koreksi dan telaahan seperti ini, para peserta didik menjadi terlatih dalam melakukan penilaian diri secara baik, objektif, dan jujur.

Apabila peserta didik telah terlatih dalam melakukan penilaian diri secara guru. Hasil penilaian diri yang dilakukan peserta didik juga dapat dipercaya serta dapat dipahami, diinterpretasikan, dan digunakan seperti hasil penilaian yang dilakukan oleh guru.

B. Interpretasi Hasil Penilaian dalam Menetapkan Ketuntasan Belajar

Penilaian dilakukan untuk menentukan apakah peserta didik telah berhasil menguasai suatu kompetensi mengacu ke indikator. Penilaian dilakukan pada waktu pembelajaran atau setelah pembelajaran berlangsung. Sebuah indikator dapat dijangkau dengan beberapa soal/tugas.

Kriteria ketuntasan belajar setiap indikator dalam suatu kompetensi dasar (KD) ditetapkan antara 0% – 100%. Kriteria ideal untuk masing-masing indikator lebih besar dari 60%. Namun sekolah dapat menetapkan kriteria atau tingkat pencapaian indikator, apakah 50%, 60% atau 70%. Penetapan itu disesuaikan dengan kondisi sekolah, seperti tingkat kemampuan akademis peserta didik, kompleksitas indikator dan daya dukung guru serta ketersediaan sarana dan prasarana. Namun, kualitas sekolah akan dinilai oleh pihak luar secara berkala, misalnya melalui ujian nasional. Hasil penilaian ini akan menunjukkan peringkat suatu sekolah dibandingkan dengan sekolah lain (*benchmarking*). Melalui pemeringkatan ini diharapkan sekolah terpacu untuk meningkatkan kualitasnya, dalam hal ini meningkatkan kriteria pencapaian indikator semakin mendekati 100%.

Apabila nilai peserta didik untuk indikator pencapaian sama atau lebih besar dari kriteria ketuntasan, dapat dikatakan bahwa peserta didik itu telah menuntaskan indikator itu. Apabila semua indikator telah tuntas, dapat dikatakan peserta didik telah menguasai KD bersangkutan. Dengan demikian, peserta didik dapat diinterpretasikan telah menguasai SK dan mata pelajaran. Apabila jumlah indikator dari suatu KD yang telah tuntas lebih dari 50%, peserta didik dapat mempelajari KD berikutnya dengan mengikuti remedial untuk indikator yang belum tuntas. Sebaliknya, apabila nilai indikator dari suatu KD lebih kecil dari kriteria ketuntasan, dapat dikatakan peserta didik itu belum menuntaskan indikator itu. Apabila jumlah indikator dari suatu KD yang belum tuntas sama atau lebih dari 50%, peserta didik belum dapat mempelajari KD berikutnya.

Contoh penghitungan nilai kompetensi dasar dan ketuntasan belajar pada suatu mata pelajaran.

Kompetensi Dasar	Indikator	Kriteria Ketuntasan	Nilai peserta didik	Ketuntasan
Menganalisis dinamika dan kecenderungan perubahan litosfer dan pedosfer serta dampaknya terhadap kehidupan di muka bumi	1. Menganalisis keterkaitan teori tektonik lempeng terhadap persebaran gunung api, gempa bumi dan pembentukan relief muka bumi	60%	60	Tuntas
	2. Mengidentifikasi ciri bentang lahan sebagai akibat proses pengikisan dan pengendapan	60%	59	Tidak Tuntas
	3. Mengidentifikasi degradasi lahan dan dampaknya terhadap kehidupan	50%	59	Tuntas
Menganalisis atmosfer dan dampaknya terhadap kehidupan di muka bumi	1. Mengidentifikasi ciri-ciri lapisan atmosfer dan pemanfaatannya	60%	61	Tuntas
	2. Menganalisis unsur-unsur cuaca dan iklim (penyinaran, suhu, angin, kelembaban, awan, curah hujan)	70%	80	Tuntas
	3. Mengklasifikasikan berbagai tipe iklim	60%	90	Tuntas

Berdasarkan tabel dapat diketahui bahwa nilai indikator pada kompetensi dasar 1 cenderung 60. Jadi nilai kompetensi dasar 1 adalah 60 atau 6. Nilai indikator pada kompetensi dasar ke 2 bervariasi, sehingga dihitung nilai rata-rata indikator. Jadi nilai kompetensi dasar ke 2 :

$$\frac{61 + 80 + 90}{3} = 77 \text{ atau } 7,7$$

Pada kompetensi dasar 1, indikator ke- 2 belum tuntas. Jadi peserta didik perlu mengikuti remedial untuk indikator tersebut.

BAB VI PEMANFAATAN DAN PELAPORAN HASIL PENILAIAN KELAS

Penilaian kelas menghasilkan informasi pencapaian kompetensi peserta didik yang dapat digunakan antara lain: (1) perbaikan (remedial) bagi peserta didik yang belum mencapai kriteria ketuntasan, (2) pengayaan bagi peserta didik yang mencapai kriteria ketuntasan lebih cepat dari waktu yang disediakan, (3) perbaikan program dan proses pembelajaran, (4) pelaporan, dan (5) penentuan kenaikan kelas.

A. Pemanfaatan Hasil Penilaian

1. Bagi peserta didik yang memerlukan remedial.

Guru harus percaya bahwa setiap peserta didik dalam kelasnya mampu mencapai kriteria ketuntasan setiap kompetensi, bila peserta didik mendapat bantuan yang tepat. Misalnya, memberikan bantuan sesuai dengan gaya belajar peserta didik pada waktu yang tepat sehingga kesulitan dan kegagalan tidak menumpuk. Dengan demikian peserta didik tidak frustrasi dalam mencapai kompetensi yang harus dikuasainya.

Remedial dilakukan oleh guru mata pelajaran, guru kelas, atau oleh guru lain yang memiliki kemampuan memberikan bantuan dan mengetahui kekurangan peserta didik. Remedial diberikan kepada peserta didik yang belum mencapai kriteria ketuntasan belajar. Kegiatan dapat berupa tatap muka dengan guru atau diberi kesempatan untuk belajar sendiri, kemudian dilakukan penilaian dengan cara: menjawab pertanyaan, membuat rangkuman pelajaran, atau mengerjakan tugas mengumpulkan data. Waktu remedial diatur berdasarkan kesepakatan antara peserta didik dengan guru, dapat dilaksanakan pada atau di luar jam efektif. Remedial hanya diberikan untuk indikator yang belum tuntas.

2. Bagi peserta didik yang memerlukan pengayaan.

Pengayaan dilakukan bagi peserta didik yang memiliki penguasaan lebih cepat dibandingkan peserta didik lainnya, atau peserta didik yang mencapai ketuntasan belajar ketika sebagian besar peserta didik yang lain belum. Peserta didik yang berprestasi baik perlu mendapat pengayaan, agar dapat mengembangkan potensi secara optimal. Salah satu kegiatan pengayaan yaitu memberikan materi tambahan, latihan tambahan atau tugas individual yang bertujuan untuk memperkaya kompetensi yang telah dicapainya. Hasil penilaian kegiatan pengayaan dapat menambah nilai peserta didik pada mata pelajaran bersangkutan. Pengayaan dapat dilaksanakan setiap saat baik pada atau di luar jam efektif. Bagi peserta didik yang secara konsisten selalu mencapai kompetensi lebih cepat, dapat diberikan program akselerasi.

3. Bagi Guru

Guru dapat memanfaatkan hasil penilaian untuk perbaikan program dan kegiatan pembelajaran. Misalnya, guru dapat mengambil keputusan terbaik dan cepat untuk memberikan bantuan optimal kepada kelas dalam mencapai kompetensi yang telah ditargetkan dalam kurikulum, atau guru harus mengulang pelajaran dengan mengubah strategi pembelajaran, dan memperbaiki program pembelajarannya. Oleh karena itu, program yang telah dirancang, strategi pembelajaran yang telah disiapkan, dan bahan yang telah disiapkan perlu dievaluasi, direvisi, atau mungkin diganti apabila ternyata tidak efektif membantu peserta didik dalam mencapai penguasaan kompetensi. Perbaikan program tidak perlu menunggu sampai akhir semester, karena bila dilakukan pada akhir semester bisa saja perbaikan itu akan sangat terlambat.

4. Bagi Kepala Sekolah

Hasil penilaian dapat digunakan Kepala sekolah untuk menilai kinerja guru dan tingkat keberhasilan siswa.

B. Pelaporan Hasil Penilaian Kelas

1. Laporan Sebagai Akuntabilitas Publik

Kurikulum berbasis kompetensi dirancang dan dilaksanakan dalam kerangka manajemen berbasis sekolah, di mana peran-serta masyarakat di bidang pendidikan tidak hanya terbatas pada dukungan dana saja, tetapi juga di bidang akademik. Unsur penting dalam manajemen berbasis sekolah adalah partisipasi masyarakat, transparansi dan akuntabilitas publik. Atas dasar itu, laporan kemajuan hasil belajar peserta didik dibuat sebagai pertanggungjawaban lembaga sekolah kepada orangtua/wali peserta didik, komite sekolah, masyarakat, dan instansi terkait lainnya. Laporan tersebut merupakan sarana komunikasi dan kerja sama antara sekolah, orang tua, dan masyarakat yang bermanfaat baik bagi kemajuan belajar peserta didik maupun pengembangan sekolah.

Pelaporan hasil belajar hendaknya:

- Merinci hasil belajar peserta didik berdasarkan kriteria yang telah ditentukan dan dikaitkan dengan penilaian yang bermanfaat bagi pengembangan peserta didik
- Memberikan informasi yang jelas, komprehensif, dan akurat.
- Menjamin orangtua mendapatkan informasi secepatnya bilamana anaknya bermasalah dalam belajar

2. Bentuk Laporan

Laporan kemajuan belajar peserta didik dapat disajikan dalam data kuantitatif maupun kualitatif. Data kuantitatif disajikan dalam angka (skor), misalnya seorang peserta didik mendapat nilai 6 pada mata pelajaran matematika. Namun, makna nilai tunggal seperti itu kurang dipahami peserta didik maupun orangtua karena terlalu umum. Hal ini membuat orangtua sulit menindaklanjuti apakah anaknya perlu dibantu dalam bidang aritmatika, aljabar, geometri, statistika, atau hal lain.

Laporan harus disajikan dalam bentuk yang lebih komunikatif dan komprehensif agar “profil” atau tingkat kemajuan belajar peserta didik mudah terbaca dan dipahami). Dengan demikian orangtua/wali lebih mudah mengidentifikasi kompetensi yang belum dimiliki peserta didik, sehingga dapat menentukan jenis bantuan yang diperlukan bagi anaknya. Dipihak anak, ia dapat mengetahui kekuatan dan kelemahan dirinya serta aspek mana yang perlu ditingkatkan.

Isi Laporan

Pada umumnya orang tua menginginkan jawaban dari pertanyaan sebagai berikut;

- Bagaimana keadaan anak waktu belajar di sekolah secara akademik, fisik, sosial dan emosional?
- Sejauh mana anak berpartisipasi dalam kegiatan di sekolah?
- Kemampuan/kompetensi apa yang sudah dan belum dikuasai dengan baik?
- Apa yang harus orangtua lakukan untuk membantu dan mengembangkan prestasi anak lebih lanjut?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, informasi yang diberikan kepada orang tua hendaknya;

- Menggunakan bahasa yang mudah dipahami.
- Menitikberatkan kekuatan dan apa yang telah dicapai anak.
- Memberikan perhatian pada pengembangan dan pembelajaran anak.
- Berkaitan erat dengan hasil belajar yang harus dicapai dalam kurikulum.
- Berisi informasi tentang tingkat pencapaian hasil belajar.

3. Rekap Nilai

Rekap nilai merupakan rekap kemajuan belajar peserta didik, yang berisi informasi tentang pencapaian kompetensi peserta didik untuk setiap KD, dalam kurun waktu 1 semester. Rekap nilai diperlukan sebagai alat kontrol bagi guru tentang perkembangan hasil belajar peserta didik, sehingga diketahui kapan peserta didik memerlukan remedial.

Nilai yang ditulis merupakan rekap nilai setiap KD dari setiap aspek penilaian. Nilai suatu KD dapat diperoleh dari tes formatif, tes sumatif, hasil pengamatan selama proses pembelajaran berlangsung, nilai tugas perseorangan maupun kelompok. Rata-rata nilai KD dalam setiap aspek akan menjadi nilai pencapaian kompetensi untuk aspek yang bersangkutan.

CONTOH FORMAT REKAP NILAI

MATA PELAJARAN : Bahasa Inggris
 KELAS/SEMESTER :
 TAHUN PELAJARAN :

CONTOH FORMAT REKAP NILAI

MATA PELAJARAN : Bahasa Inggris
 KELAS/SEMESTER :
 TAHUN PELAJARAN :

NO	NAMA	Mendengarkan					Berbicara					Membaca					Menulis				
		Kd 1	Kd 2	Kd 3	...	NR	Kd 1	Kd 2	Kd 3	...	NR	Kd 1	Kd 2	Kd 3	...	NR	Kd1	Kd2	Kd3	...	NR
1	Riri																				
2	Toto																				

* NR = nilai rata-rata KD untuk setiap aspek penilaian yang akan dimasukkan pada rapor

4. Rapor

Rapor adalah laporan kemajuan belajar peserta didik dalam kurun waktu satu semester. Laporan prestasi mata pelajaran, berisi informasi tentang pencapaian kompetensi yang telah ditetapkan dalam kurikulum tingkat satuan pendidikan. Untuk model rapor, masing-masing sekolah boleh menetapkan sendiri model rapor yang dikehendaki asalkan menggambarkan pencapaian kompetensi peserta didik pada setiap matapelajaran yang diperoleh dari ketuntasan kompetensi dasarnya. (Contoh model rapor beserta petunjuk pengisiannya lihat lampiran).

Nilai pada rapor merupakan gambaran kemampuan peserta didik, karena itu kedudukan atau bobot nilai harian tidak lebih kecil dari nilai sumatif (nilai akhir program). Kompetensi yang diuji pada penilaian sumatif berasal dari SK, KD dan Indikator semester bersangkutan.

C. Penentuan Kenaikan Kelas

Peserta didik dinyatakan tidak naik kelas apabila: 1) memperoleh nilai kurang dari kategori baik pada kelompok mata pelajaran agama dan akhlak mulia 2) Jika peserta didik tidak menuntaskan 50 % atau lebih KD dan SK lebih dari 3 mata pelajaran untuk semua kelompok mata pelajaran sampai pada batas akhir tahun ajaran, dan 3) Jika karena alasan yang kuat, misal karena gangguan kesehatan fisik, emosi atau mental sehingga tidak mungkin berhasil dibantu mencapai kompetensi yang ditargetkan.

Untuk memudahkan administrasi, peserta didik yang tidak naik kelas diharapkan mengulang semua mata pelajaran beserta SK, KD, dan indikatornya dan sekolah mempertimbangkan mata pelajaran, SK, KD, dan indikator yang telah tuntas pada tahun ajaran sebelumnya.

Apabila setiap anak bisa dibantu secara optimal sesuai dengan kebutuhannya mencapai kompetensi tertentu, maka tidak perlu ada anak yang tidak naik kelas (*automatic promotion*). *Automatic promotion* apabila semua indikator, kompetensi dasar (KD), dan standar kompetensi (SK) suatu mata pelajaran telah terpenuhi ketuntasannya, maka peserta didik dianggap layak naik ke kelas berikutnya.

Lampiran 1

PETUNJUK PENGISIAN RAPOR

A. RASIONAL

Rapor merupakan dokumen yang menjadi penghubung komunikasi baik antara sekolah dengan orangtua peserta didik maupun dengan pihak lain yang ingin mengetahui tentang hasil belajar anak pada kurun waktu tertentu. Karena itu, rapor harus komunikatif, informatif, dan komprehensif (menyeluruh) memberikan gambaran tentang hasil belajar peserta didik.

Kurikulum berbasis kompetensi dikembangkan sesuai dengan karakteristik mata pelajaran. Setiap mata pelajaran memiliki dimensi yang berbeda satu dengan lainnya, sehingga orientasi pembelajaran dan penilaian adalah penguasaan kompetensi sesuai dengan dimensi masing-masing mata pelajaran. Dengan demikian nilai pada rapor bukan nilai tunggal tetapi dikelompokkan menurut dimensi masing-masing mata pelajaran.

