



KOMPUTER 1

Wikky Fawwaz Al Maki

STIKIP Surya

Komputer 1

WIKKY FAWWAZ AL MAKI

STKIP Surya
SURE Center • Jalan Scientia Boulevard Blok U No. 7
Gading Serpong, Tangerang 15810
Telp. +62-21-70200270

Kata Pengantar

Selamat datang di modul kuliah komputer 1. Modul kuliah ini disusun untuk memberikan pengenalan dan pemahaman terhadap dunia teknik informatika dan komputer. Tentunya, materi yang dibahas dalam modul kuliah ini tidak mencakup keseluruhan ilmu yang terkait dunia komputer dan telekomunikasi. Meskipun demikian, penulis berharap modul ini bisa memberikan pengenalan dan gambaran yang cukup untuk memahami bidang ilmu komputer.

Buku ini ditujukan tidak hanya untuk mahasiswa prodi pendidikan teknik informatika dan komputer tetapi juga untuk mahasiswa prodi lain di STKIP Surya yang mengambil mata kuliah komputer 1. Khusus untuk mahasiswa prodi pendidikan teknik informatika dan komputer, modul ini diharapkan dapat menjadi modal dasar untuk memahami mata kuliah-mata kuliah selanjutnya di prodi pendidikan teknik informatika dan komputer. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang telah memberi masukan terkait modul kuliah komputer 1 ini.

Tangerang, 20 Juni 2011

Penulis

Daftar Isi

Komputer.....	4
1.1 Pendahuluan	4
1.2 Komputer dan Sistem Komputer.....	4
1.3 Perangkat Keras.....	5
1.3.1CPU.....	5
1.3.2Memori.....	5
1.3.3Perangkat Input Output	7
1.4 Perangkat Lunak.....	9
Basis Data.....	11
2.1 Pendahuluan	11
2.2 Data dan Basis Data.....	11
2.3 Bahasa Basis Data.....	13
2.4 Sistem Manajemen Basis Data.....	13
2.5 Pemodelan Basis Data.....	14
Sinyal Digital.....	16
3.1 Pendahuluan	16
3.2Karakteristik Sinyal	17
3.3Perubahan Sinyal Analog Menjadi Sinyal Digital.....	17
Representasi Data	18
4.1 Pendahuluan.....	18
4.2 Data dan Representasi Biner.....	19
4.3 Representasi Data Numerik.....	19
4.4 Representasi Teks.....	19
4.5 Representasi Citra.....	23
4.6 Representasi Audio.....	23
Sistem Bilangan.....	23
5.1 Pendahuluan.....	23
5.2 Menghitung dalam Biner Tak Bertanda.....	23
5.3 Pengubahan Bilangan Biner ke Bilangan Desimal.....	25
5.4 Pengubahan Bilangan Desimal ke Bilangan Biner.....	26
5.5 Bilangan Heksadesimal.....	27
5.6 Sistem Bilangan BCD.....	28
Aritmetika Komputer.....	29
6.1 Pendahuluan.....	29
6.2 Penjumlahan Biner.....	30
6.3 Pengurangan Biner.....	30
6.4 Metode Menyatakan Bilangan Biner Bertanda.....	31
6.4.1 Sign and Magnitude.....	31
6.4.2 Komplemen Satu.....	33

6.4.3 Komplemen Dua.....	34
6.5 Penjumlahan Bilangan Heksadesimal.....	35
Algoritma dan Pemrograman.....	37
7.1 Pendahuluan.....	37
7.2 Bahasa Pemrograman.....	37
7.3 Pemrograman.....	38
7.4 Dasar Algoritma.....	38
7.5 Penulisan Algoritma.....	39
Komunikasi Data.....	40
8.1 Pendahuluan	40
8.2 Dasar Komunikasi Data	40
8.3 Sinyal Analog dan Digital.....	41
8.4 Transmisi Data.....	43
8.5 Pengkodean Data.....	46
8.6 Multiplexing.....	49
Jaringan Komputer	53
9.1 Pendahuluan	53
9.2 Kategori Jaringan Komputer	55
9.2.1 Berdasarkan distribusi sumber informasi.....	55
9.2.2 Berdasarkan media transmisi.....	55
9.2.3 Berdasarkan jangkauan geografis.....	56
9.2.4 Berdasarkan peranan dan hubungan tiap komputer	58
9.3 Topologi Jaringan (LAN).....	59
9.3.1 Topologi bus.....	59
9.3.2 Topologi star.....	60
9.3.3 Topologi ring.....	60
9.3.4 Topologi pohon.....	61
9.4 Komponen Jaringan Komputer	61

Bab 1

Komputer

Pada bab ini, siswa diharapkan dapat:

1. Memahami konsep komputer dan sistem komputer
2. Menjelaskan perangkat keras komputer
3. Menjelaskan perangkat lunak komputer

1.1 Pendahuluan

Komputer sudah menjadi piranti (alat) yang mudah ditemukan di mana-mana. Kemampuan dan keandalannya dalam memecahkan masalah menjadikannya banyak digunakan dalam berbagai aplikasi. Dalam kehidupan sehari-hari, komputer memiliki berbagai bentuk. Komputer tidaklah harus berupa laptop atau PC (*personal computer*). Dalam bab ini, kita akan mempelajari lebih mendalam tentang komputer dan sistem komputer.

1.2 Komputer dan Sistem Komputer

Komputer berasal dari bahasa latin yaitu *computare* yang berarti menghitung. Komputer adalah sistem elektronik yang memanipulasi data dengan cepat dan tepat serta dirancang agar secara otomatis menerima dan menyimpan data input, memprosesnya, dan menghasilkan output di bawah pengawasan suatu langkah-langkah instruksi program yang tersimpan di memori. Jadi, komputer pada dasarnya sebuah mesin yang terdiri dari jutaan komponen yang dapat saling bekerjasama membentuk sebuah sistem kerja yang terorganisasi. Dari definisi yang diberikan, komputer mempunyai tugas dasar sebagai berikut:

- a. Menerima *input* (masukan)
- b. Memproses *input*
- c. Menyimpan perintah-perintah dan hasil pengolahan
- d. Menampilkan *output* (keluaran) kepada pengguna

Agar komputer dapat diwujudkan sebagai piranti yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah maupun mengolah data untuk menghasilkan informasi yang berguna, diperlukan sistem komputer. Sistem dapat didefinisikan sebagai sekumpulan elemen-elemen yang saling berhubungan dan dapat bekerjasama untuk mencapai suatu tujuan bersama. Sebuah sistem komputer terdiri dari 3 unit yaitu:

- a. Perangkat keras (*hardware*)

Perangkat keras adalah piranti dalam sistem komputer yang dapat dilihat dan diraba secara fisik, misalnya keyboard, mouse, printer, dan lain-lain.

- b. Perangkat lunak (*software*)

Perangkat lunak adalah program aplikasi yang digunakan untuk suatu keperluan tertentu. Bahasa pemrograman pun merupakan salah satu jenis perangkat lunak.

- c. Manusia (*brainware*)

Manusia merupakan unsure penting dalam sistem komputer sebagai unsur yang mengoperasikan sistem komputer.

1.3 Perangkat Keras

Perangkat keras dalam sistem komputer dapat berupa unsur pokok (harus ada untuk membentuk sebuah komputer) maupun unsur penunjang. Perangkat keras dapat dibagi menjadi 3 bagian:

- a. CPU (*central processing unit*)
- b. Perangkat input/output
- c. Memori (piranti penyimpanan data)

Pembagian di atas sejalan dengan arsitektur komputer yang masih digunakan saat ini. Komputer sekarang umumnya masih menggunakan arsitektur Von Neumann. Dalam arsitektur Von Neumann, komputer terdiri dari 4 bagian yaitu unit aritmetika dan logika (ALU), unit kontrol, memori dan perangkat input-output. ALU dan unit kontrol merupakan bagian dari CPU.

1.3.1 CPU

CPU merupakan komponen paling penting dari suatu sistem komputer. CPU / prosesor merupakan “otak” sebuah komputer. Besarnya kecepatan sebuah prosesor (digambarkan dalam *clock cycles*) mempengaruhi kecepatan komputer dalam melakukan instruksi (perintah). CPU mempunyai sejumlah tugas yaitu menjalankan program-program yang disimpan dalam memori utama dengan cara mengambil instruksi-instruksi, menguji instruksi tersebut dan mengeksekusinya satu per satu.

CPU itu sendiri tersusun dari 2 bagian yaitu:

- a. ALU (*Arithmetic and Logic Unit*)
ALU terdiri dari dua bagian yaitu unit aritmetika dan unit logika. Dengan demikian ALU mengerjakan operasi aritmetika dasar (penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian), operasi logika (AND, OR, maupun NOT), dan perbandingan. ALU pun mengerjakan instruksi-instruksi bahasa mesin yang diberikan kepadanya.
- b. CU (*Control Unit*)
Control Unit mengontrol operasi CPU dan komputer sehingga sinkronisasi kerja antar komponen dalam menjalankan fungsi-fungsinya dapat tercapai. CU pun bertugas mengambil instruksi-instruksi dari memori utama dan menentukan jenis instruksinya.

CPU memiliki media penyimpanan internal yang dinamakan register. Register digunakan pada saat proses pengolahan data. Memori ini bersifat sementara karena digunakan untuk menyimpan data saat diolah maupun untuk proses berikutnya. CPU pun memiliki sistem koneksi dan bus yang menghubungkan komponen internal dan bus eksternal CPU. Dalam hal ini, komponen

internal CPU terdiri dari ALU, CU, dan register-register sedangkan komponen eksternal CPU meliputi memori utama dan perangkat input/output.

1.3.2 Memori

Memori adalah piranti untuk menyimpan data. Berdasarkan fungsinya, memori dapat dibagi menjadi 2 macam yaitu *primary memory* dan *secondary memory*.

a. Memori utama (*primary memory*)

Memori utama merupakan memori yang berfungsi menyimpan data dan instruksi dari program yang sedang dijalankan oleh komputer. Memori utama ini disebut juga memori internal.

Fungsi utama memori ini adalah

- Menyimpan sementara data dari perangkat *input* (masukan) sampai data terkirim ke ALU
- Menyimpan sementara data hasil pemrosesan yang dilakukan di CPU sampai data itu terkirim ke perangkat *output* (keluaran).
- Menampung instruksi dari perangkat masukan maupun dari memori sekunder.

Memori utama memiliki 4 bagian yaitu:

- 1) *input storage area* (tempat untuk menampung data yang dibaca)
- 2) *program storage area* (tempat penyimpanan instruksi-instruksi yang akan digunakan)
- 3) *working storage area* (tempat dilakukannya pemrosesan data)
- 4) *output storage area* (tempat penyimpanan informasi yang sudah diolah sebelum dikirim ke perangkat keluaran)

Memori utama terdiri dari 2 macam yaitu RAM (*random access memory*) dan ROM (*read only memory*). Penjelasan rinci atas RAM dan ROM dapat dilihat di bawah ini.

RAM

RAM (memori akses acak) merupakan piranti penyimpanan yang isinya dapat diakses secara acak (*random*). RAM dapat ditulis dan dibaca. Komputer menggunakan RAM sebagai media penyimpanan primer. Selain RAM, komputer pun memiliki piranti penyimpanan lain yang dinamakan register. Hanya saja register ini terletak di dalam CPU. Register merupakan memori yang cepat.

Memori RAM memiliki beberapa karakteristik yaitu:

- a. Kecepatan tinggi
- b. Akses acak (*random*)
- c. Volatil (data hilang jika aliran listrik hilang)

Setiap komputer memiliki RAM dengan ukuran tertentu. Semakin besar ukuran RAM yang dimiliki oleh komputer, semakin besar kapasitas data maupun instruksi yang dapat disimpan. Selain digunakan dalam komputer sebagai piranti penyimpanan utama, RAM digunakan juga sebagai

media penyimpanan data jangka panjang. RAM dapat dikelompokkan ke dalam 2 kategori berdasarkan cara penyimpanan datanya:

- a. SRAM (*static random access memory*)
SRAM merupakan memori yang dapat mempertahankan data tanpa perlu “disegarkan” secara berkala.
- b. DRAM (*dynamic random access memory*)
DRAM merupakan memori yang perlu “disegarkan” untuk mempertahankan data. Hal ini menyebabkan DRAM lebih lambat dibanding SRAM. Waktu akses yang dapat didukung DRAM adalah 60 nano detik (1 nano detik = 10^{-9} detik) sementara yang dapat didukung oleh SRAM adalah 10 nano detik. Memori-memori yang termasuk DRAM yaitu
 - ❖ RDRAM (*rambus dynamic random access memory*)
Memori ini dibuat oleh perusahaan yang bernama Rambus Inc. RDRAM dapat mendukung kecepatan sampai 800 MHz.
 - ❖ SDRAM (*synchronous dynamic random access memory*)
DRAM ini memiliki karakteristik khusus yaitu adanya sinkronisasi dengan kecepatan bus CPU (sehingga dinamakan *synchronous* DRAM). Ciri khas memori ini adalah adanya label “PC” seperti PC100 dan PC133. Angka 100 atau 133 ini menunjukkan kecepatan bus yang dapat didukung.
 - ❖ DDR SDRAM (*double data rate synchronous DRAM*)
Memori ini disebut juga SDRAM II. DDR SDRAM merupakan pengembangan dari SDRAM dengan kecepatan dua kali lipat. DDR SDRAM digunakan pada laptop karena memori ini membutuhkan daya listrik yang relatif kecil.
 - ❖ EDO DRAM (*extended data out DRAM*)
Memori ini memiliki kelemahan yaitu tidak dapat bekerja pada bus dengan kecepatan lebih dari 66 MHz. EDO DRAM dikembangkan lebih lanjut menjadi BEDO RAM (*burst extended data out dynamic random access memory*)Selain tipe umum RAM di atas, ada sejumlah memori lain yang juga termasuk RAM:
 - a. WRAM
 - b. MRAM
 - c. Video RAM

ROM

ROM merupakan memori yang hanya dapat dibaca sehingga tidak dapat digunakan untuk menyimpan data atau program yang kita buat. Pengisian memori ini oleh data atau program dilakukan oleh perusahaan pembuatnya. Biasanya ROM diisi perangkat lunak yang berkaitan dengan perangkat keras atau diisi dengan data / program untuk tujuan khusus misalnya diisi interpreter (penerjemah) bahasa pemrograman tertentu.

ROM bersifat non volatil (data atau program tidak hilang meskipun aliran listrik hilang) sehingga data atau program di dalam ROM bersifat permanen. ROM yang dipakai di dalam komputer diisi program dasar komputer yang mengatur komponen-komponen di dalam komputer saat komputer dihidupkan. ROM seperti ini disebut ROM BIOS. ROM tidak terbatas pada ROM BIOS. Ada jenis ROM yang lain yang umum dipakai yaitu:

- ❖ PROM (*programmable read only memory*)
- ❖ EPROM
- ❖ EEPROM
- ❖ EAROM

b. **Memori sekunder (*secondary memory*)**

Memori sekunder memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a. Non volatil
- b. Kecepatan relatif lebih rendah dibanding memori utama
- c. Akses bersifat sekuensial (berurutan)

Media penyimpanan (memori) sekunder ini merupakan media penyimpanan permanen. Data dapat disimpan dalam jangka panjang dan dapat dibaca kembali suatu saat. Media penyimpanan sekunder ini terdiri dari pita magnetik, piringan optik, piringan magnetik dan *flash disk / thumb drive*.

Pita magnetik merupakan media penyimpanan data yang wujudnya berupa pita dalam gulungan besar ataupun kaset. Pita magnetik digunakan sebagai media penyimpanan untuk keperluan *back-up* data (membuat data cadangan).

Piringan optik merupakan media penyimpanan yang berwujud sebuah piringan tipis. Piringan optik umumnya digunakan untuk menyimpan data berupa lagu, film atau data-data berukuran relatif besar sehingga data tidak bisa disimpan di dalam *floppy disk*. Contoh piringan optik adalah CD (*compact disk*) dan DVD (*digital video disk*).

Piringan magnetik yang banyak dipakai adalah harddisk. Harddisk merupakan media penyimpanan yang umum dipakai dalam sistem komputer. Penyimpanan data pada harddisk dilakukan secara magnetik. Data yang disimpan dalam harddisk dapat diubah atau dihapus. Harddisk memiliki 2 komponen penyusun utama:

- ❖ *Platter*
Platter berupa piringan yang terbuat dari bahan aluminium dan dilapisi bahan magnetik. Umumnya, harddisk memiliki sejumlah *platter* yang bekerja bersama-sama. Data yang disimpan di dalam harddisk pada dasarnya disimpan pada permukaan *platter*. Permukaan *platter* menyimpan data dalam *sector* dan *track*. *Track* membentuk lingkaran-lingkaran konsentris pada permukaan *platter*. Setiap *track* terdiri dari sejumlah *sector*.
- ❖ Lengan pembaca

Lengan pembaca merupakan komponen yang menyangga *head*. *Head* berfungsi untuk melakukan pembacaan maupun penulisan data pada permukaan *platter*. Oleh karena itu, lengan pembaca dapat bergerak dari pusat sampai pinggir *platter*.

Flash disk merupakan penyimpanan data bertipe memori flash. *Flash disk* dihubungkan ke komputer menggunakan port USB (*universal serial bus*). USB merupakan socket model baru yang menghubungkan komputer dengan alat lainnya yang menjanjikan kemudahan instalasi dan kecepatan tranfer data. *Flash disk* banyak digunakan karena dinilai praktis, berukuran kecil, dapat dibawa ke mana-mana dengna mudah dan memilik kapasitas yang cukup besar. Di masa lalu, pengguna komputer menggunakan *floppy disk* sebagai media penyimpanan yang hanya dapat menyimpan data sebesar 1,44 Mb (*flash disk* bisa menyimpan data 16 GB). Kapasitas flash disk kian bertambah besar seiring perkembangan teknologi yang dicapai.

1.3.3 Perangkat Input Output

Perangkat input/output (masukan/keluaran) memungkinkan komputer untuk menerima data dari luar dan menampilkan/mengirimkan hasil pemrosesan di dalam komputer ke luar. Perangkat input mempunyai cara kerja yang berbeda dengan perangkat output. Perangkat input mengubah data (proses *encoding*) yang berasal dari luar komputer menjadi data yang dapat dipahami dan diproses di dalam komputer sedangkan perangkat output mengubah data hasil pemrosesan komputer menjadi data yang dapat dipahami manusia (proses *decoding*).

Perangkat input terdiri dari:

- ❖ Keyboard
 - Keyboard memiliki sejumlah tombol. Keyboard digunakan untuk memasukkan data ke komputer. Keyboard terdiri dari beberapa jenis yaitu:
 - Keyboard serial : keyboard yang menggunakan kabel serial
 - Keyboard PS/2 : keyboard yang menggunakan kabel PS/2
 - Keyboard USB : keyboard yang menggunakan kabel USB
- ❖ Pointing devices (touch screen, mouse, light pen, stylus)
 - Biasanya digunakan untuk pembuatan desain grafis, memilih menu di layar, dan lain-lain secara praktis. Mouse terdiri dari beberapa jenis yaitu:
 - Mouse serial : mouse yang menggunakan kabel serial
 - Mouse PS/2 : mouse yang menggunakan kabel PS/2
 - Mouse USB : mouse yang menggunakan kabel USB
- ❖ Scanner
 - Scanner digunakan untuk memindai gambar atau teks melalui teknik pengenalan objek yang memanfaatkan pantulan cahaya.
- ❖ Pembaca kartu memori
- ❖ Web camera
- ❖ Joystick
 - Joystick biasa digunakan untuk bermain game.

Perangkat output terdiri dari:

- ❖ **Printer**
Printer digunakan untuk mencetak dokumen. Printer terdiri dari printer dot matrix, deskjet dan laserjet.
- ❖ **Speaker**
Speaker adalah alat output suara.
- ❖ **Monitor**
Monitor berfungsi untuk menampilkan data dalam bentuk teks atau grafis. Printer terdiri dari jenis CRT dan LCD. LCD (cathod ray tube) merupakan monitor berbentuk tabung) sedangkan LCD (liquid crystal display) adalah monitor yang permukaanya datar dan konsumsi listriknya lebih kecil dibandingkan layar jenis CRT.
- ❖ **Headphone**
Headphone adalah alat output suara yang diletakkan di kepala.

1.4 Perangkat Lunak

Perangkat lunak dapat didefinisikan sebagai data elektronik (diformat dan disimpan secara digital) yang berupa program atau kumpulan instruksi yang akan dieksekusi oleh komputer untuk menyelesaikan masalah tertentu. Pada zaman dahulu, perangkat lunak merupakan satu kesatuan dengan komputer. Pada masa itu, komputer diciptakan hanya untuk mewujudkan tujuan tertentu saja dan hanya memiliki sebuah program di dalamnya. Pada saat komputer mulai berkembang pesat, banyak perusahaan membuat berbagai macam perangkat lunak.

Secara garis besar, perangkat lunak dapat dibagi menjadi 2 yaitu:

- a. **Perangkat lunak sistem**
Perangkat lunak sistem terdiri dari beberapa macam. Yang termasuk perangkat lunak sistem adalah sistem operasi, bahasa pemrograman dan perangkat lunak utiliti.
- **Sistem operasi**
Dari pandangan pemrogram dalam mengembangkan sistem operasi, sistem operasi didefinisikan sebagai program yang menutupi detail perangkat keras yang rumit kepada pemrogram (*programmer*) dan menyediakan antarmuka (*interface*) yang mudah bagi pemrogram untuk mengakses perangkat keras dalam mengembangkan sebuah program. Secara umum, sistem operasi merupakan perangkat lunak yang berperan dalam bekerjanya sebuah komputer. Saat komputer dijalankan, sistem operasi adalah yang pertama kali bekerja. Perangkat lunak ini mengatur seluruh proses yang terjadi di dalam komputer, menerjemahkan perintah, mengatur penggunaan memori dan perangkat keras lainnya, dan lain-lain.
Sistem operasi biasanya berkaitan dengan mesin tertentu. Komputer buatan perusahaan Apple memakai sistem operasi yang dibuat oleh perusahaan yang sama. Meskipun demikian,

sebuah komputer bisa diinstal berbagai pilihan sistem operasi. Komputer-komputer sekarang pada dasarnya berkembang dari komputer yang dibuat oleh IBM. Komputer saat ini memungkinkan kita untuk memilih sistem operasi yang digunakan. Kita bisa menginstal sistem operasi Windows (dibuat oleh Microsoft) atau sistem operasi turunan Linux.

Sistem operasi yang beredar saat ini ada yang berbayar dan ada yang tidak. Microsoft Windows adalah salah satu contoh sistem operasi berbayar (kita harus membayar lisensi). Sistem operasi pun ada yang bersifat gratis, contohnya Ubuntu. Ubuntu merupakan turunan (distro) dari Linux yang juga merupakan sistem operasi yang bersifat *open source*. Sistem operasi *open source* (sumber terbuka) adalah sistem operasi yang lisensinya memberi kebebasan kepada penggunanya dalam menjalankan program, mempelajari dan memodifikasi program, serta mendistribusikan penggandaan program asli atau yang sudah dimodifikasi tanpa harus membayar royalti kepada pengembang sebelumnya. Windows bukanlah sistem operasi yang bersifat *open source*. Sistem operasi yang bersifat open source ada yang bersifat gratis dan ada yang tidak.

➤ Bahasa pemrograman

Bahasa pemrograman merupakan perangkat lunak yang mengubah algoritma yang dibuat seseorang ke dalam bentuk yang dapat dipahami oleh komputer. Contoh bahasa pemrograman adalah Pascal, C++, Java, Basic, Ruby, dan lain-lain.

➤ Program utiliti

Program utiliti merupakan perangkat lunak yang fungsinya membantu sistem operasi. Tugas yang dijalankan oleh program utiliti sifatnya khusus dan berkaitan dengan manajemen fungsi komputer, sumber daya, berkas (*file*) dan lain-lain. Program utiliti meliputi program-program untuk memeriksa *floppy disk* yang rusak, mengatur ulang partisi harddisk, melindungi password, memeriksa apakah komputer terinfeksi virus, dan lain-lain. Contoh program utiliti adalah Norton Anti Virus (untuk memeriksa apakah komputer terinfeksi virus atau tidak, membersihkan komputer dari virus dan lain-lain), Scandsik, dan lain-lain.

b. Perangkat lunak aplikasi

Perangkat lunak aplikasi merupakan perangkat lunak yang dibuat untuk suatu keperluan yang spesifik. Perangkat lunak aplikasi sangat beragam jenisnya. Perangkat lunak aplikasi dapat dikelompokkan berdasarkan fungsinya. Tabel di bawah ini menunjukkan jenis-jenis perangkat lunak aplikasi.

