

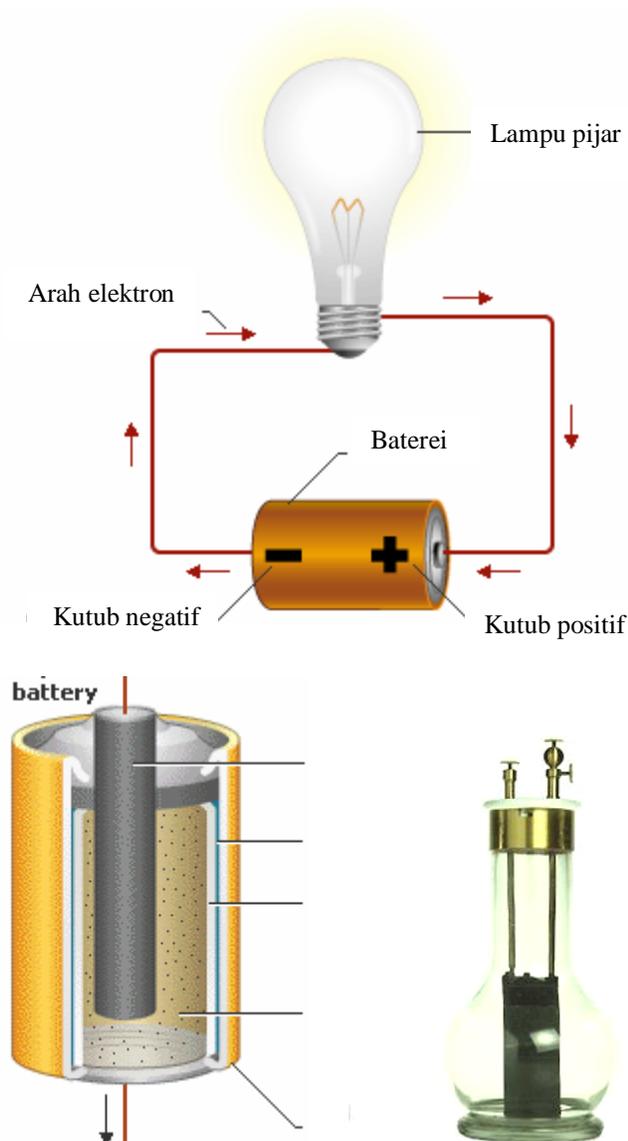
## BAB VIII KONSEP DASAR LISTRIK DINAMIS



### Advance Organizer

*Apakah di sekitarmu masih ada rumah yang belum menggunakan penerangan listrik. Tentunya sudah sangat langka dijumpai rumah yang tidak menggunakan listrik. Listrik sudah bukan menjadi hal yang asing bagi masyarakat, bahkan sudah menjadi kebutuhan yang vital dalam kehidupan sehari-hari. Selain untuk penerangan listrik juga diperlukan sebagai power supply bagi berbagai peralatan elektronik maupun otomotif. Dalam hal ini termasuk listrik searah maupun listrik bolak-balik. Namun tahukah kamu bahwa dua abad yang lalu listrik masih menjadi impian banyak orang. Waktu itu ilmuwan masih mengembangkan konsep dan menyempurnakan teknologi tentang listrik. Gabungan accu yang tampak sederhana seperti gambar di atas dapat menghasilkan penerangan rumah yang cukup memadai di jaman itu. Thomas Alva Edison (1847 –1931), salah satu diantaranya merupakan seorang penemu terbesar di dunia. Dia menemukan 3.000 penemuan, diantaranya lampu listrik, sistem distribusi listrik, lokomotif listrik, stasiun tenaga listrik, mikrofon, kinetoskop (proyektor film), laboratorium riset untuk industri, fonograf (berkembang jadi tape-recorder), dan kinetograf (kamera film). Di dalam bab ini kamu akan memperdalam tentang kelistrikan, khususnya tentang listrik dinamis.*