Setiap mata pelajaran memberikan informasi secara kuantitatif maupun deskriptif tentang perkembangan belajar peserta didik, sehingga dapat diketahui lebih jelas kelebihan maupun kekurangan peserta didik. Untuk memudahkan pengisian, maka aspek-aspek penilaian pada rapor diusahakan sama dengan aspek-aspek yang tertuang dalam Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar mata pelajarannya.

B. PENJELASAN UMUM

Informasi tentang hasil belajar dalam rapor diperoleh dari Rekap nilai yang dirangkum guru selama proses pembelajaran berlangsung. Format maupun cara pengisiannya dapat dilihat dalam Model Penilaian Kelas.

Secara umum pengisian rapor adalah sebagai berikut (Lihat format):

1. Sekolah dapat menetapkan sendiri kelengkapan dari model rapor ini, misalnya identitas peserta didik dan sekolahnya.
2. Kotak pertama, berisi no, nama mata pelajaran, aspek penilaian, nilai (angka dan huruf) serta catatan guru.
 - a. Nomer merupakan nomer mata pelajaran sesuai dalam struktur kurikulum yang digunakan.
 - b. Mata Pelajaran merupakan nama mata pelajaran sesuai dalam struktur kurikulum yang digunakan
 - c. Aspek Penilaian merupakan aspek-aspek pada masing-masing mata pelajaran yang ingin dikomunikasikan.

- d. Nilai merupakan nilai rata-rata dari masing-masing aspek penilaian. Kolom nilai angka diisi dengan angka dalam skala 10 (misal 8,40). Nilai tersebut ditulis dalam huruf pada kolom nilai huruf, misalnya: *delapan koma empat puluh*.
- e. Catatan guru merupakan deskripsi pencapaian kompetensi siswa termasuk sikap yang berhubungan dengan mata pelajaran. Indikator yang belum tuntas sampai akhir semester dapat dicatat pada kolom ini.
Misalnya (Bahasa Indonesia) intonasi dan pengucapan sangat bagus, kosa kata kurang sehingga mengalami kesulitan dalam berpidato, kurang berani berlatih berpidato.

3. Kotak ke dua: Pengembangan diri

- Merupakan rangkuman catatan guru:
 - a. bimbingan dan Konseling yang berkaitan dengan perilaku umum peserta didik yang menonjol positif maupun negatif. Misal kedisiplinan, keaktifan mengikuti kegiatan sekolah, dan tanggung jawab.
 - b. pembina ekstrakurikuler tentang peserta didik yang berkaitan dengan pengembangan potensi diri yang dilakukan di luar jam belajar efektif (ekstrakurikuler). Misal, pengembangan diri dalam bidang olahraga, seni dan budaya, sains, pramuka.
- Penilaian hasil kegiatan pelayanan konseling dilakukan dengan memperhatikan hal-hal berikut:
 - a. Penilaian *segera* (LAISEG), yaitu penilaian pada akhir setiap jenis layanan dan kegiatan pendukung konseling untuk mengetahui perolehan peserta didik yang dilayani.
 - b. *Penilaian jangka pendek* (LAIJAPEN), yaitu penilaian dalam waktu tertentu (satu minggu sampai dengan satu bulan) setelah satu jenis layanan dan atau kegiatan pendukung konseling diselenggarakan untuk mengetahui dampak layanan/kegiatan terhadap peserta didik.
 - c. *Penilaian jangka panjang* (LAIJAPANG), yaitu penilaian dalam waktu tertentu (satu bulan sampai dengan satu semester) setelah satu atau beberapa layanan dan kegiatan pendukung konseling diselenggarakan untuk mengetahui lebih jauh dampak layanan dan atau kegiatan pendukung konseling terhadap peserta didik.
- Penilaian proses kegiatan pelayanan konseling dilakukan melalui analisis terhadap keterlibatan unsur-unsur sebagaimana tercantum di dalam SATLAN dan SATKUNG, untuk mengetahui efektifitas dan efisiensi pelaksanaan kegiatan. Hasil kegiatan pelayanan konseling secara keseluruhan dalam satu semester untuk setiap peserta didik dilaporkan secara kualitatif
- Hasil dan proses kegiatan ekstra kurikuler dinilai secara kualitatif dan dilaporkan kepada pimpinan sekolah/madrasah dan pemangku kepentingan lainnya oleh penanggung jawab kegiatan.

C. PENJELASAN PENGISIAN NILAI MASING-MASING MATA PELAJARAN PADA SATUAN PENDIDIKAN SEKOLAH MENENGAH ATAS

1. Pendidikan Agama

Indikator untuk Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar mata pelajaran Pendidikan Agama (Islam, Kristen, Katolik, Hindu, dan Budha) dapat dikelompokkan menjadi aspek:

- a. Kemampuan untuk mengembangkan konsep dan nilai-nilai kehidupan beragama, dan
- b. Kemampuan untuk menerapkan konsep dan nilai-nilai kehidupan beragama termasuk akhlak mulia, budi pekerti atau moral sebagai perwujudan dari pendidikan agama melalui Praktik atau Pengalaman Belajar serta pengamatan aktifitas peserta didik.

Berdasarkan hal itu, nilai hasil belajar yang dicantumkan dalam Rapor harus merupakan nilai perpaduan antara nilai :

- a. Penguasaan Konsep dan Nilai-nilai, dan
- b. Penerapan.

Untuk kepentingan pembelajaran dan penilaian, analisis terhadap seluruh INDIKATOR diperlukan untuk menentukan indikator-indikator yang termasuk ke dalam masing-masing aspek. Hasil belajar yang dicantumkan dalam Rapor merupakan keputusan akhir yang menyimpulkan pencapaian pada setiap aspek.

2. Pendidikan Kewarganegaraan

Indikator untuk Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar mata pelajaran Pendidikan Kewarganegaraan dikelompokkan menjadi aspek:

- a. Kemampuan untuk mengembangkan konsep dan nilai-nilai kehidupan berbangsa dan bernegara, dan
- b. Kemampuan untuk menerapkan konsep dan nilai-nilai kehidupan berbangsa dan bernegara termasuk kepribadian melalui Praktik atau Pengalaman Belajar yang menggunakan pendekatan ilmiah.

Berdasarkan hal itu, nilai hasil belajar yang dicantumkan dalam Rapor harus merupakan nilai perpaduan antara nilai :

- a. Penguasaan Konsep dan Nilai-nilai,
- b. Penerapan.

Untuk kepentingan pembelajaran dan penilaian, analisis terhadap seluruh Indikator diperlukan untuk menentukan indikator-indikator yang termasuk ke dalam masing-masing aspek. Hasil belajar yang dicantumkan dalam Rapor merupakan keputusan akhir yang menyimpulkan pencapaian pada setiap aspek.

3. Bahasa Indonesia

Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Bahasa Indonesia SMU kelas I dikelompokkan dalam aspek:

Kemampuan berbahasa yang terdiri atas sub-aspek:

- 1) Mendengarkan,
- 2) Berbicara,
- 3) Membaca dan
- 4) Menulis

Aspek penilaian dalam rapor adalah nilai rata-rata dari aspek:

- a. Mendengarkan,
- b. Berbicara,
- c. Membaca,
- d. Menulis serta

Ketika memasukkan nilai pada rapor guru memberikan kesimpulan nilai mata pelajaran Bahasa Indonesia.

4. Bahasa Inggris

Standar Kompetensi Mata Pelajaran Bahasa Inggris SMU dikelompokkan dalam aspek:

- a. Mendengarkan,
- b. Berbicara,
- c. Membaca dan
- d. Menulis.

Aspek Penilaian dalam mata pelajaran ini juga merupakan nilai rata-rata dari aspek :

- a. Mendengarkan,
- b. Berbicara,

- c. Membaca dan
- d. Menulis.

5. Matematika

Standar kompetensi mata pelajaran matematika SMA terdiri dari 6 aspek yaitu : a) Bilangan; (b) Geometri dan pengukuran; (c) Peluang dan statistika; (d) Trigonometri; (e) Aljabar; (f) Kalkulus.

Kecakapan atau kemahiran matematika yang diharapkan dalam pembelajaran matematika yang mencakup ke enam aspek tersebut diatas adalah mencakup : (a) Pemahaman konsep; (b) Prosedur; (c) Penalaran dan komunikasi; (d) Pemecahan masalah; (e) Menghargai kegunaan matematika.

Demi kepraktisan dan kemudahan, maka aspek penilaian matematika dikelompokkan menjadi 3 aspek yaitu:

- a. Pemahaman Konsep
- b. Penalaran dan komunikasi
- c. Pemecahan masalah

Alasan:

- 1) **Pemahaman konsep** merupakan kompetensi yang ditunjukkan siswa dalam memahami konsep dan dalam melakukan prosedur (algoritma) secara luwes, akurat, efisien dan tepat. **Indikator yang menunjukkan pemahaman konsep** antara lain adalah:
 - a) menyatakan ulang sebuah konsep
 - b) mengklasifikasi objek-objek menurut sifat-sifat tertentu (sesuai dengan konsepnya)
 - c) memberi contoh dan non-contoh dari konsep
 - d) menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis
 - e) mengembangkan syarat perlu atau syarat cukup suatu konsep
 - f) menggunakan, memanfaatkan, dan memilih prosedur atau operasi tertentu
 - g) Mengaplikasikan konsep atau algoritma pemecahan masalah
- 2) **Penalaran dan komunikasi** merupakan kompetensi yang ditunjukkan siswa dalam melakukan penalaran dan mengkomunikasikan gagasan matematika. **Indikator yang menunjukkan penalaran dan komunikasi** antara lain adalah:
 - a) menyajikan pernyataan matematika secara lisan, tertulis, gambar dan diagram
 - b) mengajukan dugaan
 - c) melakukan manipulasi matematika
 - d) menarik kesimpulan, menyusun bukti, memberikan alasan atau bukti terhadap kebenaran solusi
 - e) menarik kesimpulan dari pernyataan
 - f) memeriksa kesahihan suatu argumen
 - g) menemukan pola atau sifat dari gejala matematis untuk membuat generalisasi
- 3) **Pemecahan masalah** merupakan kompetensi strategik yang ditunjukkan siswa dalam memahami, memilih pendekatan dan strategi pemecahan, dan menyelesaikan model untuk menyelesaikan masalah. **Indikator yang menunjukkan penalaran dan komunikasi** antara lain adalah:
 - a) menunjukkan pemahaman masalah
 - b) mengorganisasi data dan memilih informasi yang relevan dalam pemecahan masalah
 - c) menyajikan masalah secara matematik dalam berbagai bentuk
 - d) memilih pendekatan dan metode pemecahan masalah secara tepat
 - e) mengembangkan strategi pemecahan masalah

- f) membuat dan menafsirkan model matematika dari suatu masalah
- g) menyelesaikan masalah yang tidak rutin

Sehingga ketika akan memberikan nilai harus merupakan :

- 1) Hasil penilaian terhadap Indikator yang menunjukkan bahwa siswa telah kompeten dalam pemahaman konsep dimasukkan ke dalam aspek penilaian **pemahaman konsep**.
- 2) Hasil penilaian terhadap Indikator yang menunjukkan bahwa siswa telah kompeten dalam penalaran dan komunikasi dimasukkan ke dalam aspek penilaian penalaran dan komunikasi.
- 3) Hasil penilaian terhadap Indikator yang menunjukkan bahwa siswa telah kompeten dalam pemecahan masalah dimasukkan dalam aspek penilaian pemecahan masalah.

6. Seni dan Budaya

Standar Kompetensi Mata Pelajaran Seni Budaya dikelompokkan dalam:

- a. Seni Rupa,
- b. Seni Musik,
- c. Seni Tari , dan
- d. Seni Teater.

Siswa boleh memilih satu atau dua dari cabang seni tersebut. Kelompok Standar Kompetensi tersebut mencakup apresiasi, dan kreasi yang di dalamnya mengandung konsepsi.

Aspek Penilaian dalam mata pelajaran ini juga dikelompokkan dalam aspek:

- a. Apresiasi dan
- b. Kreasi.

7. Pendidikan jasmani, olah raga dan kesehatan.

Standar Kompetensi Mata Pelajaran Pendidikan Jasmani , olah raga dan kesehatan terdiri atas:

- a. Permainan dan Olahraga,
- b. Aktivitas Pengembangan,
- c. Uji diri/senam,
- d. aktivitas Ritmik,
- e. Akuatik dan
- f. Pendidikan Luar Kelas.
- g. Kesehatan

Aspek Penilaian yang dimasukan ke dalam rapor adalah:

- a. Kemampuan gerak dasar,
- b. Keterampilan cabang olah raga,
- c. Kebugaran dan kesehatan,
- d. Pilihan akuatik dan pendidikan luar kelas

8. Sejarah

INDIKATOR yang terdapat dalam Standar Kompetensi mata pelajaran Sejarah dikelompokkan menjadi dua aspek, yaitu:

- a. Kemampuan untuk mengembangkan perspektif dan membangun kesadaran sejarah, dan
- b. Kemampuan untuk melakukan aktivitas yang menggunakan pendekatan ilmiah seperti problem solving, inkuiri, dan berpikir kritis untuk menggali, membangun, dan menjeneralisasi konsep dan peristiwa sejarah.

Berdasarkan hal itu, nilai hasil belajar yang dicantumkan dalam Rapor juga mencakup aspek:

- a. Penguasaan Konsep,
- b. Kinerja Ilmiah.

Untuk kepentingan pembelajaran dan penilaian, analisis terhadap seluruh INDIKATOR diperlukan untuk menentukan indikator-indikator yang termasuk ke dalam masing-masing aspek. Hasil belajar yang dicantumkan dalam Rapor merupakan keputusan akhir yang menyimpulkan pencapaian pada setiap aspek.

9. Geografi

INDIKATOR yang terdapat dalam Standar Kompetensi mata pelajaran Geografi dikelompokkan menjadi aspek:

- a. Kemampuan untuk mengembangkan pengetahuan geografi dan menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan dan sumber daya, dan
- b. Kemampuan untuk melakukan aktivitas yang menggunakan pendekatan ilmiah seperti problem solving, inkuiri, dan berpikir kritis untuk menggali, membangun, dan menjeneralisasi konsep geografi serta lingkungan dan sumber daya.

Berdasarkan hal itu, nilai hasil belajar yang dicantumkan dalam Rapor juga mencakup aspek:

- a. Penguasaan Konsep,
- b. Kinerja Ilmiah.

Untuk kepentingan pembelajaran dan penilaian, analisis terhadap seluruh INDIKATOR diperlukan untuk menentukan indikator-indikator yang termasuk ke dalam masing-masing aspek. Hasil belajar yang dicantumkan dalam Rapor merupakan keputusan akhir yang menyimpulkan pencapaian pada setiap aspek.

10. Ekonomi

Indikator yang terdapat dalam Standar Kompetensi mata pelajaran Ekonomi dikelompokkan menjadi aspek:

- a. Kemampuan untuk mengembangkan konsep dan memahami peristiwa ekonomi, dan
- b. Kemampuan untuk melakukan aktivitas yang menggunakan pendekatan ilmiah seperti problem solving, inkuiri, dan berpikir kritis untuk menggali, membangun, dan menjeneralisasi konsep dan peristiwa ekonomi.

Berdasarkan hal itu, nilai hasil belajar yang dicantumkan dalam Rapor juga mencakup aspek:

- a. Penguasaan Konsep,
- b. Kinerja Ilmiah.

Untuk kepentingan pembelajaran dan penilaian, analisis terhadap seluruh INDIKATOR diperlukan untuk menentukan indikator-indikator yang termasuk ke dalam masing-masing aspek. Hasil belajar yang dicantumkan dalam Rapor merupakan keputusan akhir yang menyimpulkan pencapaian pada setiap aspek.

11. Sosiologi/Antropologi

INDIKATOR yang terdapat dalam Standar Kompetensi mata pelajaran Sosiologi/Antropologi dikelompokkan menjadi aspek:

- a. Kemampuan untuk mengembangkan konsep dan memahami potensi-potensi manusia dalam mengambil dan mengungkapkan status dan perannya dalam kehidupan sosial dan budaya yang terus mengalami perubahan, dan
- b. Kemampuan untuk melakukan aktivitas yang menggunakan pendekatan ilmiah seperti problem solving, inkuiri, dan berpikir kritis untuk menggali, membangun, dan menjeneralisasi konsep kehidupan sosial.