Jenis perangkat lunak aplikasi	Contoh
Pengolah kata	Microsoft Word, Open Office Writer,

Presentasi	Wordstar
Basis Data	Microsoft Power point, Impress
Pengolah Grafis	MySQL, Oracle, Microsoft Access
	Adobe Photoshop, Macromedia
	Fireworks, Corel Draw
Pengembang Web	Macromedia Dreamweaver, Microsoft
	Frontpage
Multimedia	Windows Media Player, Winamp

Tabel 1.1 Perangkat lunak aplikasi

Latihan Soal

1. Apa saja yang menyusun sebuah sistem komputer?
2. Jelaskan bagian-bagian yang menyusun arsitektur Von Neumann?
3. Jelaskan komponen-komponen CPU!
4. Apa fungsi utama memori?
5. Sebutkan karakteristik memori utama?
6. Apa perbedaan memori volatil dan non volatil?
7. Mengapa DRAM lebih lambat dari SRAM?
8. Sebutkan macam-macam perangkat input-output?
9. Apa yang kamu ketahui tentang perangkat lunak atau program sumber terbuka (*open source*)?
10. Jelaskan macam-macam perangkat lunak!

Bab**2****Basis Data**

Pada bab ini, siswa diharapkan dapat:

1. Memahami konsep data dan basis data
2. Menjelaskan bahasa basis data
3. Memahami sistem manajemen basis data
4. Menjelaskan pemodelan basis data

2.1 Pendahuluan

Di masa sekarang, kita tak terlepas dari dunia informasi. Apakah informasi itu? Informasi merupakan kumpulan fakta-fakta secara mentah. Setelah informasi itu diolah dan diorganisasi maka lahirlah data. Untuk mengorganisasi dan menganalisis data, kita memerlukan suatu perangkat lunak. Program aplikasi yang ada sekarang ini mampu mengelola data dengan cara tertentu. Pada dasarnya, kebutuhan kita terhadap perangkat lunak sistem informasi itu tidak terbatas dalam ruang lingkup mengelola data melainkan juga dalam mencari hubungan antara data-data tersebut.

Ada dua sistem informasi aplikasi yang digunakan yaitu *electronic spreadsheets* dan sistem manajemen basis data. *Electronic spreadsheets* merupakan alat yang cukup praktis untuk analisis data berdasarkan persamaan (formula) yang mendefinisikan hubungan di antara data. Lain halnya dengan sistem manajemen basis data. Sistem manajemen basis data menangani data yang lebih besar dan

sering dicari maupun diorganisasi ke dalam bagian-bagian tertentu. Pernahkah Anda belanja ke sebuah toko? Ketika Anda membayar di kasir, Anda melihat kasir begitu mudahnya untuk mendata dan menghitung berapa yang harus anda bayar. Kemudahan ini disebabkan adanya basis data yang dimiliki toko itu. Toko tersebut memiliki basis data yang dikelola oleh sebuah sistem manajemen basis data. Dalam basis data itu banyak data yang dimasukkan misalnya jenis barang, nama barang, harga dan lain-lain. Penggunaan basis data dan sistem manajemen basis data dalam kehidupan sehari-hari pada saat ini sudah meluas. Pada bab ini, kita akan mempelajari basis data dan sistem manajemen basis data.

2.2 Data dan Basis Data

Data merupakan fakta mengenai suatu objek, peristiwa, konsep, keadaan dan sebagainya yang dapat dicatat dan mempunyai arti secara implisit. Data dapat dinyatakan dalam bentuk angka, karakter atau simbol. Ketika data dikumpulkan dan diorganisasi sehingga saling berhubungan maka lahirlah basis data (*database*). Dalam hal ini, data diorganisasikan berdasarkan aturan yang khusus. Dari pengertian ini, kita bisa ambil kesimpulan bahwa data yang terkumpul secara acak dan tanpa mempunyai arti tidak bisa dikatakan sebagai basis data. Pengorganisasian data biasanya dilakukan untuk tujuan tertentu.

Pada prakteknya, data diorganisasi ke dalam:

a. Elemen data (*field*)

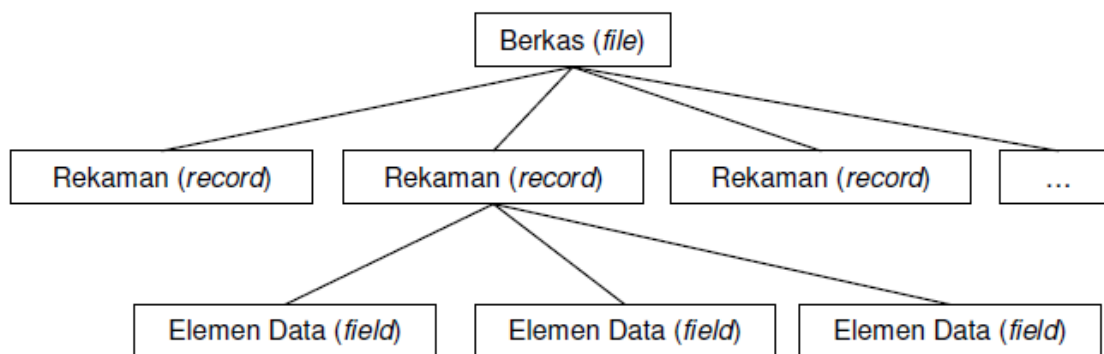
Elemen data merupakan satuan data paling kecil sehingga tidak dapat dipecah lagi menjadi unit yang memiliki arti. Contoh elemen data mahasiswa yaitu nama, nomor induk mahasiswa, program studi, jenis kelamin dan asal SMA.

b. Rekaman (*record*)

Jika sejumlah elemen data yang saling terkait digabungkan, maka akan terbentuk rekaman (disebut juga tupel).

c. Berkas (*file*)

Semua rekaman yang bertipe sama akan membentuk berkas



Gambar 2.1 Hirarki data

Dengan adanya basis data, kita bisa mencegah adanya data ganda. Manfaat lain dari basis data adalah sebagai berikut.

- a. Untuk keamanan
- b. Mengurangi tempat penyimpanan
- c. Meningkatkan hubungan antar data
- d. Memungkinkan adanya penggunaan bersama atas data yang ada
- e. Kecepatan dan kemudahan dalam mengakses data

Dalam sebuah sistem informasi, basis data merupakan unsur penting. Basis data harus dikelola dengan baik. Oleh karena itu, seorang pengguna atau administrator melakukan sejumlah operasi pada basis data. Pembuatan dan penghapusan basis data pada dasarnya merupakan operasi-operasi pada basis data. Operasi-operasi lainnya yang dilakukan terhadap basis data adalah sebagai berikut:

- a. Membuat tabel/file dan memasukkannya ke basis data
- b. Menghapus tabel.file dari basis data
- c. Menambah data baru ke sebuah tabel/file
- d. Mengambil data dari sebuah tabel/file
- e. Menghapus data dari sebuah tabel/file
- f. Mengubah data dari sebuah tabel/file

Data disimpan dalam suatu sistem manajemen basis data. Sistem ini tidak menampilkan bagaimana data tersebut disimpan dan dipelihara secara terstruktur. Akibatnya, data yang terlihat oleh pengguna bisa berbeda dengan data yang tersimpan secara fisik. Dalam basis data, kita mengenal istilah abstraksi data. Abstraksi data merupakan tingkatan atau level yang berkaitan dengan bagaimana seorang pengguna melihat data yang terdapat dalam suatu basis data. Level-level (tingkatan) dalam abstraksi data terdiri dari:

- a. Level fisik

Level fisik (level internal) menggambarkan bagaimana suatu data tersimpan. Pada level terendah, pengguna melihat data sebagai gabungan dari data dan strukturnya. Tingkatan ini berkaitan dengan penempatan record data, teknik kompresi (pemampatan) dan enkripsi data serta alokasi ruang penyimpanan untuk data maupun indeks.

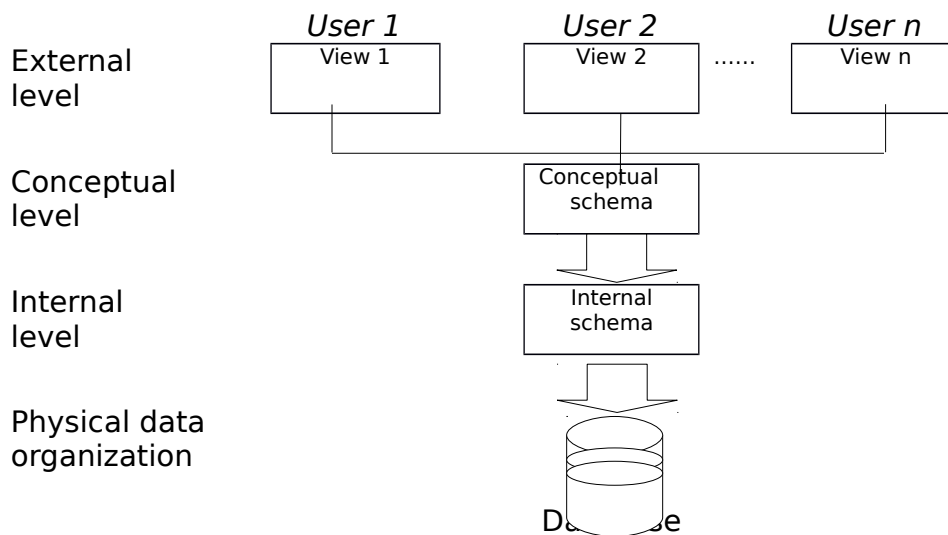
- b. Level konseptual

Menggambarkan data apa yang tersimpan dalam basis data dan hubungannya dengan data yang lain yang ada dalam basis data. Tingkat konseptual menyatakan hal-hal sebagai berikut:

- Informasi keamanan dan integritas data
- Entitas (objek yang mewakili sesuatu yang nyata dan dapat dibedakan dari sesuatu yang lain), atribut (elemen yang dimiliki oleh setiap entitas yang berfungsi untuk mendeskripsikan karakteristik dari entitas tersebut) dan relasinya (hubungan antara sejumlah entitas yang berasal dari himpunan entitas yang berbeda).
- Batasan pada data

c. Level penampakan

Level eksternal ini merupakan level tertinggi. Pada level ini, pengguna melihat data sebagai satu kesatuan yang utuh meskipun data yang diakses adalah yang dibutuhkan pengguna saja (bukan keseluruhan data).



Gambar 2.2 Level abstraksi data

2.3 Bahasa Basis Data

Bahasa basis data terdiri dari dua macam yaitu:

- a. Data Definition Language (DDL)
Bahasa ini digunakan untuk membuat tabel baru, mengubah tabel, membuat indeks dan lain-lain. Hasil dari perintah DDL adalah kumpulan tabel yang disimpan dalam file khusus yang disebut kamus data. Kamus data ini merupakan metadata. Metadata adalah data yang mendeskripsikan data sebenarnya.

b. Data Manipulation Language (DML)

Bahasa ini dipakai dalam menambah, mengubah, menghapus data maupun mengambil data pada suatu basis data. Dengan adanya DML, pengguna dapat dengan mudah mengakses data. DML terdiri dari 2 macam yaitu:

- Prosedural
DML prosedural mensyaratkan pengguna untuk menentukan data apa yang akan diinginkan dan cara memperolehnya.
Contoh DML Prosedural : FoxBase
- Non prosedural
DML non prosedural mensyaratkan pemakai untuk menentukan data apa yang diinginkan tapi pengguna tidak perlu menyebutkan bagaimana cara memperolehnya.
Contoh DML non prosedural : SQL

2.4 Sistem Manajemen Basis Data

Sistem manajemen basis data atau *data base management system* (DBMS) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk memasukkan, mengubah atau menghapus data dengan mudah dan efektif. DBMS memiliki sejumlah kelebihan yaitu:

- a. Kepraktisan
Penggunaan DBMS membuat penyimpanan data lebih praktis karena semua data bisa disimpan dalam suatu media penyimpanan yang berukuran kecil. Hal ini jelas berbeda jika data dicatat di atas kertas.
- b. Kecepatan
Dengan adanya DBMS yang tentunya berada dalam komputer, kita dapat mencari ataupun mengakses data dengan lebih cepat.
- c. Informasi yang akurat dan baru
DBMS memudahkan pengguna untuk memasukkan, mengubah dan menghapus data secara cepat. Hal ini menyebabkan data yang ada di dalam DBMS akurat dan dapat senantiasa diperbarui.

Di samping kelebihan-kelebihannya, DBMS memiliki kelemahan yaitu:

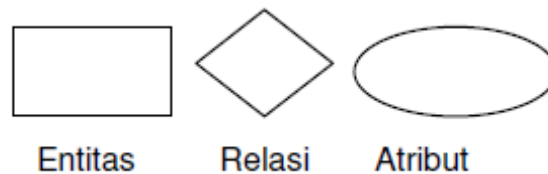
- a. DBMS membutuhkan biaya yang besar. Biaya ini meliputi biaya perangkat keras, perangkat lunak maupun untuk keperluan sumber daya manusia yang akan mengoperasikan DBMS.
- b. DBMS memungkinkan terjadinya kesalahan (yang selanjutnya akan mengakibatkan kesulitan dalam pemeliharaan data) karena DBMS lebih kompleks dibanding pengelolaan basis data dengan menggunakan kertas.
- c. DBMS memiliki resiko tinggi berupa hilangnya data jika data disimpan dan dikelola secara terpusat.

2.5 Pemodelan Basis Data

Sebuah basis data harus didesain dengan hati-hati. ER (*Entity-Relationship*) merupakan teknik terpopuler untuk mendesain basis data. Dengan kata lain, model ER merupakan model yang paling sering dipakai untuk basis data. Dalam pemodelan ER dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Memilih entitas-entitas yang akan disusun dalam basis data dan menentukan hubungan antar entitas yang telah dipilih.
- b. Melengkapi atribut-atribut yang sesuai pada entitas dan hubungan.

Model ER memiliki elemen-elemen yaitu entitas, atribut dan relasi. Elemen-elemen dalam model ER dapat digambarkan pada gambar diagram di bawah ini:



Gambar 2.3 Elemen-elemen ER-Model

Secara lebih jelas, elemen-elemen model ER dijelaskan sebagai berikut.

1. Entitas

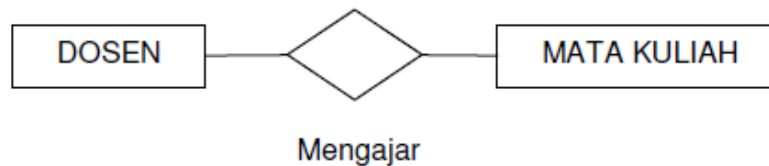
Entitas merupakan suatu objek yang dapat dibedakan dari objek-objek yang lain. Entitas bisa nyata (misalnya, mahasiswa, mobil dan lain-lain) tetapi bisa pula abstrak (misalnya hari kerja, gaji karyawan, dan lain-lain). Himpunan entitas didefinisikan sebagai suatu himpunan yang memiliki tipe yang sama misalnya himpunan orang yang menuntut ilmu di sebuah perguruan tinggi disebut mahasiswa. Suatu entitas direpresentasikan oleh atribut. Sebagai contoh, entitas bernama komputer direpresentasikan dengan atributnya yang berupa jenis dan merek.

2. Atribut

Atribut adalah suatu fungsi yang memetakan suatu himpunan entitas ke dalam suatu domain. Domain adalah himpunan nilai yang dapat diberikan pada atribut tersebut. Secara sederhana, atribut menjelaskan entitas. Pada dasarnya entitas dijabarkan dengan suatu himpunan dari atribut dan nilai data. Sebagai contoh, mahasiswa dijabarkan dengan himpunan {(nama, Kurniawan), (usia, 19), (kota-asal, Tangerang)}.

3. Relasi

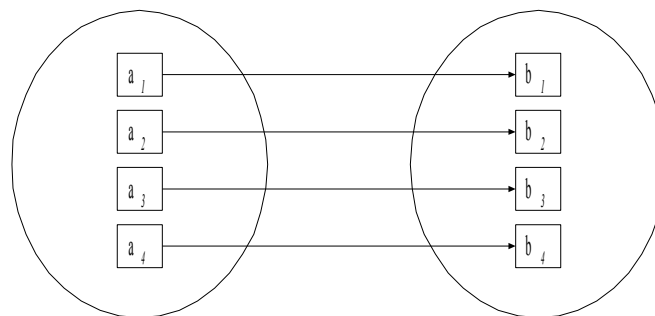
Entitas yang satu dengan yang lainnya diasosiasikan dalam suatu hubungan (*relationship*) . Suatu relasi dapat memiliki beberapa atribut. Jumlah kelas entitas dalam suatu relasi disebut derajat relasi. Gambar di bawah ini merupakan contoh dari relasi berderajat dua (melibatkan dua kelas entitas):



Gambar 2.4 Relasi berderajat dua

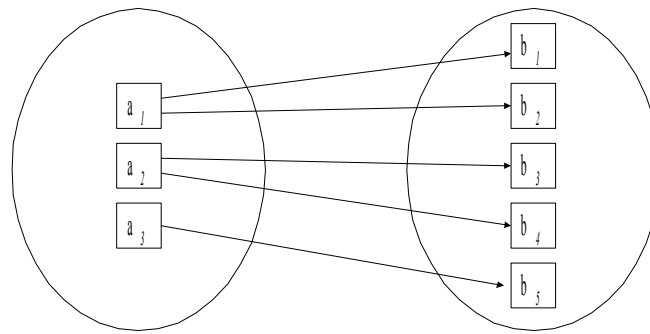
Relasi yang terjadi diantara dua himpunan entitas (misalnya A dan B) dalam satu basis data biasanya berupa relasi tipe biner. Ketiga tipe biner tersebut adalah

- a. Satu ke satu (*one-to-one*)
Hubungan terjadi bila setiap entitas dari suatu himpunan entitas berhubungan paling banyak dengan satu entitas lain yang berasal dari himpunan entitas yang lain.



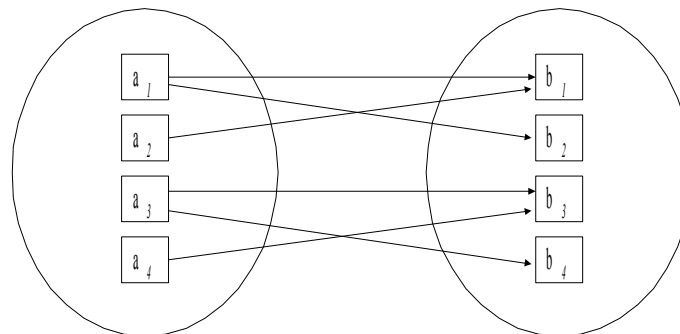
Gambar 2.5 Satu ke satu

- b. Satu ke banyak (*one-to-many*)
Relasi ini terjadi ketika setiap entitas dari himpunan entitas A memiliki hubungan dengan lebih dari satu entitas yang berasal dari himpunan entitas B tetapi tidak kebalikannya. Dengan kata lain, entitas yang berasal dari himpunan entitas B berhubungan dengan satu entitas yang berasal dari himpunan entitas A.



Gambar 2.6 Satu ke banyak

- c. Banyak ke banyak (*many-to-many*)
Hubungan saling memiliki lebih dari satu dari setiap instansi entitas terhadap instansi entitas lainnya.



Gambar 2.6 Banyak ke banyak

Latihan Soal

1. Apa yang dimaksud dengan basis data (*database*)?
2. Apa perbedaan antara *field*, *record* dan *file*?
3. Sebutkan manfaat dari basis data!
4. Apa saja operasi-operasi yang dilakukan pada basis data?
5. Sebutkan level abstraksi data?

6. Apa perbedaan DDL dan DML?
7. Jelaskan macam-macam DML!
8. Sebutkan kelebihan-kelebihan dan kelemahan-kelemahan DBMS?
9. Jelaskan model elemen-elemen ER!
10. Jelaskan 3 macam relasi tipe biner!

Bab
3

Sinyal Digital

Pada bab ini, siswa diharapkan dapat:

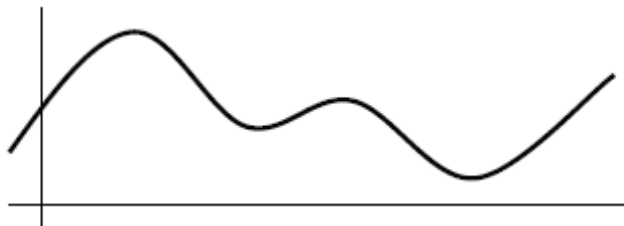
1. Memahami konsep sinyal analog dan digital
2. Menjelaskan karakteristik sinyal
3. Menjelaskan cara mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital

3.1 Pendahuluan

Pernahkah Anda mendengar kata “sinyal”? Secara sederhana, sinyal dapat diartikan sebagai sinyal untuk melanjutkan suatu kegiatan. Sinyal ini dapat berbentuk simbol-simbol, bunyi-bunyi tertentu, dan lain-lain. Sinyal pada dasarnya merupakan besaran fisis yang berubah menurut ruang dan waktu. Secara matematis, sinyal dapat didefinisikan sebagai fungsi dari satu atau lebih variable bebas (independen). Sinyal banyak digunakan dalam banyak peralatan elektronik, misalnya ponsel (telepon seluler).

Telepon seluler (*handphone*) merupakan alat komunikasi yang banyak digunakan di masa sekarang. Komunikasi antara dua orang melalui telepon seluler dapat terjadi karena adanya pengiriman dan penerimaan sinyal digital yang terjadi pada kedua perangkat tersebut. Sinyal digital merupakan salah satu bentuk sinyal. Sinyal digital pun digunakan dalam komunikasi antara komputer dan printer, antara komputer yang satu dengan komputer yang lain dalam sebuah jaringan komputer, dan lain-lain.

Dalam kehidupan sehari-hari, kita tidak hanya memanfaatkan sinyal digital. Selain sinyal digital, sinyal analog pun sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Sinyal analog bersifat kontinyu seperti yang terlihat pada gambar 3.1. Secara fisik, sinyal analog mempunyai nilai sepanjang waktu.



Gambar 3.1 Sinyal analog yang bersifat kontinyu

Pada dasarnya, fenomena yang terjadi di dunia nyata bersifat analog. Nilai analog ini berkaitan dengan bilangan pecahan. Untuk lebih jelasnya, kita ambil sebuah contoh. Jika kita mengukur berat sebuah telur yang diambil acak dari sebuah rak telur, maka berat dari telur-telur tersebut tidak akan selalu berupa bilangan bulat seperti 60 gram, 68 gram, 71 gram, ataupun 75 gram. Akan tetapi, berat telur dapat berupa bilangan pecahan seperti 73, 5467 gram. Berat merupakan salah satu contoh nilai analog. Contoh lain nilai analog yaitu tinggi badan, waktu, tegangan, jarak dan suhu.

Nilai-nilai analog seperti tegangan bisa ditampilkan dalam bentuk grafik. Dalam hal ini, sumbu x menyatakan besaran waktu dan sumbu y menyatakan besaran tegangan. Jika kita memiliki data berupa tegangan (dalam satuan volt) yang berubah-ubah menurut waktu, maka perubahan tegangan terhadap waktu dapat membentuk sebuah kurva yang kontinyu. Dengan demikian, sinyal analog yang nilai-nilainya dinyatakan dalam bilangan pecahan memiliki resolusi yang tak terbatas. Karakteristik ini membedakannya dengan sinyal digital.

Transmisi (pengiriman) sinyal analog melalui sebuah medium (kabel, udara, serat optik, dan lain-lain) seringkali mengalami masalah karena adanya derau atau noise yang mengakibatkan data yang diterima berbeda dengan data yang dikirimkan. Noise yang terkirim bersama data akan semakin kuat ketika sinyal analog dikirim dari satu titik ke titik lain yang jaraknya jauh. Jarak pengiriman yang jauh ini menyebabkan sinyal melemah. Pelemahan sinyal ini harus diatasi dengan memasang amplifier untuk memperkuat sinyal. Pada saat bersamaan, penguatan sinyal yang berisi data akan memperkuat noise yang terkirim bersama data. Oleh karena itu, untuk mengatasi derau yang muncul saat pengiriman sinyal, sinyal analog harus diubah menjadi sinyal digital yang tahan terhadap derau. Sinyal dan sistem digital banyak dipakai saat ini.