## BAB VIII KONSEP DASAR LISTRIK DINAMIS



### Standar Kompetensi

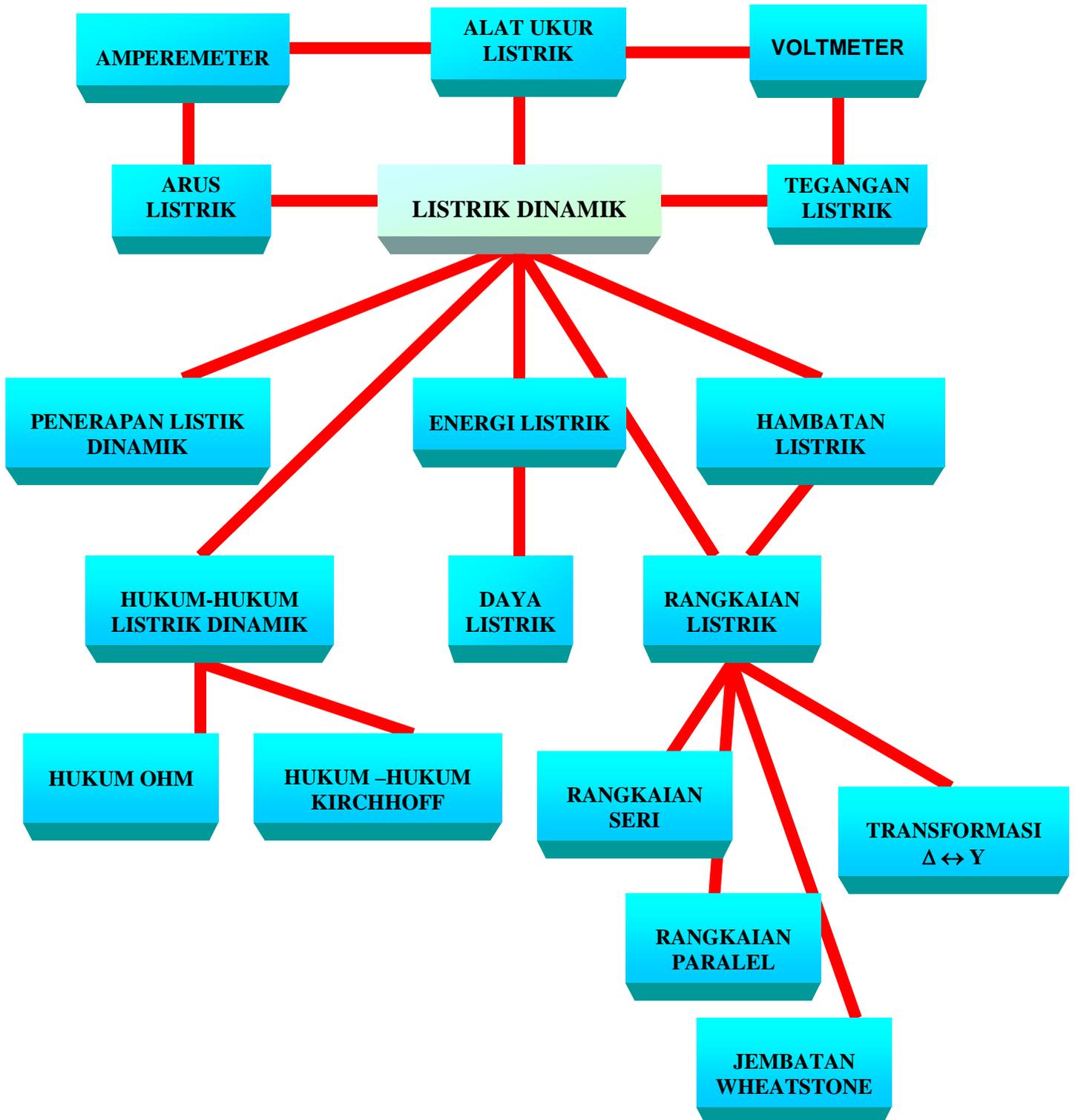
- Menerapkan konsep kelistrikan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi

### Kompetensi Dasar

- Menggunakan alat ukur listrik
- Memformulasikan besaran-besaran listrik rangkaian tertutup sederhana (satu loop)
- Mengidentifikasi penerapan listrik AC dan DC dalam kehidupan sehari-hari

*Listrik mengalir pada dasarnya adalah gerakan elektron-elektron karena adanya beda potensial. Dua bahan yang berbeda potensialnya dapat dibuat menjadi sumber listrik. Baterai, accu, elemen volta merupakan beberapa contoh sumber listrik. Ada pula yang dibuat dari bahan yang dapat di charged ulang seperti alkaline, energizer. Lampu penerangan diperlukan pada malam hari terbuat dari bahan padat maupun gas yang mudah berpijar. Rangkaian listrik satu loop atau lebih harus disusun dengan benar agar arus dapat efektif dan daya maupun energi listrik dapat dihemat. Dalam bab ini akan dibahas tentang listrik dinamis.*

Peta Konsep Bab 8



### Tujuan Pembelajaran

- Menerapkan konsep kuat arus listrik dalam persoalan fisika
- Mendeskripsikan bermacam-macam sumber arus listrik
- Menyebutkan berbagai macam rangkaian listrik
- Menjelaskan konsep gaya gerak listrik (GGL) sumber arus listrik
- Menjelaskan susunan dan cara kerja elemen listrik primer dan sekunder
- Mengukur tegangan antara kutub-kutub sumber tegangan dan tegangan jepit (tegangan terpakai)

*Fisika kelistrikan mempunyai aplikasi langsung pada kehidupan manusia karena terkait dengan fungsi listrik sebagai power berbagai peralatan rumah tangga maupun industri. Kelistrikan bahkan telah melahirkan anak cabang ilmu baru seperti elektronika dan informatika yang sangat berkembang pesat seiring perkembangan peralatan elektronika dan komputer. Namun demikian kelistrikan tetap dikaji dan pelaksanaan riset tentang listrik tetap dilakukan untuk penemuan-penemuan baru bagi teknologi dan bagi ilmu fisika itu sendiri.*

## A. Konsep Dasar Arus Listrik

Dalam pembahasan listrik statis dipelajari tentang partikel yang bermuatan listrik di dalam atom, yaitu elektron dan proton. Elektron adalah pembawa muatan listrik negatif yang dapat digunakan untuk menjelaskan terjadinya arus listrik dan proton pembawa muatan positif.

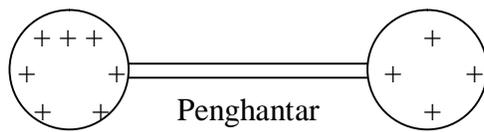
Listrik dinamis adalah ilmu yang mempelajari tentang listrik yang mengalir. Pada listrik statis, muatan listrik yang telah dipelajari itu pada umumnya tidak mengalir sama sekali atau kalau ada juga aliran, maka aliran tersebut berlangsung sangat singkat dan sangat kecil sehingga tak dapat ditunjukkan dengan alat pengukur arus.

Seperti yang telah kita ketahui bahwa elektron-elektron itu adalah pembawa muatan negatif. Di dalam suatu penghantar elektron-elektron dapat berpindah dengan mudah, sedangkan di dalam suatu isolator elektron-elektron tersebut sukar berpindah.

### 1. Arus Listrik

Arus listrik adalah aliran muatan listrik atau muatan listrik yang mengalir tiap satuan waktu. Arah arus listrik dari arah dari potensial yang tinggi ke potensial rendah, jadi berlawanan dengan arah aliran elektron. Seandainya muatan-muatan positif di dalam suatu penghantar dapat mengalir, maka arah alirannya sama dengan arah arus listrik, yaitu dari potensial tinggi ke potensial rendah.