Berdasarkan hal itu, nilai hasil belajar yang dicantumkan dalam Rapor juga mencakup aspek:

- a. Penguasaan Konsep,
- b. Kinerja Ilmiah.

Untuk kepentingan pembelajaran dan penilaian, analisis terhadap seluruh indikator diperlukan untuk menentukan indikator-indikator yang termasuk ke dalam masing-masing aspek. Hasil belajar yang dicantumkan dalam Rapor merupakan keputusan akhir yang menyimpulkan pencapaian pada setiap aspek.

12. Fisika

Standar Kompetensi Mata Pelajaran Fisika dikelompokkan dalam:

- a. Pemahaman Konsep dan Penerapannya
- b. Kerja Ilmiah

Sedangkan aspek penilaiannya dikelompokkan menjadi:

- c. Pemahaman dan Penerapan konsep
- d. Kinerja Ilmiah

Alasan:

- a. Pemahaman dan Penerapan Konsep mencakup semua sub ranah dalam ranah kognitif
- b. Kinerja Ilmiah mencerminkan semua aktivitas Sains yang melatih dan mengembangkan baik keterampilan sains dan sikap ilmiah.

Untuk memasukkan nilai pada rapor, semua nilai Pemahaman dan penerapan konsep yang mencakup semua sub ranah kognitif dimasukkan ke dalam aspek **Pemahaman dan Penerapan Konsep**, sedangkan semua nilai yang berhubungan dengan aktifitas sains yang melatih dan mengembangkan keterampilan sains dan Sikap Ilmiah, dimasukkan ke dalam aspek **Kinerja Ilmiah**.

13. Kimia

Standar Kompetensi Mata Pelajaran Kimia dikelompokkan dalam:

- a. Pemahaman konsep dan Penerapannya
- b. Kerja Ilmiah

Sedangkan aspek penilaiannya dikelompokkan menjadi:

- a. Pemahaman dan penerapan konsep
- b. Kinerja Ilmiah

Alasan:

- a. Pemahaman dan Penerapan Konsep Kimia mencakup semua sub ranah dalam ranah kognitif
- b. Kinerja Ilmiah mencerminkan semua aktivitas Kimia yang melatih dan mengembangkan baik keterampilan Kimia dan sikap ilmiah

Untuk memasukkan nilai pada rapor, semua nilai Pemahaman dan penerapan konsep yang mencakup semua sub ranah kognitif dimasukkan ke dalam aspek **Pemahaman dan Penerapan Konsep**, sedangkan semua nilai yang berhubungan dengan aktifitas sains yang melatih dan mengembangkan keterampilan sains dan Sikap Ilmiah, dimasukkan ke dalam aspek **Kinerja Ilmiah**.

14. Biologi

Standar Kompetensi Mata Pelajaran Biologi dikelompokkan dalam:

- a. Pemahaman konsep dan Penerapannya
- b. Kerja Ilmiah

Sedangkan aspek penilaian dikelompokkan menjadi:

- a. Pemahaman dan penerapan konsep

b. Kinerja Ilmiah

Alasan:

- a. Pemahaman dan Penerapan Konsep Biologi mencakup semua sub ranah dalam ranah kognitif
- b. Kinerja Ilmiah mencerminkan semua aktivitas sains yang melatih dan mengembangkan baik keterampilan sains dan sikap ilmiah

Untuk memasukkan nilai pada rapor, semua nilai Pemahaman dan penerapan konsep yang mencakup semua sub ranah kognitif dimasukkan ke dalam aspek **Pemahaman dan Penerapan Konsep**, sedangkan semua nilai yang berhubungan dengan aktifitas sains yang melatih dan mengembangkan keterampilan sains dan Sikap Ilmiah, dimasukkan ke dalam aspek **Kinerja Ilmiah**.

15. Teknologi Informasi dan Komunikasi

Standar kompetensi untuk mata pelajaran Teknologi Informatika dan Komunikasi dikelompokkan dalam:

- a. Pemahaman Konsep, Pengetahuan, dan Operasi Dasar,
- b. Pengolahan Informasi untuk Produktivitas, dan
- c. Pemecahan masalah, eksplorasi, dan komunikasi.

Aspek penilaian dalam rapor adalah:

- a. Etika Pemanfaatan dan Pemahaman Komponen/ Perangkat,
- b. Pengolahan dan Pemanfaatan Informasi, dan
- c. Tugas Proyek

Dengan demikian, semua nilai yang berkaitan dengan Pemahaman Konsep, Pengetahuan, dan Operasi Dasar, dimasukkan ke dalam aspek penilaian **Etika Pemanfaatan dan Pemahaman Komponen/ Perangkat**. Nilai Pengolahan Informasi untuk Produktivitas, dimasukan ke dalam aspek penilaian **Pengolahan dan Pemanfaatan Informasi**, Nilai Pemecahan masalah, eksplorasi, dan komunikasi dimasukkan ke dalam aspek penilaian **Tugas Proyek**.

16. Keterampilan

Standar Kompetensi mata pelajaran Keterampilan dikelompokkan dalam:

- a. menciptakan dan mengkomunikasikan produk kerajinan, dan
- b. menciptakan dan mengkomunikasikan produk teknologi.

Aspek penilaiannya dalam rapor adalah:

- a. Kreasi Produk Kerajinan,
- b. Kreasi Produk Teknologi

Dengan demikian, semua nilai yang diperoleh dari kreasi tangan yang menggunakan bahan dengan tehnik tertentu atau tehnik campuran dimasukkan ke dalam nilai Kreasi Produk Kerajinan. Sedangkan, semua nilai yang diperoleh dari kreasi dengan bantuan peralatan teknologi (seperti pada pembuatan dan pengawetan makanan, serta Teknologi Tanaman, Tehnik Cetak Foto, dan Tehnik Listrik) dimasukkan dalam nilai Kreasi Produk Teknologi. Perlu diingat, nilai kreasi juga termasuk nilai apresiasi dan etika kerja.

17. Bahasa Asing

Bahasa Asing merupakan mata pelajaran pilihan. Siswa dapat memilih salah satu dari Bahasa Asing yang disediakan oleh sekolah. Standar Kompetensi Mata Pelajaran Bahasa Asing SMU dikelompokkan dalam aspek:

- a. Mendengarkan,
- b. Berbicara,
- c. Membaca dan

d. Menulis.

Aspek Penilaiannya juga dikelompokkan dalam aspek:

- a. Mendengarkan,
- b. Berbicara,
- c. Membaca dan
- d. Menulis.

Sehingga ketika akan memasukkan nilai dalam rapor , nilai dari masing-masing aspek dalam Standar Kompetensi disimpulkan kemudian dimasukkan sesuai dengan aspek dalam penilaian

D. MEKANISME PENENTUAN NAIK KELAS DAN TINGGAL KELAS

1. Kenaikan kelas dilaksanakan pada setiap akhir tahun
2. Siswa dinyatakan **naik kelas**, apabila yang bersangkutan telah mencapai kriteria ketuntasan minimal pada semua indikator, hasil belajar (HB), kompetensi dasar (KD), dan standar kompetensi (SK) pada semua mata pelajaran.
3. Siswa dinyatakan harus **mengulang di kelas yang sama** bila, a) memperoleh nilai kurang dari kategori baik pada kelompok mata pelajaran agama dan akhlak mulia b) Jika peserta didik tidak menuntaskan KD dan SK lebih dari 3 mata pelajaran untuk semua kelompok mata pelajaran sampai pada batas akhir tahun ajaran, dan c) Jika karena alasan yang kuat, misal karena gangguan kesehatan fisik, emosi atau mental sehingga tidak mungkin berhasil dibantu mencapai kompetensi yang ditargetkan.
4. Ketika mengulang di kelas yang sama, nilai siswa untuk **semua** indikator, KD, dan SK yang ketuntasan belajar minimumnya sudah dicapai, minimal sama dengan yang dicapai pada tahun sebelumnya.

Lampiran 2

Model Rapor SMA

Nama Sekolah : Kelas : X
 Alamat : Semester Ke : 1 (satu)
 Nama Siswa : Tahun Pelajaran : 2006/2007
 Nomor Induk :

No.	Mata Pelajaran	Aspek Penilaian	Nilai		Catatan Guru
			Angka	Huruf	
1.	Pendidikan Agama	Penguasaan konsep dan nilai-nilai			
		Penerapan			
2.	Pendidikan Kewarganegaraan	Penguasaan konsep dan nilai-nilai			
		Penerapan			
3.	Bahasa Indonesia	Mendengarkan			
		Berbicara			
		Membaca			
		Menulis			
		Apresiasi Sastra			

No.	Mata Pelajaran	Aspek Penilaian	Nilai		Catatan Guru
			Angka	Huruf	
4.	Bahasa Inggris	Mendengarkan			
		Berbicara			
		Membaca			
		Menulis			
5.	Matematika	Pemahaman konsep			
		Penalaran dan Komunikasi			
		Pemecahan Masalah			
6.	Fisika	Pemahaman dan penerapan Konsep			
		Kinerja Ilmiah			
7.	Kimia	Pemahaman dan penerapan Konsep			
		Kinerja Ilmiah			
8.	Biologi	Pemahaman dan penerapan Konsep			
		Kinerja Ilmiah			
9.	Sejarah	Penguasaan Konsep			
		Kinerja Ilmiah			
10.	Geografi	Penguasaan Konsep			
		Kinerja Ilmiah			
11.	Ekonomi	Penguasaan Konsep			
		Kinerja Ilmiah			
12.	Sosiologi	Penguasaan Konsep			
		Kinerja Ilmiah			
13.	Seni Budaya	Apresiasi			
		Kreasi			
14.	Pendidikan Jasmani, Olahraga dan Kesehatan	Kemampuan Gerak Dasar			
		Keterampilan cabang olah raga			
		Kebugaran dan Kesehatan			
		Pilihan: Akuatik/Pend.Luar Sekolah			
15.	Teknologi Informasi dan Komunikasi	Etika Pemanfaatan			
		Pengolahan dan Pemanfaatan Informasi			
		Tugas Proyek			

Pengembangan Asesment Proses dan Hasil Belajar

No.	Mata Pelajaran	Aspek Penilaian	Nilai		Catatan Guru
			Angka	Huruf	
16.	Pilihan: a. Keterampilan	Kreasi Produk Kerajinan			
		Kreasi Produk Teknologi			
	b. Bahasa Asing	Mendengarkan			
		Berbicara			
		Membaca			
		Menulis			
17	Muatan Lokal				

PENGEMBANGAN DIRI

.....

.....

.....

.....

.....

Ketidakhadiran	Hari
1. Sakit	
2. Izin	
3. Tanpa Keterangan	

Mengetahui
Orang Tua/Wali

Diberikan di: Jakarta
Tanggal : 4 Januari 2006
Wali Kelas

(.....)

Model Rapor SMA

Nama Sekolah : Kelas : X
 Alamat : Semester Ke : 2 (dua)
 Nama Sisw : Tahun Pelajaran : 2006/2007
 Nomor Induk :

No.	Mata Pelajaran	Aspek Penilaian	Nilai		Catatan Guru
			Angka	Huruf	
1.	Pendidikan Agama	Penguasaan konsep dan nilai-nilai			
		Penerapan			
2.	Pendidikan Kewarganegaraan	Penguasaan konsep dan nilai-nilai			
		Penerapan			

No.	Mata Pelajaran	Aspek Penilaian	Nilai		Catatan Guru
			Angka	Huruf	
3.	Bahasa Indonesia	Mendengarkan			
		Berbicara			
		Membaca			
		Menulis			
		Apresiasi Sastra			
4.	Bahasa Inggris	Mendengarkan			
		Berbicara			
		Membaca			
		Menulis			
5.	Matematika	Pemahaman konsep			
		Penalaran dan Komunikasi			
		Pemecahan Masalah			
6.	Fisika	Pemahaman dan penerapan Konsep			
		Kinerja Ilmiah			
7.	Kimia	Pemahaman dan penerapan Konsep			
		Kinerja Ilmiah			
8.	Biologi	Pemahaman dan penerapan Konsep			
		Kinerja Ilmiah			
9.	Sejarah	Penguasaan Konsep			
		Kinerja Ilmiah			
10.	Geografi	Penguasaan Konsep			
		Kinerja Ilmiah			
11.	Ekonomi	Penguasaan Konsep			
		Kinerja Ilmiah			
12.	Sosiologi	Penguasaan Konsep			
		Kinerja Ilmiah			
13.	Seni dan Budaya	Apresiasi			
		Kreasi			
14.	Pendidikan Jasmani,	Kemampuan Gerak Dasar			

Pengembangan Asesment Proses dan Hasil Belajar

No.	Mata Pelajaran	Aspek Penilaian	Nilai		Catatan Guru
			Angka	Huruf	
	Olahraga dan Kesehatan	Keterampilan cabang olah raga			
		Kebugaran dan Kesehatan			
		Pilihan: Akuatik/Pend.Luar Sekolah			
15.	Teknologi Informasi dan Komunikasi	Etika Pemanfaatan			
		Pengolahan dan Pemanfaatan Informasi			
		Tugas Proyek			
16.	Pilihan: a. Keterampilan	Kreasi Produk Kerajinan			
		Kreasi Produk Teknologi			
	b. Bahasa Asing	Mendengarkan			
		Berbicara			
		Membaca			
		Menulis			
17	Muatan Lokal				

PENGEMBANGAN DIRI

.....

.....

.....

.....

Ketidakhadiran	Hari
1. Sakit	
2. Izin	
3. Tanpa Keterangan	

Mengetahui
Orang Tua/Wali

(.....)

Wali Kelas

(.....)

Keputusan:
Berdasarkan hasil yang dicapai pada semester 1 dan 2, maka siswa ini ditetapkan:
Naik ke kelas(.....)
Tinggal di kelas(.....)
Jakarta, Juli 2007
Kepala Sekolah

(.....)

DAFTAR PUSTAKA

- Forster, Margaret, dan Masters, G. (1996). *Portfolios Assessment Resource Kit*. Camberwell, Melbourne: The Australian Council for Educational Research Ltd.
- Forster, Margaret, dan Masters, G. (1996). *Project Assessment Resource Kit*. Camberwell, Melbourne: The Australian Council for Educational Research Ltd.
- Forster, Margaret, dan Masters, G. (1998). *Product Assessment Resource Kit*. Camberwell, Melbourne: The Australian Council for Educational Research Ltd.
- Forster, Margaret, dan Masters, G. (1996). *Performance Assessment Resource Kit*. Camberwell, Melbourne: The Australian Council for Educational Research Ltd.
- Forster, Margaret, dan Masters, G. (1999). *Paper and Pen Assessment Resource Kit*. Camberwell, Melbourne: The Australian Council for Educational Research Ltd.
- Gronlund, E. Norman. (1982). *Constructing Achievement Tests*. London: Prentice Hall.
- Hill, B.C., dan Ruptic, C.A. (1994). *Practical Aspects of Authentic Assessment: Putting the Pieces Together*. Norwood: Christopher-Gordon Publishers, Inc.
- Linn, R.L., dan Gronlund, N.E. (1995). *Measurement and Assessment in Teaching*. New Jersey: Prentice Hall.
- Popham, W.J. (1995) *Classroom Assessment, What Teachers Need to Know*. Boston: Allyn & Bacon.