Banyaknya peralatan berbasis sistem digital saat ini tidak terlepas dari kelebihan yang ada pada sistem digital. Selain tahan terhadap noise, sinyal digital dapat diolah dengan menggunakan sejumlah algoritma matematika sehingga ketepatan (akurasi) pengolahan sinyal untuk berbagai aplikasi dapat diperoleh. Selain itu, sekuen bilangan pada sistem digital dapat dengan mudah disimpan.

Pengambilan sampel merupakan hal penting. Jika sampel yang diambil semakin banyak, sinyal digital yang diperoleh akan semakin mendekati sinyal aslinya (sinyal analog). Sebaliknya, jika sampel yang diambil terlalu sedikit, banyak detail sinyal analog yang hilang. Dengan demikian, sinyal digital yang diperoleh menjadi representasi yang kurang akurat atas sinyal analognya. Dalam hal ini, banyak informasi yang terbuang akibat resolusi yang kurang baik.

3.2 Karakteristik Sinyal

Dasar sistem telekomunikasi adalah sinyal. Sinyal yang mengalir dari satu tempat ke tempat lain dapat berbentuk analog atau digital.

a. Sinyal Analog

Sinyal analog biasa juga disebut sinyal kontinyu, karena bentuknya serupa gelombang yang kontinyu. yang membawa informasi dengan mengubah karakteristik gelombang. Sinyal seperti ini biasa dijumpai pada listrik yang berasal dari PLN dan berbentuk gelombang sinus seperti yang terlihat pada Gambar 9.2(a). Dalam sistem telekomunikasi, sinyal yang mengalir pada jaringan telepon umumnya juga berupa sinyal analog.

Sinyal analog mempunyai ciri yaitu memiliki amplitudo dan frekuensi. Jika dikaitkan dengan suara, ketinggian gelombang ditentukan oleh amplitudo. yang menentukan keras tidaknya suara, sedangkan frekuensi menentukan jumlah siklus gelombang dalam satu detik, yang berimplikasi pada kenyaringan suara (melengking atau tidak). Pada sinyal analog. nilai amplitudo setiap saat berubah-ubah.

b. Sinyal Digital

Sinyal digital biasa juga disebut sinyal diskret. Sinyal ini tersusun atas dua keadaan, yang biasa disebut bit, yaitu berupa keadaan 0 dan keadaan 1. Keadaan 1 dapat diperoleh dengan misalnya diwakili oleh tegangan +5 volt dan keadaan 0 diwakili oleh 0 volt.

c. Pertukaran Sinyal Analog dan Digital

Dalam prakteknya, komunikasi antarkomputer kadang mengalami perubahan dari sinyal analog ke digital dan sebaliknya. Sebagai contoh, komunikasi dua buah komputer yang melibatkan jaringan telepon, melakukan perubahan sinyal seperti berikut. Komputer pertama mengirimkan sinyal digital dan kemudian oleh peranti modem akan berubah menjadi sinyal analog. Sinyal analog inilah yang mengalir pada jaringan telepon. Selanjutnya. sinyal analog diubah oleh modem menjadi sinyal digital pada bagian penerima.

Sinyal digital merupakan sinyal data dalam bentuk pulsa yang dapat mengalami perubahan yang tiba-tiba dan mempunyai besaran 0 dan 1. Sinyal digital hanya memiliki dua keadaan, yaitu 0 dan 1, sehingga tidak mudah terpengaruh oleh derau/noise, tetapi transmisi dengan sinyal digital hanya mencapai jarak jangkauan pengiriman data yang relatif dekat. Biasanya sinyal ini juga dikenal dengan sinyal diskret.

Sinyal yang mempunyai dua keadaan ini biasa disebut dengan bit. Bit merupakan istilah khas pada sinyal digital. Sebuah bit dapat berupa nol (0) atau satu (1). Kemungkinan nilai untuk sebuah bit adalah 2 (2^1) buah. Kemungkinan nilai untuk 2 bit adalah sebanyak 4 (2^2), berupa 00, 01, 10, dan 11. Secara umum, jumlah kemungkinan nilai yang terbentuk oleh kombinasi n bit adalah sebesar 2^n buah.

Komputer mengolah data yang ada adalah secara digital, melalui sinyal listrik yang diterimanya atau dikirimkannya. Pada prinsipnya, komputer hanya mengenal dua arus, yaitu on atau off, atau istilah dalam angkanya sering juga dikenal dengan 1 (satu) atau 0 (nol). Kombinasi dari arus on atau off inilah yang yang mampu membuat komputer melakukan banyak hal, baik dalam mengenalkan huruf, gambar, suara, bahkan film-film menarik yang anda tonton dalam format digital.

Sinyal digital ini memiliki berbagai keistimewaan yang unik yang tidak dapat ditemukan pada teknologi analog, yaitu:

- a. Mampu mengirimkan informasi dengan kecepatan cahaya yang dapat membuat informasi dapat dikirim dengan kecepatan tinggi.
- b. Penggunaan yang berulang-ulang terhadap informasi tidak mempengaruhi kualitas dan kuantitas informasi itu sendiri
- c. Informasi dapat dengan mudah diproses dan dimodifikasi ke dalam berbagai bentuk
- d. Dapat memproses informasi dalam jumlah yang sangat besar dan mengirimnya secara interaktif.

3.3 Perubahan Sinyal Analog Menjadi Sinyal Digital

Sinyal analog dapat mengalami pelemahan (atenuasi) dalam transmisinya. Pelemahan ini bisa disebabkan oleh redaman ataupun derau (noise). Noise dan redaman ini akan tertambahkan pada sinyal asli. Redaman merupakan faktor penyebab penurunan kualitas sinyal yang sumbernya berasal dari medium transmisi. Suatu medium transmisi memiliki konstanta redaman. Redaman yang muncul ini akan menyebabkan menurunnya level sinyal.

Noise bisa disebabkan oleh agitasi termal yang terjadi pada saluran. Besarnya agitasi termal ini sebanding dengan suhu saluran dan suhu di sekitar saluran. Noise bisa menyebabkan menurunnya kualitas sinyal akibat munculnya sinyal tak diinginkan yang menyertai sinyal asli.

Di sisi penerima, redaman dan noise menyebabkan sinyal yang diterima tidak sama dengan sinyal asli yang dikirimkan oleh pengirim. Masalah ini bisa dipecahkan dengan mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Alasan lain perlunya pengubahan sinyal analog menjadi sinyal digital adalah dapat diolahnya sinyal digital dengan menggunakan komputer.

Proses pengubahan sinyal analog menjadi sinyal digital bisa dilakukan dengan menggunakan

teknik PCM. Dalam teknik ini, sinyal analog dikonversi menjadi deretan pulsa. Pulsa-pulsa ini terdiri dari dua level yaitu nilai satu (merekpresentasikan ada arus atau tegangan) dan nilai nol (tidak ada arus atau tegangan). Secara garis besar, pengubahan sinyal analog menjadi sinyal digital terdiri dari 3 bagian yaitu:

- a. *Sampling*
- b. *Quantizing* (kuantisasi)
- c. *Coding*

Sampling adalah proses pencuplikan sinyal. Dalam proses ini, titik cuplik dalam fungsi waktu pada sinyal analog yang ingin diubah ditentukan. Dalam proses *sampling*, frekuensi *sampling* harus benar-benar diperhatikan. Frekuensi *sampling* harus lebih besar dari 2 kali frekuensi maksimum dari sinyal asli yang dicuplik. Teori *sampling* (*sampling theorem*) ini dikenal dengan *Nyquist sampling rate*. Jika pencuplikan sinyal mengikuti teori *sampling*, sinyal asli dapat direkonstruksi di sisi penerima tanpa mengalami *aliasing* (distorsi).

Setelah proses *sampling*, tahap selanjutnya adalah *quantizing* (kuantisasi). Pada tahap ini dilakukan penentuan level pada setiap besaran analog yang sudah dicuplik. Pada proses kuantisasi, semakin banyak jumlah level yang digunakan maka akurasi akan semakin bagus. Dengan kata lain, sinyal hasil digitalisasi akan semakin mendekati sinyal aslinya. Akan tetapi, semakin banyak level kuantisasi, memori yang dibutuhkan pun meningkat. Dalam hal ini, ada *trade-off* antara akurasi dan kebutuhan memori.

Setelah tahap kuantisasi selesai, tahapan selanjutnya dari proses digitalisasi sinyal analog adalah proses *coding*. Pada dasarnya proses ini merupakan penentuan level setiap besaran analog hasil proses kuantisasi ke dalam bentuk bilangan biner. Pada tahap ini, kita harus menentukan berapa bit yang akan dipakai. Jika kita memakai 2 bit maka amplitudo sinyal hasil kuantisasi bisa dinyatakan dengan 4 level yaitu 00, 01, 10 dan 11. Jika pada proses *coding* menggunakan 3 bit, amplitudo sinyal hasil kuantisasi bisa menggunakan 8 level yaitu 000, 001, 010, 011,, 111. Jumlah level yang digunakan saat *coding* memenuhi persamaan

$$L = 2^n$$

dengan n adalah jumlah bit yang digunakan.

Bab
4**Representasi Data**

Pada bab ini, siswa diharapkan dapat:

1. Memahami konsep data dan mampu menghitung rasio kompresi
2. Menjelaskan bagaimana data numerik direpresentasikan
3. Menjelaskan representasi teks dan suara
4. Menjelaskan teknik-teknik untuk merepresentasikan citra (gambar)
5. Menjelaskan representasi data berupa audio

4.1 Pendahuluan

Dalam kehidupan sehari-hari, panca indera kita sering digunakan untuk mendapatkan informasi. Informasi yang ditangkap oleh panca indera tersebut akan diteruskan ke otak untuk diproses atau disimpan. Dengan kata lain, apa yang ditangkap oleh panca indera tersebut merupakan masukan (*input*) untuk pemrosesan selanjutnya di otak. Agar masukan yang diterima panca indera bisa berguna untuk pemrosesan di otak, maka masukan

itu harus dinyatakan dalam bentuk tertentu yang bisa dipahami oleh kita. Untuk lebih jelasnya, kita ambil sebuah contoh. Kita diminta untuk memasang jaringan listrik (instalasi listrik) di sebuah rumah. Untuk perencanaan yang matang, kita memerlukan gambaran tentang rumah tersebut. Dalam hal ini, kita akan sulit membuat desain instalasi listrik di rumah dengan membayangkan rumah tersebut. Oleh karena itu, kita membutuhkan denah rumah untuk membantu perencanaan instalasi listrik. Denah rumah pada dasarnya merupakan representasi dari rumah tersebut. Denah rumah mudah dipahami oleh otak kita. Selanjutnya, otak kita dapat menentukan desain instalasi listrik yang tepat berdasarkan denah rumah tersebut.

Hal yang sama berlaku pada komputer. Masukan sebuah komputer cukup beragam. Walaupun demikian, semua bentuk masukan tersebut harus dapat diproses oleh komputer. Oleh karena itu, semua masukan komputer perlu direpresentasikan dalam bentuk tertentu. Pada bab ini, kita akan mempelajari representasi data pada komputer.

4.2 Data dan Representasi Biner

Komputer merupakan peralatan elektronik yang dapat menyimpan dan memproses data. Komputer membutuhkan data sebagai masukan (*input*). Data tersebut dapat berupa teks, bilangan, gambar, suara (audio) ataupun video. Agar data yang berbeda-beda ini dapat disimpan atau diproses oleh komputer, data dinyatakan dalam format tertentu yang dipahami oleh komputer. Dalam hal ini, teks, gambar, suara (audio) dan video disimpan dan diproses komputer dalam bentuk digit-digit biner. Bilangan biner merupakan bilangan yang memiliki basis 2 dan terdiri dari 0 dan 1. Dengan kata lain, komputer merepresentasikan teks, suara, gambar dan lain-lain dalam bentuk kombinasi 0 dan 1. Sistem pengkodean biner yang dipakai komputer ini tidak terlepas dari fakta bahwa komputer merupakan sebuah alat elektronik. Komputer menggunakan arus listrik untuk pemrosesan dan penyimpanan data. Arus listrik ini mengalir melalui sejumlah *switch* (saklar) yang hanya memiliki dua keadaan yaitu *on* (tersambung) dan *off* (putus). Komputer menggunakan kondisi switch ini untuk merepresentasikan data. Dalam hal ini, *on* = 1 dan *off* = 0.

Data mempunyai ukuran. Bit merupakan satuan terkecil dari ukuran data. Kata “bit” berasal dari dua kata yaitu *binary digit*. Satu bit terdiri dari 1 atau 0. Satu bit dapat digunakan untuk merepresentasikan 2 hal berbeda. Untuk memudahkan pemahaman, kita ambil sebuah contoh. Kita ingin mengelompokkan ikan berdasarkan kemampuan mengeluarkan suara. Dalam hal ini, ikan yang bisa menghasilkan suara direpresentasikan dengan bit 1 sedangkan ikan yang tidak bisa bersuara direpresentasikan dengan bit 0.

Kumpulan 4 bit sering disebut nibble. Sistem bilangan heksadesimal dan BCD (*binary coded decimal*) menggunakan 4 bit untuk merepresentasikan bilangan. Sistem bilangan heksadesimal menggunakan 16 digit yaitu 0, 1, 2, ..., 9, A, B, ..., dan F sedangkan sistem bilangan BCD menggunakan 10 digit berbeda yaitu 0, 1, ..., dan 9. Komputer biasanya menggunakan satuan byte untuk menyatakan ukuran data. Satu byte terdiri dari 8 bit. Contoh data satu byte adalah 11010101.

Ukuran data sering dikaitkan dengan kapasitas media penyimpanan, kecepatan pengiriman data, dan lain-lain. Media penyimpanan memiliki kemampuan terbatas dalam menyimpan data sementara ukuran data bisa tidak terbatas. Data yang berukuran besar bisa menimbulkan masalah dalam penyimpanannya. Meskipun teknologi saat ini dapat menghasilkan media penyimpanan dengan kapasitas penyimpanan yang besar, pengiriman data yang besar melalui jaringan komputer atau internet tetap menjadi masalah. Hal ini disebabkan adanya batasan *bandwidth* (lebar pita) yang dimiliki. Dalam hal ini, setiap jaringan komputer atau layanan internet memiliki batasan jumlah bit atau byte data yang dapat dikirim dari satu titik ke titik lain dalam rentang waktu tertentu. Untuk kecepatan jaringan yang sama, semakin besar data yang dikirimkan semakin lama waktu yang dibutuhkan agar data itu sampai di tujuan. Oleh karena itu, ukuran data harus diperkecil melalui teknik kompresi data (pemampatan data). Besarnya kompresi data dinyatakan dalam rasio kompresi. Rasio kompresi diperoleh dengan membagi ukuran data yang dimampatkan dengan ukuran data awalnya. Rasio kompresi ini memiliki nilai antara 0 dan 1. Semakin kecil nilai dari rasio kompresi (semakin mendekati 0), semakin banyak data yang dimampatkan.

4.3 Representasi Data Numerik

Data numerik termasuk data yang sering diproses komputer. Data numerik dapat berupa bilangan bulat, bilangan real dan lain-lain. Data numerik ini harus direpresentasikan dalam kode-kode biner seperti yang dijelaskan pada bagian 5.2. Bilangan bulat positif dapat dengan mudah direpresentasikan dengan kode-kode biner. Hal ini disebabkan bilangan bulat positif dapat dengan mudah diubah dalam bentuk bilangan biner. Yang menjadi permasalahan adalah merepresentasikan bilangan bulat negative dalam bentuk kode-kode biner.

4.4 Representasi Teks

Teks yang diproses dan disimpan komputer dapat berupa kalimat, paragraf atau bentuk tulisan tertentu (laporan, makalah, notulensi, dan lain-lain). Teks terdiri dari karakter-karakter yang mempunyai

representasi tertentu yang dipahami komputer. Karena komputer menggunakan sistem pengkodean biner, setiap karakter direpresentasikan dengan pola bit (*bit pattern*) tertentu. Dengan demikian, pola bit bersifat unik (hanya merepresentasikan satu karakter).

Dalam merepresentasikan semua huruf, angka, tanda baca dan spasi, komputer harus menggunakan skema yang sama untuk semua hal tersebut. Skema ini berupa set karakter yang pada dasarnya merupakan daftar yang terdiri dari karakter-karakter dan kode-kode untuk merepresentasikan karakter-karakter tersebut. Set karakter yang biasa digunakan di antaranya ASCII dan Unicode.

ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) merupakan set karakter yang menggunakan 7 bit untuk setiap karakter yang direpresentasikannya. Dalam ASCII terdapat sebuah *check bit* yang berfungsi untuk memastikan apakah data terkirim tanpa ada eror (kesalahan) atau tidak. ASCII memiliki 128 buah kombinasi 7 bit sehingga ASCII dapat merepresentasikan 128 karakter yang berbeda. Selain ASCII yang menggunakan 7 bit untuk merepresentasikan sebuah karakter, adapula ASCII yang menggunakan 8 bit yaitu Latin-1 Extended ASCII atau ASCII-8. Latin-1 Extended ASCII dapat merepresentasikan 256 karakter yang berbeda. Di bawah ini table ASCII untuk sejumlah karakter.

No	Karakter	Nomor ASCII	Pola Bit
.			
1	!	032	00100000
2	\$	036	00100100
3	+	043	00101011
4	0	048	00110000
5	1	049	00110001
6	=	061	00111101
7	?	063	00111111
8	@	064	01000000
9	A	065	01000001
10	B	066	01000010
11	\	092	01011100
12	^	094	01011110
13	a	097	01100001
14	b	098	01100010
15	c	099	01100011
16	z	122	01111010
17	{	123	01111011
18		124	01111100

19	}	125	01111101
20	~	126	01111110

Tabel 5.1 Tabel ASCII

Berdasarkan table di atas, jika kita mengetikkan huruf “z” pada keyboard, komputer akan mengubahnya menjadi 01111010 dan menyimpannya ke dalam memori. Meskipun Latin-1 Extended ASCII bisa merepresentasikan 256 karakter yang berbeda, set karakter ini bisa dikatakan terbatas kemampuannya karena belum mampu merepresentasikan karakter-karakter yang ada di bahasa tertentu misalnya bahasa Jerman, bahasa Jepang, dan lain-lain. Selain itu, simbol-simbol ilmiah belum banyak terepresentasikan oleh Latin-1 Extended ASCII. Oleh karena itu, perlu ada set karakter yang bisa memenuhi kebutuhan-kebutuhan tersebut. Hal ini bisa dipecahkan dengan set karakter Unicode. Unicode menggunakan 16 bit untuk merepresentasikan sebuah karakter dan bisa merepresentasikan 65.536 karakter.

4.5 Representasi Citra

Secara garis besar, citra dapat dibagi menjadi dua macam yaitu citra analog dan citra digital. Citra analog diperoleh melalui proses perekaman citra dengan menggunakan peralatan yang bersifat analog misalnya kamera analog. Secara matematis, citra analog dinyatakan sebagai integral dari intensitas cahaya yang terekam dalam waktu tertentu. Citra analog bisa diubah menjadi citra digital dengan cara digitalisasi. Proses digitalisasi bisa dilakukan dengan menggunakan peralatan yang bisa merekam citra analog untuk kemudian mengubahnya menjadi array piksel citra digital. Contoh peralatan untuk keperluan seperti ini adalah scanner. Citra digital pun dapat diperoleh secara langsung dengan menggunakan sensor seperti CMOS sensor ataupun CCD. Kamera digital saat ini menggunakan kedua jenis sensir tersebut.

Citra digital yang berhasil direkam pada dasarnya merupakan sekumpulan piksel-piksel yang tersusun dalam suatu array. Piksel-piksel ini memiliki rentang nilai 0 sampai 255. Nilai-nilai ini dinamakan derajat keabuan. Derajat keabuan untuk setiap piksel citra digital diperoleh dari proses digitalisasi yang terdiri dari sampling, kuantisasi dan coding (pengkodean). Untuk citra monokrom, hanya ada satu array yang setiap pikselnya memiliki derajat keabuan. Secara matematis, derajat keabuan untuk setiap piksel ini dinyatakan dalam sebuah matriks. Berbeda dengan citra monokrom, citra digital berwarna dinyatakan dalam 3 buah matriks, Masing-masing

matriks menyatakan derajat keabuan tiap piksel untuk komponen R (red), G, (green) dan B (blue) dari setiap warna yang terekan pada setiap piksel pada citra digital.

4.6 Representasi Audio

Suara yang sering kita dengar pada dasarnya gelombang yang merambat dari sumbernya. Salah satu sumber suara tersebut adalah alat elektronik. Alat elektronik menghasilkan sinyal elektrik yang pada dasarnya merupakan representasi dari gelombang suara yang dihasilkan. Sinyal elektrik ini memiliki perubahan tegangan yang sebanding dengan perubahan amplitudo pada gelombang suara. Perubahan tegangan pada sinyal elektrik ini bersifat kontinyu. Dengan demikian, sinyal suara yang dihasilkan alat elektronik bersifat analog.

Sinyal analog ini harus diubah bentuk jika suara tersebut akan diproses dan disimpan komputer. Hal ini disebabkan komputer harus memproses dan menyimpan suara dalam bentuk byte-byte data. Untuk mencapai tujuan ini, sinyal analog harus diubah ke dalam bentuk digital melalui proses yang disebut ADC (*analog to digital conversion*).



Sistem Bilangan

Pada bab ini, siswa diharapkan dapat:

1. Menghitung bilangan-bilangan biner dalam bentuk biner tak bertanda
2. Menjelaskan bagaimana mengubah bilangan biner ke bilangan desimal
3. Menjelaskan bagaimana mengubah bilangan desimal ke bilangan biner
4. Menjelaskan bilangan heksadesimal
5. Menjelaskan bilangan BCD

5.1 Pendahuluan

Komputer menggunakan transistor dalam “mengingat” bilangan. Transistor adalah sebuah piranti kecil yang bertindak seperti saklar yang hanya memiliki dua keadaan yaitu on (hidup) dan off (mati). Dengan demikian, sebuah transistor hanya dapat merepresentasikan sebuah “1” dan “0”. Bilangan yang besar dapat dibentuk dengan kombinasi 0 dan 1 yang semakin banyak. Untuk membuat kombinasi tersebut, transistor-transistor digabungkan.

Komputer haruslah mempunyai kemampuan untuk menangani berbagai macam bilangan. Bilangan besar pun harus dapat ditampilkan dan digunakan oleh komputer. Di sisi lain, komputer memiliki transistor dalam jumlah terbatas. Dalam hal ini perlu pengubahan suatu bilangan ke bentuk bilangan lain demi kemudahan bagi manusia. Pada bab ini, kita akan mempelajari sejumlah sistem bilangan.

5.2 Menghitung dalam Biner Tak Bertanda

Dalam kehidupan sehari-hari, kita menggunakan sistem bilangan desimal. Dalam sistem bilangan ini, nilai tempat terdiri dari satuan, puluhan, ratusan, ribuan, dan seterusnya. Jika kita menulis sejumlah bilangan secara berurutan yang nilainya semakin besar maka kita mendapatkan bahwa saat bilangan bertambah besar, digit angka bertambah ke sebelah kiri. Hal yang sama berlaku pada sistem bilangan biner. Hanya saja, pada sistem bilangan biner kita menggunakan 0 dan 1. Komputer menggunakan bilangan biner tak bertanda untuk menyatakan sebuah nilai numerik (misalnya 14). Bilangan biner tak bertanda merupakan bentuk paling sederhana dalam menyatakan sebuah angka dalam bit-bit.

Dalam sistem bilangan biner, kita bisa menghitung ataupun menyatakan bilangan dalam sistem desimal dengan menggunakan sejumlah bit. Semakin banyak bit yang digunakan maka semakin banyak bilangan dalam sistem desimal yang dapat dinyatakan dalam bentuk bilangan biner. Sebagai contoh, kita akan nyatakan bilangan 0 sampai 7 dalam bentuk 3 bit bilangan biner tak bertanda (perhatikan tabel 5.1).

Bilangan desimal

Bilangan biner tak bertanda

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

Tabel 5.1 Bilangan biner 3 bit

Berdasarkan tabel di atas, 3 bit bilangan biner hanya mampu menyatakan bilangan desimal sampai bilangan 7. Untuk memperbanyak bilangan yang dapat dinyatakan dalam sistem bilangan biner, kita bisa menggunakan 4 bit sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 5.2. Selanjutnya, jumlah bit yang digunakan bisa disesuaikan dengan kebutuhan.