Perhatikan gambar di bawah ini !



Gambar 1. Penghantar yang menghubungkan dua benda berbeda potensial

Dua buah benda bermuatan masing-masing A dan B dihubungkan dengan sebuah penghantar.

Bila potensial A lebih tinggi dari pada potensial B, maka arus akan mengalir dari A ke B. Arus ini mengalir dalam waktu yang sangat singkat. Setelah potensial A sama dengan potensial B maka arus berhenti mengalir.

Supaya arus listrik tetap mengalir dari A ke B, maka muatan positif yang telah sampai di B harus dipindahkan kembali ke A. Dengan demikian maka potensial A selalu lebih tinggi daripada B. Jadi dapat disimpulkan bahwa supaya arus listrik dapat mengalir dalam kawat penghantar, maka antara kedua ujung kawat tersebut harus ada beda potensial.

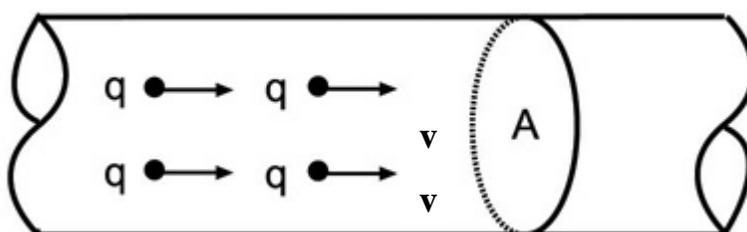
## 2. Kuat Arus Listrik

Kuat arus listrik ialah banyaknya muatan listrik yang mengalir tiap detik melalui suatu penghantar. Simbol kuat arus adalah I.



AM. Ampere

Satuan kuat arus listrik ialah Ampere yang diambil dari nama seorang ilmuwan Perancis yaitu : Andrey Marie Ampere (1775 – 1836). Misalkan bahwa dalam waktu t detik mengalir muatan listrik sebesar q coulomb dalam suatu penghantar berpenampang A, maka dirumuskan:



Gambar 2. muatan listrik q melalui penampang penghantar A tiap satuan waktu

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{atau} \quad q = I \cdot t$$

Satuan  $I = \frac{C}{s} = \text{Ampere (A)}$ . Satuan lain untuk kuat arus misalnya miliampere (mA)

dan mikroampere ( $\mu\text{A}$ ), dengan konversi  $1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$  dan  $1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$

Sedangkan kuat arus untuk setiap satuan luas penampang dinamakan kerapatan arus.

Rapat arus dinyatakan dengan :

$$J = \frac{I}{A} \text{ dengan satuan } \text{A/m}^2 .$$

Jumlah muatan adalah  $n \times$  electron-elektron yang berpindah.

Atau  $q = n \cdot e$

Sehingga berlaku pula

$$n \cdot e = I \cdot t$$

Perhatikan lagi gambar 2, memperlihatkan muatan yang bergerak pada penghantar dengan penampang  $A$  ( $\text{m}^2$ ), dan muatan-muatan itu bergerak dengan kecepatan  $v$  ( $\text{m/s}$ ). Misalkan dalam setiap satuan volume ada  $n$  electron yang bergerak, dan setiap elektron itu memiliki muatan  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , maka dalam setiap selang waktu  $t$  elektron-elektron itu menempuh jarak:

$$s = v \cdot t \text{ dengan satuan meter.}$$

Sehingga jumlah elektron-elektron itu dalam volume silinder ( $V = s \cdot A$ ) penghantar berjumlah

$$q = n \cdot e \cdot s \cdot A$$

$$q = n \cdot e \cdot v \cdot t \cdot A \quad \text{dalam coulomb.}$$

Kuat arus listriknya sebesar

$$I = \frac{n \cdot e \cdot v \cdot t \cdot A}{t}$$

$$I = n \cdot e \cdot v \cdot A \quad \text{dalam ampere.}$$

Sedangkan rapat arusnya adalah

$$J = \frac{I}{A} = \frac{n \cdot e \cdot v \cdot A}{A}$$

$$J = n \cdot e \cdot v \quad \text{dalam } \text{A/m}^2$$

### Contoh :

1. Jika kuat arus dalam sepotong kawat penghantar = 2 ampere, berapakah banyaknya muatan listrik yang mengalir melalui penampang kawat penghantar tersebut selama 1 menit ?