**BAHAN PENDIDIKAN DAN LATIHAN PROFESI GURU
SERTIFIKASI GURU RAYON 11 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**TEKNIK ELEKTRONIKA
SMK**

Buku B 2.3

**PENGEMBANGAN MEDIA
PEMBELAJARAN**

Herman Dwi Surjono, Ph.D.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2010**

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN

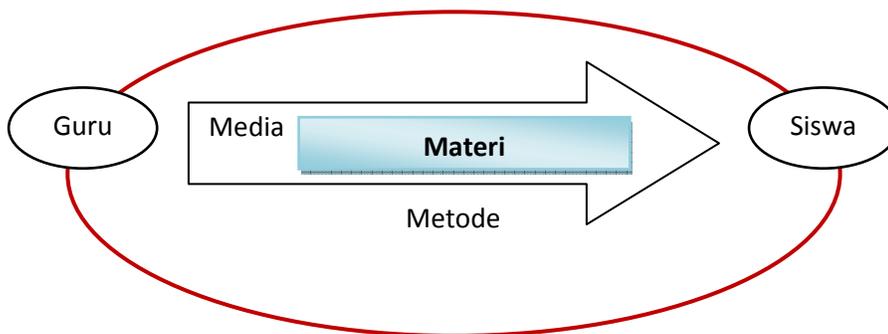
A. Pendahuluan

Proses belajar mengajar umumnya melibatkan beberapa aspek seperti guru, siswa, materi, metode dan media. Guru memberikan materi pelajaran kepada siswa menggunakan metode dan media tertentu. Metode merupakan cara bagaimana suatu materi pelajaran disampaikan kepada siswa sedangkan media adalah alat bantu. Metode dan media perlu dipilih yang sesuai sehingga materi pelajaran dapat secara efektif diterima dan dimengerti oleh siswa. Pemilihan media yang tepat terutama tergantung pada materi dan siswa sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai. Disamping itu perlu dipertimbangkan faktor ketersediaan media, kemudahan pemakaian, dan penguasaan guru.

Demikian pula dalam pengembangan media pembelajaran, beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain materi yang akan disampaikan dan siswa yang menjadi target pembelajaran. Beberapa faktor lain yang turut dipertimbangkan dalam pengembangan media pembelajaran antara lain: kemampuan guru, ketersediaan sumber daya, kemudahan, kepraktisan, biaya, dan waktu.

B. Landasan Media Pembelajaran

Belajar merupakan proses pengembangan pengetahuan, keterampilan dan sikap baru ketika seseorang berinteraksi dengan informasi dan lingkungan. Dalam proses belajar di kelas dimana informasi yang berupa materi pelajaran dan lingkungan sudah tertentu, maka hubungan antara berbagai aspek yang terlibat dapat diilustrasikan dalam gambar berikut.



Dalam gambar tersebut, media dapat dipandang sebagai saluran komunikasi antara guru dan siswa dalam proses penyampaian materi pelajaran. Dengan bantuan media tersebut, materi pelajaran dapat disampaikan oleh guru kepada siswa. Beberapa contoh media yang umum dipakai dalam proses belajar mengajar adalah papan tulis dan kapur, bahan tercetak (buku, jobsheet, handout), radio, televisi, video, program komputer (CAI, WBI), dll.

Pemilihan media pembelajaran tidak bisa terlepas dari pengalaman belajar yang diharapkan dari siswa dalam mengikuti proses belajar mengajar. Hubungan antara pengalaman belajar dengan tingkat abstraksi materi pelajaran dapat dilihat dalam diagram berikut

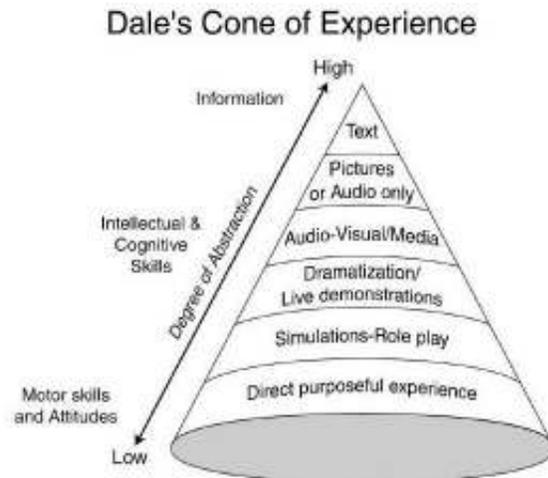


Diagram yang dikembangkan oleh Edgar Dale (1969) yang dikenal dengan “Dale’s Cone of Experience” tersebut menggambarkan hubungan antara pengalaman belajar dengan tingkat abstraksi suatu materi pelajaran. Pada bagian bawah kerucut tersebut terlihat bahwa untuk mengajarkan keterampilan atau sikap pada siswa yang paling tepat adalah menggunakan pengalaman atau kerja langsung.

Media berperan menambah tingkat realitas pengalaman belajar sehingga siswa dapat mengingat materi pelajaran lebih lama. Pengalaman belajar pada bagian bawah kerucut cenderung membuat siswa mengingat materi pelajaran lebih lama dan melibatkan partisipasi aktif dari siswa. Media pada bagian puncak kerucut dianggap lebih pasif tetapi lebih cocok untuk menyampaikan materi pelajaran dalam jumlah besar dan cepat. Mana yang terbaik tentunya tergantung dari tujuan (materi) dan keadaan (siswa yang menjadi target).

C. Media dalam Aktivitas Pembelajaran

Media dapat digunakan untuk mendukung salah satu atau beberapa aktivitas pembelajaran sebagai berikut.

- Menarik perhatian. Animasi di layar, pertanyaan di papan tulis, poster di dinding, film, music, dll dimaksudkan untuk menarik perhatian siswa dalam mempelajari suatu materi pelajaran.
- Mengulang prasyarat. Media dapat digunakan untuk mengulang dan mengingat kembali apa yang telah dipelajari siswa pada pertemuan sebelumnya, sehingga materi baru dapat ditambahkan.
- Menyajikan tujuan. Media dapat dipakai untuk menyajikan tujuan pembelajaran sehingga selalu mejadi fokus siswa.
- Menyajikan materi baru. Media tidak saja dapat membantu siswa mengingat materi baru, tetapi dapat juga sebagai media penyaji materi baru itu sendiri.
- Memberi contoh dan visualisasi. Salah satu keuntungan penggunaan media adalah kemampuan menghadirkan dunia ke dalam kelas manakala siswa tidak memungkinkan ke dunia tersebut.
- Mendapatkan respon siswa. Media dapat digunakan untuk memberikan pertanyaan dan mengajak siswa untuk aktif dalam memberikan respon.
- Memberikan umpan balik. Media juga dapat memfasilitasi siswa dalam memberikan umpan balik
- Meningkatkan memory siswa. Media membantu meningkatkan tingkat realitas materi-materi yang sulit, sehingga materi lebih mudah diingat.
- Menilai performansi. Media sangat cocok dipakai untuk memberikan soal-soal ujian untuk mengetahui kemampuan siswa.

D. Macam-macam Media Pembelajaran

Macam-macam media pembelajaran adalah sebagai berikut:

- Benda nyata dan model
- Teks tercetak (buku, majalah, handout, lembar kerja)
- Visual tercetak (gambar, foto, lukisan, poster, charts, graphs)
- Papan display (papan tulis, papan putih, papan flannel, papan bulletin, papan flipchart)
- Interactive whiteboards
- Interactive writepad
- Transparansi
- Slides dan filmstrips
- Audio (tape, disc, radio)
- Video dan film (tape, disc)
- Televisi (live)
- Program komputer (CAI, CD pembelajaran interaktif)
- Web (WBI, e-learning, blog, website, video streaming, video conference)

E. Penggunaan dan Pengembangan Media Pembelajaran

1. Papan tulis/papan putih

Papan tulis atau papan putih adalah media yang paling sering digunakan dalam kegiatan belajar mengajar. Media ini sangat cocok bila dipakai untuk:

- menuliskan informasi penting dan ide-ide yang berkembang pada saat proses belajar mengajar berlangsung.
- menuliskan tujuan pembelajaran sebelum pelajaran dimulai, menuliskan tugas-tugas dan kapan tugas harus dikumpulkan.
- menuliskan problem yang perlu dipikirkan selama kegiatan belajar.
- menyajikan gambar, grafik, teks, rumus, dll.

Beberapa tip dalam menggunakan papan tulis atau papan putih:

- Bersihkan papan tulis/putih sebelum pelajaran dimulai dan ketika pelajaran selesai.
- Gunakan kapur atau spidol berwarna untuk memberi penekanan pada materi yang penting.
- Menulishlah dengan rapi menggunakan huruf dan ukuran yang mudah dibaca siswa serta secara urut. Pastikan tulisan bisa dibaca dari belakang.
- Berikan waktu yang cukup pada siswa untuk mencatat sebelum tulisan dihapus.
- Jangan berbicara menghadap ke papan tulis/putih.

2. Visual

Hampir semua materi pembelajaran di kelas berorientasi pada visual. Umumnya para siswa belajar dari apa yang mereka dengar sebesar 20 % dan belajar dari apa yang mereka lihat sebesar 80% (Heinich, 1993). Fungsi utama visual dalam pembelajaran adalah sebagai referensi kongkrit dari symbol yang diwakili. Misalnya, seseorang belum tahu bentuk rumah joglo, namun dengan melihat gambarnya orang akan bisa membayangkan dengan cepat bagaimana bentuknya. Visual dapat digolongkan dalam 3 kategori, yakni:

- Realistic
- Analogik
- Organisasional

Visual realistik adalah gambar-gambar yang menunjukkan benda sesungguhnya. Visual analogik menggambarkan konsep suatu topik dengan menunjukkan sesuatu yang lain yang mempunyai kesamaan. Misalnya menggambarkan orbit elektron dengan menunjukan gambar berupa lintasan yang berlapis-lapis. Visual organisasional berupa visualisasi grafik, charts, flowchart, skema, peta, dll.

Siswa dapat belajar dari visual dalam dua cara. Pertama, mereka harus mampu “membaca” visual dengan akurat, memahami elemen-elemen visual, dan menginterpretasikan. Kemampuan ini disebut sebagai kemampuan decoding. Kedua, mereka harus mampu

menciptakan visual sebagai alat berkomunikasi secara efektif dengan orang lain dan mampu mengekspresikannya melalui visual. Kemampuan ini disebut sebagai encoding.

3. **Transparansi**

Transparansi adalah bahan tembus cahaya berukuran kertas kuarto atau folio yang berisi materi pelajaran dan diproyeksikan ke layar atau tembok kosong menggunakan OHP (Overhead Projector) sehingga semua siswa di kelas dapat melihatnya. Materi dalam transparansi bisa ditulis tangan menggunakan spidol permanen atau dicetak langsung dengan printer menggunakan program Powerpoint atau bahkan bisa pula difotokopi. Beberapa keuntungan menggunakan transparansi antara lain;

- Guru dapat menghadap ke siswa saat menjelaskan dengan OHP
- Mudah pengoperasian
- ON-OFF untuk fokus perhatian
- Material mudah dimanipulasi
- Urutan materi bisa dimodifikasi dan bisa dilompati
- Ruang tidak perlu gelap
- Biaya produksi relatif murah
- Dapat menggunakan “a cheat sheet” dengan mudah
- Dapat digunakan berulang-ulang
- Materi bisa dipersiapkan sebelumnya

Beberapa tip dalam pembuatan transparansi

- Format horisontal
- Ide visual
- Konsep tunggal
- Tulisan minimal (rule 6x6)
- Keyword/judul
- Keterbacaan

Beberapa tip dalam menggunakan OHP

- Presentasikan transparansi sambil menghadap audience
- Jangan menunjuk ke layar
- Gunakan alat bantu untuk menunjuk
- Gunakan ON-OFF untuk memfokuskan perhatian
- Buka tahap demi tahap
- Bila memerlukan catatan, gunakan frame

4. **Program Komputer**

Saat ini komputer sebagai alat bantu (media) pembelajaran mulai banyak digunakan. Para guru mulai terbiasa menggunakan komputer dan merasakan kebutuhan untuk mengembangkan program-program pembelajaran berbasis komputer. Beberapa keuntungan menggunakan komputer sebagai media pembelajaran antara lain:

- Interaktif
- Umpan balik segera
- Adaptif, percabangan
- Dinamis, animasi, multimedia
- Memotivasi siswa
- Menyimpan record siswa
- Konsisten, stabil, sabar

Namun komputer sebagai media pembelajaran juga mempunyai keterbatasan, yakni antara lain:

- Perangkat keras dan perangkat lunak mahal
- Proses pengembangan butuh waktu lama dan biaya banyak
- Tidak semua materi cocok untuk dibuat program pembelajaran

Media pembelajaran yang dibuat dengan program komputer dapat diklasifikasikan menjadi:

- Program pembelajaran berbasis komputer, misalnya: CAI, CAL, CBL, CBT, dll
- Program pembelajaran berbasis web, misalnya: WBI, blog, e-learning, dll

Metode penyampaian materi pelajaran dalam program pembelajaran berbasis komputer antara lain:

- Tutorial
- Drill and practice
- Simulasi
- Permainan
- Problem solving
- dll

Pengembangan program pembelajaran berbasis komputer dapat dilakukan dengan berbagai alat, antara lain:

- a. Bahasa pemrograman, misalnya: Pascal, C, Java, dll.
- b. Multimedia/Hypermedia tools, misalnya: html, javascript, flash, dll.
- c. Authoring tools: ToolBook, Authorware, dll.

Program yang sering dipakai untuk mengembangkan CAI adalah Macromedia Authorware. Authorware adalah authoring tool yang berbasis icon yang memungkinkan kita dapat mengembangkan berbagai aplikasi multimedia interaktif.

Pengembangan program pembelajaran berbasis web dapat dilakukan dengan berbagai alat, antara lain:

- a. Web programming: html, javascript, php, mysql, dll.
- b. Authoring tools: ToolBook, Authorware, dll
- c. Authoring systems: LMS, CMS, LCMS, dll

Program yang sering dipakai untuk mengembangkan e-learning adalah LMS. LMS (learning management system) adalah perangkat untuk membuat materi perkuliahan on-line (berbasis web), mengelola kegiatan pembelajaran serta hasil-hasilnya, memfasilitasi interaksi, komunikasi, kerjasama antar dosen dan mahasiswa.

5. Kesimpulan

- Peranan media sangat penting dalam kegiatan belajar mengajar karena melalui media inilah materi pelajaran dapat disampaikan kepada siswa.
- Pemilihan media terutama tergantung pada materi pelajaran dan siswa yang menjadi target sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai. Disamping itu perlu dipertimbangkan faktor ketersediaan media, kemudahan pemakaian, dan penguasaan guru.

6. Sumber Pustaka

Heinich, Molenda, Russel. (1993). *Instructional Media and the New Technologies of Instruction*. New York: Macmillan Publishing Co.

**BAHAN PENDIDIKAN DAN LATIHAN PROFESI GURU
SERTIFIKASI GURU RAYON 11 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**TEKNIK ELEKTRONIKA
SMK**

Buku B 2.4

**PENGEMBANGAN
RENCANA PELAKSANAAN
PEMBELAJARAN
(R P P)**

**Pramudi Utomo, M.Si.
Masduki Zakaria, M.T.**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2010**

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional Bab IV Pasal 10 menyatakan bahwa Pemerintah dan Pemerintah Daerah berhak mengarahkan, membimbing, dan mengawasi penyelenggaraan pendidikan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Selanjutnya, Pasal 11 Ayat (1) juga menyatakan bahwa Pemerintah dan Pemerintah Daerah wajib memberikan layanan dan kemudahan, serta menjamin terselenggaranya pendidikan yang bermutu bagi setiap warga negara tanpa diskriminasi. Dengan lahirnya Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah, wewenang Pemerintah Daerah dalam penyelenggaraan pendidikan di daerah menjadi semakin besar. Lahirnya kedua undang-undang tersebut menandai sistem baru dalam penyelenggaraan pendidikan dari sistem yang cenderung sentralistik menjadi lebih desentralistik.

Kurikulum sebagai salah satu substansi pendidikan perlu didesentralisasikan terutama dalam pengembangan silabus dan pelaksanaannya yang disesuaikan dengan tuntutan kebutuhan siswa, keadaan sekolah, dan kondisi sekolah atau daerah. Dengan demikian, sekolah atau daerah memiliki cukup kewenangan untuk merancang dan menentukan materi ajar, kegiatan pembelajaran, dan penilaian hasil pembelajaran.

Untuk itu, banyak hal yang perlu dipersiapkan oleh daerah karena sebagian besar kebijakan yang berkaitan dengan implementasi Standar Nasional Pendidikan dilaksanakan oleh sekolah atau daerah. Sekolah harus menyusun kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP) atau silabusnya dengan cara melakukan penjabaran dan penyesuaian Standar Isi dan Standar Kompetensi Lulusan yang ditetapkan dengan Permendiknas No. 23 Tahun 2006.