Bilangan desimal	Bilangan biner tak bertanda
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

Tabel 5.2 Bilangan biner 4 bit

Perhatikan tabel 5.1 dan 5.2! Pada tabel 5.1, “7” dinyatakan sebagai 111 (bilangan biner 3 bit) sementara pada tabel 5.2, “7” dinyatakan sebagai 0111 (bilangan biner 4 bit). Nilai 111 dan 0111 adalah

sama. Yang berbeda adalah jumlah bit yang digunakan untuk menyatakan “7”. Dalam sistem desimal, kita pun bisa menyatakan 7 dengan 07. Kedua bilangan ini (7 dan 07) jelas mempunyai nilai yang sama.

Pada bilangan biner terlihat bahwa dengan digunakannya dua simbol (0 dan 1) untuk setiap bit, kita memiliki 2^n kombinasi simbol. Dalam hal ini n adalah jumlah bit yang digunakan untuk menyatakan bilangan desimal. Sebagai contoh, jika kita ingin menggunakan 5 bit bilangan biner untuk menyatakan bilangan desimal maka akan diperoleh 32 kombinasi 0 dan 1. Semua kombinasi ini menyatakan bilangan 0 sampai 31.

Pada sistem bilangan biner terdapat istilah LSB (least significant bit) dan MSB (most significant bit). LSB adalah bit yang terletak paling kanan (bit yang menunjukkan nilai satuan) sedangkan MSB adalah bit yang terletak paling kiri (bit yang menunjukkan pangkat dua tertinggi untuk bilangan tersebut). Untuk memudahkan pemahaman, kita gunakan 1011010 sebagai contoh. Pada 1011010, LSB-nya adalah “1” (terletak paling kiri) dan MSB-nya adalah “0” (terletak paling kanan). Lalu, mengapa bit paling kiri (yaitu “1”) menunjukkan pangkat dua tertinggi pada 1011010. Kita akan memahaminya di bagian 5.3. Pada bagian selanjutnya (bagian 5.3 dan 5.4), kita pun akan mempelajari cara mengubah bilangan desimal ke bilangan biner tak bertanda, begitu juga sebaliknya.

Pada sistem bilangan biner, terdapat pula istilah-istilah sebagai berikut:

a. *Nibble*

Nibble adalah bilangan biner yang terdiri dari 4 bit. Contoh: 1011_2 (angka 2 di sini menunjukkan basis bilangan)

b. *Byte*

Byte adalah bilangan biner yang terdiri dari 8 bit (2 nibble). Contoh: 10110011_2

c. *Word*

Word adalah bilangan biner yang terdiri dari 16 bit. Contoh: 1000101010110011_2

d. *Double word*

Double word adalah bilangan biner yang terdiri dari 32 bit.

Contoh: $10110011101100111000101010110011_2$

5.3 Pengubahan Bilangan Biner ke Bilangan Desimal

Pada bilangan biner, setiap letak bit berkaitan dengan pangkat 2 yang besarnya meningkat mulai dari letak bit paling kanan ke letak bit paling kiri. Untuk lebih jelasnya, kita ambil bilangan 10110101 sebagai contoh. Letak bit 1 yang berada di paling kanan (LSB) merupakan letak bit ke-0 sementara letak bit 1 yang berada di paling kiri (MSB) merupakan letak bit ke-7. Dengan demikian, bilangan pangkat 2 untuk LSB pada 10110101 adalah 2^0 sedangkan bilangan pangkat 2 untuk MSB-nya adalah 2^7 .

Letak bit ke-	Pangkat 2 terkait	Nilai desimal dari bilangan pangkat 2
0	2^0	1
1	2^1	2
2	2^2	4
3	2^3	8
4	2^4	16
5	2^5	32
6	2^6	64
7	2^7	128

Tabel 5.3 Nilai-nilai pada setiap letak bit untuk bilangan biner 8 bit

Bagaimanakah cara mengubah bilangan biner ke desimal? Kita gunakan 10110101 sebagai contoh. Sebelum mengubah bilangan biner ke bilangan desimal, perhatikan tabel yang ada di bawah ini.

Letak bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Nilai biner	1	0	1	1	0	1	0	1

$$\begin{aligned}
 10110101_2 &= (1 \times 2^7) + (0 \times 2^6) + (1 \times 2^5) + (1 \times 2^4) + (0 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0) \\
 &= 128 + 32 + 16 + 4 + 1 = 181
 \end{aligned}$$

Selanjutnya, untuk mempercepat pengubahan bilangan biner ke bilangan desimal, tandai setiap letak bit dari 1. Pada contoh di atas, kita cukup menandai letak bit ke-0, ke-2, ke-4, ke-5, dan ke-7. Kemudian jumlahkan semua pangkat 2 yang berkaitan dengan letak bit tadi (2^0 , 2^2 , 2^4 , 2^5 dan 2^7).

5.4 Pengubahan Bilangan Desimal ke Bilangan Biner

Untuk mengubah bilangan desimal ke bilangan biner, kita bisa memanfaatkan bilangan pangkat yang berkaitan dengan letak bit. Untuk bilangan biner 8 bit, perhatikan kembali tabel 5.3. Pada pengubahan bilangan desimal ke bilangan biner, pertama-tama kita cari nilai desimal dari suatu bilangan pangkat dua yang dekat dengan bilangan desimal yang akan kita ubah. Dalam hal ini bilangan pangkat dua tersebut harus memiliki nilai desimal yang lebih kecil bilangan desimal yang akan diubah. Sebagai contoh, jika bilangan desimal yang akan diubah itu adalah 70 atau 120, maka nilai desimal dari pangkat dua terdekat adalah 64 (2^6).

Setelah pangkat dua terdekat diperoleh, kurangkan bilangan desimal yang akan diubah tersebut dengan nilai desimal dari bilangan pangkat dua tadi. Hasil pengurangan ini akan mengalami proses yang sama yaitu dikurangi bilangan pangkat dua terdekat. Proses ini terus berlanjut sampai hasil pengurangan bernilai 0. Untuk lebih jelasnya, perhatikan contoh berikut. Misal, kita akan mengubah bilangan desimal 120 ke dalam bentuk bilangan biner.

Pertama-tama, kita periksa terlebih dahulu berapa bit yang diperlukan untuk menyatakan bilangan desimal 120 ke dalam bentuk bilangan biner. Apakah 8 bit (1 byte) cukup untuk menyatakan 120 ke dalam bentuk bilangan biner? Nilai terbesar dari bilangan biner tak bertanda yang dinyatakan dalam n bit adalah $2^n - 1$. Jika kita menggunakan 8 bit, maka nilai terbesar dari bilangan biner 8 bit ini adalah $2^8 - 1 = 255$. Karena 120 masih lebih kecil dari 255, maka 8 bit bilangan biner bisa digunakan untuk menyatakan bilangan desimal 120.

Untuk mengubah 120 ke dalam bentuk bilangan biner 8 bit, kita harus mencari bilangan pangkat dua terdekat. Dalam hal ini, $2^6 = 64$ adalah bilangan pangkat dua terdekat dari 120. Dengan demikian, bit "1" bisa kita tuliskan di letak bit ke-6 seperti yang ditampilkan di bawah ini.

Letak bit	7	6	5	4	3	2	1	0
		1						

Nilai desimal baru yang belum diubah adalah $120 - 64 = 56$. Proses yang sama seperti di atas kita lakukan kembali. Bilangan pangkat dua terdekat dari 56 adalah $2^5 = 32$. Dengan demikian, kita peroleh:

Letak bit	7	6	5	4	3	2	1	0
		1	1					

Nilai desimal baru yang belum diubah adalah $56 - 32 = 24$. Bilangan pangkat dua terdekat dari 24 adalah $2^4 = 16$. Kita bisa menuliskan bit "1" di letak bit ke-4 seperti yang terlihat di bawah ini.

Letak bit	7	6	5	4	3	2	1	0
		1	1	1				

Nilai desimal baru yang diperoleh adalah $24 - 16 = 8$. Bilangan pangkat dua yang terdekat dari 8 adalah $2^3 = 8$. Dengan demikian, kita tuliskan bit "1" di letak bit ke 3 seperti yang ditunjukkan table di bawah ini.

Letak bit	7	6	5	4	3	2	1	0
-----------	---	---	---	---	---	---	---	---

1 1 1 1

Sekarang, kita memiliki nilai desimal baru yaitu $8 - 8 = 0$. Karena nilai desimal baru sudah mencapai 0, maka pengubahan bilangan desimal 120 ke dalam bentuk bilangan biner dikatakan selesai. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, bit “1” terletak pada letak bit ke-6, ke-5, ke-4 dan ke-3. Ini berarti bahwa pada letak bit ke-7, ke-2, ke-1 dan ke-0 terdapat bit “0”. Dengan demikian,

$$120 = 01111000_2$$

5.5 Bilangan Heksadesimal

Bilangan biner menimbulkan kesulitan-kesulitan bagi manusia. Kesulitan pertama adalah saat membandingkan 2 bilangan dan menentukan secara cepat bilangan mana yang lebih besar di antara keduanya. Misal, kita memiliki 11011010_2 dan 11010100_2 . Menentukan mana yang lebih besar di antara keduanya tidaklah secepat menentukan mana yang lebih besar antara 218 dengan 212. Masalah akan semakin terlihat ketika jumlah bit yang digunakan dalam bilangan biner semakin banyak. Selain itu, penulisan bilangan biner rentan terhadap kesalahan.

Untuk memudahkan manusia, penulisan bilangan biner bisa dipermudah. Hal ini bisa terjadi dengan menggunakan bilangan heksadesimal. Sistem bilangan heksadesimal disebut juga sistem bilangan basis 16. Ide awalnya adalah dengan memecah bilangan biner menjadi sejumlah nibble. Pemecahan ini dimulai dari 4 bit paling kanan (LSB). Sebagai contoh, kita dapat memecah 110101010010110110 menjadi 11 0101 0100 1011 0110.

Kita perlu menyatakan setiap nibble yang mungkin dalam sebuah simbol yang ringkas. Karena nibble terdiri dari 4 bit, jumlah kombinasi bit yang ada mencapai $2^4 = 16$. Seperti halnya bilangan desimal, bilangan heksadesimal pun memiliki bilangan 0 sampai 9. Akan tetapi, jika hanya menggunakan 10 bilangan ini, masih ada 6 buah nibble yang belum dinyatakan dalam simbol tertentu. Ingat, ada 16 buah kombinasi nibble yang harus dinyatakan dalam simbol yang lebih ringkas! Keenam nibble tersebut adalah 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, dan 1111. Dalam bilangan heksadesimal, keenam nibble ini dinyatakan secara berturut-turut sebagai A, B, C, D, E dan F. Untuk lebih paham saat mengubah bilangan biner ke heksadesimal atau sebaliknya, perhatikan tabel berikut.

Bilangan biner	Bilangan desimal	Bilangan Heksadesimal
0000	0	0
0001	1	1
0010	2	2

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

Tabel 5.4 Pengubahan bilangan biner ke desimal dan heksadesimal

Bagaimanakah cara mengubah bilangan biner ke dalam bentuk bilangan heksadesimal? Untuk memahaminya, kita gunakan 110101010010110110_2 sebagai contoh. Pengubahan 110101010010110110_2 ke dalam bentuk bilangan heksadesimal dilakukan dengan memecahnya terlebih dahulu ke dalam bentuk nibble yaitu 11 0101 0100 1011 0110. Setelah itu, setiap nibble dinyatakan dalam bentuk heksadesimal (lihat tabel 5.4) sehingga diperoleh $354B6_{16}$. Proses pengubahan ini bisa ditampilkan dalam bentuk sebagai berikut.

110101010010110110				
11	0101	0100	1011	0110
3	5	4	B	6

Tabel 5.5 Contoh pengubahan bilangan biner ke bentuk bilangan heksadesimal

Dengan cara yang sama, kita pun bisa dengan mudah mengubah bilangan heksadesimal ke dalam bentuk biner. Misal, kita ingin menyatakan $E52F8$ dalam bentuk bilangan biner. Setiap digit pada bilangan $E52F8$ diubah ke dalam bentuk nibble (jika belum bisa cepat dalam mengubahnya, gunakan tabel 5.4 sebagai alat bantu!). Untuk memudahkan pemahaman,

E52F8				
E	5	2	F	8
1110	0101	0010	1111	1000

Tabel 5.6 Contoh pengubahan bilangan heksadesimal ke bentuk bilangan biner

Dari tabel di atas, diperoleh bahwa $E52F8_{16} = 1110010100101111000_2$. Sistem bilangan heksadesimal ini tidak dipakai oleh komputer. Penggunaannya didasari perlunya sistem bilangan yang lebih memudahkan dibanding sistem bilangan biner.

5.6 Sistem Bilangan BCD

Pada sistem bilangan BCD (*binary coded decimal*), setiap digit desimal dinyatakan sebagai *nibble*. Dengan demikian, pada BCD hanya ada 10 macam kombinasi 0 dan 1. Bilangan BCD untuk setiap digit desimal diperlihatkan pada table 5.5.

Bilangan desimal	Bilangan BCD
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

Tabel 5.7 Bilangan BCD

Untuk memperkuat pemahaman, kita ambil 2 buah contoh soal.

1. Tentukan bilangan BCD dari bilangan desimal 4528!
2. Tentukan bilangan desimal dari bilangan BCD 1000 0011 0010 0111!

Jawab:

1. 4 5 2 8
 0100 0101 0010 1000

Jadi, bilangan BCD dari bilangan desimal 4528 adalah 0100 0101 0010 1000.

2. 1000 0011 0010 0111

8 3 2 7

3. Jadi, bilangan desimal dari bilangan BCD 1000 0011 0010 0111 adalah 8327.

Bab 6

Aritmetika Komputer

Pada bab ini, siswa diharapkan dapat:

1. Memahami penjumlahan bilangan biner
2. Melakukan operasi pengurangan dalam bilangan biner
3. Menjelaskan cara menyatakan bilangan biner bertanda
4. Melakukan operasi penjumlahan pada bilangan heksadesimal

6.1 Pendahuluan

Pada bab sebelumnya, kita sudah mempelajari sistem bilangan. Pada bab ini, kita akan mempelajari aritmetika dasar yang dilakukan komputer, yaitu aritmetika dasar bilangan biner beserta operasi komplemen pada bilangan biner. Aritmetika dasar yang dibahas di sini hanya meliputi penjumlahan dan pengurangan. Selanjutnya, operasi matematika pada bilangan heksadesimal pun akan dibahas.

6.2 Penjumlahan Biner

Penjumlahan bilangan biner pada dasarnya sama dengan penjumlahan pada bilangan desimal. Yang membedakan adalah bahwa pada bilangan biner, hanya ada 2 bilangan yaitu 0 dan 1. Dengan demikian, digit terbesar pada hasil penjumlahan haruslah 1. Pada penjumlahan yang ditunjukkan gambar 6.1, hal tersebut terlihat jelas.

$$\begin{array}{r} 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} + \begin{array}{r} 0 \\ 1 \\ 1 \end{array} + \begin{array}{r} 1 \\ 0 \\ 1 \end{array} +$$

Gambar 6.1 Penjumlahan pada bilangan biner

Masalah pada penjumlahan biner terjadi ketika hasil penjumlahan tidak lagi 1 atau 0. Pada kasus 1+1, hasil penjumlahannya adalah 2. Desimal 2 ini tidak ada dalam sistem bilangan biner. Hal yang sama pun terjadi pada kasus 1+1+1. Bagaimana mengatasinya? Sebelumnya, kita lihat kasus yang sama yang bisa terjadi pada sistem bilangan desimal. Perhatikan contoh di bawah ini.

$$\begin{array}{r} 1 \\ 2 \\ 5 \end{array} \begin{array}{r} 9 \\ 5 \end{array} \begin{array}{r} 3 \\ 6 \end{array} + \begin{array}{r} 3 \\ 4 \end{array}$$

Pada contoh penjumlahan di atas ($29 + 35$), pertama-tama 9 dijumlahkan dengan 5 lalu 2 dijumlahkan dengan 3. Penjumlahan 9 dan 5 menghasilkan 14 sementara penjumlahan 2 dan 3 menghasilkan 5. Kita tidak pernah menuliskan 514 sebagai hasil penjumlahan 29 dan 35 karena digit terbesar pada bilangan pada sistem bilangan desimal adalah 9. Hal ini jelas berbeda dengan sistem bilangan heksadesimal karena pada sistem bilangan heksadesimal, E (dalam sistem bilangan desimal, E berarti 14) merupakan salah satu digit yang dipakai.

Pada penjumlahan 9 dan 5 di atas, kita hanya menuliskan 4 di kolom paling kanan (bernilai tempat satuan). Di sini, 4 merupakan hasil pengurangan 14 dengan 10. Digit 1 pada 14 dijumlahkan dengan bilangan 2 dan 3 yang sama-sama bernilai tempat puluhan. Proses serupa diterapkan pada penjumlahan bilangan biner. Perhatikan penjumlahan berikut.

$$\begin{array}{r} 1 \\ \textcolor{red}{\downarrow} \\ \textcolor{red}{\downarrow} 1 \quad 1 \\ \textcolor{red}{\downarrow} \quad \textcolor{red}{\downarrow} \\ 1 \quad 0 \end{array} +$$

Pada penjumlahan di atas, hasil dari $1+1$ adalah 2. Pada sistem bilangan biner, kita tidak mengenal digit 2. Oleh karena itu, kita perlu menuliskannya dalam bentuk dua digit. Pertama-tama kita mengurangkan hasil penjumlahan dengan 2 (pada penjumlahan, kita mengurangkan hasil penjumlahan dengan 10). Mengapa harus dikurangi dengan 2? Hal ini tak lepas dari kenyataan bahwa posisi bit di sebelah kiri merepresentasikan $2^1 = 2$ (baca kembali tentang letak bit dan pangkat dua sesuai letak bitnya dalam bilangan biner!). Dengan demikian, kita menuliskan 0 (hasil dari $2-2$) dan menuliskan 1 di sebelah kiri 0. Untuk memperjelas pemahaman, perhatikan baik-baik contoh di bawah ini. Bisakah Anda mencari tahu mengapa hasil penjumlahannya seperti itu?

$$\begin{array}{r} 1 \\ 0 \quad 1 \quad 1 \\ 0 \quad \textcolor{red}{\downarrow} \quad \textcolor{red}{\downarrow} 0 \quad 1 \quad 1 \\ \quad \quad \quad \textcolor{red}{\downarrow} \quad 0 \quad 1 \quad 1 \\ \hline 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \\ \quad \quad \quad \textcolor{red}{\downarrow} \end{array} +$$

6.3 Pengurangan Biner

Pengurangan pada sistem bilangan biner pada dasarnya sama dengan pengurangan pada sistem bilangan desimal. Contoh kasus pengurangan pada sistem bilangan biner adalah sebagai berikut.

$$\begin{array}{r}
 0 \\
 0 \\
 0
 \end{array}
 -
 \begin{array}{r}
 1 \\
 0 \\
 1
 \end{array}
 -
 \begin{array}{r}
 1 \\
 1 \\
 0
 \end{array}
 -
 \begin{array}{r}
 1 \\
 0 \\
 1 \\
 1
 \end{array}
 -$$

Gambar 6.2 Pengurangan pada bilangan biner

Perhatikan contoh paling kanan pada Gambar 6.2 (yaitu $10_2 - 1_2$). Mengapa hasilnya sama dengan 1? Pertama-tama kita lakukan pengurangan mulai dari kanan (mulai dari *least significant bit*). Karena 0-1 menghasilkan nilai negative maka kita pinjam “1” dari kolom sebelah kiri. Dengan demikian, di kolom paling kanan, kita tidak melakukan operasi 0-1 melainkan 1-1. Tapi di sini kita harus hati-hati karena “1” yang dipinjam itu sebenarnya bernilai 2^1 sedangkan “1” yang lainnya bernilai 2^0 . Jadi, kita peroleh $2^1 - 2^0 = 1$. Di kolom paling kiri, “1” berubah menjadi “0” sehingga hasil dari $10_2 - 1_2 = 1_2$.

Untuk melancarkan pemahaman, kita gunakan contoh lain seperti yang ditunjukkan oleh gambar di bawah ini.

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 0 \ 1 \quad 1 \\
 0 \ 1 \ 1 \ 0 \\
 \underline{0 \ 1 \ 1} \\
 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1
 \end{array}
 -$$

Sebelum membahas proses pengurangan 101110 dengan 10011, kita buat letak bit dan nilai dari pangkat dua untuk bilangan di atas. Perhatikan table di bawah ini.

Kolom ke-	6	5	4	3	2	1
Letak bit	5	4	3	2	1	0
Pangkat 2	2	2 ⁴	2	2	2	2 ⁰

	5		3	2	1	
Bilangan pertama	1	0	1	1	1	0
Bilangan kedua		1	0	0	1	1

Tabel 6.1 Letak bit dan pangkat 2 untuk 101110 dan 10011

Pada contoh di atas (yaitu 101110-10011), perhatikan kolom pertama dan (kolom pertama terletak paling kanan). Pada kolom pertama, kita akan mengurangkan 0 dengan 1. Karena pengurangan ini menghasilkan bilangan negatif, maka kita pinjam “1” dari sebelah kiri (dari kolom kedua). Dengan demikian, operasi pengurangan di kolom pertama tidak lagi 0-1 melainkan 2-1 (ingat, “1” yang dipinjam dari sebelah kiri pada dasarnya 2^1 karena diambil dari letak bit ke-1). Pada kolom kedua, kita tidak lagi mengerjakan “1-1” melainkan “0-1” karena adanya pengambilan tadi. Sama seperti sebelumnya, pada pengerjaan “0-1” di kolom kedua dari kanan (letak bit ke-1), kita meminjam “1” dari sebelah kanan sehingga yang akan kita kerjakan adalah “1-1”. Pada kolom kedua ini, kita akan mengurangkan “1” hasil pinjaman (yang sebenarnya bernilai 2^3) ini dengan “1” yang sebenarnya bernilai 2^2 . Dari sini kita peroleh bahwa “1-1” di kolom kedua pada dasarnya $2^3 - 2^2 = 8 - 4 = 4$. Di kolom kedua (letak bit ke-1), bilangan pangkat duanya adalah 2^2 . Dengan demikian, “4” tadi bisa ditulis 1×2^2 . Dalam pengurangan bilangan biner ini, kita hanya menuliskan 1 sebagai hasil dari “1-1”.

6.4 Metode Menyatakan Bilangan Biner Bertanda

Pada bagian ini, kita akan mempelajari metode untuk menyatakan bilangan biner bertanda. Bilangan biner bertanda bisa dinyatakan dengan menggunakan *sign and magnitude*, komplement 1 dan komplement 2.

6.4.1 Sign and Magnitude

Pada metode ini, sebuah bit digunakan untuk menyatakan tanda bilangan (positif atau negatif). Bit yang digunakan untuk keperluan ini adalah MSB (bit paling kiri). MSB diset menjadi 1 untuk menyatakan bilangan negative dan diset menjadi 0 untuk menyatakan bilangan positif. Jika kita menggunakan 8 bit (1 byte) untuk menyatakan suatu bilangan ke dalam bilangan biner, maka hanya ada 7 bit tersisa yang dapat digunakan untuk menyatakan nilai mutlak (*magnitude*) dari sebuah bilangan. Pada metode ini, 0 dinyatakan dengan dua cara yaitu dengan 00000000 dan 10000000. Representasi bilangan biner bertanda dengan metode sign and magnitude ditampilkan pada tabel 6.2.

Bilangan biner	Nilai desimal (bertanda)	Nilai desimal (tak bertanda)
00000000	+0	0
00000001	1	1
00000010	2	2
...	...	...
01111110	126	126
01111111	127	127
10000000	-0	128
10000001	-1	129
10000010	-2	130
...	...	...
11111110	-126	254
11111111	-127	255

Tabel 6.2. Representasi bilangan biner bertanda menggunakan metode *sign and magnitude*

6.4.2 Komplemen Satu

Komplemen satu merupakan cara lain untuk merepresentasikan bilangan negatif. Dalam operasi matematika bilangan desimal, setiap bilangan memiliki komplemen penjumlahan. Sebagai contoh, -17 adalah komplemen penjumlahan dari 17 karena $17 + (-17) = 0$. Pada sistem bilangan biner, komplemen penjumlahan suatu bilangan bisa diperoleh dengan membalik seluruh bit dari bilangan tersebut. Dengan kata lain, bilangan biner negatif bisa diperoleh dari bilangan biner positif dengan membalik bit 0 menjadi bit 1 dan sebaliknya. Pada metode komplemen satu ini, bilangan 0 dinyatakan dengan dua cara yaitu dengan : 00000000 (+0) dan 11111111 (-0).