### Penyelesaian

**Diketahui :**

$$I = 2 \text{ ampere}$$

$$t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ detik}$$

**Ditanya:**

$$q = \dots? ?$$

**Jawab:**

$$q = I \cdot t$$

$$q = 2 \text{ A} \times 60 \text{ detik}$$

$$q = 120 \text{ coulomb}$$

2. Jika sebuah kawat penghantar listrik dialiri muatan listrik sebesar 360 coulomb dalam waktu 1 menit, tentukan kuat arus listrik yang melintasi kawat penghantar tersebut !

**Penyelesaian**

**Diketahui :**

$$q = 360 \text{ coulomb}$$

$$t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ detik}$$

**Ditanya:**

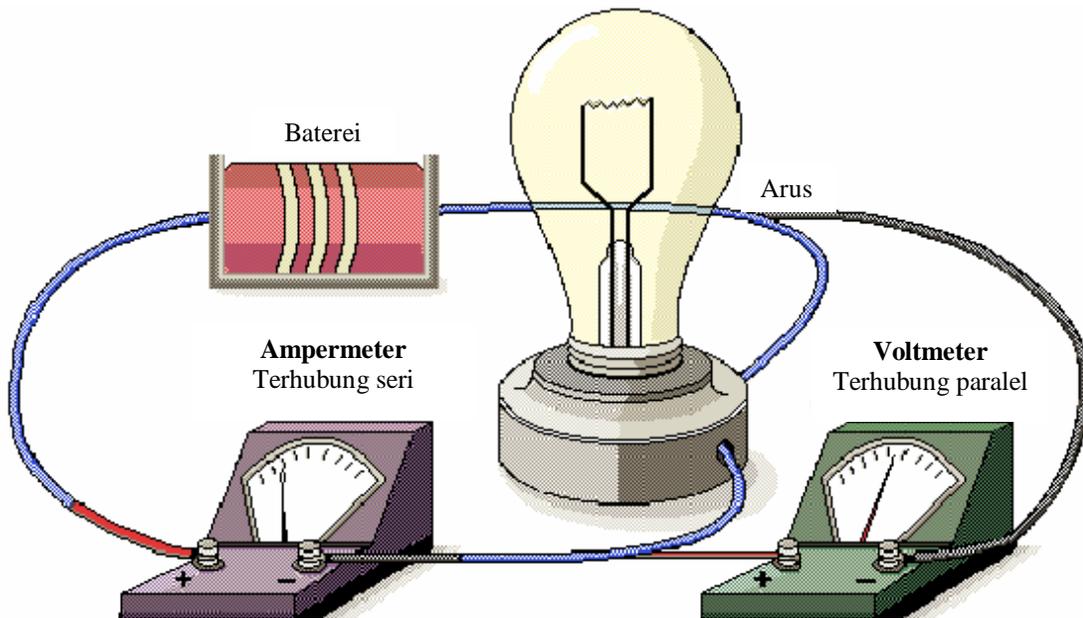
$$I = \dots? ?$$

**Jawab:**

$$I = \frac{q}{t}$$

$$I = \frac{360}{60} = 6 \text{ A}$$

Saat membahas listrik, tidak akan terlepas dari alat untuk listrik baik alat ukur kuat arus listrik atau amperemeter, maupun untuk mengukur tegangan atau beda potensial antara dua titik disebut volt meter.