Di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 19 tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan dijelaskan:

- Kurikulum dan silabus SD/MI/SDLB/Paket A, atau bentuk lain yang sederajat menekankan pentingnya kemampuan dan kegemaran membaca dan menulis, kecakapan berhitung serta kemampuan berkomunikasi (Pasal 6 Ayat 6)
- Sekolah dan komite sekolah, atau madrasah dan komite madrasah, mengembangkan kurikulum tingkat satuan pendidikan dan silabusnya berdasarkan kerangka dasar kurikulum dan standar kompetensi lulusan di bawah supervisi Dinas Pendidikan Kabupaten/Kota yang bertanggung jawab terhadap pendidikan untuk SD, SMP, SMA, dan SMK, serta Departemen yang menangani urusan pemerintahan di bidang agama untuk MI, MTs, MA, dan MAK (Pasal 17 Ayat 2)
- Perencanaan proses pembelajaran meliputi silabus dan rencana pelaksanaan pembelajaran yang memuat sekurang-kurangnya tujuan pembelajaran, materi ajar, metode pembelajaran, sumber belajar, dan penilaian hasil belajar (Pasal 20)

Berdasarkan ketentuan di atas, daerah atau sekolah memiliki ruang gerak yang seluas-luasnya untuk melakukan modifikasi dan mengembangkan variasi-variasi penyelenggaraan pendidikan sesuai dengan keadaan, potensi, dan kebutuhan daerah, serta kondisi siswa. Untuk keperluan di atas, perlu adanya panduan pengembangan silabus untuk setiap mata pelajaran, agar daerah atau sekolah tidak mengalami kesulitan.

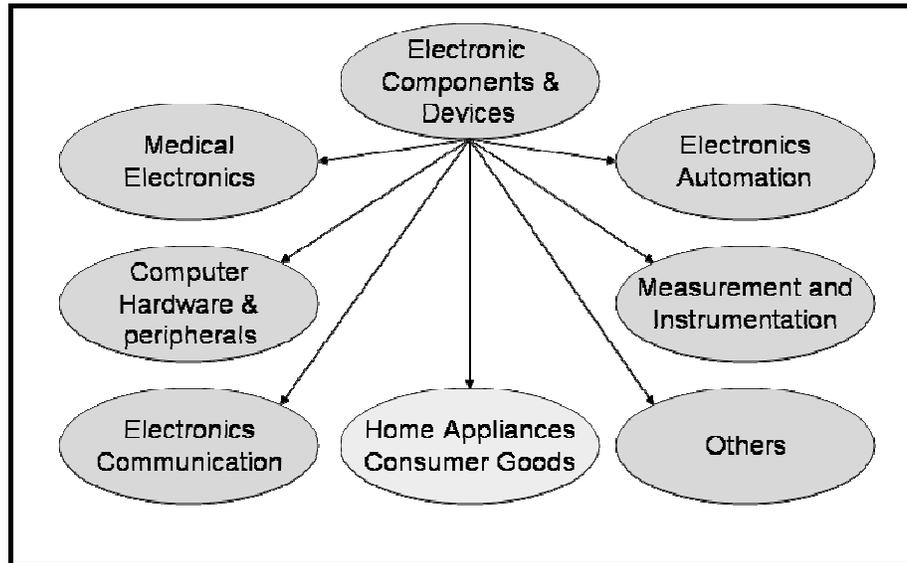
B. Karakteristik Bidang Keahlian Teknik Elektronika

1. Penjelasan Umum Elektronika Manufaktur

Elektronika manufaktur ditinjau dari aplikasi end product nya secara umum dapat di ilustrasikan pada gambar 1. Elektronika manufaktur meliputi manufaktur komponen dan piranti elektronika, peralatan elektronika kedokteran, peralatan elektronika otomatisasi, peralatan pengukuran dan instrumentasi, peralatan elektronika komunikasi, peralatan computer dan peripheralnya, peralatan home appliances dan consumer good, serta aplikasi-aplikasi lainnya.

Core technology yang mendasari ketahanan dari semua industri manufaktur elektronika adalah industri dengan kemampuan mendesain dan memanufaktur komponen dan piranti elektronika

(electronic component and devices). Tanpa penguasaan core technology ini semua industri manufaktur elektronika akan tergantung pada negara lain. Core technology lainnya adalah kemampuan untuk mendesain sendiri end-produk yang akan diproduksi. Industri manufaktur elektronika yang ada di Indonesia saat ini tidaklah didasari penguasaan teknologi ini sehingga hanya bisa memproduksi secara masal suatu desain teknologi dari negara lain atau lisensi dari negara lain dengan mesin industri yang diimpor dari negara lain. Hal ini mengakibatkan kebutuhan tenaga kerja di bidang elektronika manufaktur hanya di level operator saja, dengan kemampuan yang cukup untuk dapat mengoperasikan mesin-mesin industri yang ada pada production line.



Gambar 1. Ilustrasi umum bidang keahlian Manufaktur Elektronika

Pada dokumen standarisasi kompetensi bidang manufaktur elektronika ini dibatasi pada pembahasan khusus pada bidang aplikasi Home Appliances dan Consumer Goods yang meliputi produk-produk system audio (Radio, kaset tape dan sound system), system video (TV), dan home appliance (kulkas, air condition dan mesin cuci)

Di bidang aplikasi home appliance dan consumer good, industri manufaktur elektronika di Indonesia sebagian besar adalah industri perakitan yang merupakan akibat dari penanaman modal asing dari produk-produk ber-merk global. Bisa dikatakan bahwa hanya bagian produksinya saja yang ada di Indonesia, sedangkan proses desain dan penelitian dasarnya masih berada di negara asalnya. Melihat kenyataan ini, bisa dibayangkan jenis dan level kompetensi apa yang diperlukan oleh dunia industri elektronika manufaktur di negara tercinta ini, yang hanya memerlukan tenaga-tenaga untuk proses produksi saja, bukan untuk meneliti dari awal dan kemudian merancang sesuatu sesuai kreativitas masing-masing.

Beberapa yang melakukan perancangan dan produksi sendiri yaitu manufaktur yang memiliki merk dagang sendiri atau beberapa divisi produksi dari merk global yang diberi keleluasaan mengembangkan jenis produk yang sederhana. Pada perusahaan manufaktur seperti ini jenis kompetensi atau jenis pekerjaannya lebih beragam dengan level yang lebih tinggi tingkat kesulitannya.

Berpijak pada kenyataan yang ada di pabrik, dokumen ini disusun untuk memberikan gambaran tentang peta ketenaga kerjaan di industri manufaktur elektronika di Indonesia yang kemudian disusun dalam format kompetensi elektronika manufaktur, yang dirumuskan berdasar pengertian kompetensi yakni Perumusan tentang kemampuan yang harus dimiliki seseorang untuk melakukan suatu tugas atau pekerjaan dibidang elektronika manufaktur yang didasari atas pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja sesuai dengan unjuk kerja yang dipersyaratkan.

1.1. Pengelompokan Kompetensi

Dalam dokumen ini, kompetensi dikelompokkan kedalam dua kelompok keahlian sebagai berikut:

- **Kelompok Keahlian Umum**
Pada kelompok ini mencakup unit-unit kompetensi yang berlaku dan dibutuhkan pada hampir semua sub bidang keahlian. Kelompok ini dibagi menjadi dua bagian yaitu sub bidang umum yang mencakup kompetensi umum pada manufaktur elektronika dan reparasi peralatan elektronika dan sub bidang dasar elektronika manufaktur yang mencakup kompetensi umum urutan proses pembuatan suatu end-product.
- **Kelompok Keahlian Utama**
Pada kelompok ini mencakup unit-unit kompetensi yang berlaku dan dibutuhkan hanya untuk spesifik sub bidang keahlian tertentu dan merupakan unit yang wajib sub bidang keahlian dimaksud. Unit kompetensi ini disusun berdasarkan urutan proses produksi suatu produk.
- **Kelompok pilihan**
Pada kelompok ini mencakup unit-unit kompetensi yang dapat ditambahkan kedalam sub bidang keahlian tertentu, sebagai pelengkap dan bersifat pilihan

Uraian lengkap setiap unit kompetensi kelompok keahlian umum dan kelompok keahlian utama akan disajikan pada bab berikutnya. Secara garis besarnya pengelompokan ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1.2. Kelompok Bidang Keahlian Umum

- **Sub-bidang Umum**
Sub bidang umum mencakup kompetensi umum yang harus dimiliki agar dapat melakukan pekerjaan-pekerjaan pada manufaktur elektronika dan reparasi peralatan elektronika. Kompetensi sub-bidang umum ini meliputi:
 - Penggunaan Alat Ukur
 - Pengetahuan Komponen Elektronika
 - K3 (Safety)
- **Sub-bidang Dasar Elektronika Manufaktur**
Sub-bidang Dasar Elektronika Manufaktur mencakup kompetensi yang harus dimiliki untuk dapat melakukan pekerjaan yang merupakan bagian dari proses perancangan hingga proses pembuatan suatu produk baru. Secara umum life cycle proses pembuatan produk baru tampak pada gambar 3.2. Life cycle ini berawal dengan realisasi ide produk yang layak jual melalui perancangan produk (product design) sesuai dengan ide. Proses dilanjutkan dengan melaksanakan koordinasi produk baru dan penyiapan peralatan (mesin produksi) untuk memproduksi produk tersebut. Kemudian merencanakan kemampuan produksi mesin, jumlah produk dan pengawasan produksi disesuaikan dengan permintaan pasar. Proses selanjutnya adalah melakukan proses pembelian sesuai dengan rancangan yang telah dibuat: pembelian/modifikasi mesin produksi dan pembelian bahan baku produk yang akan dibuat dan melakukan control kualitas pada bahan baku yang dipakai agar sesuai dengan spesifikasi desain. Bila proses-proses tersebut sudah dipersiapkan dan diuji coba pada proses produksi, maka produksi massal produk dapat dilaksanakan. Proses terakhir adalah memeriksa mutu/kualitas produksi dan melakukan pengawasan jaminan mutu produk. Selanjutnya ada proses pemasaran produk, tetapi proses ini dapat dikelompokkan diluar scope standard kompetensi elektronika manufaktur.



Gambar 2. Lifecycle Proses Pembuatan Sistem Elektronika.

Unit-unit kompetensi untuk sub-bidang Dasar Elektronika Manufaktur dapat meliputi 10 unit sebagai berikut:

- Product Design
- Factory Engineering
- Manufacturing Engineering
- Production Control
- Incoming Quality Control (IQC)
- Komponen Kontrol
- PCB Assembly
- Final Assembly
- Final Inspection
- Out Going Quality Control

Sedangkan unit kompetensi untuk purchasing dan quality assurance dikelompokkan dalam kelompok bidang pilihan elektronika manufaktur.

1.3. Kelompok Keahlian Elektronika Manufaktur

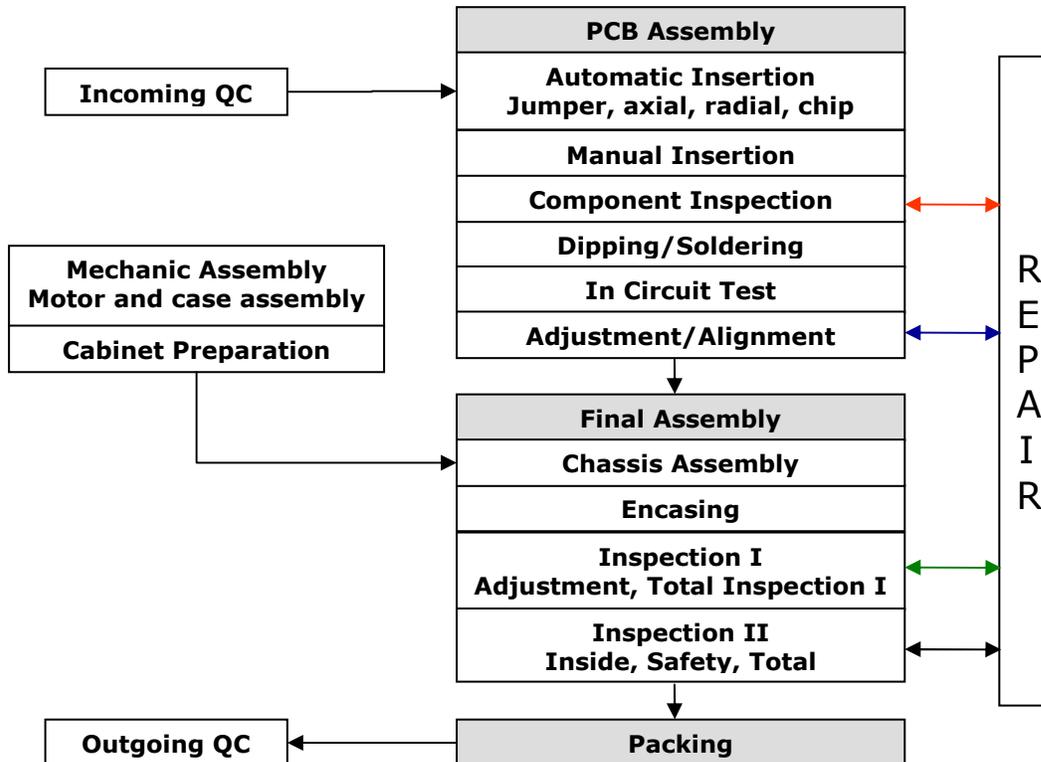
Unit Kompetensi pada setiap sub-bidang keahlian dibangun berdasarkan lifecycle proses produksi pada masing-masing sub-bidang keahlian berdasarkan keadaan di manufaktur elektronika yang terkait. Berikut ini ditampilkan life-cycle atau production-line dari masing-masing jenis produk.

Berdasarkan pada production-lines masing-masing produk, dibuatlah jenis-jenis kompetensi yang ada pada tiap-tiap blok dari proses produksi tersebut. Penentuan unit kompetensi didasarkan pada fakta tentang jenis pekerjaan/ tugas yang ada di lapangan. Beberapa jenis keahlian yang harus dimiliki oleh seseorang untuk menduduki posisi tertentu di pabrik di dalam dokumen ini ditulis dan diuraikan sebagai sub-unit kompetensi. Karena fakta di lapangan menunjukkan bahwa jenis pekerjaan di Industri manufaktur elektronika adalah sangat terbatas, maka jumlah unit kompetensi yang berhasil digali menjadi terbatas. Namun demikian, seiring berubahnya jaman, dengan semakin berdayanya masyarakat Indonesia dan dengan makin percaya-dirinya bangsa Indonesia untuk bisa berdiri di atas kaki sendiri, maka jenis pekerjaan yang akan tersedia pasti akan semakin banyak; lapangan kerja makin luas dan jenis kompetensi yang ada juga akan semakin bertambah.