Untuk memudahkan pemahaman, perhatikan bilangan biner dari 47 dan komplemennya (yaitu -47) di bawah ini.

Bilangan biner	0	0	1	0	1	1	1	1
Komplemen satu	1	1	0	1	0	0	0	0

Bukti bahwa 00101111 dan 11010000 komplemen penjumlahan satu sama lain ditunjukkan melalui penjumlahan sebagai berikut.

$$\begin{array}{r}
 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1 \\
 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0 \\
 \hline
 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1
 \end{array} + 1$$

Penjumlahan 00101111 dan 11010000 ternyata menghasilkan 11111111. Bilangan biner 11111111 merupakan representasi 0 dalam metode komplemen 1. Bilangan-bilangan biner berserta komplemennya yang diperoleh dengan metoda komplemen 1 ditunjukkan oleh tabel 6.3.

Bilangan biner	Komplemen 1	Nilai desimal tak bertanda
00000000	+0	0
00000001	1	1
...	...	...
01111101	125	125
01111110	126	126
01111111	127	127
10000000	-127	128
10000001	-126	129
10000010	-125	130
...	...	...
11111110	-1	254
11111111	-0	255

Tabel 6.3. Representasi bilangan biner bertanda menggunakan metode komplemen 1

6.4.3 Komplemen Dua

Pada komplemen dua, komplemen penjumlahan suatu bilangan diperoleh dengan cara melakukan komplemen satu terlebih dahulu pada bilangan tersebut kemudian menambahkan 1 pada hasil komplemen satu tersebut. Misalnya, kita akan mencari komplemen dua dari 00101111 (47).

Pertama-tama kita cari komplemen satu dari 00101111. Komplemen satu dari 00101111 adalah 11010000. Selanjutnya kita tambahkan 1 pada 11010000:

$$\begin{array}{cccccccc} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & & \textcolor{red}{i} & 1 & & & \\ \hline 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} + \textcolor{red}{i}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, komplemen dua dari 00101111 adalah 11010001. Tabel 6.4 menunjukkan representasi bilangan biner bertanda dengan menggunakan komplemen 2

Bilangan biner	Komplemen 2	Nilai desimal tak bertanda
00000000	0	0
00000001	1	1
...	...	...
01111110	126	126
01111111	127	127
10000000	-128	128
10000001	-127	129
10000010	-126	130
...	...	...
11111110	-2	254
11111111	-1	255
00000000	0	0

Tabel 6.4. Representasi bilangan biner bertanda menggunakan metode komplemen dua

6.5 Penjumlahan Bilangan Heksadesimal

Penjumlahan pada bilangan heksadesimal (bilangan basis 16) pada dasarnya sama dengan penjumlahan pada bilangan desimal. Hanya saja, pada bilangan heksadesimal terdapat sejumlah digit

tambahan. Sebelum membahas penjumlahan, perhatikan dan pahami tabel 5.4 (buka kembali bab 5). Pada bagian 6.5 ini, kita akan menggunakan *subscript* di sebelah kanan bilangan untuk menunjukkan basis bilangan tersebut. Jika subscript pada suatu bilangan itu 10 maka bilangan tersebut adalah bilangan desimal. Jadi, $0_{10}, 1_{10}, \dots, 9_{10}$ adalah bilangan desimal. Jika subscript yang digunakan adalah 16 maka bilangan tersebut adalah bilangan heksadesimal (bilangan basis 16). Jadi $0_{16}, 1_{16}, \dots, 9_{16}, A_{16}, B_{16}, \dots, F_{16}$ adalah bilangan heksadesimal.

Di bawah ini contoh penjumlahan pada bilangan heksadesimal:

$$9_{16} + 4_{16} = 9_{10} + 4_{10} = 13_{10} = D_{16}$$

Pada penjumlahan heksadesimal, jika hasil penjumlahan lebih dari F_{16} (yang nilainya sama dengan 15_{10}) maka hasil penjumlahan tersebut dikurangi dengan 16_{10} . Dengan demikian, kita memiliki 2 digit hasil penjumlahan yaitu 1 dan hasil pengurangan tadi (hasil penjumlahan - 16_{10}). Untuk memudahkan pemahaman, kita ambil sebuah contoh. Misal, kita akan menjumlahkan $4B1F_{16}$ dan $92D3_{16}$. Proses penjumlahan ini adalah sebagai berikut.

$$\begin{array}{ccccccc}
 & & \mathfrak{c} & & & & \\
 & & \mathfrak{c} & & & & \\
 & & 1 & & \mathfrak{c} & & \\
 1 & \mathfrak{c} & \mathfrak{c} & 7 & B & 1 & F \\
 & & A & 2 & D & 3 & \\
 \hline
 & 1 & 1 & D & F & 2 & + \mathfrak{c} \\
 & & & & \mathfrak{c} & &
 \end{array}$$

Pada penjumlahan F_{16} dan 3_{16} , hasilnya adalah 18. Karena 18 lebih dari 16 maka hasil penjumlahan ini (yaitu 18) harus dikurangi 16_{10} (yang nilainya sama dengan 10_{16}). Dengan demikian, kita simpan 2 di kolom paling kanan dan menyimpan 1 untuk ditambahkan dengan bilangan-bilangan di kolom kedua dari kiri. Selanjutnya, kita menjumlahkan 3 bilangan yaitu 1, 1, dan D. Hasil penjumlahan ini adalah 15_{10} . Dengan demikian, kita menuliskan F sebagai hasil penjumlahannya. Cara ini dilakukan sampai semua digit selesai ditambahkan dan 11DF2 diperoleh sebagai hasil. Penjumlahan 7B1F dan A2D3.

Bab
7

Algoritma dan Pemrograman

Pada bab ini, siswa diharapkan dapat:

1. Memahami kompresi data dan mampu menghitung rasio kompresi
2. Menjelaskan bagaimana data numerik direpresentasikan
3. Menjelaskan representasi teks dan suara
4. Menjelaskan teknik-teknik untuk merepresentasikan citra (gambar)
5. Menjelaskan kompresi pada video

7.1 Pendahuluan

Salah satu bentuk perangkat lunak adalah bahasa pemrograman. Bahasa pemrograman digunakan sebagai alat komunikasi antara pengguna dengan komputer. Dengan adanya bahasa pemrograman, komputer bisa memahami perintah manusia. Dalam hal ini, pengguna membuat kode-kode pemrograman untuk menyelesaikan masalah. Sebuah program yang baik lahir dari suatu alur yang baik pada penyelesaian masalahnya. Dengan demikian, sebelum membuat program, kita membuat langkah-langkah penyelesaian masalahnya terlebih dahulu. Dengan kata lain, kita membuat algoritmanya terlebih dahulu. Pada bab ini kita akan mempelajari tentang bahasa pemrograman, algoritma dan pemrograman.

7.2 Bahasa Pemrograman

Program didefinisikan sebagai sekumpulan instruksi untuk menyelesaikan suatu masalah. Seorang pengguna membuat program dengan menggunakan suatu bahasa pemrograman yang tersedia. Bahasa pemrograman merupakan bahasa yang dipahami komputer dan digunakan untuk menulis program komputer. Bahasa pemrograman dibagi menjadi 3 tingkatan yaitu:

- a. Low level language
Bahasa pemrograman ini merupakan bahasa pemrograman generasi pertama. Instruksi dalam bahasa ini menggunakan bahasa mesin sehingga sulit dipahami.
- b. Middle level language
Bahasa pemrograman jenis ini lebih mudah dimengerti dibanding *low level language*. Bahasa ini dapat dimengerti oleh selain pembuatnya karena sudah menggunakan bahasa yang mendekati bahasa sehari-hari. Hanya saja, kesulitan dalam pemrograman ini bisa terjadi

karena instruksinya yang banyak mengandung singkatan. Contoh bahasa pemrograman jenis ini adalah assembler, ForTran (*Formula Translator*)

c. High level language

Bahasa pemrograman ini merupakan bahasa tingkat tinggi dan dapat dengan mudah dipahami karena bahasanya sudah mendekati bahasa sehari-hari. Contoh bahasa pemrograman ini adalah Java, Pascal, dan lain-lain.

Bahasa pemrograman memiliki sejumlah perintah-perintah yang memiliki arti, aturan, struktur tertentu, dan lain-lain. Ketika pengguna menjalankan program yang dibuatnya, komputer menerjemahkan baris-baris perintah atau kode-kode pemrograman yang dibuat, mengeksekusinya dan memberikan keluaran kepada pengguna.

Secara sederhana, pemrograman meliputi dua kegiatan yaitu pembuatan kode-kode pemrograman atau baris-baris instruksi dengan menggunakan suatu bahasa pemrograman dan pengujian program yang dibuat. Pengujian ini bisa meliputi mencari atau memeriksa bugs / error (kesalahan), memeriksa keluaran (apakah sesuai dengan yang diharapkan), atau memeriksa waktu eksekusi dan performa metode yang sudah diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman.

Pada dasarnya aktivitas pemrograman tidak terbatas pada dua kegiatan yang disebutkan di atas. Kegiatan pemrograman meliputi:

- a. Analisis kebutuhan
- b. Perencanaan
- c. Perancangan
- d. Implementasi (pelaksanaan atau perwujudan) yang di dalamnya terdapat kegiatan pembuatan program dan pengujiannya

Program yang kita tulis harus diterjemahkan oleh komputer. Penerjemahan ini membutuhkan *compiler* atau *interpreter*. Compiler merupakan suatu program yang berfungsi menerjemahkan kode-kode pemrograman yang dibuat ke dalam bahasa objek secara keseluruhan. Sama halnya dengan compiler, interpreter pun merupakan suatu program yang menerjemahkan kode-kode pemrograman tetapi interpreter menganalisis dan mengeksekusi setiap baris program tanpa melihat program secara keseluruhan.

Pada saat membuat suatu program yang dapat dieksekusi oleh komputer, penggunaan compiler menyebabkan waktu yang dibutuhkan lebih banyak dibanding jika menggunakan interpreter. Hal ini disebabkan interpreter tidak mengkompilasi program sehingga eksekusi dapat dilakukan dengan segera.

Akan tetapi, program-program yang dihasilkan dari penggunaan compiler dapat berjalan lebih cepat dibandingkan program-program yang dihasilkan oleh interpreter.

7.3 Pemrograman

Paradigma pemrograman terdiri dari beberapa macam yaitu:

1. **Pemrograman Prosedural**
Prosedur adalah kumpulan instruksi yang dikerjakan secara berurutan. Dengan demikian, pemrograman prosedural merupakan pemrograman yang didasarkan pada urutan-urutan. Dalam pemrograman prosedural, prosedur mana yang sudah dipanggil dan prosedur mana yang sudah diubah harus diingat.
2. **Pemrograman Fungsional**
Fungsi adalah dasar utama sebuah program. Dalam pemrograman fungsional, kita bisa memanggil fungsi dalam program yang dibuat.
3. **Pemrograman Terstruktur**
Pemrograman terstruktur merupakan jenis pemrograman yang lazim dipakai. Pada pemrograman ini, program dibagi menjadi sejumlah prosedur dan fungsi. Program ditulis secara berurutan dan terstruktur. Contoh bahasa pemrograman yang menggunakan paradigma pemrograman terstruktur adalah Pascal dan C.
4. **Pemrograman Modular**
Pemrograman modular adalah pemrograman yang menggunakan modul. Modul adalah kumpulan dari prosedur dan fungsi yang berdiri sendiri. Contoh bahasa pemrograman yang menggunakan paradigma ini adalah ADA dan MODULA-2.
5. **Pemrograman Berorientasi Obyek**
Pemrograman berorientasi objek sering disebut pemrograman yang natural. Pemrograman ini berdasarkan prinsip obyek, dimana obyek memiliki data/variabel/*property* dan metoda / prosedur yang dapat dimanipulasi. Contoh bahasa pemrograman yang berorientasi objek adalah C++, Java, dan lain-lain.
6. **Pemrograman Berorientasi Fungsi**
Pemrograman ini berfokus pada suatu fungsi tertentu saja. Pemrograman ini sangat tergantung pada tujuan pembuatan bahasa pemrograman. Contoh bahasa pemrograman yang berorientasi fungsi adalah HTML, XML, SQL (*Structured Query Language*) yang digunakan untuk membuat basis data dan lain-lain.
7. **Pemrograman Deklaratif**
Pemrograman ini mendeskripsikan suatu masalah dengan pernyataan daripada memecahkan masalah dengan implementasi algoritma. Contoh bahasa pemrograman deklaratif adalah PROLOG.

7.4 Dasar Algoritma

Algoritma adalah langkah-langkah penyelesaian suatu masalah. Algoritma memiliki sejumlah kriteria. Menurut Donald E. Knuth, kriteria-kriteria itu adalah

1. Adanya masukan (*input*)
Algoritma dapat memiliki satu atau lebih masukan dari luar. Bahkan, algoritma dapat tidak memiliki masukan sama sekali.
2. Adanya keluaran (*output*)
Algoritma harus memiliki minimal satu buah keluaran.
3. Pasti
Algoritma memiliki instruksi-instruksi yang jelas dan tidak bermakna ganda.
4. Memiliki batas
Algoritma harus memiliki titik berhenti (stopping role).
5. Tepat dan efisien
Pada tahap implementasi, algoritma harus dapat dijalankan dan berjalan efektif. Contoh instruksi yang tidak efektif adalah $A = A + 0$ atau $A = A * 1$.

Algoritma yang baik memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Sesuai dengan kebutuhan dan tujuan.
- b. Mudah dikembangkan lebih lanjut di masa yang akan datang.
- c. Tidak memiliki kesalahan baik kesalahan syntax maupun kesalahan logika.
- d. Langkah-langkah penyelesaian masalah tertulis secara sederhana dan penyelesaian masalah berdasarkan langkah-langkah tersebut membutuhkan waktu yang dapat diterima.
- e. Langkah-langkah penyelesaian masalah membutuhkan sumber daya yang kecil baik itu memori maupun media penyimpanan (efisien).
- f. Terdokumentasi dengan baik sehingga memudahkan untuk pengubahan dan pengembangan lebih lanjut.
- g. Memiliki makna tunggal dan jelas (tidak menimbulkan kerancuan)

7.5 Penulisan Algoritma

Penulisan algoritma memiliki aturan-aturan. Secara garis besar, sebuah algoritman ditulis menjadi 3 bagian yaitu:

- a. Kepala
- b. Deklarasi
- c. Deskripsi

Secara garis besar, struktur dasar algoritma terdiri dari:

a. Urutan (*sequence*)

Urutan terdiri dari satu atau lebih instruksi. Dalam hal ini, setiap instruksi dikerjakan secara berurutan berdasarkan urutan penulisannya.

b. Pengulangan (*repetition*)

Dalam pengulangan, instruksi dikerjakan secara berulang berdasarkan suatu syarat tertentu atau sampai kondisi tertentu dicapai.

c. Pemilihan (*selection*)

Dalam pemilihan, suatu instruksi dieksekusi jika mencapai suatu kondisi tertentu. Pemilihan ini biasanya menggunakan perintah *if*, *else* dan *then*.

Bab

8

Komunikasi Data

Pada bab ini, siswa diharapkan dapat:

1. Memahami konsep komunikasi data
2. Menjelaskan perbedaan sinyal analog dan digital
3. Menjelaskan mode-mode transmisi data
4. Menjelaskan efek bandwidth pada sinyal digital
5. Menjelaskan teknik pengkodean data
6. Menjelaskan jenis-jenis multiplexing

8.1 Pendahuluan

Di masa sekarang, penggunaan komputer semakin luas. Tantangan yang muncul melahirkan kebutuhan akan adanya komputer-komputer yang saling terhubung satu sama lain. Pada bab ini akan dibahas tentang manfaat jaringan komputer, konektivitas, kategori dan topologi jaringan, performa jaringan, dan lain-lain. Pemahaman tentang jaringan komputer membutuhkan pemahaman tentang komunikasi data. Oleh karena itu, pada bab ini sistem konsep dan sistem komunikasi data akan dibahas sebelum pembahasan tentang jaringan komputer dilakukan.

8.2 Dasar Komunikasi Data

Komunikasi data adalah pertukaran data atau informasi antara dua peralatan melalui media tertentu. Pertukaran data ini dapat terjadi melalui jaringan publik (*public network*) maupun jaringan pribadi (*private network*). Jaringan publik ini dapat berupa jaringan telepon, data atau yang lainnya. Dalam komunikasi data terdapat dua hal penting yaitu pengiriman data dari satu titik ke titik lainnya dan pengolahan data dengan bantuan piranti tertentu.

Komunikasi data melibatkan sejumlah komponen yaitu:

a. Sumber

Sumber adalah piranti yang membangkitkan data atau informasi yang akan ditransmisikan. Yang termasuk sumber dalam komunikasi data adalah telepon dan komputer.

b. Pengirim (*transmitter*)

Kadang-kadang data yang dibangkitkan oleh sumber tidak dapat dikirimkan langsung melalui media transmisi dalam bentuk aslinya. Pada komunikasi data yang menggunakan komputer, transmitter mengubah bit-bit yang masuk menjadi sebuah sinyal yang dapat ditransmisikan.

c. Media transmisi

Pengiriman data dari pengirim ke penerima membutuhkan media transmisi. Media transmisi dapat berupa kabel tembaga, kabel koaksial, serat optik dan lain-lain.

d. Penerima (*receiver*)

Receiver menerima sinyal dan kemudian mengirimkannya ke tujuan dalam bentuk tertentu yang dapat dipahami.

e. Tujuan (*destination*)

Bagian ini menangkap data yang dihasilkan oleh *receiver*.

Komunikasi data memiliki sejumlah tujuan yaitu:

1. Mengirim data dalam waktu yang seminimal mungkin dengan tingkat kesalahan yang sekecil mungkin
2. Mengirim data dalam volume besar secara ekonomis
3. Mempersingkat waktu yang dibutuhkan dalam memproses data
4. Memudahkan penyebaran informasi secara cepat melalui jaringan yang ada

Jaringan komunikasi data terdiri dari beberapa jenis di antaranya :

1. *Switched network*

Pada *switched network*, data dikirim dari satu titik ke titik lain (*point to point communication*).

Teknik penyambungan yang digunakan pada jenis jaringan ini terdiri dari 2 macam yaitu:

a. *Circuit-switched network*

Pada teknik penyambungan ini, rangkaian jaringan fisik antara terminal pengirim dan penerima dibentuk untuk lalu lintas data. Jaringan fisik ini diduduki secara penuh selama transmisi / pengiriman data sehingga jika mesin penerima sedang melakukan komunikasi dengan mesin lain (jaringan fisik ke tempat tujuan sedang dipakai) maka komunikasi data tidak dapat dilakukan sampai jaringan fisik itu tersedia kembali. Pada teknik penyambungan ini, data dikirim melalui media transmisi secepat mungkin ketika jalur untuk komunikasi data sudah terbentuk. Pada *circuit-switched network*, data melalui satu atau lebih mesin-mesin perantara. Data pun dapat melalui bermacam-macam rute untuk mencapai tujuan. Oleh karena itu, dalam *circuit-switched network*, algoritma routing memegang peranan penting. Contoh *circuit-switched network* adalah jaringan telepon.

b. *Packet-switched network*

Paket adalah pesan-pesan berukuran kecil. Paket dikirim dari suatu mesin pengirim (*source*) ke mesin-mesin lainnya. Dalam hal ini paket memiliki field alamat yang berisi alamat tujuan paket tersebut dikirimkan. Pada *packet-switched network*, data yang akan dikirimkan dapat disimpan terlebih dahulu sebelum dikirimkan. Dengan kata lain, paket dapat dikirim secara beruntun. Hal ini memungkinkan tetap terjadinya komunikasi data tanpa harus menduduki jalur transmisi secara penuh untuk pengiriman paket dalam satu waktu. Jika dalam perjalanan menuju mesin penerima paket harus melalui mesin-mesin perantara, maka paket akan dikirim. Contoh *packet-switched network* adalah komunikasi data dari sebuah komputer ke komputer lain.

2. *Broadcast network*

Pada *broadcast network*, komunikasi terjadi antara sebuah *transmitter* (pengirim) yang berupa sebuah mesin atau stasiun dengan banyak *receiver* (penerima) melalui media transmisi tertentu. Jika media transmisi dialokasikan untuk sejumlah transmitter, hanya sebuah *transmitter* yang dapat mengirimkan data dalam satu waktu ke banyak penerima.

3. *Satellite networks*

Pada *satellite network*, data tidak dikirim dari *transmitter* ke *receiver* secara langsung tetapi melainkan di-relay terlebih dahulu ke satelit.

8.3 Sinyal Analog dan Digital

Komunikasi data pada dasarnya pertukaran bit-bit data. Pertukaran ini terjadi karena adanya hantaran sinyal-sinyal elektronik atau sinyal listrik antara piranti pengirim dan penerima data. Penggunaan sinyal listrik dalam komunikasi data mempunyai sejumlah alasan yaitu:

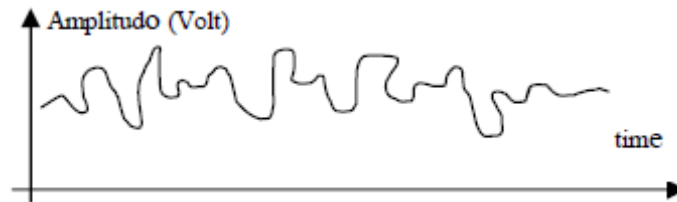
- a. Pembangkitan sinyal yang relatif mudah
- b. Sinyal listrik dapat dengan mudah diubah menjadi besaran listrik, begitu juga sebaliknya.

Dalam komunikasi data, sinyal merupakan terminologi yang sering dipakai. Apakah yang dimaksud dengan sinyal (isyarat)? Secara sederhana, sinyal adalah set informasi atau data. Sinyal dapat dinyatakan sebagai fungsi waktu (dalam domain waktu) dan fungsi frekuensi (dalam domain frekuensi).

Sinyal yang dinyatakan sebagai fungsi waktu dapat bersifat kontinyu maupun diskrit. Untuk sinyal yang bersifat kontinyu, jika $f(t)$ adalah suatu sinyal maka

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a) ,$$

untuk semua nilai a . Sinyal yang kontinyu dalam domain waktu ditunjukkan oleh gambar 8.1.



Gambar 8.1. Sinyal yang kontinyu

Sinyal yang kontinyu ini biasanya berbentuk gelombang yang selalu menyambung (tidak patah-patah atau tidak ada perubahan nilai yang bersifat tiba-tiba).

Sinyal yang dinyatakan dalam domain waktu pun dapat bersifat diskrit. Sinyal diskrit mempunyai bentuk sinyal yang putus-putus, ada perubahan nilai yang bersifat tiba-tiba. Sinyal diskrit umumnya berbentuk pulsa. Sinyal diskrit dalam domain waktu ditunjukkan oleh gambar 8.2.



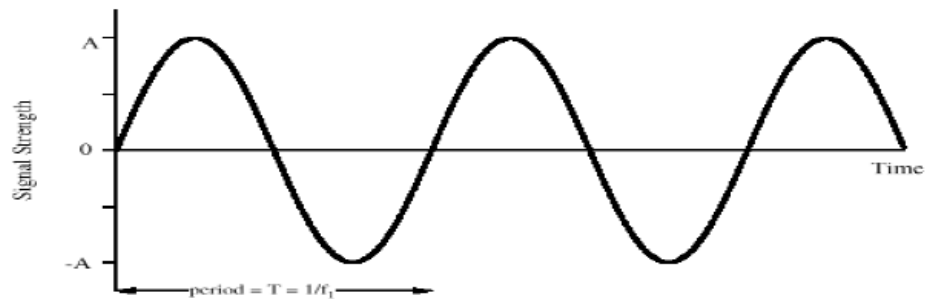
Gambar 8.2. Sinyal yang diskrit

Selain dinyatakan dalam domain waktu, sinyal pun dapat dinyatakan dalam domain frekuensi. Secara matematis, sinyal dalam domain frekuensi ini diperoleh dengan melakukan tranformasi Fourier terhadap sinyal yang dinyatakan dalam domain waktu. Sinyal yang dinyatakan dalam domain frekuensi pun dapat berupa sinyal kontinyu maupun sinyal diskrit.