Gambar 3. Rangkaian listrik dengan menghubungkan amperemeter, voltmeter, baterai dan lampu

Untuk mengukur kuat arus digunakan suatu alat yang disebut amperemeter. Amperemeter terdiri dari galvanometer yang dihubungkan paralel dengan resistor yang mempunyai hambatan rendah. Tujuannya adalah untuk menaikan batas ukur amperemeter. Hasil pengukuran akan dapat terbaca pada skala yang ada pada amperemeter.

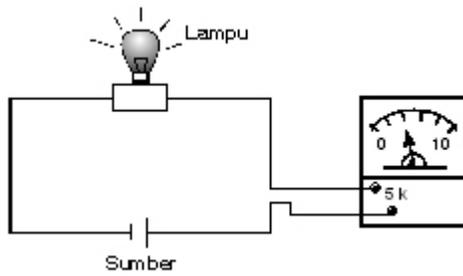


Gambar 4. Sebuah multimeter atau AVO meter adalah alat yang sekaligus dapat dipakai untuk mengukur kuat arus listrik (sebagai amperemeter), beda potensial listrik (sebagai volt meter), maupun hambatan listrik (sebagai ohm meter).

Amperemeter ini dipasang sedemikian rupa (secara seri) sehingga arus yang hendak diukur kekuatannya mengalir melalui amperemeter. Perhatikan gambar 5 dan 6 berikut ini.



1. Berapa kuat arus yang mengalir pada rangkaian berikut ini?



Diketahui: skala maksimum = 10

Batas ukur = 5 A

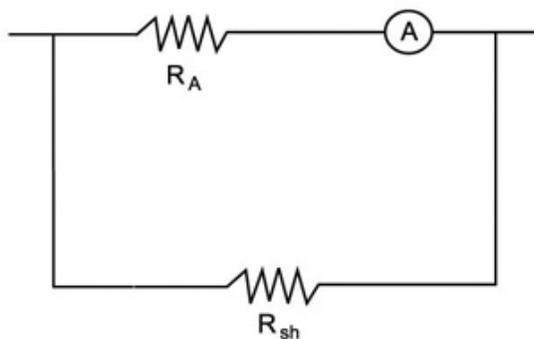
Ditanya: I hasil pengamatan?

Jawab:

$$I = \frac{4}{10} \times 5 \text{ A}$$

$$= 2 \text{ A}$$

Untuk mengukur kuat arus yang sangat besar (melebihi batas ukurnya). Ini berarti kuat arus yang diukur lebih besar dari batas ukur alat, maka harus memperbesar batas ukur dengan menggeser batas ukur jika masih memungkinkan. Jika tidak memungkinkan harus memasang hambatan shunt secara paralel pada amperemeter. Hambatan shunt dipasang paralel dengan amperemeter (alat amperemeter dengan tahanan shunt disebut ammeter)



Gambar 8. Pemasangan hambatan shunt harus secara parallel dengan amperemeter.

Sebuah amperemeter yang mempunyai batas ukur maksimum  $I_A$  ampere dan hambatan dalam amperemeter  $R_A$  Ohm, supaya dapat dipakai untuk mengukur arus yang kuat arusnya  $I = n \times I_A$  ampere harus dipasang shunt sebesar :

$$R_{Sh} = \frac{1}{n-1} R_A$$

**Contoh:**

Suatu amperemeter mempunyai hambatan dalam 4 ohm, hanya mampu mengukur sampai 5 mA. Amperemeter tersebut akan digunakan untuk mengukur arus listrik yang besarnya mencapai 10 A. Tentukan besar hambatan shunt yang harus dipasang secara paralel pada amperemeter.