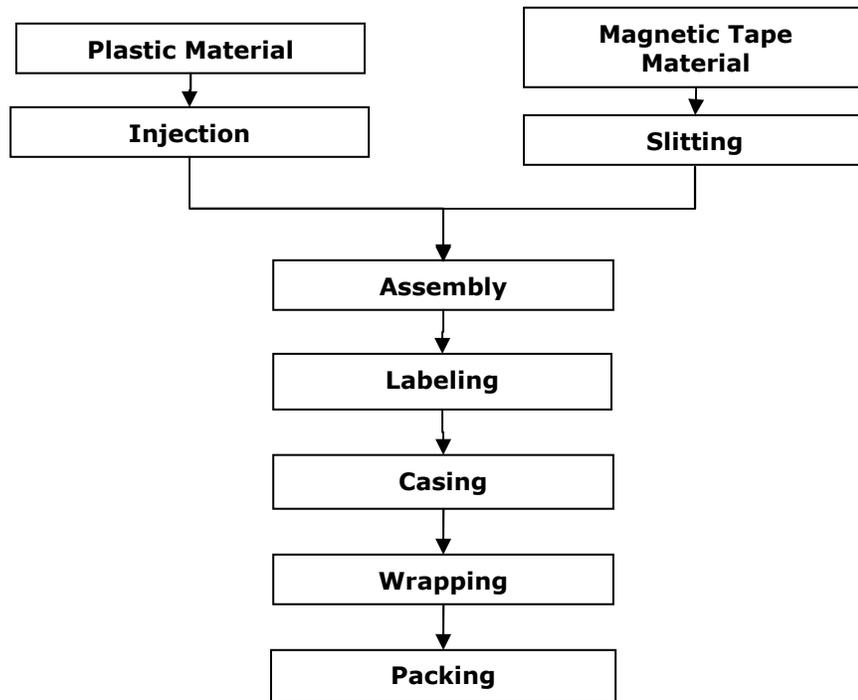
• **Sub Keahlian Produksi Sistem Audio**

Unit-unit kompetensi sub keahlian produksi sistem audio disusun berdasarkan life cycle proses produksi (manufaktur) system audio. Gambar 2.3 menjabarkan proses produksi system audio (radio dan sound system) secara rinci, mulai dari proses pengendalian mutu bahan baku, proses penataan komponen pada PCB, final assembly, pengepakan dan pengujian mutu produk. Gambar 2.4. menjabarkan proses produksi kaset atau magnetic tape. Sub-bidang keahlian produksi sistem audio ini memiliki 10 unit kompetensi untuk bidang produksi:

- Radio
- Magnetic Tape (Cassette)
- Sound System



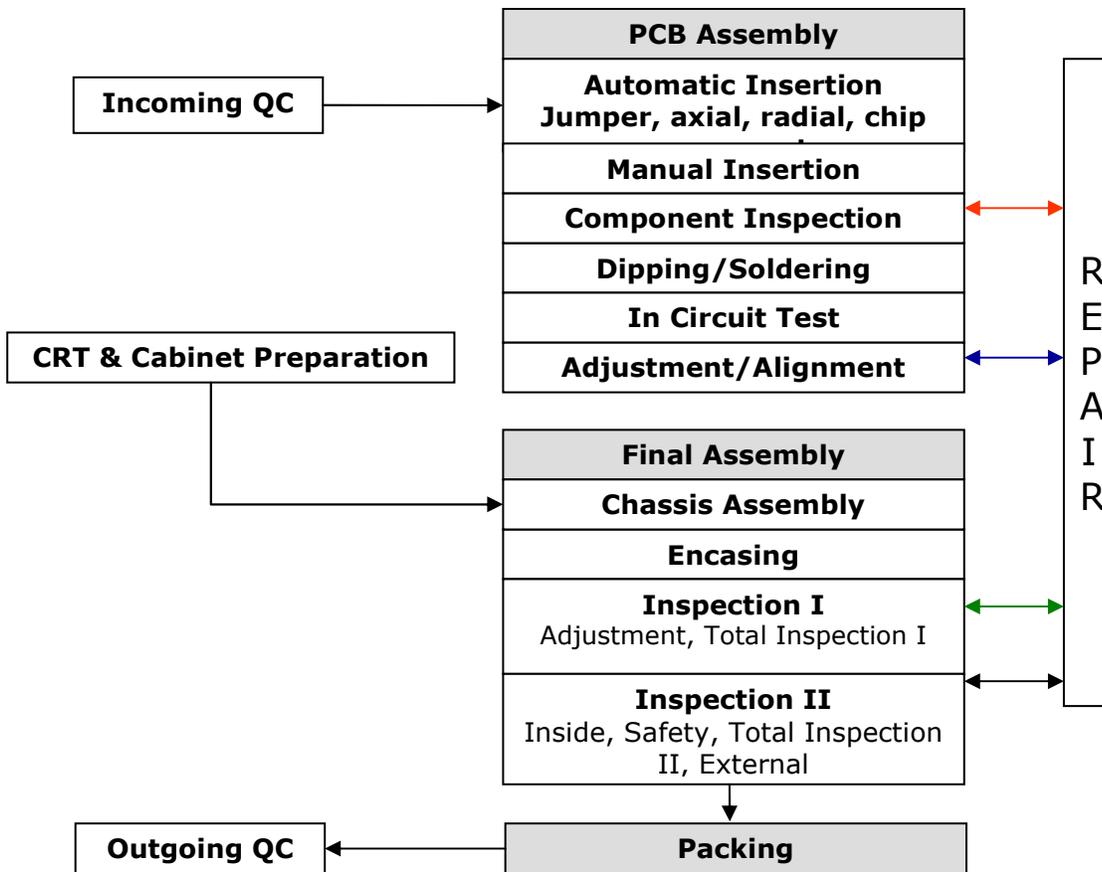
Gambar 3. Lifecycle detail dari **Production** untuk system Audio.



Gambar 4. Lifecycle Proses **Produksi Magnetic Tape.**

- **Sub Keahlian Produksi Televisi**

Unit-unit kompetensi sub-bidang keahlian produksi sistem televisi (video) disusun berdasarkan life cycle proses produksi (manufaktur) sistem televisi. Gambar 2.5 menjabarkan proses produksi sistem televisi secara rinci, mulai dari proses pengendalian mutu bahan baku, proses penataan komponen pada PCB, final assembly, pengepakan dan pengujian mutu produk. Sub-bidang keahlian produksi sistem televisi ini memiliki 10 unit kompetensi untuk bidang produksi Televisi.



Gambar 5. Lifecycle Proses Produksi Televisi.

- **Sub Keahlian Produksi Home Appliances**

Unit-unit kompetensi sub-bidang keahlian produksi sistem home appliance disusun berdasarkan life cycle proses produksi (manufaktur) sistem appliance. Gambar 2.6 menjabarkan proses produksi sistem lemari es secara rinci, mulai dari proses konstruksi cabinet dan pintu, , final assembly, pengepakan dan pengujian mutu produk. Sub-bidang keahlian produksi sistem audio ini memiliki 9 unit kompetensi untuk bidang produksi:

- Lemari Es
- Air Condition
- Mesin Cuci

2. Penjelasan Umum Maintenance & Repair (MR)

Keahlian maintenance & repair (MR) yang tercakup dalam dokumen ini adalah dua kelompok besar yaitu MR untuk mesin produksi dalam manufaktur elektronika dan MR untuk produk-produk elektronika yang ada di masyarakat. MR di dalam pabrik adalah kegiatan MR di dalam proses produksi yang bertujuan untuk menjamin agar proses produksi berjalan seperti yang diharapkan, sedangkan kegiatan MR untuk produk-produk elektronika adalah kegiatan layanan purna-jual setelah produk tersebut terjual/beredar di masyarakat.

Adalah sama pentingnya membuat daftar kompetensi untuk dua kelompok di atas karena keduanya merupakan lapangan kerja yang cukup banyak menyerap tenaga kerja. Berikut ini diberikan gambaran suasana untuk kedua kelompok tersebut.

2.1. Bidang MR di dalam Manufaktur Elektronika

Industri manufaktur elektronika di Indonesia sebagian besar adalah industri perakitan yang merupakan akibat dari penanaman modal asing dari produk-produk ber-merk global. Bisa dikatakan bahwa hanya bagian produksinya saja yang ada di Indonesia, sedangkan proses desain dan penelitian

dasarnya masih berada di negara asalnya. Dengan demikian, dunia industri elektronika manufaktur di negara tercinta ini hanya memerlukan tenaga-tenaga untuk proses produksi massal saja, bukan untuk meneliti dari awal dan kemudian merancang sesuatu sesuai kreativitas masing-masing.

Berdasar atas proses produksi massal tersebut, kegiatan maintenance dan repair yang ada di dalam pabrik hanyalah untuk merawat dan memperbaiki mesin produksi saja tidak untuk merawat dan memperbaiki produk elektronik. Di dalam dokumen ini di uraikan kompetensi untuk maintenance dan repair mesin produksi yang terdiri dari bagian elektrikal dan mekanikal, dari mesin sederhana sampai dengan mesin yang otomatis.

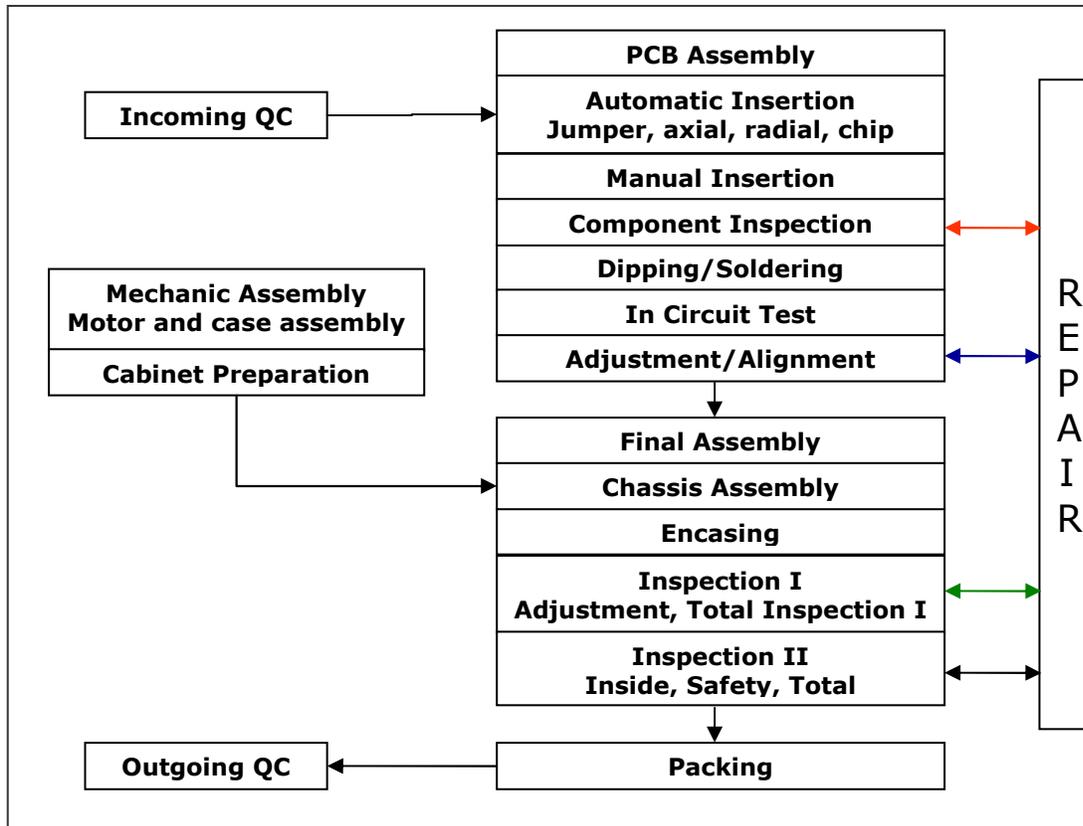
Selanjutnya, disini diberikan gambaran tentang proses produksi di dalam manufaktur elektronika guna memberikan ilustrasi tentang tahap-tahap produksi yang melibatkan mesin-mesin produksi berbagai jenis, mulai dari conveyor hingga mesin-mesin otomatis.

Tidak semua perusahaan memiliki jenis mesin dengan jumlah yang sama, namun rasanya perlu disampaikan sebanyak mungkin apa saja yang telah dijumpai tim penyusun di pabrik sehingga bisa dituliskan sebanyak mungkin jenis kompetensi yang ada di pabrik dengan harapan bisa dimanfaatkan semaksimal mungkin.

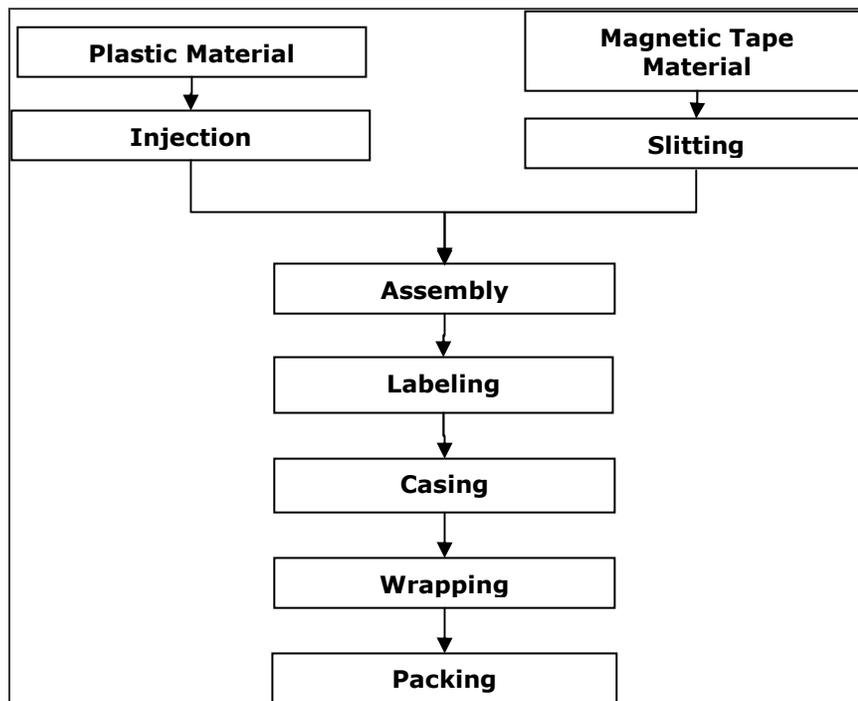


Gambar 6 : Alur Produksi Sistem Audio:

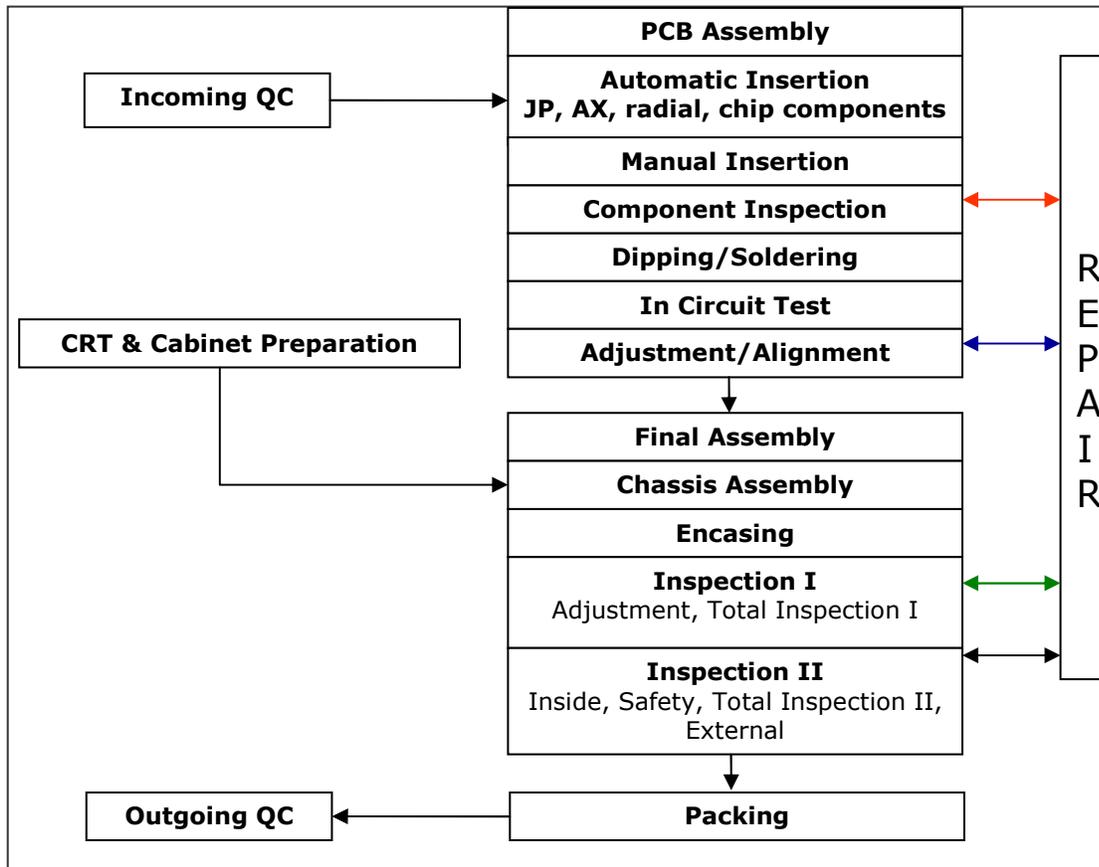
Gambar 6 di atas adalah gambaran seluruh tahap proses produksi sistem audio mulai dari perencanaan produk, perencanaan teknik produksi, pembelian komponen, tahap produksi, pemeriksaan, dan pengepakan. Sedangkan dalam proses produksi, tahap-tahap prosesnya adalah seperti pada Gambar 7 berikut.