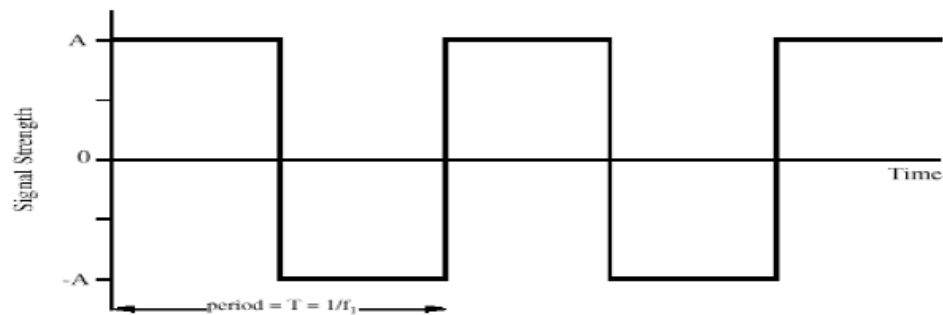
Sinyal kontinyu maupun sinyal diskrit dapat berupa sinyal periodik. Sebuah sinyal dikatakan periodik jika:

$$f(t+T) = f(t) \text{ untuk } -\infty < t < \infty$$

Contoh sinyal kontinyu yang periodik adalah gelombang sinus yang ditunjukkan oleh gambar 8.3 sedangkan contoh sinyal diskrit yang periodik adalah gelombang kotak (*square wave*) yang ditunjukkan oleh gambar 8.4.



Gambar 8.3 Gelombang sinus



Gambar 8.4 Gelombang kotak

Sinyal pada dasarnya dapat dikategorikan menjadi 2 macam yaitu:

a. Sinyal analog

Sinyal analog bersifat kontinyu atau selang. Sinyal analog memiliki 3 karakteristik utama yaitu:

- 1). Amplitudo, yaitu ukuran sinyal pada waktu tertentu yang biasanya dinyatakan dalam satuan volt. Satuan volt digunakan karena sinyal yang digunakan adalah sinyal elektrik. Nilai dari amplitudo sinyal dapat berupa nilai positif maupun negatif bahkan 0.
- 2). Frekuensi, yaitu banyaknya gelombang dalam setiap detik atau jumlah pengulangan yang terjadi dalam satu detik. Frekuensi berbanding terbalik terhadap periode dari sinyal (T). Dengan demikian frekuensi dapat dinyatakan sebagai $f = 1/T$. Frekuensi dinyatakan dalam satuan Hertz (Hz).
- 3). Fase

Fase adalah ukuran dari posisi relatif terhadap waktu dengan tidak melewati periode tunggal dari sinyal.

Contoh sinyal analog yaitu sinyal suara, video, temperatur, dan lain-lain.

b. Sinyal digital

Sinyal digital bersifat diskrit. Contoh sinyal ini adalah karakter dan sinyal yang berbentuk pulsa.

Dalam komunikasi data, data dapat berupa data analog maupun data digital. Data analog dapat berupa sinyal analog yang biasanya dinyatakan dalam bentuk sinyal elektromagnetik dengan spektrum tertentu. Data digital dapat berupa sinyal digital. Dalam hal ini, dua level tegangan digunakan untuk menyatakan bit 0 dan bit 1.

8.4 Transmisi Data

Transmisi secara sederhana dapat diartikan sebagai penghantaran. Transmisi data terdiri dua macam yaitu:

1. Transmisi analog

Transmisi analog adalah penghantaran sinyal analog tanpa memperhatikan muatannya (sinyal-sinyalnya dapat mewakili data analog atau data digital. Pada transmisi ini digunakan amplifier jika data dikirimkan ke tempat yang jauh. Amplifier berguna untuk memperkuat sinyal sehingga menghasilkan distorsi yang terbatas. Efek samping dari hal ini adalah noise akan ikut diperkuat juga.

2. Transmisi digital

Transmisi digital, berhubungan dengan muatan dari sinyal. Pada transmisi digital, jika data dikirim ke tempat yang jauh maka repeater digunakan untuk memperkuat sinyal. Repeater ini menghasilkan sinyal sebagai '1' atau '0' sehingga tidak terjadi distorsi.

Berdasarkan arahnya, mode transmisi terdiri dari:

1. Transmisi Serial

Pada transmisi serial, pengiriman data melalui kanal komunikasi dilakukan 1 bit demi 1 bit.

2. Transmisi Paralel

Pada transmisi paralel, data dikirim sekaligus melalui kanal komunikasi. Jika data yang dikirim itu 16 bit maka ke-16 bit data itu dikirim secara bersamaan melalui 16 kanal komunikasi. Cara seperti ini melahirkan kecepatan penyaluran data yang tinggi. Akan tetapi, transmisi paralel memiliki resiko yaitu data tiba di tempat tujuan pada waktu yang tidak bersamaan (*skew*). Oleh karena itu, dalam transmisi paralel, karakteristik kanal yang dipakai haruslah bagus.

Pada transmisi serial dilakukan sinkronisasi / penyesuaian antara transmitter (Tx) dan receiver (Rx). Sinkronisasi ini terdiri dari:

a. Sinkronisasi bit

Tujuan dilakukannya sinkronisasi bit adalah agar penerima mengetahui dengan tepat kapan sinyal yang diterimanya merupakan bit dari suatu data.

b. Sinkronisasi karakter

Tujuan dari sinkronisasi karakter adalah agar penerima mengetahui dengan tepat kapan sinyal yang diterimanya merupakan bit data yang membentuk sebuah karakter.

c. Sinkronisasi blok

Tujuan dari sinkronisasi blok adalah agar penerima mengetahui dengan tepat kapan sinyal yang diterimanya merupakan bit data yang membentuk sebuah blok data.

Berdasarkan cara data dikirimkan dari satu peranti ke peranti yang lain, mode transmisi terdiri dari:

❖ Transmisi asinkron (*asynchronous transmission*)

Transmisi asinkron mengirimkan data per karakter. Setiap karakter ditandai dengan bit pemulai (start bit), bit pengakhir (stop bit), serta bit pemeriksa kesalahan. Oleh karena itu, transmisi asinkron juga dinamakan transmisi start-stop. Fungsi dari bit pemulai adalah untuk memberitahu bahwa pengirim akan mengirimkan sebuah karakter sedangkan fungsi dari bit pengakhir adalah untuk menyatakan tanda bahwa sebuah karakter telah dikirimkan.

❖ Transmisi sinkron (*synchronous transmission*)

Pada transmisi sinkron (*asynchronous transmission*), data dikirim per blok (sejumlah karakter). Pada bagian awal terdapat field SYN (*synchronization*) yang berupa sebuah karakter untuk melakukan sinkronisasi. Berikutnya, terdapat field STX (*start-of-text*) yang berupa karakter untuk menyatakan bahwa karakter selanjutnya adalah data. Di akhir data, terdapat ETX (*end-of-text*) yang berupa sebuah karakter untuk menyatakan akhir teks dan BCC (*block-check-character*) yang digunakan untuk melakukan pemeriksaan kesalahan.

Transmisi data yang tidak sempurna dari pengirim dan penerima bisa mengganggu komunikasi data. Hal ini biasanya disebabkan oleh hal-hal berikut:

1. Pelemahan sinyal (atenuasi)

Sinyal yang ditransmisikan dari sebuah sumber atau transmitter dapat mengalami pelemahan ketika jarak yang ditempuh untuk menuju penerima jauh. Dengan adanya atenuasi sinyal atau gelombang, ada dua hal yang perlu diperhatikan yaitu

- a. Mesin di sisi *receiver* (penerima) harus mampu mendeteksi dan menerjemahkan sinyal yang diterima.

b. *Intermodulation noise*

Noise jenis ini terjadi ketika sinyal-sinyal dengan frekuensi dikirim melalui media transmisi yang sama. Adanya ketidaklinearan dari transmitter, komponen frekuensi $f_1 + f_2$ dan $f_1 - f_2$ dihasilkan yang pada dasarnya merupakan sinyal yang tidak diinginkan.

c. *Crosstalk*

Gangguan komunikasi ini disebabkan adanya kopel elektrik antara kabel yang letaknya berdekatan. *Crosstalk* biasanya terjadi pada twisted pair atau kabel koaksial. Pada percakapan menggunakan telepon, *crosstalk* dapat terjadi.

d. *Impulse noise*

Impulse noise disebabkan gangguan elektromagnetik eksternal misalnya kilat. *Impulse noise* tidak dapat diprediksi. Ketika sinyal merambat melalui sebuah medium, impulse noise dapat menyebabkan error secara tiba-tiba. Dalam komunikasi suara, hal ini dapat menyebabkan gangguan komunikasi yang bersifat sementara. *Impulse noise* merupakan noise yang berupa pulsa-pulsa tak beraturan dengan durasi pendek dan dengan amplitudo yang relatif tinggi. Impulse noise lebih bermasalah bagi komunikasi data digital dibandingkan komunikasi data analog karena data bisa hilang.

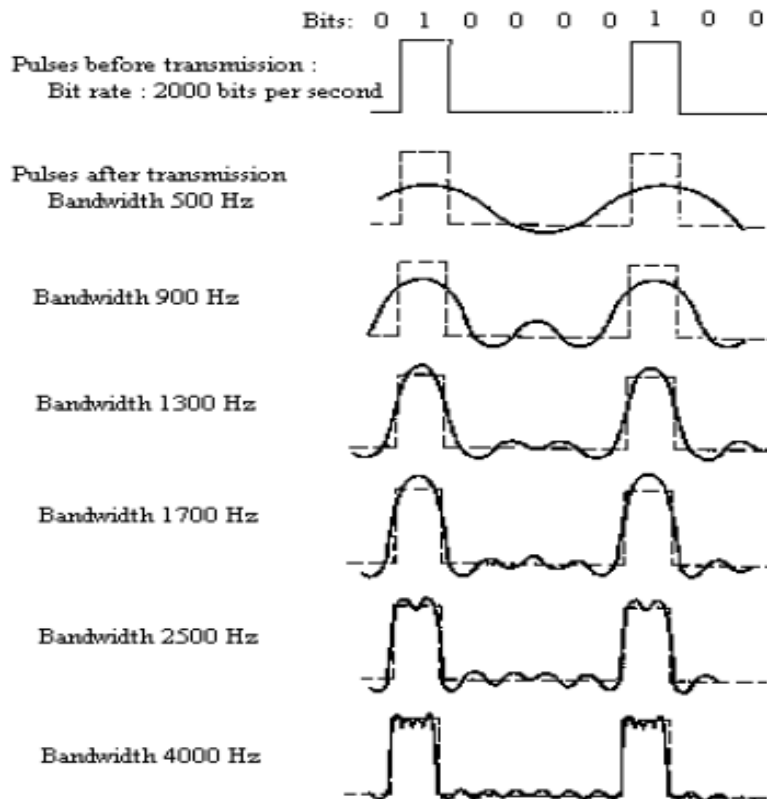
Dalam transmisi data dari suatu titik ke titik lain, bandwidth atau lebar frekuensi merupakan faktor yang mempengaruhi kecepatan transmisi. Kecepatan transmisi bisa dinyatakan dengan:

- a. *Bit per second* (bps)
Kecepatan transmisi serial biasanya dinyatakan dengan bps.
- b. *Character per second*
Kecepatan transmisi paralel biasanya dinyatakan dengan satuan ini karena jumlah bit per karakter berbanding lurus dengan banyaknya kanal komunikasi yang digunakan untuk mentransmisikan data.
- c. *Baud per second*
Satu baud sama dengan 2 bit. Contoh kecepatan transmisi dalam satuan ini adalah 110, 300, 600, 1200, 2400, dan 4800 *baud per second*.

Bandwidth memiliki hubungan dengan data rate (kecepatan data). Medium transmisi apapun yang dipakai akan menyesuaikan dengan band frekuensi yang terbatas. Akibatnya, data rate yang dapat melewati medium transmisi menjadi terbatas. Dengan demikian penambahan bandwidth akan menyebabkan penambahan data rate dengan faktor penambahan yang sama. Begitu juga sebaliknya, jika bandwidth mengalami pengurangan.

Apa yang terjadi pada sinyal digital jika bandwidth terbatas? Jika bandwidth terbatas, distorsi akan semakin besar. Lebih lanjut, kemungkinan error di sisi receiver akan semakin besar. Gambar

8.6 menunjukkan bit stream dengan data rate 2000 bps. Penggunaan bandwidth 500 Hz menghasilkan distorsi yang besar pada data. Penggunaan bandwidth 1700 sampai 2500 Hz menghasilkan distorsi yang relatif kecil. Pada saat bandwidth yang digunakan mencapai 4000 Hz, pulsa setelah transmisi semakin mendekati pulsa sebelum ditransmisikan. Dengan demikian, jika data rate suatu sinyal digital adalah A bps, maka bandwidth yang paling bagus adalah 2A Hz.



Gambar 8. 6 Efek bandwidth pada sinyal digital

Berdasarkan *bandwidth*-nya, kanal digolongkan menjadi beberapa jenis:

1. *Broadband Channel*

Kanal ini dipakai untuk sinyal berfrekuensi tinggi. Media transmisi yang digunakan biasanya berupa kabel koaksial dan serat optik.

2. *Voice Grade Channel*

Kanal ini biasanya digunakan pada jaringan pribadi (private line) untuk kepentingan dial up. Frekuensi yang digunakan pada kanal ini adalah 300 – 3000 Hz.

3. *Subvoice channel*

Kanal ini menggunakan kecepatan transmisi dibawah 600 bps.

4. *Telegraph channel*

Kanal ini menggunakan kecepatan transmisi 45 – 75 bps.

8.5 Pengkodean Data

Dalam komunikasi data antar komputer, data yang dikirimkan harus dapat dipahami oleh piranti pengirim maupun penerima. Untuk tujuan ini, dalam komunikasi data digunakan sistem sandi sesuai standar. Dalam komunikasi data, informasi yang dihantarkan terdiri dari 2 bagian yaitu:

- a. Karakter data
- b. Karakter kendali

Karakter-karakter data yang akan dikirim dari sumber (pengirim) tidak dapat dikirimkan secara langsung. Dalam hal ini, karakter-karakter data harus diubah ke bentuk simbol yang lain. Dengan kata lain, karakter-karakter kata harus dikodekan terlebih dahulu dengan kode-kode yang dikenal oleh setiap terminal. Tujuan dari sebuah pengkodean adalah mengubah tiap karakter dalam informasi yang akan dikirim ke dalam bentuk biner. Kode-kode yang sering digunakan pada beberapa sistem komunikasi data dan dikenal oleh berbagai terminal diantaranya adalah Kode ASCII dan kode EBCDIC.

Karakter kendali digunakan untuk mengendalikan transmisi data, bentuk (format data), hubungan naluri data dan fungsi fisik terminal. Karakter Kendali terdiri dari:

1. Kontrol Transmisi

Kontrol transmisi berfungsi untuk mengontrol data pada saluran transmisi.

2. *Format effectors*

Format effectors digunakan untuk mengendalikan tata letak fisik informasi pada layar.

3. Kontrol Divais (Peralatan)

Kontrol divais digunakan untuk mengendalikan peralatan tambahan dari terminal

4. Pemisah informasi (Information Separators)

Pemisah informasi digunakan untuk mengelompokkan data secara logis. Kontrol divais umumnya ditentukan oleh:

- US (Unit Separators), tiap unit informasi dipisahkan oleh US
- RS (Record Separator), tiap record terdiri atas beberapa unit dan dipisahkan oleh RS
- GS (Group Separator), beberapa record membentuk suatu grup dan dipisahkan oleh GS
- FS (File Separator), beberapa grup membentuk sebuah file yang dipisahkan oleh FS

Sebelum data ditransmisikan, perlu dilakukan pengkodean (*encoding*) terhadap data. *Encoding* sebenarnya merupakan teknik pensinyalan untuk sinyal digital. Skema yang digunakan pada encoding menentukan tingkat kesuksesan penerima (*receiver*) dalam menerjemahkan sinyal yang datang. *Encoding* untuk data digital (pensinyalan digital) terdiri dari beberapa macam yaitu:

1. Non-Return to Zero / NRZ
2. Return to Zero / RZ
3. Biphase
4. Delay Modulation
5. Multilevel Binary

Teknik pengkodean data digital yang disebutkan di atas dapat dilihat pada gambar 8.7.

Non-Return to Zero / NRZ

NRZ merupakan kode yang memanfaatkan karakteristik tegangan yang tetap sepanjang interval bit. Dalam NRZ, tegangan yang tinggi menyatakan bit 1 sedangkan tegangan yang rendah menyatakan bit 0. Permasalahan utama pada pengkodean dengan NRZ adalah sulitnya menentukan secara tepat jumlah 0 atau 1 jika terjadi sikuen atau barisan 0 atau 1 yang panjang (yang berarti bahwa nilai tegangan tetap untuk jangka waktu yang lama tersebut). NRZ terdiri dari:

a. NRZ-L (NRZ-Level)

NRZ-L adalah kode yang digunakan untuk menghasilkan dan menginterpretasikan data digital oleh terminal pemroses data / peralatan lainnya dan jika kode yang digunakan untuk transmisi berbeda. (tetap seperti data awal)

b. NRZ-M (NRZ-Mark)

NRZ-M sering disebut sebagai NRZ-Inverted atau *differential encoding*. Pada penggunaan kode defferensial, sinyal dikodekan dengan membandingkan polaritas elemen sinyal yang berdekatan dari harga absolut sinyal. Keuntungannya dari penggunaan NRZ-M adalah mudah dalam mendeteksi transisi noise. Pada NRZ-M berlaku aturan sebagai berikut:

Bit = 1 jika terjadi transisi pada awal pulsa atau interval

Bit = 0 jika tidak ada transisi / perubahan

c. NRZ-S (NRZ-Space)

Pada dasarnya NRZ-S sama dengan NRZ-M. Perbedaannya adalah bit 1 menyatakan hal sebaliknya pada NRZ-M, begitu juga dengan bit 0. Dengan demikian, pada NRZ-S:

Bit = 1 jika tidak ada transisi / perubahan

Bit = 0 jika transisi pada awal pulsa

Return to Zero / RZ

RZ biasanya dimanfaatkan untuk melihat perbedaan antara kecepatan data dan kecepatan modulasi. Meskipun demikian, RZ tidak lebih baik dari NRZ. Pada pengkodean dengan RZ, ukuran minimal elemen signal adalah pulsa untuk binari 1 besarnya $\frac{1}{2}$ panjang interval bit. Pada RZ berlaku aturan sebagai berikut:

Bit = 1 jika pulsa berada pada awal $\frac{1}{2}$ interval

Bit = 0 jika tidak ada pulsa

Biphase

Biphase merupakan teknik pengkodean yang digunakan untuk mengatasi kekurangan yang terjadi pada teknik pengkodean NRZ dan RZ. Biphase sekurang-kurangnya memerlukan 1 transisi waktu bit dan sebanyak-banyaknya 2 transisi sehingga kecepatan maksimumnya 2 x NRZ. Keuntungan dari penggunaan biphase yaitu:

- a. Sinkronisasi,
Karena transisi dapat diramalkan selama masing-masing waktu bit, penerima dapat sinkron dalam transisi tersebut.
- b. Deteksi Error
Tidak adanya komponen DC pada biphase dan memungkinkan biphase dapat mendeteksi error. Deteksi error pun bisa dilakukan dengan memanfaatkan kondisi ketidakadaan transisi.

Teknik pengkodean Biphase terdiri dari beberapa macam yaitu:

a. Biphase-L (*biphase-level / manchester*)

Pada pengkodean ini berlaku aturan sebagai berikut:

Bit = 1 jika transisi dari high ke low di tengah interval

Bit = 0 jika transisi dari low ke high di tengah interval

b. Biphase-M

Pada biphase-M selalu terjadi transisi di awal interval. Pada teknik pengkodean ini berlaku bahwa:

Bit = 1 jika transisi di tengah interval

Bit = 0 jika tidak ada transisi di tengah interval

c. Biphase-S

Pada biphase-S selalu terjadi transisi di awal interval. Pada teknik pengkodean ini berlaku bahwa:

Bit = 1 jika tidak ada transisi di tengah interval

Bit = 0 jika transisi di tengah interval

d. Differensial Manchester

Pada *differensial manchester* selalu terjadi transisi di tengah interval. Pada teknik pengkodean ini berlaku bahwa:

Bit = 1 jika tidak ada transisi di awal interval

Bit = 0 jika transisi di awal interval

Delay Modulation (Miller-Codding)

Pada pengkodean dengan menggunakan delay modulation, ada 1 transisi per 2 waktu bit. Pada teknik ini berlaku aturan sebagai berikut:

Bit = 1 jika transisi di tengah interval

Bit = 0 tidak ada transisi jika diikuti 1, dan transisi pada akhir interval jika diikuti 0

Bipolar / Multilevel Binary

Bipolar merupakan pengkodean yang menggunakan lebih dari 2 level sinyal. Bipolar memiliki keuntungan dan kerugian. Keuntungannya adalah tidak adanya komponen DC, kemampuan sinkronisasi yang baik dan pemakaian bandwidth yang lebih kecil. Kerugiannya adalah penggunaan receiver yang mampu membedakan 3 level (upper, middle, dan lower) sehingga membutuhkan lebih dari 3 dB kekuatan sinyal dibandingkan NRZ untuk probabilitas bit error yang sama. Pada bipolar, ada dua macam representasi yang dipakai yaitu:

- a. Representasi 1
Middle level = 0
Upper, lower level = 1
- b. Representasi 2
Middle level = 1
Upper, lower level = 0

Data	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1											
NRZ-L	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1											
NRZ-M	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1											
NRZ-S	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0											
RZ	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0						
Biphase-L	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0			
Biphase-M	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0		
Biphase-S	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	
Diff Manchester	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
Delay modulasi	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	
Bipolar	+0	0	-	0	+0	0	0	0	0	-	0	+0	0	0	-	0						

Gambar 8.7 Teknik pengkodean data

8.6 Multiplexing

Sebuah media transmisi dapat memiliki bandwidth yang jauh lebih besar dibandingkan bandwidth yang dibutuhkan untuk mentransmisikan data. Dalam komunikasi data seringkali diperlukan saluran komunikasi selebar bandwidth yang dimiliki media yang mentransmisikan data tersebut. Dalam hal ini, sinyal-sinyal digabungkan sehingga ditransmisikan seolah-olah sebagai satu sinyal yang melalui bandwidth yang besar. Penggabungan sinyal ini dinamakan multiplexing. Jadi, multiplexing adalah penggabungan 2 sinyal atau lebih untuk disalurkan ke dalam 1 saluran komunikasi. Untuk menggabungkan sinyal ini digunakan multiplexer.



Gambar 8. 8. Multiplexer

Gambar di atas menunjukkan multiplexer dengan n buah input. Bagian output multiplexer dihubungkan dengan sebuah kanal. Pada gambar di atas, multiplexer dihubungkan dengan demultiplexer yang melakukan hal sebaliknya dari multiplexer. Dalam multiplexing digunakan sinyal-sinyal kontrol untuk mengatur penyaluran input kepada outputnya. Multiplexing memiliki manfaat yaitu:

- a. Penghematan biaya penggunaan saluran komunikasi
- b. Penggunaan sumberdaya seefisien mungkin
- c. Penggunaan kapasitas saluran semaksimal mungkin

Teknik multiplexing terdiri dari 3 macam yaitu:

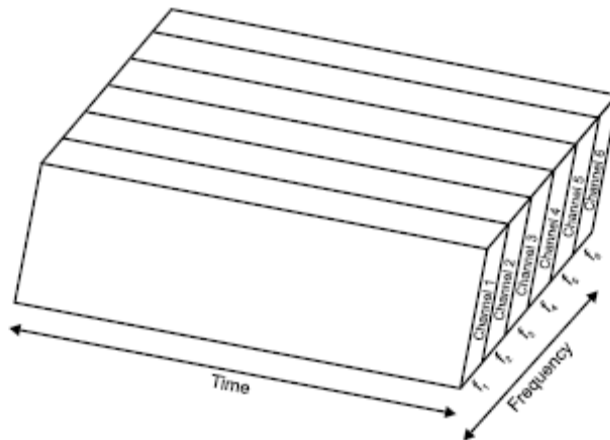
- a. Frequency-division multiplexing (FDM)
- b. Time-division multiplexing (TDM)
- c. Statistical time-division multiplexing (STDM)
- d. Wavelength division multiplexing

Pemilihan teknik multiplexing ditentukan oleh kapasitas kanal, harga peralatan dan konfigurasinya.