**Penyelesaian:**

Diketahui :

$$I_A = 5 \text{ mA} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$I = 10 \text{ A}$$

$$R_A = 20 \Omega$$

Ditanya :

$$R_{sh} = \dots ?$$

Jawab :

$$I = n \times I_A$$

$$10 = n \cdot 5 \cdot 10^{-3}$$

$$n = 2000$$

$$\begin{aligned} R_{sh} &= \frac{1}{n-1} R_A \\ &= \frac{1}{2000-1} \cdot 4 \\ &= 2 \cdot 10^{-3} \Omega \end{aligned}$$

**Latihan**

**Kerjakan soal-soal berikut ini di buku latihanmu!**

1. Arus sebesar 5 Ampere mengalir dalam penghantar metal, berapa coulomb besar muatan  $q$  yang berpindah selama 1 menit ?
2. Berapa besar kuat arus listrik yang memindahkan muatan 30 coulomb melalui sebuah penghantar tiap menit ?
3. Kuat arus sebesar 8 ampere mengalir melalui penghantar. Berapa jumlah elektron yang bergerak melalui penghantar tersebut tiap menit, jika muatan 1 elektron =  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ?
4. Di dalam penghantar kawat yang penampangnya  $1 \text{ mm}^2$  terdapat  $3 \cdot 10^{21}$  elektron bebas per  $\text{m}^3$  . Berapa kecepatan elektron-elektron tersebut, jika dialiri listrik dengan kuat arus 12 ampere. Berapa kuat arusnya ?

### 3. Potensial Listrik

Untuk mengalirkan muatan listrik dari katoda ke anoda membentuk siklus yang tiada henti sumber tegangan harus mengeluarkan energi. Energi ini diperlukan untuk gerakan muatan-muatan listrik, terindikasi dengan nyala lampu yang dipasangkan. Nyala lampu terjadi karena muatan-muatan listrik menimbulkan energi kalor ketika melalui kawat filament lampu.



Gambar 9. Lampu pijar pertama kali buatan Thomas Alva Edison

Banyaknya energi yang dikeluarkan oleh sumber tegangan tersebut bergantung pada banyaknya muatan listrik yang dipindahkan. Makin besar muatan yang dipindahkan, makin besar energi yang harus dikeluarkan.

Beda potensial antara kutub-kutub sumber tegangan pada saat sumber tegangan itu belum mengalirkan arus dinamakan gaya gerak listrik (ggl) yang diberi symbol  $\epsilon$ . Satuan ggl adalah volt (V).

Beda potensial antara titik A dan B di luar sumber tegangan disebut tegangan jepit atau tegangan terpakai, dinyatakan dengan simbol  $V_{AB}$ . Satuan beda potensial ialah volt. Konversi lain yang sering dipakai adalah satuan milivolt (mV).

Dimana  $1 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ volt}$ .

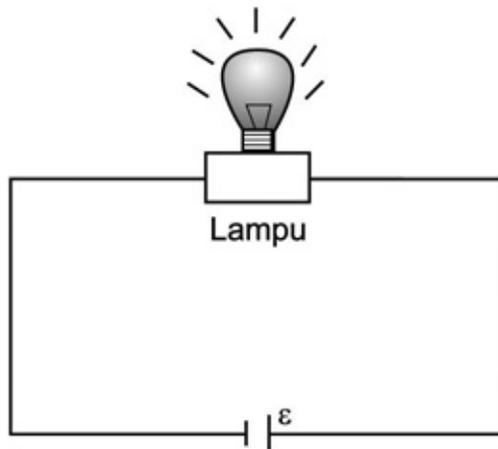
Dua titik mempunyai beda potensial 1 volt, bila sumber arus mengeluarkan energi sebesar 1 joule untuk setiap coulomb muatan yang dipindahkannya A ke B.

Jika energi yang dikeluarkan sumber tegangan = W joule, muatan yang dipindahkan dari A ke B = q coulomb, maka beda potensial antara A dan B =

$$V_{AB} = \frac{W}{q} \quad \text{dalam volt.} \quad \text{Jadi } 1 \text{ volt} = 1 \frac{\text{joule}}{\text{coulomb}}$$