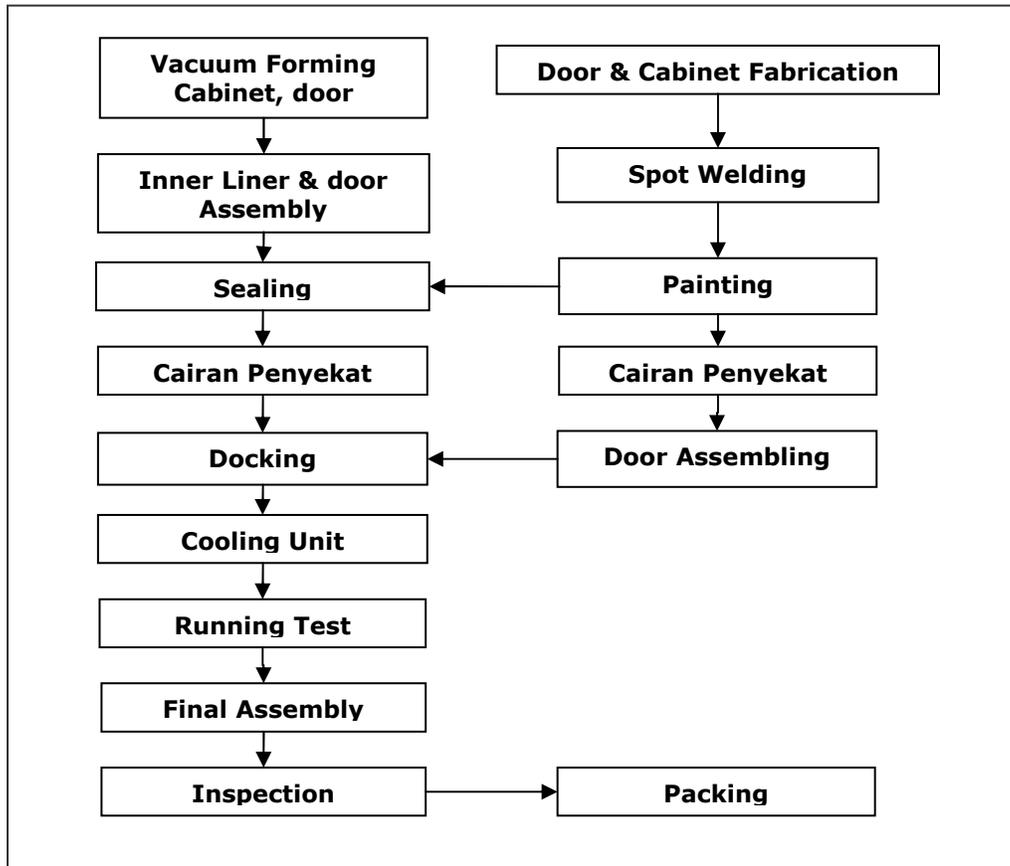
Gambar 7: Tahap-tahap proses Production dalam gambar 6 di atas



Gambar 8 : Tahap-tahap proses Produksi Magnetic Tape



Gambar 9: Tahap-tahap Proses Produksi Televisi:



Gambar 10 : Tahap-tahap Proses Produksi Lemari Es

Berdasarkan pada tahap-tahap produksi di atas, dibuatlah jenis-jenis kompetensi yang ada pada tiap-tiap blok dari proses produksi tersebut. Penentuan unit kompetensi didasarkan pada fakta tentang jenis pekerjaan/ tugas yang ada di lapangan. Beberapa jenis keahlian yang harus dimiliki oleh seseorang untuk menduduki posisi tertentu di pabrik di dalam dokumen ini ditulis dan diuraikan sebagai kompetensi dan sub-kompetensi. Karena fakta di lapangan menunjukkan bahwa jenis pekerjaan di Industri manufaktur elektronika adalah sangat terbatas, maka jumlah unit kompetensi yang berhasil digali menjadi terbatas pula.

2.2. Bidang MR untuk Produk-Produk Elektronika

Keahlian Maintenance & Repair (MR) untuk produk-produk elektronika menjadi bidang penyedia lapangan kerja yang bisa cukup besar menyerap tenaga kerja. Sebagian besar masyarakat memiliki sedikitnya satu jenis produk elektronika; semakin tinggi tingkat pendidikan dan ekonominya, semakin banyak jenis barang elektronika yang dipunyai sebanding dengan tuntutan gaya hidupnya. Maka jenis keahlian / kompetensi dibidang ini amatlah mendesak untuk dibuatkan standarisasi, sekalipun baru mencakup masalah teknis saja, belum termasuk manajemen dan administrasinya. Dengan adanya standar kompetensi bidang ini, sangat diharapkan bahwa SMK dan sistem pendidikan yang lain bisa lebih terfokus untuk menerapkan kurikulum berbasis kompetensi yang pada akhirnya bisa menghasilkan lulusan yang siap menciptakan lapangan kerja sendiri.

Pada saat ini, usaha jasa perawatan dan perbaikan (MR) di Indonesia masih beragam bentuknya, ada yang sekedar sambilan dari pada menganggur, hingga yang berupa pusat servis resmi yang merupakan anak perusahaan dari merk dagang tertentu atau yang berafiliasi langsung dengan pabrik tertentu. Tentunya akan menjadi jauh lebih baik dan besar manfaatnya bagi negara dan pelaku usaha bilamana usaha jasa ini dikelola dengan organisasi yang baik; negara terbantu mengatasi masalah lapangan kerja dan bahkan mungkin bisa muncul obyek pajak baru, sedangkan pelaku usaha bisa menjadikan usaha ini sebagai bisnis utama bukan sampingan.

Sebuah usaha layanan MR yang baik mestinya tersusun dari beberapa hal yang baik seperti berikut:

1. SDM yang baik (kompeten)
2. Tempat yang baik
3. Sarana kerja yang baik
4. Penanganan pelanggan yang baik
5. Administrasi yang baik
6. Networking yang baik, dengan produsen dan sesama bengkel

SDM yang kompeten menangani berbagai macam kasus mutlak diperlukan guna menjamin berlangsungnya usaha tersebut. Semakin banyak jenis kompetensi / keahlian yang dimiliki, akan semakin banyak pelanggan yang bisa ditangani. Tempat yang baik adalah yang setidaknya bisa menyediakan ruang untuk bisa membedakan barang yang sudah selesai ditangani dengan yang belum. Sarana atau perkakas kerja yang memadai sangat perlu untuk bisa menghasilkan hasil pekerjaan yang bermutu baik. Penanganan pelanggan yang baik misalnya cara komunikasi, penjelasan tentang prediksi kerusakan, dan prediksi lama pengerjaan yang akurat. Administrasi yang baik meliputi pencatatan barang masuk/keluar, dana masuk/keluar, pengarsipan bahan pendukung misalnya skema rangkaian untuk tiap jenis produk, servis manual dari produsen, riwayat kerusakan alat sebagaimana "medical record" bila pasien ke dokter, dan administrasi yang lain. Tertib administrasi akan memudahkan pengusaha bengkel itu sendiri, karena bisa memudahkan evaluasi kinerja, penyelesaian kasus yang serupa akan lebih cepat karena arsip lengkap dan mudah di-*retrieve*, dan kemudahan yang lain.

Dokumen ini menyajikan utamanya tentang poin 1 diatas, yaitu keahlian elektronika MR dari SDM yang akan mengisi lowongan pekerjaan sebagai teknisi perawatan dan perbaikan (MR).

2.3. Pengelompokan Kompetensi

Dalam dokumen ini, kompetensi-kompetensi yang harus dimiliki untuk menjadi seorang ahli MR di pabrik atau pun di bisnis layanan purna-jual dikelompokkan kedalam tiga kelompok keahlian sebagai berikut:

- Kelompok Keahlian Umum
Kelompok ini mencakup unit-unit kompetensi yang berlaku dan dibutuhkan pada hampir semua sub bidang keahlian elektronika
- Kelompok Keahlian Utama/Inti (Maintenance dan Repair)
Kelompok ini mencakup unit-unit kompetensi yang berlaku dan dibutuhkan hanya untuk spesifik keahlian MR dan merupakan unit yang wajib pada bidang keahlian dimaksud.
- Kelompok Keahlian Pilihan
Kelompok ini mencakup unit-unit kompetensi tambahan yang bisa mendukung keberhasilan seseorang dalam menjalankan 'profesi' sebagai ahli elektronika MR

Berikut ini diuraikan tentang kelompok keahlian dari tiga kelompok di atas sebagai berikut:

2.3.1. Kelompok Keahlian Umum:

Terdiri atas pengetahuan dan ketrampilan dalam hal-hal berikut ini.

- Teori Elektronika Dasar
- Komponen Elektronika
- Elektronika Terapan
- Elektronika Digital dan Komputer
- Penggunaan Alat Ukur
- Teknik Dasar Troubleshooting
- Keterampilan Dasar Perbengkelan
- K3 (Keselamatan & Kesehatan Kerja)

2.3.2. Kelompok Keahlian Inti Maintenance & Repair

- Sub Kelompok MR Mesin Produksi
 - Merawat Mesin Auto Insert Process di Industri Audio
 - Merawat Mesin Line-Produksi di Industri Audio
 - Perbaikan Proses Produksi di Industri Audio
 - Merawat Mesin Auto-Insert Pada Production Line di Industri Televisi

- Reparasi Mesin Auto-Insertion Pada Line-Production di Industri Televisi
- Merawat Mesin Manual Insertion Di Industri Televisi
- Merawat Mesin Fabrikasi di Industri Lemari Es
- Memperbaiki Kerusakan Pada Mesin Produksi di Industri Lemari Es
- Teknisi Ahli Elektronika Industri
- Sub Kelompok MR Produk Elektronika
 - Reparasi Adaptor dinding
 - Reparasi Power supply pada CE
 - Reparasi Audio Amplifier
 - Reparasi Radio AM/FM
 - Reparasi Tape Recorder
 - Reparasi Televisi
 - Reparasi VCD/ DVD player
 - Reparasi Mesin Pendingin Ruangan AC
 - Reparasi Lemari Es
 - Reparasi Mesin Cuci Pakaian
 - Teknisi Ahli Reparasi Elektronika CE

2.3.3. Kelompok Keahlian Pilihan Maintenance & Repair

- Reparasi Microwave Oven
- Reparasi Monitor Komputer
- Reparasi Remote Control
- Reparasi Printer
- Reparasi CD Player

3. Penjelasan Umum Sistem Otomasi Elektronika

Sistem otomasi elektronika saat ini berkembang sangat pesat baik dari sisi teknologi, konfigurasi, maupun kapasitas dan kemampuannya. Sistem ini sangat universal dan fleksibel sehingga dapat dimanfaatkan oleh industri kecil sampai dengan industri besar di segala bidang. Karena cakupan pemakaiannya sangat luas dan beragam, maka perlu dilakukan kesepakatan bersama dalam menentukan cara pandang yang akan digunakan sebagai dasar dalam menyusun unit-unit kompetensi di dalamnya.

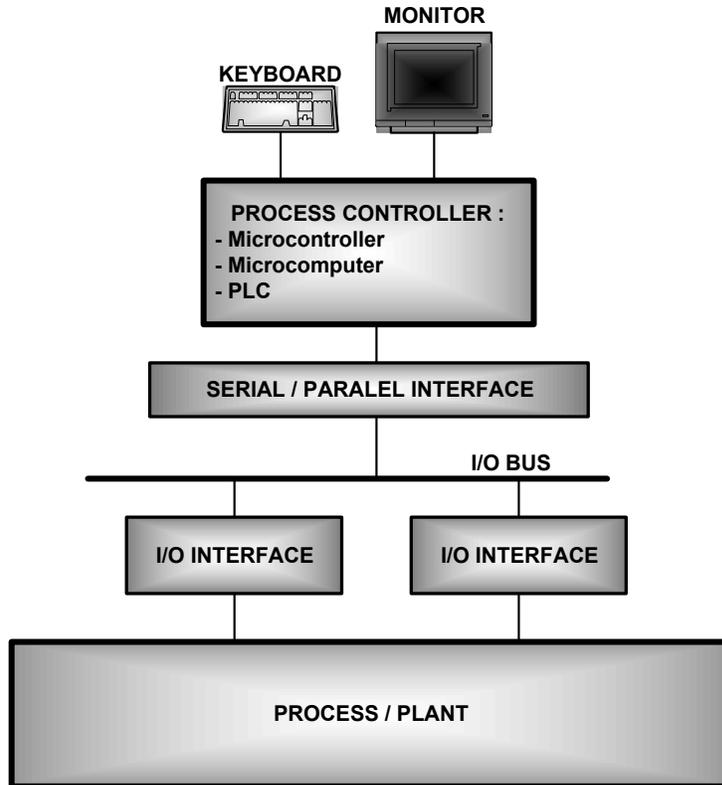
3.1. Definisi

Sistem Otomasi Elektronika : adalah sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (*electronic hardware*) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (*electronic software*) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

Unit Kompetensi Otomasi Elektronika : adalah unit kompetensi yang berkaitan dengan peralatan elektronik (*hardware* dan *software*) yang digunakan pada sistem otomasi.

3.2. Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem otomasi elektronika yang dimaksud adalah DDC (*Direct Digital Control*) dan DCS (*Distributed Control System*) yang diperlihatkan pada gambar 4-1 dan 4-2. Sistem akan semakin kompleks dengan semakin besarnya jumlah variabel proses dan jumlah input / output (I/O).



Gambar 11 : Sistem Otomasi *Direct Digital Control* (DDC) [1]
[1] Karl J. Astrom : *Computer Controlled Systems*, 2nd Ed., Prentice-Hall, NJ, 1990.

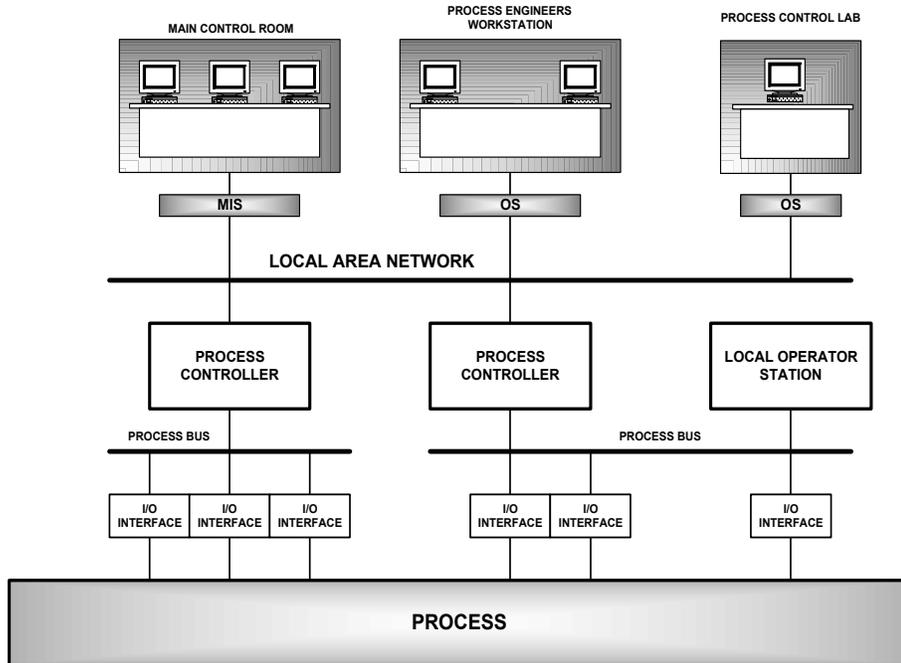
3.3. Unit – Unit Sistem DDC

Unit Peralatan Elektronik :

- Peralatan Kontrol Proses
- Peralatan Input dan Output
- Peralatan Instrumentasi
- Peralatan Komunikasi Data

Unit Perangkat Lunak :

- *Operating System Software*
- *Communication Protocol*
- *DDC Application Software*



Gambar 12 : *Distributed Control System (DCS)* [2]
 [2] Karl J. Astrom : *Computer Controlled Systems*, 2nd Ed., Prentice-Hall, NJ, 1990].