Frequency Division Multiplexing (FDM)

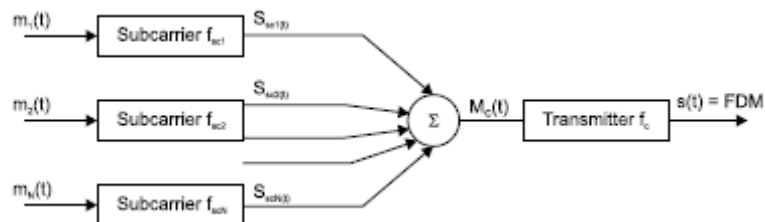
FDM adalah teknik untuk berbagi media transmisi dengan cara membagi interval frekuensi menjadi beberapa kanal tanpa terjadinya interferensi antara sinyal di suatu kanal dengan *carrier frequency* di kanal yang lain. FDM adalah teknik multiplexing yang paling umum dan banyak dipakai, dengan menumpuk sinyal pada bidang frekuensi. Data yang dikirimkan akan dicampur berdasarkan frekuensi. Banyak digunakan pada pengiriman sinyal analog. Data tiap kanal dimodulasikan dengan FSK untuk voice grade channel.

Pada FDM sistem sandi yang dipakai oleh data tidak memberi pengaruh. FDM dapat beroperasi secara full duplex 2 atau 4 kawat. Contoh FDM adalah pada siaran radio dan TV serta TV kabel. Enam sumber sinyal dimasukkan ke dalam suatu multiplexer, yang memodulasi tiap sinyal ke dalam frekuensi yang berbeda ($f_1, \dots, f_6$). Tiap sinyal modulasi memerlukan bandwidth center tertentu disekitar frekuensi carriernya, dinyatakan sebagai suatu channel.



Gambar 8.8. FDM

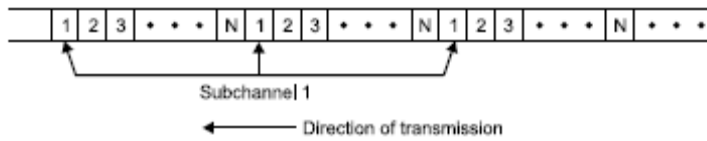
Proses multiplexing dengan teknik FDM di sisi transmitter ditunjukkan gambar di bawah ini:



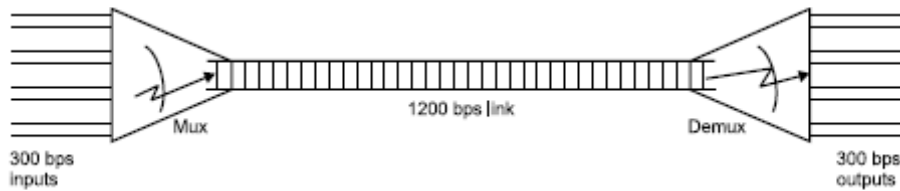
Gambar 8.9. Multiplexing di sisi transmitter

Synchronous Time-Division Multiplexing

Time division multiplexing merupakan teknik multiplexing yang digunakan pada komunikasi point to point atau komunikasi yang menggunakan teknik penyambungan berupa *circuit switching*. Jika dibandingkan dengan FDM, TDM lebih efisien daripada sebab sebuah saluran komunikasi dapat dipakai oleh 30 terminal sekaligus. Dalam TDM waktu transmisi dibagi menjadi beberapa bagian atau slot. Slot-slot ini secara periodik dipakai untuk piranti-piranti berbeda yang menggunakan saluran secara bersama-sama. Pengalokasian slot pada TDM ditunjukkan pada gambar 8.10



Gambar 8.10. Slot yang digunakan untuk TDM



Gambar 8.11. TDM

Pada gambar 8.11, sebuah multiplexer menangani trafik (lalu lintas data) yang datang dan melakukan delay untuk mengarahkannya ke dalam slot-slot waktu yang ada. Pengiriman data dengan mencampur data berdasarkan waktu sinyal data tersebut dikirimkan. Digunakan untuk transmisi sinyal digital, bit data dari terminal secara bergantian diselipkan diantara bit data dari terminal lain. Pemancar dan penerima harus sinkron agar masing-masing penerima menerima data yang ditujukan kepadanya.

Laju transmisi yang efektif yang dapat diperoleh setiap piranti melalui sub-sub kanalnya adalah total kecepatan saluran dibagi jumlah sub kanal (jumlah piranti yang menggunakan saluran secara bersama-sama). Dalam hal ini, slot-slot waktu tidak berubah karena alokasi slot untuk membuat sub-sub kanal bersifat tetap. TDM dengan skema seperti ini dinamakan *synchronous time division multiplexing*. Salah satu keuntungan TDM adalah mudahnya penambahan peralatan pengiriman data (sampai pada batas-batas tertentu) karena tidak akan mempengaruhi peralatan yang sudah ada.

TDM yang umum dikenal adalah PCM. PCM merupakan salah satu dari 4 metode untuk pengkodean amplitudo. Ketiga metode lainnya yaitu :

- a. PAM (Pulse Amplitudo Modulation)
- b. PPM (Pulse Position Modulation)
- c. PDM (Pulse Duration Modulation)

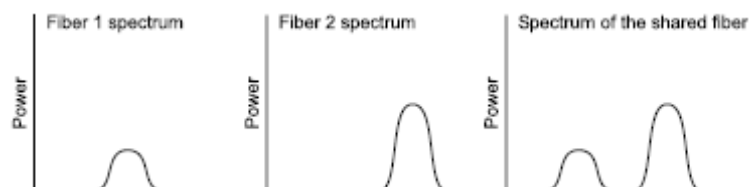
Di antara keempat metode di atas, PCM merupakan metode yang populer digunakan.

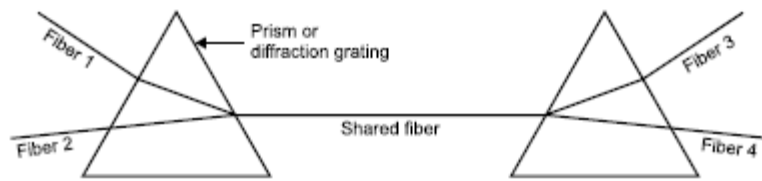
Statistical Time-Division Multiplexing

Statistical TDM dikenal juga sebagai asynchronous TDM. Sesuai namanya, statistical TDM memanfaatkan sifat lalu lintas yang mengikuti karakteristik statistik. Keuntungan dari statistical TDM adalah efisiensi penggunaan saluran secara lebih baik dibandingkan FDM dan synchronous TDM. Pada statistical TDM kanal hanya diberikan kepada terminal yang membutuhkannya. Statistical TDM dapat mengidentifikasi terminal mana yang mengganggu dan terminal mana yang membutuhkan transmisi kemudian mengalokasikan waktu pada jalur yang dibutuhkan.

Wavelength Division Multiplexing

Wavelength division multiplexing bekerja dengan mengirimkan banyak gelombang cahaya melalui sebuah serat optik tunggal. Di sisi penerima, sebuah prisma optik digunakan untuk memisahkan frekuensi. Pada gambar 8.12, dua buah serat optik dengan energi yang berada pada pita yang berbeda disambungkan ke dalam sebuah prisma. Dua berkas cahaya akan dilewatkan melalui prisma. Selama setiap kanal memiliki jangkauan frekuensi yang berbeda, multiplexing dapat dilakukan terhadap kanal-kanal tersebut. WDM merupakan teknik multiplexing yang populer. Sebuah serat tunggal memiliki energi hanya beberapa GHz dan bandwidth yang bisa mencapai 25.000 GHz. Dari hal ini terlihat potensi untuk melakukan multiplexing terhadap banyak kanal untuk keperluan transmisi jarak jauh.





Gambar 8.12. Wavelength division multiplexing

Bab

9

Jaringan Komputer

Pada bab ini, mahasiswa diharapkan dapat:

1. Memahami konsep jaringan komputer
2. Menjelaskan kategori jaringan komputer
3. Menjelaskan macam-macam topologi jaringan
4. Memahami kelebihan dan kekurangan masing-masing topologi jaringan komputer

—

9.1 Pendahuluan

Di masa sekarang, penggunaan komputer semakin luas. Tantangan yang muncul melahirkan kebutuhan akan adanya komputer-komputer yang saling terhubung satu sama lain. Pada bab ini akan dibahas tentang manfaat jaringan komputer, kategori dan topologi jaringan, dan lain-lain. Seiring perkembangan teknologi, kebutuhan dan tantangan yang ada, keberadaan jaringan komputer merupakan hal yang sangat penting untuk menunjang aktivitas organisasi, insitusi maupun perusahaan. Apakah jaringan komputer itu? Jaringan komputer adalah kumpulan komputer yang berkomunikasi satu sama lain dan berbagi sumber daya melalui media transmisi tertentu. Sumber daya ini dapat berupa file maupun perangkat keras seperti printer, scanner, dan lain-lain.

Komputer yang satu dengan yang lain umumnya dihubungkan dengan kabel. Meskipun demikian, hubungan antar komputer bisa dilakukan secara nirkabel (tidak menggunakan kabel). Dalam hal ini, gelombang radio dan sinyal infra merah data digunakan untuk pengiriman data. Dalam sebuah jaringan komputer, komputer bukan satu-satunya peralatan yang ada dalam jaringan. Printer dan scanner bisa dihubungkan ke jaringan komputer sehingga bisa digunakan bersama-sama. Selain itu, dalam jaringan komputer terdapat pula peralatan yang menangani lalu lintas data dalam jaringan. Biasanya, setiap peralatan dalam jaringan komputer disebut sebagai node atau host.

Jaringan komputer dapat menjadi solusi atas permasalahan di dunia informasi dan komunikasi. Jaringan komputer biasanya dibangun untuk menjawab kebutuhan-kebutuhan seperti di bawah ini.

1. Distribusi (penyebaran/pembagian) pemrosesan data
2. Pengiriman data dalam jumlah besar secara efisien di antara pengguna atau terminal yang lokasinya saling berjauhan.
3. Penggunaan sumber daya secara bersama-sama baik yang berupa perangkat lunak maupun perangkat keras.
4. Kesesuaian perangkat keras maupun perangkat lunak yang berbeda-beda.
5. Pengelolaan dan pengontrolan secara terpusat atas sumber daya jaringan.

Banyaknya organisasi, institusi maupun perusahaan yang membangun jaringan komputer. Manfaat-manfaat dari jaringan komputer adalah sebagai berikut:

1. Terbentuknya komunikasi

Dengan adanya jaringan komputer, sejumlah orang yang berjauhan dapat berkomunikasi satu sama lain. Bentuk komunikasi ini dapat berupa teks, suara maupun video. Mereka pun dapat melakukan

tukar-menukar file atau mengerjakan suatu pekerjaan secara bersama-sama meski lokasinya berjauhan.

2. Reliabilitas yang tinggi

Dengan adanya jaringan komputer, file-file bisa dibuat salinannya ke dalam 2 atau lebih komputer atau mesin. Jika salah satu komputer atau mesin mengalami kerusakan sehingga file-file tidak bisa lagi diakses, kita masih dapat mengakses salinan file-file tersebut di komputer atau mesin lainnya.

3. Penghematan

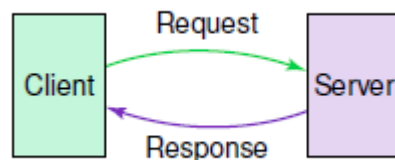
Untuk memenuhi kebutuhan komputasi atau pemrosesan, kita dapat menggunakan sebuah komputer (*personal computer*) yang harganya relatif murah. Untuk kebutuhan komputasi yang lebih besar, penggunaan sebuah *personal computer* tidak memungkinkan. Untuk itu, mainframe yang memiliki kecepatan digunakan. Akan tetapi,

4. Penggunaan sumber daya secara bersama-sama

Dengan adanya jaringan komputer, sumber daya seperti printer, scanner, file, program aplikasi dapat digunakan secara bersama-sama meskipun letak pengguna komputer tersebut berjauhan satu sama lain.

Isu penting dalam jaringan komputer adalah *data transfer rate*, yaitu kecepatan data terkirim dari satu titik ke titik lain di dalam jaringan komputer. *Data transfer rate* seringkali disebut sebagai *bandwidth* jaringan. *Bandwidth* jaringan sifatnya terbatas. Pemakaian *bandwidth* harus diatur agar jaringan komputer tetap dapat dipakai sebagaimana mestinya. Data berupa audio dan video seringkali menyita *bandwidth*. Salah satu cara untuk mengurangi pemakaian bandwidth jaringan adalah dengan memperkecil ukuran data melalui teknik kompresi data (silakan baca kembali bab tentang representasi data).

Jaringan komputer umumnya menggunakan model *client/server* seperti yang ditunjukkan pada gambar 9.1. Dalam model ini, komputer yang menjadi *client* mengirimkan pesan atau permintaan ke *server* (server berupa komputer) dan server merespon permintaan *client*.



Gambar 9.1 Model Client/Server

Server yang dimaksud pada gambar 9.1 dapat berupa *file server*, *web server* atau server yang lainnya. *File server* adalah komputer yang menyimpan dan mengelola file untuk banyak pengguna di sebuah jaringan komputer. Dengan adanya file server, file-file bisa diakses setiap pengguna dengan mudah. Hal ini meringankan pengguna karena mereka tak perlu menyalin atau memiliki salinan file-file itu secara pribadi. Web server adalah komputer yang berfungsi untuk merespon permintaan client (komputer pengguna) akan laman-laman situs tertentu.

9.2 Kategori Jaringan Komputer

Jaringan komputer dapat dikelompokkan menjadi beberapa macam berdasarkan:

- a. Distribusi sumber informasi / data
- b. Media transmisi data
- c. Jangkauan geografis
- d. Peranan dan hubungan tiap komputer dalam memproses data

9.2.1 Berdasarkan distribusi sumber informasi

Berdasarkan distribusi sumber informasi, jaringan komputer dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu:

- a. Jaringan terpusat

Pada jaringan terpusat terdapat sebuah komputer yang menjalankan sistem operasi, menyediakan file atau sumber informasi serta memberikan pelayanan terhadap komputer *client*. Komputer *client* merupakan komputer yang digunakan pengguna sebagai piranti untuk mendapatkan sumber informasi yang tersedia di server.

Server yang biasa digunakan dalam suatu jaringan komputer terdiri dari 2 macam yaitu:

1. *Dedicated server*

Server jenis ini hanya menjalankan fungsi sebagai server. Server ini tidak bisa digunakan sebagai *workstation*. Apakah *workstation* itu? *Workstation* adalah komputer yang terhubung ke server dan dapat mengakses data dari server. Server jenis ini biasanya dipakai pada jaringan komputer yang menggunakan sistem operasi Novell Netware.

2. *Non dedicated server*

Server jenis ini memiliki fungsi ganda yaitu sebagai server sekaligus sebagai workstation. Sistem operasi yang biasanya digunakan pada *non dedicated server* yaitu Linux, Microsoft Windows NT Server dan lain-lain.

b. Jaringan terdistribusi

Jaringan terdistribusi pada dasarnya merupakan gabungan beberapa jaringan terpusat. Pada jaringan terdistribusi, sejumlah komputer server yang terhubung dengan komputer-komputer client membentuk sistem jaringan tertentu.

9.2.2 Berdasarkan media transmisi

Berdasarkan media transmisi, jaringan komputer dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu:

a. Jaringan berkabel

Pada tipe jaringan ini, hubungan antara sebuah komputer dengan komputer lain menggunakan media transmisi berupa kabel jaringan. Media transmisi berkabel terdiri dari:

1. Kabel pasangan terpilin (*twisted pair*)

Pada kabel pasangan terpilin, sepasang kabel dipilin. Tujuannya adalah untuk mengurangi interferensi elektromagnetik dengan kabel lain. Kabel pasangan terpilin yang beredar saat ini terdiri dari 2 atau 4 pasang kabel yang diselubungi dengan insulator (penyekat). Kabel pasangan terpilin terdiri dari beberapa jenis yaitu:

a). UTP (*unshielded twisted pair*)

b). STP (*shielded twisted pair*)

Di antara 2 tipe di atas, kabel UTP merupakan kabel yang sering digunakan untuk membangun LAN (*local area network*).

2. Kabel koaksial

Kabel koaksial biasa digunakan pada LAN (misalnya kabel koaksial jenis RG-8, RG-9, RG-11, dan RG-58), jaringan TV kabel dan lain-lain. Penggunaan kabel koaksial memungkinkan kita memperoleh kecepatan data antara 100 Mbps (*mega bit per second*) sampai Gbps (*giga bit per second*). Kabel koaksial pada dasarnya menggunakan tembaga untuk penghantaran data. Tembaga ini diselubungi insulator yang kemudian diselubungi oleh anyaman kawat. Anyaman kawat ini diselubungi kembali oleh insulator.

3. Kabel serat optik

Kabel serat optik menggunakan cahaya untuk mentransmisikan data. Serat optik biasanya dimanfaatkan untuk jaringan komputer kecepatan tinggi. Serat optik pada dasarnya hanyalah

salah satu komponen dalam sebuah sistem transmisi optik. Ada 3 komponen yang digunakan dalam sistem transmisi optik yaitu:

- a.) Sumber cahaya (biasanya berupa laser ataupun *light emitting diode*)
- b.) Media transmisi
- c.) Detektor cahaya yang berfungsi untuk menangkap cahaya dan dipasang di bagian penerima. Detektor cahaya biasanya berupa fotodiode (untuk mengubah cahaya menjadi sinyal listrik).

b. Jaringan nirkabel (tanpa kabel)

Jaringan nirkabel (*wireless network*) merupakan jaringan dengan medium berupa gelombang elektromagnetik. Pada jaringan ini tidak diperlukan kabel untuk menghubungkan antar komputer karena menggunakan gelombang elektromagnetik yang akan mengirimkan sinyal informasi antar komputer jaringan. Media transmisi yang digunakan dalam jaringan nirkabel adalah gelombang mikro (microwave), gelombang radio, satelit, dan inframerah.

9.2.3 Berdasarkan jangkauan geografis

Menurut jangkauan geografisnya, secara garis besar jaringan komputer dapat dibedakan menjadi 3 macam yaitu:

- a. LAN (Local Area Network)
- b. MAN (Metropolitan Area Networks)
- c. WAN (Wide Area Networks)

LAN

LAN merupakan jaringan milik pribadi di dalam sebuah gedung, perkantoran ataupun kampus yang berukuran sampai beberapa kilometer. Di kampus, perusahaan atau perkantoran, LAN digunakan untuk menghubungkan komputer-komputer dan workstation agar dapat saling bertukar informasi dan berbagi sumber daya (misalnya printer, scanner, dan lain-lain).

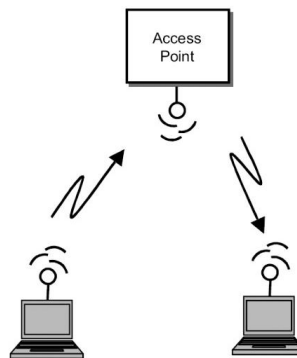
Media transmisi yang digunakan untuk LAN meliputi kabel tembaga, kabel koaksial, serat optik dan gelombang radio. Media-media transmisi ini menyebabkan topologi yang digunakan maupun kecepatan data yang dihasilkan akan berbeda. Secara garis besar, LAN dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu :

- a. *Baseband LAN*
- b. *Broadband LAN*

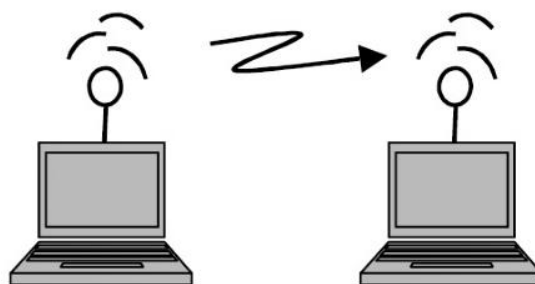
Dibandingkan baseband LAN, *broadband LAN* dapat mencakup area yang lebih luas sampai puluhan kilometer. *Broadband LAN* menggunakan *frequency division multiplexing*. Dalam hal ini, kanal-kanal dibagi untuk transmisi data, suara dan video.

LAN bisa dibangun tanpa menggunakan kabel atau serat optik sebagai media transmisinya. LAN seperti ini disebut *wireless local area network* (WLAN). Pada saat ini, WLAN menjadi teknologi yang populer. Kepopuleran ini tak terlepas dari adanya kebutuhan komputasi bergerak yang semakin meningkat. Seperti halnya LAN yang menggunakan media transmisi berupa kabel, WLAN pun dapat digunakan untuk menghubungkan berbagai piranti seperti komputer, printer, scanner dan lain-lain.

Konfigurasi WLAN terdiri dari 2 macam seperti yang ditunjukkan pada gambar 9.2 dan 9.3.



Gambar 9.2 Komunikasi melalui titik akses (*access point*)



Gambar 9.3 Komunikasi secara langsung

Pada gambar 9.2, sebuah titik akses digunakan dalam komunikasi antar node. Node ini dapat berupa laptop yang dilengkapi dengan antenna. Pada kenyataannya, jumlah titik akses yang digunakan dalam sebuah LAN bisa lebih dari satu. Pada gambar 9.3, komunikasi antar node dapat

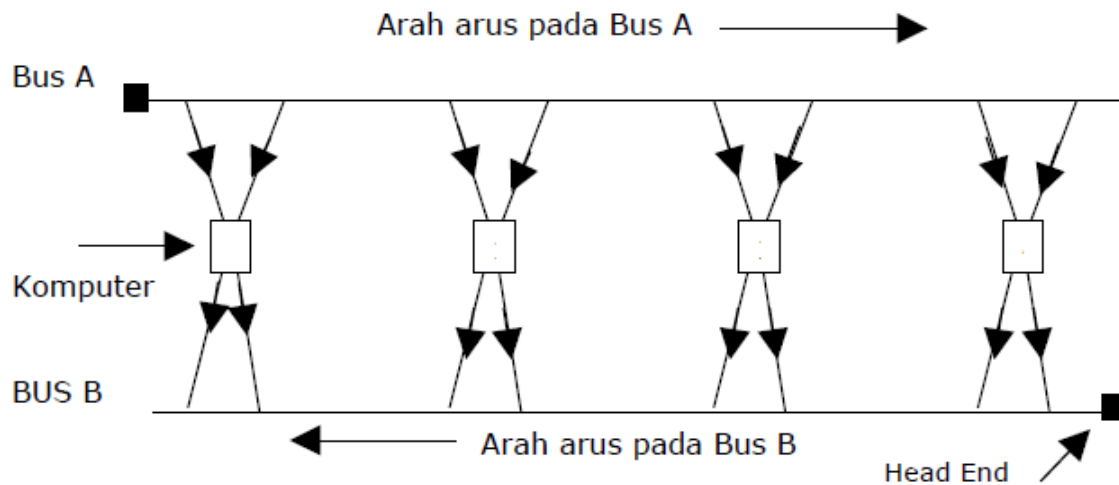
terjadi tanpa menggunakan titik akses. Komunikasi secara langsung antara dua node ini biasanya dilakukan untuk keperluan sinkronisasi data. Konfigurasi yang memungkinkan komunikasi secara langsung antar node ini dinamakan jaringan *ad hoc*. Komunikasi secara langsung secara nirkabel (tanpa kabel) antara dua buah piranti tidak hanya terjadi pada komunikasi antar komputer. Kita pun bisa melihat komunikasi semacam itu pada pertukaran data antara dua *mobile phone* menggunakan teknologi *bluetooth* (**tugas: buatlah artikel tentang teknologi *bluetooth*!**).

MAN

MAN merupakan jaringan komputer yang mencakup area satu kota. MAN bisa dikatakan sebagai versi LAN dengan ukuran yang lebih besar. Teknologi yang digunakan pada MAN biasanya sama dengan teknologi yang digunakan pada LAN. MAN bisa mempunyai jangkauan area 10-45 km.

Pernakah Anda melihat sebuah bank memiliki banyak kantor di sebuah kota? Kantor-kantor dari bank tersebut terhubung satu sama lain melalui sebuah jaringan komputer yang besar. Jaringan seperti ini termasuk sebagai MAN. MAN biasanya menggunakan media transmisi berupa gelombang maupun gelombang radio. Sejumlah MAN dibangun dengan menggunakan jalur sewa (*leased line*). Contoh lain dari MAN adalah jaringan telepon lokal, sistem telepon seluler, serta jaringan relay beberapa penyedia jasa internet internet.

MAN dirancang untuk mampu menunjang data dan suara. MAN sudah memiliki standar tersendiri yaitu DQDB (distributed queue dual bus) atau IEEE 802.6. DQDB terdiri dari dua kabel satu arah yang digunakan untuk menghubungkan seluruh komputer. Dalam hal ini setiap kabel (bus) memiliki head-end yang berfungsi untuk memulai transmisi. Arsitektur MAN DQDB bisa dilihat pada gambar 9.4



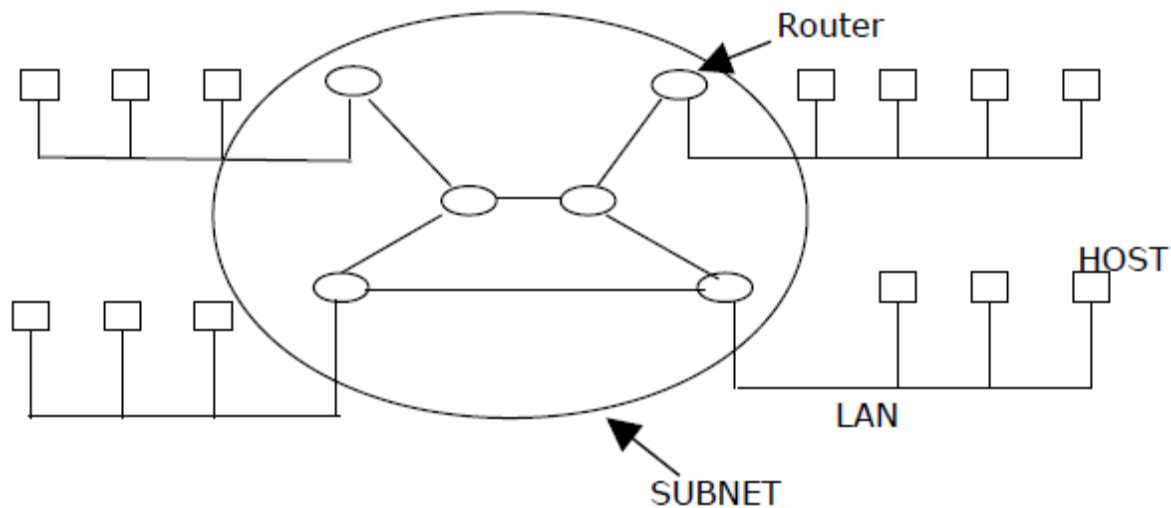
Gambar 9.4 Arsitektur MAN DQDB

Pada gambar 9.4, lalu lintas data dari arah yang berlawanan menggunakan bus yang berbeda. Pada MAN, elemen switching atau pensaklaran (berfungsi untuk mengatur paket) tidak digunakan sehingga rancangan bisa menjadi sederhana. Pada desain MAN, hal yang harus mendapat perhatian adalah medium broadcast yang digunakan untuk menghubungkan komputer-komputer yang ada.

WAN

WAN merupakan jaringan komputer yang memiliki jangkauan geografis yang luas (bisa mencakup negara atau benua). Contoh WAN adalah jaringan automatic teller machine (ATM) atau yang kita kenal dengan nama anjungan tunai mandiri. WAN terdiri dari kumpulan host berupa komputer yang menjalankan program-program aplikasi pemakai. Host yang satu dengan yang lainnya dihubungkan oleh subnet komunikasi (sering disebut sebagai subnet). Hubungan antara host-host dan subnet dapat dilihat pada gambar 9.5.

Subnet terdiri dari kabel transmisi (yang berfungsi untuk memindahkan bit-bit data dari suatu komputer ke komputer lain) dan elemen pensaklaran yang menghubungkan dua kabel transmisi atau lebih. Elemen pensaklaran ini bertugas memilih kabel-kabel pengirim untuk meneruskan pesan yang diterima. Tugas ini sebenarnya dilaksanakan oleh sebuah komputer khusus yang dinamakan sebagai *packet switching node*, *intermediate system*, *data switching exchange*, dan lain-lain.



Gambar 9.5. Hubungan antara host-host dengan subnet

9.2.4 Berdasarkan peranan dan hubungan tiap komputer

Berdasarkan peranan dan hubungan tiap komputer dalam memproses data, jaringan komputer dapat dibedakan menjadi:

a. Jaringan client-server

Jaringan ini terdiri dari dua macam komputer yaitu komputer server dan komputer client. Dalam hal ini, jumlah komputer server dan client disesuaikan dengan kebutuhan. Komputer server merupakan komputer yang berperan menyediakan informasi dan fasilitas-fasilitas yang dibutuhkan oleh komputer client. Yang harus dipahami di sini adalah fungsi server sebenarnya berupa perangkat lunak yang dijalankan oleh sebuah komputer. Contoh server yaitu file server (menangani file yang diakses oleh komputer client), web server (menangani laman-laman internet yang diakses komputer client melalui suatu web browser) dan mail server (menangani surat elektronik).

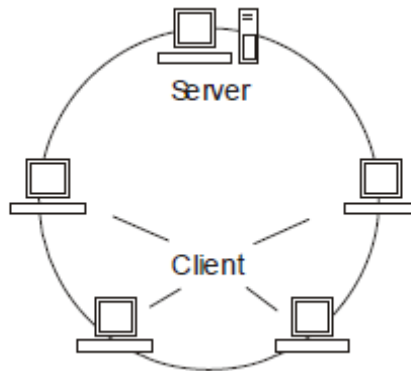
Komputer client merupakan komputer yang digunakan untuk mengakses data atau menggunakan fasilitas-fasilitas yang terdapat pada komputer server. Server yang digunakan pada jaringan client-server ini adalah *dedicated server*. Jaringan client-server memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan jaringan client-server adalah sebagai berikut:

- 1). Kecepatan akses tinggi karena komputer yang dijadikan server mengelola jaringan tanpa terbebani dengan fungsi tambahan sebagai workstation. Dengan kata lain, komputer yang dijadikan server hanya menjalankan fungsi sebagai server.
- 2). Sistem backup data lebih baik karena dilakukan secara terpusat oleh server

- 3). Administrasi dan kewananan jaringan lebih baik karena adanya server yang mengatur hal tersebut

Adapun kekurangan dari jaringan client server adalah

- 1). Biaya operasional jaringan mahal
- 2). Jaringan memerlukan sebuah komputer berkemampuan lebih untuk dijadikan sebagai server.
- 3). Kondisi jaringan sangat bergantung pada kondisi server. Gangguan pada server dapat menyebabkan gangguan pada jaringan.



Gambar 9.6. Komputer client dan server dalam sebuah jaringan komputer

b. Jaringan peer to peer

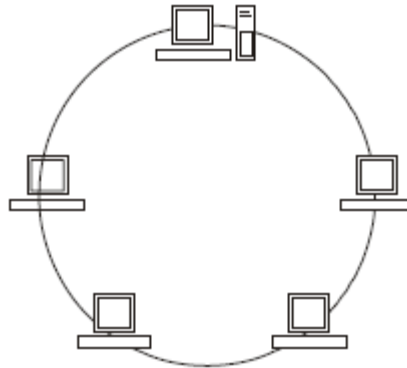
Dalam jaringan ini, semua komputer memiliki kedudukan yang sama. Jaringan peer to peer tidak memiliki komputer yang secara khusus berperan sebagai server ataupun client karena setiap komputer dalam jaringan ini dapat menjalankan fungsi sebagai server sekaligus client. Dua buah komputer dapat berhubungan secara langsung tanpa kehadiran sebuah server. Biasanya model ini akan efektif jika jumlah komputer dalam jaringan model ini tidak lebih dari 25 buah. Jika dilihat dari peran server dalam jaringan, jenis server yang digunakan dalam jaringan peer to peer adalah non dedicated server karena adanya fungsi ganda sebagai server dan workstation dalam satu komputer.

Jaringan peer to peer memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari jaringan peer to peer adalah:

- 1). Biaya operasional jaringan yang relatif lebih murah (dibanding jaringan client-server) karena tidak diperlukannya sebuah komputer yang mempunyai spesifikasi tinggi atau berkemampuan lebih bagus untuk dijadikan sebuah server (dedicated server).
- 2). Jaringan tidak bergantung kepada satu server karena semua komputer bisa berperan sebagai server. Jika salah satu komputer mengalami kerusakan atau mati, jaringan masih dapat beroperasi.

Adapun kekurangan jaringan peer to peer yaitu:

- 1). Sistem keamanan jaringan tidak terkendali secara terpusat karena setiap pengguna melakukan pengaturan keamanan sendiri-sendiri.
- 2). Backup data kurang praktis karena tidak dapat dilakukan secara terpusat. Dalam hal ini, backup harus dilakukan oleh setiap komputer yang ada dalam jaringan peer to peer.
- 3). Beban kerja komputer-komputer (peer) dalam jaringan menjadi lebih berat (dibanding komputer-komputer client pada jaringan client-server) karena selain harus menangani pekerjaan sendiri juga harus mengelola fasilitas dalam jaringan.



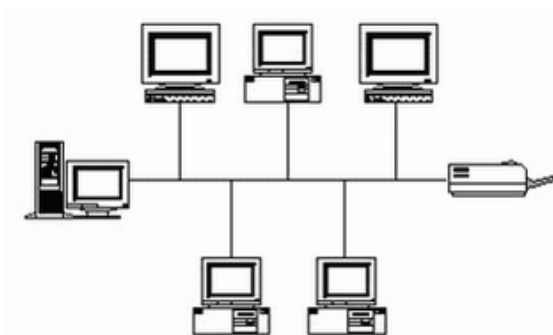
Gambar 9.7. Komputer-komputer yang terhubung dalam jaringan peer to peer

9.3 Topologi Jaringan (LAN)

Jaringan (LAN) memiliki topologi. Topologi yang sering dipakai yaitu topologi bus, star, ring dan pohon.

9.3.1 Topologi bus

Topologi bus menggunakan sebuah kabel tunggal atau kabel pusat yang menghubungkan semua workstation dan server. Dengan kata lain, dalam topologi bus terdapat kabel panjang yang berperan sebagai *backbone*. Topologi bus merupakan topologi banyak titik. Topologi bus ditunjukkan oleh gambar 9. 8.



Gambar 9.8 Topologi bus

Pada topologi bus, data yang dikirim dari sebuah node melalui media transmisi akan diterima oleh node-node yang lain. Pada LAN dengan standar IEEE 802.3, kabel yang sering digunakan adalah kabel dengan hambatan 50 ohm berdiameter 0,4 inci. Kabel ini memiliki panjang maksimum 500 meter dan dinamakan 10 BASE 5. Standar 10 BASE 5 menunjukkan laju data 10 Mbps, bertipe baseband dan panjang kabel 500 meter. Dalam LAN yang berbiaya murah dan dibangun dari komputer-komputer pribadi, kabel yang sering digunakan adalah 10 BASE 2. Di bawah ini perbedaan antara 10 BASE 5 dan 10 BASE 2.

	10 BASE 5	10 BASE 2
Laju data	10Mbps	10Mbps
Panjang maksimum segmen	500 meters	185 meters
Jangkauan dari jaringan	2500 meters	1000 meters
Jumlah node untuk setiap segmen	100	30
Jarak antar node	2.5 meters	0.5 meter

Tabel 9.1 Perbedaan 10 BASE 5 dan 10 BASE 2

Keuntungan dari topologi bus adalah:

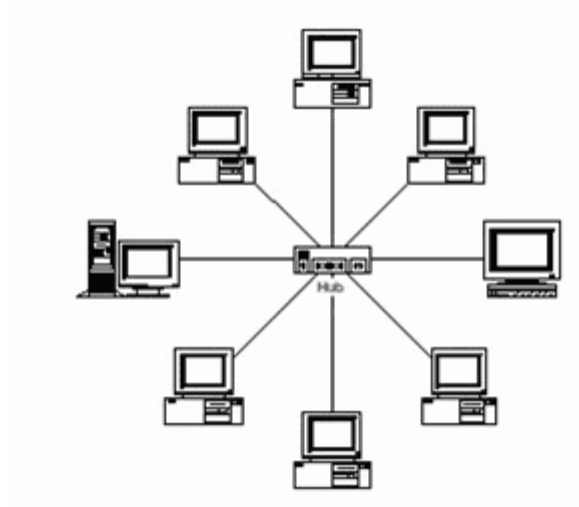
- Hemat dalam pengkabelan
- Layout pengkabelan yang sederhana
- Biaya instalasi yang murah
- Instalasi jaringan mudah.

Kerugian dari topologi bus adalah:

- Deteksi kesalahan sulit dilakukan
- Bila terdapat gangguan di sepanjang kabel pusat maka semua transmisi yang terjadi akan berhenti (keseluruhan jaringan menjadi terganggu)
- Diperlukan repeater untuk jarak jauh
- Penataan ulang jaringan sulit dilakukan
- Penambahan node baru sulit dilakukan

9.3.2 Topologi star

Pada topologi star, masing-masing workstation dihubungkan secara langsung ke sebuah piranti yang diletakkan secara terpusat. Piranti ini dinamakan hub. Setiap komputer dalam jaringan dengan topologi ini berkomunikasi dengan hub pusat yang dapat meneruskan pesan ke seluruh komputer dalam jaringan atau ke komputer tertentu saja. Topologi star ditunjukkan oleh gambar di bawah ini.



Gambar 9.9. Topologi star

Pada topologi star, dengan adanya kabel tersendiri untuk setiap workstation ke server maka bandwidth atau lebar jalur komunikasi dalam kabel akan semakin lebar sehingga akan meningkatkan unjuk kerja jaringan secara keseluruhan. Jik terjadi gangguan di suatu jalur kabel maka gangguan hanya akan terjadi dalam komunikasi antara workstation yang bersangkutan dengan server, jaringan secara keseluruhan tidak mengalami gangguan.

Topologi star memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan-kelebihan topologi ini yaitu:

- a. Paling fleksibel (mudah menginstal jaringan dan menata ulanganya)
- b. Pemasangan maupun pengubahan node sangat mudah dan tidak mengganggu bagian jaringan lain
- c. Kontrol jaringan dapat dilakukan secara terpusat
- d. Mudah dalam mendeteksi maupun mengisolasi kegagalan dalam jaringan
- e. Rusak atau matinya sebuah komputer tidak akan mempengaruhi jaringan

Kerugian dari topologi star yaitu:

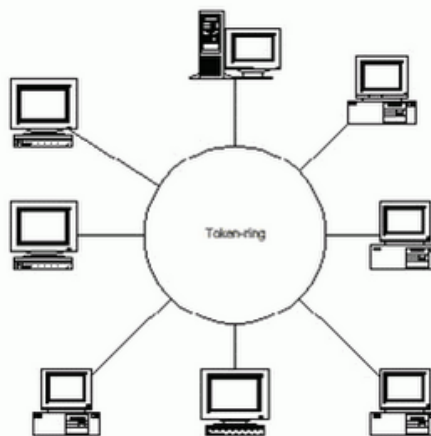
- a. Membutuhkan kabel dalam jumlah banyak
- b. Jika hub pusat mengalami kerusakan maka keseluruhan jaringan akan terganggu

9.3.3 Topologi ring

Pada topologi ring, media transmisi dalam jaringan membentuk pola berupa cincin. Dengan kata lain, server dan workstation terhubung membentuk pola lingkaran (cincin). Setiap server maupun workstation menerima dan melewatkan informasi dari satu komputer ke komputer lain. Jika alamat yang dimaksud sesuai maka data akan diterima. Akan tetapi, jika alamat yang dimaksud tidak sesuai maka data akan dilewatkan. Mekanisme ini dapat terjadi karena ring melewatkan token. Token adalah pesan pendek yang berisi alamat elektronik tujuan. Dalam hal ini, *network interface card* yang terpasang di setiap komputer memiliki alamat elektronik yang unik (berbeda dengan yang lain).

Setiap node pada jaringan komputer bertopologi ring memiliki repeater. Repeater dipasang pada jalur-jalur yang menghubungkan sebuah node dengan node lain. Repeater menerima data dari satu jalur dan mengirimkannya ke jalur yang lain. Repeater menyalurkan data ke media transmisi secara berurutan, bit per bit. Setiap repeater dapat membentuk kembali data dan mentransmisikan kembali setiap bit.

Topologi ring ditunjukkan oleh gambar 9.10.



Gambar 9.10. Topologi ring

Pada prakteknya, topologi ring yang digunakan jaringan lokal (LAN) tidak mengandalkan satu kabel untuk menghubungkan node-node yang ada karena jika kabel putus maka jaringan akan

terganggu. Saat ini, LAN topologi ring yang menggunakan dua buah kabel digunakan untuk menghubungkan node yang satu dengan node yang lain (*dual-ring LAN*).

Topologi ring memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan topologi ini yaitu:

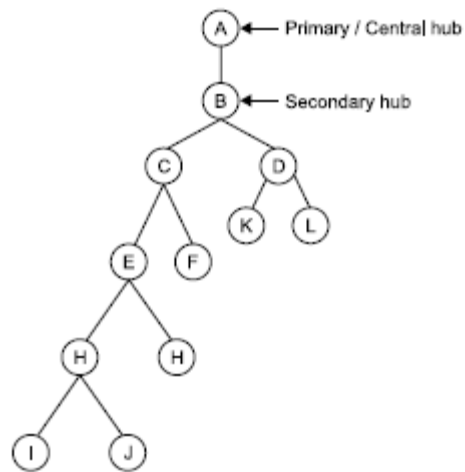
- a. Hanya satu node yang mengirimkan data pada satu waktu sehingga tidak terjadi tabrakan (collision) dalam pengiriman data seperti yang dapat terjadi pada topologi bus.
- b. Mudah dalam penginstalan / pemasangan jaringan
- c. Mudah dalam rekonfigurasi ataupun penataan ulang jaringan
- d. Isolasi kesalahan dapat dilakukan dengan mudah

Adapun kekurangan topologi ring yaitu:

- a. Penambahan maupun pengurangan komputer dapat mengganggu jaringan secara keseluruhan
- b. Dibanding topologi lainnya, topologi ring membutuhkan biaya mahal
- c. Jika kabel pada ring terputus maka transmisi pada jaringan secara keseluruhan akan berhenti
- d. Jaringan dapat terganggu jika salah satu komputer (node) rusak

9.3.4 Topologi pohon

Topologi pohon mirip dengan topologi star. Hanya saja, pada topologi pohon ini node-node dihubungkan dengan hub sekunder yang pada gilirannya berperan sebagai hub pusat. Hub pusat inilah yang menjadi hub yang aktif. Hub aktif ini memiliki repeater yang berperan dalam membentuk kembali pola-pola bit yang diterimanya sebelum meneruskannya ke tempat tujuan. Kelebihan dan kekurangan dari topologi pohon pada dasarnya sama dengan kelebihan dan kekurangan pada topologi star. Keunikan dari topologi pohon adalah jumlah hub sekunder dapat ditambah. Penambahan hub sekunder ini memungkinkan bertambahnya piranti yang dihubungkan ke hub sentral. Topologi pohon ditunjukkan oleh gambar di bawah ini.



Gambar 9.11. Topologi pohon

9.4 Komponen Jaringan Komputer

Sebuah jaringan komputer tersusun dari sejumlah komponen yang membentuknya. Komponen-komponen dari jaringan komputer yaitu NIC, bridge, router, brouter, hub, repeater, dan lain-lain. Semua komponen tersebut akan dibahas di bawah ini.

a. NIC (network interface card)

NIC (disebut juga network adapter) merupakan perangkat keras yang diperlukan sebagai penghubung komputer (baik komputer client maupun server) dengan jaringan komputer terutama jika media transmisi yang digunakan adalah kabel. Berdasarkan tipe slot pada *motherboard* dibedakan menjadi dua jenis:

- Tipe slot ISA (slot warna hitam/coklat, lebih panjang)
- Tipe slot PCI (slot warna putih, lebih pendek)



Gambar 9.12. NIC

NIC biasanya memiliki konektor jenis BNC maupun RJ45 sehingga NIC disebut sebagai combo card. Konektor BNC (*bayonet network connector*) dan RJ45 ditunjukkan oleh gambar 9.13 dan 9.14.



Gambar 9.13 Konektor BNC



Gambar 9.14 Konektor RJ45

Selain menyediakan koneksi fisik ke jaringan, NIC memiliki peran lain yaitu:

- a. Mempersiapkan data sebelum ditransmisikan melalui kabel
- b. Memberikan alamat pada data
- c. Mengontrol aliran data
- d. Membuat koneksi fisik ke komputer lain

b. Bridge

Bridge berfungsi untuk menghubungkan dua buah jaringan lokal yang bertopologi berbeda. Kelebihan peranti ini adalah

- 1). Dapat membuat lalu lintas lokal masing-masing jaringan tidak saling terpengaruh
- 2). Mengurangi lalu lintas dengan hanya mengirimkan paket-paket data yang benar-benar ditujukan untuk komputer tertentu.
- 3). Dapat memisahkan antarjaringan jika tidak ada permintaan hubungan dari satu jaringan ke jaringan yang lain..



Gambar 9. 15. Contoh penggunaan bridge

c. Router

Pengiriman paket dari satu titik ke titik lain tak terlepas dari routing. Routing adalah proses pencarian jalur yang akan dilalui data dari sumber menuju tempat tujuannya. Tugas routing ini dilakukan oleh router. Router merupakan piranti cerdas karena dapat menentukan jalur yang paling efisien untuk mengirimkan paket-paket data dalam suatu jaringan komputer. Router terdiri dari dua macam yaitu:

- 1) Router statik (tidak menentukan jalur-jalur yang harus dilalui paket-paket data melainkan hanya menspesifikasikannya).
- 2) Router dinamik (dapat menentukan rute yang harus dilalui paket-paket data)

Router memiliki fungsi lain yaitu:

- ❖ Menghubungkan jaringan yang berada di suatu lokasi dengan jaringan di lokasi lain.
- ❖ Membagi jaringan yang berukuran besar menjadi segmen atau jaringan yang lebih kecil sehingga lebih memudahkan dalam pengelolaan jaringan.
- ❖ Menghubungkan LAN dengan WAN
- ❖ Melindungi jaringan komputer dari pengguna yang tak berhak dengan cara membatasi akses terhadap data yang dimiliki.



Gambar 9.16. Router

d. Hub/ Switch

Sistem pengkabelan yang paling populer untuk Network Ethernet menggunakan kabel Unshielded Twisted Pair (UTP) atau kabel terpilin yang terbuka dengan konektor yang mirip dengan konektor telepon. Ini disebut dengan 10BaseT. Untuk setiap adapter *network* pada setiap *server* atau *workstation*, salah satu dari kabel-kabel ini berhubungan ke Hub/Switch atau pusat pengkabelan.



Gambar 9.17 Switch

e. Repeater

Repeater adalah perangkat keras yang berfungsi untuk memulihkan sinyal yang mengalami pelemahan. Repeater umumnya digunakan pada jaringan yang menggunakan topologi bus atau cincin. Dengan adanya repeater, pengiriman jarak jauh atas paket-paket data dapat dimungkinkan.

f. Gateway

Gateway berfungsi untuk menghubungkan dua buah jaringan yang memiliki protokol (set aturan yang digunakan untuk komunikasi atau pertukaran data antara dua mesin) berbeda satu sama lain. Contoh penggunaan gateway adalah untuk menghubungkan jaringan SNA milik IBM dengan jaringan yang menggunakan sistem operasi jaringan NetWare (Novell).

g. Brouter

Peranti ini dapat berfungsi sebagai bridge maupun router.

h. Server

Server pada dasarnya merupakan komputer yang menjalankan sistem operasi jaringan. Server memiliki sejumlah fungsi, di antaranya yaitu:

- Menyimpan *file-file* yang digunakan bersama.
- Mengatur komunikasi antar *workstation*
- Melakukan pengaturan dalam penggunaan bersama atas printer dan scanner



Gambar 9.18 Server

i. Workstation

Workstation adalah komputer yang terhubung ke server dan dapat mengakses data maupun layanan yang disediakan server. Dengan demikian, workstation merupakan komputer yang digunakan oleh pemakai secara langsung.



Gambar 9.19. Workstation