3.4. Unit – Unit Sistem DCS

Unit Peralatan Elektronik :

- Peralatan Kontrol Proses
- Peralatan Input dan Output
- Peralatan Akuisisi Data
- Peralatan Instrumentasi
- Peralatan Interkoneksi

Unit Peralatan Jaringan Komputer (LAN):

- *Client & Server Computer*
- Peralatan Interkoneksi (NIC, Konektor, Saluran Transmisi, HUB, Modem)

Unit Perangkat Lunak :

- *Operating System Software (Computer & LAN)*
- *Communication Protocol*
- *DCS Application Software*
- *Database & Information System*

3.5. Industri Pemakai

Pengelompokan industri yang menggunakan sistem DDC dan DCS diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1 : Kelompok Industri Pemakai

SISTEM OTOMASI DCS	SISTEM OTOMASI DDC
Industri Logam Dasar	Industri Obat
Industri Konstruksi Logam	Industri Pengolahan Makanan
Industri Minyak dan Gas	Industri Pengolahan Minuman
Industri Kimia	Industri Kosmetik
Industri Peralatan Elektronika	Industri Pengolahan Kayu
Industri Peralatan Listrik	Industri Taman Hiburan
Industri Otomotif	Gedung Bertingkat

Industri Peralatan dan Mesin Produksi	
Industri Pipa	
Industri Pesawat Terbang	
Industri Kapal Laut	
Industri Telekomunikasi	
Industri Pengolahan Biji Plastik	
Industri Gelas dan Keramik	
Industri Plastik	
Industri Kertas	

3.6. Jenis - Jenis Pekerjaan

Jenis-jenis pekerjaan di bidang sistem otomasi elektronika dikelompokkan ke dalam tiga kelompok, yaitu :

- Pekerjaan Tahap Pembangunan (Bobot –1)
- Pekerjaan Tahap Operasional (Bobot – 3)
- Pekerjaan Tahap Pengembangan (Bobot – 2)

Uraian jenis pekerjaan pada masing-masing tahapan tersebut diperlihatkan pada tabel 2

Tabel 2 : Uraian Jenis Pekerjaan Bidang Sistem Otomasi Elektronika

PEMBANGUNAN	OPERASIONAL	PENGEMBANGAN
Perencanaan	Pengoperasian	Perencanaan
Persiapan	Pemeliharaan	Persiapan
Perakitan	Perbaikan	Perakitan
Instalasi		Instalasi
Pemrograman		Pemrograman
Inspeksi		Inspeksi
Komisioning		Komisioning

C. Karakteristik Peserta Didik

Peserta didik adalah manusia dengan segala fitrahnya. Mereka mempunyai perasaan dan pikiran serta keinginan atau aspirasi. Mereka mempunyai kebutuhan dasar yang perlu dipenuhi (pangan, sandang, papan), kebutuhan akan rasa aman, kebutuhan untuk mendapatkan pengakuan, dan kebutuhan untuk mengaktualisasi dirinya (menjadi dirinya sendiri sesuai dengan potensinya).

Dalam tahap perkembangannya, siswa SMP berada pada tahap periode perkembangan yang sangat pesat, dari segala aspek. Berikut ini disajikan perkembangan yang sangat erat kaitannya dengan pembelajaran, yaitu perkembangan aspek kognitif, psikomotor, dan afektif.

1. Perkembangan Aspek Kognitif

Menurut Piaget (1970), periode yang dimulai pada usia 12 tahun, yaitu yang lebih kurang sama dengan usia siswa SMP, merupakan '*period of formal operation*'. Pada usia ini, yang berkembang pada siswa adalah kemampuan berfikir secara simbolis dan bisa memahami sesuatu secara bermakna (*meaningfully*) tanpa memerlukan objek yang konkrit atau bahkan objek yang visual. Siswa telah memahami hal-hal yang bersifat imajinatif.

Implikasinya dalam pengajaran Teknologi informasi dan komunikasi adalah bahwa belajar akan bermakna kalau input (materi pelajaran) sesuai dengan minat dan bakat siswa. Pengajaran Teknologi informasi dan komunikasi akan berhasil kalau penyusun silabus dan guru mampu menyesuaikan tingkat kesulitan dan variasi input dengan harapan serta karakteristik siswa sehingga motivasi belajar mereka berada pada tingkat maksimal.

Pada tahap perkembangan ini juga berkembang ketujuh kecerdasan dalam *Multiple Intelligences* yang dikemukakan oleh Gardner (1993), yaitu: (1) kecerdasan linguistik (kemampuan berbahasa yang fungsional), (2) kecerdasan logis-matematis (kemampuan berfikir runtut), (3) kecerdasan musikal (kemampuan menangkap dan menciptakan pola nada

dan irama), (4) kecerdasan spasial (kemampuan membentuk imaji mental tentang realitas), (5) kecerdasan kinestetik-ragawi (kemampuan menghasilkan gerakan motorik yang halus), (6) kecerdasan intra-pribadi (kemampuan untuk mengenal diri sendiri dan mengembangkan rasa jati diri), kecerdasan antarpribadi (kemampuan memahami orang lain). Ketujuh macam kecerdasan ini berkembang pesat dan bila dapat dimanfaatkan oleh guru Teknologi informasi dan komunikasi, akan sangat membantu siswa dalam menguasai kemampuan berteknologi informasi dan komunikasi.

2. Perkembangan Aspek Psikomotor

Aspek psikomotor merupakan salah satu aspek yang penting untuk diketahui oleh guru. Perkembangan aspek psikomotor juga melalui beberapa tahap. Tahap-tahap tersebut antara lain:

a. Tahap kognitif

Tahap ini ditandai dengan adanya gerakan-gerakan yang kaku dan lambat. Ini terjadi karena siswa masih dalam taraf belajar untuk mengendalikan gerakan-gerakannya. Dia harus berpikir sebelum melakukan suatu gerakan. Pada tahap ini siswa sering membuat kesalahan dan kadang-kadang terjadi tingkat frustrasi yang tinggi.

b. Tahap asosiatif

Pada tahap ini, seorang siswa membutuhkan waktu yang lebih pendek untuk memikirkan tentang gerakan-gerakannya. Dia mulai dapat mengasosiasikan gerakan yang sedang dipelajarinya dengan gerakan yang sudah dikenal. Tahap ini masih dalam tahap pertengahan dalam perkembangan psikomotor. Oleh karena itu, gerakan-gerakan pada tahap ini belum merupakan gerakan-gerakan yang sifatnya otomatis. Pada tahap ini, seorang siswa masih menggunakan pikirannya untuk melakukan suatu gerakan tetapi waktu yang diperlukan untuk berpikir lebih sedikit dibanding pada waktu dia berada pada tahap kognitif. Dan karena waktu yang diperlukan untuk berpikir lebih pendek, gerakan-gerakannya sudah mulai tidak kaku.

c. Tahap otonomi

Pada tahap ini, seorang siswa telah mencapai tingkat autonomi yang tinggi. Proses belajarnya sudah hampir lengkap meskipun dia tetap dapat memperbaiki gerakan-gerakan yang dipelajarinya. Tahap ini disebut tahap autonomi karena siswa sudah tidak memerlukan kehadiran instruktur untuk melakukan gerakan-gerakan. Pada tahap ini, gerakan-gerakan telah dilakukan secara spontan dan oleh karenanya gerakan-gerakan yang dilakukan juga tidak mengharuskan pembelajar untuk memikirkan tentang gerakannya.

3. Perkembangan Aspek Afektif

Keberhasilan proses pengajaran Teknologi informasi dan komunikasi juga ditentukan oleh pemahaman tentang perkembangan aspek afektif siswa. Ranah afektif tersebut mencakup emosi atau perasaan yang dimiliki oleh setiap peserta didik. Bloom (Brown, 2000) memberikan definisi tentang ranah afektif yang terbagi atas lima tataran afektif yang implikasinya dalam siswa SMP lebih kurang sebagai berikut: (1) sadar akan situasi, fenomena, masyarakat, dan objek di sekitar; (2) responsif terhadap stimulus-stimulus yang ada di lingkungan mereka; (3) bisa menilai; (4) sudah mulai bisa mengorganisir nilai-nilai dalam suatu sistem, dan menentukan hubungan di antara nilai-nilai yang ada; (5) sudah mulai memiliki karakteristik dan mengetahui karakteristik tersebut dalam bentuk sistem nilai.

Pemahaman terhadap apa yang dirasakan dan direspon, dan apa yang diyakini dan diapresiasi merupakan suatu hal yang sangat penting dalam teori pemerolehan bahasa kedua atau bahasa asing. Faktor pribadi yang lebih spesifik dalam tingkah laku siswa yang sangat penting dalam penguasaan berbagai materi pembelajaran, yang meliputi:

1. *Self-esteem*, yaitu penghargaan yang diberikan seseorang kepada dirinya sendiri.
2. *Inhibition*, yaitu sikap mempertahankan diri atau melindungi ego.
3. *Anxiety* (kecemasan), yang meliputi rasa frustrasi, khawatir, tegang, dsbnya.
4. Motivasi, yaitu dorongan untuk melakukan suatu kegiatan.

5. *Risk-taking*, yaitu keberanian mengambil risiko.
6. *Empati*, yaitu sifat yang berkaitan dengan pelibatan diri individu pada perasaan orang lain.

II. RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

A. Rasional

Dalam rangka mengimplementasikan program pembelajaran yang sudah dituangkan di dalam silabus, guru harus menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). RPP merupakan pegangan bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran baik di kelas, laboratorium, dan/atau lapangan untuk setiap Kompetensi dasar. Oleh karena itu, apa yang tertuang di dalam RPP memuat hal-hal yang langsung berkait dengan aktivitas pembelajaran dalam upaya pencapaian penguasaan suatu Kompetensi Dasar.

Dalam menyusun RPP guru harus mencantumkan Standar Kompetensi yang memayungi Kompetensi Dasar yang akan disusun dalam RPP-nya. Di dalam RPP secara rinci harus dimuat Tujuan Pembelajaran, Materi Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Langkah-langkah Kegiatan pembelajaran, Sumber Belajar, dan Penilaian

B. Langkah-langkah Penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

1. Mencantumkan identitas

- Nama sekolah
- Mata Pelajaran
- Kelas/Semester
- Standar Kompetensi
- Kompetensi Dasar
- Indikator
- Alokasi Waktu

Catatan:

- RPP disusun untuk satu Kompetensi Dasar.
- Standar Kompetensi, Kompetensi Dasar, dan Indikator dikutip dari silabus yang disusun oleh satuan pendidikan
- Alokasi waktu diperhitungkan untuk pencapaian satu kompetensi dasar yang bersangkutan, yang dinyatakan dalam jam pelajaran dan banyaknya pertemuan. Oleh karena itu, waktu untuk mencapai suatu kompetensi dasar dapat diperhitungkan dalam satu atau beberapa kali pertemuan bergantung pada karakteristik kompetensi dasarnya.

2. Mencantumkan Tujuan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran berisi penguasaan kompetensi yang operasional yang ditargetkan/dicapai dalam rencana pelaksanaan pembelajaran. Tujuan pembelajaran dirumuskan dalam bentuk pernyataan yang operasional dari kompetensi dasar. Apabila rumusan kompetensi dasar sudah operasional, rumusan tersebutlah yang dijadikan dasar dalam merumuskan tujuan pembelajaran. Tujuan pembelajaran dapat terdiri atas sebuah tujuan atau beberapa tujuan.

3. Mencantumkan Materi Pembelajaran

Materi pembelajaran adalah materi yang digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Materi pembelajaran dikembangkan dengan mengacu pada materi pokok yang ada dalam silabus.

4. Mencantumkan Metode Pembelajaran

Metode dapat diartikan benar-benar sebagai metode, tetapi dapat pula diartikan sebagai model atau pendekatan pembelajaran, bergantung pada karakteristik pendekatan dan/atau strategi yang dipilih.

5. Mencantumkan Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran

Untuk mencapai suatu kompetensi dasar harus dicantumkan langkah-langkah kegiatan setiap pertemuan. Pada dasarnya, langkah-langkah kegiatan memuat unsur kegiatan pendahuluan/pembuka, kegiatan inti, dan kegiatan penutup. Akan tetapi, dimungkinkan dalam seluruh rangkaian kegiatan, sesuai dengan karakteristik model yang dipilih, menggunakan urutan sintaks sesuai dengan modelnya. Oleh karena itu, kegiatan pendahuluan/pembuka, kegiatan inti, dan kegiatan penutup tidak harus ada dalam setiap pertemuan.

6. Mencantumkan Sumber Belajar

Pemilihan sumber belajar mengacu pada perumusan yang ada dalam silabus yang dikembangkan oleh satuan pendidikan. Sumber belajar mencakup sumber rujukan, lingkungan, media, narasumber, alat, dan bahan. Sumber belajar dituliskan secara lebih operasional. Misalnya, sumber belajar dalam silabus dituliskan buku referensi, dalam RPP harus dicantumkan judul buku teks tersebut, pengarang, dan halaman yang diacu.

7. Mencantumkan Penilaian

Penilaian dijabarkan atas teknik penilaian, bentuk instrumen, dan instrumen yang dipakai untuk mengumpulkan data. Dalam sajiannya dapat ituangkan dalam bentuk matrik horisontal atau vertikal. Apabila penilaian menggunakan teknik tes tertulis uraian, tes unjuk kerja, dan tugas rumah yang berupa proyek harus disertai rubrik penilaian.

III. Format Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
(RPP)**

SMP/MTs./SMA/SMK :
Mata Pelajaran :
Kelas/Semester :
Standar Kompetensi :
Kompetensi Dasar :
Indikator :
Alokasi Waktu : x 40 menit (... pertemuan)

- A. Tujuan Pembelajaran
- B. Materi Pembelajaran
- C. Metode Pembelajaran
- D. Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran
 - Pertemuan 1
 - Pertemuan 2
 - dst
- E. Sumber Belajar
- F. Penilaian

Yogyakarta,
Guru Mata Pelajaran T. Elektronika

.....
NIP./NIS

Contoh Penilaian :

A. Penilaian

1. Tehnik
Tes tertulis
2. Bentuk Instrumen
Uraian
3. Soal/Instrumen
 - a. Diantara gambar berikut manakah yang termasuk perangkat system elektronikai dan apa nama alat tersebut?
 - b. Kelompokkan peralatan tersebut sesuai dengan bidangnya!
 - c. Jelaskan fungsi peralatan tersebut sesuai dengan penggunaannya!

B. Uji prosedur

- a. Praktikkanlah cara menggunakan menu dan ikon dengan menggunakan fungsi mouse pada :
 - Bar menu
 - standar menu
 - formating menu
 - drawing menu!
- b. Praktikkanlah cara menggunakan menu dan ikon dengan menggunakan fungsi Keyboard pada :
 - Bar menu
 - standar menu
 - formating menu
 - drawing menu!

Rubrik Uji prosedur

Instrumen	Skala Kuantitatif				Nilai [(Jml.skor/32)x 10]
	4	3	2	1	
Menggunakan menu dan ikon pokok dengan menggunakan fungsi mouse pada					
1 Bar menu					
2 standar menu					
3 formating menu					
4 drawing menu					
Menggunakan menu dan ikon pokok dengan menggunakan fungsi mouse pada					
5 Bar menu					
6 standar menu					
7 formating menu					
8 drawing menu					
Jumlah					

C. Uji prosedur

- a. Bukalah internet dengan perangkat lunak yang telah terinstal di komputer!
- b. Akseslah situs komersial, pemerintah, organisasi, dan pendidikan yang ada di internet!

Lembar observasi

Instrumen		Skala Kuantitatif				Nilai 1 [(Jumlah/8)*10]
		4	3	2	1	
1	Menunjukkan perangkat lunak untuk mengakses internet					
2	Menunjukkan situs yang menyediakan fasilitas search engin					
Jumlah						

Rubrik Uji prosedur

Instrumen		Skala Kuantitatif				Nilai 2 [(Jumlah/16)*10]
		4	3	2	1	
1	Membuka perangkat lunak untuk mengakses internet					
2	Penulisan domain					
3	Membuka situs					
4	Mencari situs/ informasi					
Jumlah						

Keterangan :

Penilaian

Nilai KD = (Nilai 1 + Nilai 2)/2