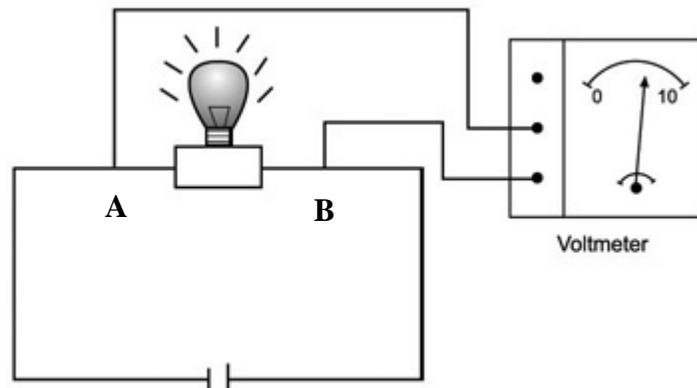
Untuk mengukur ggl suatu sumber tegangan atau beda potensial dua titik menggunakan alat voltmeter atau multimeter/AVO meter, dengan cara menghubungkan kedua pencolok alat ukur listrik itu ke katoda dan anoda. Ingat





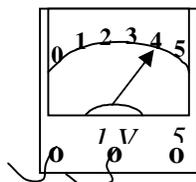
Gambar. 11. Sebuah rangkaian listrik sederhana

Perlu diingat bahwa dalam mengukur tegangan jepit, volt meter harus dipasang paralel dengan sumber tegangan dan alat tersebut tidak mengukur potensial A maupun potensial B, tetapi volt meter hanya mengukur beda atau selisih potensial antara titik A dan titik B.



Gambar. 12. Cara merangkai voltmeter secara paralel dengan menghubungkan dua kabel dari voltmeter ke ujung-ujung lampu di titik A dan B

Cara pembacaan skala voltmeter pada saat digunakan untuk pengukuran ggl atau beda potensial dalam suatu rangkaian adalah sebagai berikut :

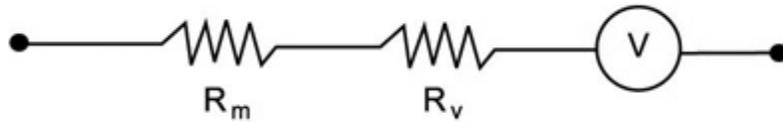


Gambar 13. Pembacaan voltmeter yang menunjukkan skala = 4, dan skala maksimum = 5, serta batas ukur 1 V. Besar beda potensial =  $\frac{4}{5} \times 1 \text{ V} = 0,8 \text{ V}$ .

Hasil pengukuran ggl atau beda potensial dibaca dengan cara sebagai berikut.

$$\text{Besar tegangan} = \frac{\text{skala}}{\text{skalamaksimum}} \times \text{batas ukur}$$

Untuk mengukur beda potensial yang melebihi batas ukurnya, berarti beda potensial yang diukur lebih besar dari kemampuan alat ukur. Sehingga harus diperbesar batas ukurnya ( $V_v$ ) dengan memasang hambatan depan/muka seri dengan voltmeter yang memiliki hambatan dalam  $R_v$ .



Gambar 14. Pemasangan hambatan muka/depan harus secara seri dengan voltmeter.

Untuk mengukur beda potensial  $V = n \times V_v$  (batas ukur maksimumnya), harus dipasang hambatan depan ( $R_m$ ). Besar hambatan muka yang dipasang pada Voltmeter tersebut adalah:

$$R_m = (n - 1) R_v$$

**Contoh:**

Sebuah voltmeter mempunyai hambatan dalam  $3 \text{ k}\Omega$  , dapat mengukur tegangan maksimal 5 volt. Jika ingin memperbesar batas ukur voltmeter menjadi 100 volt, tentukan hambatan muka yang harus dipasang secara seri pada voltmeter.

**Penyelesaian:**

Diketahui :

$$R_v = 3 \text{ k}\Omega$$

$$V_v = 5 \text{ V}$$

$$V = 100 \text{ V}$$

Ditanya :

$$R_m = \dots ?$$

Jawab :

$$V = n \times V_v$$

$$100 = n \cdot 5.$$

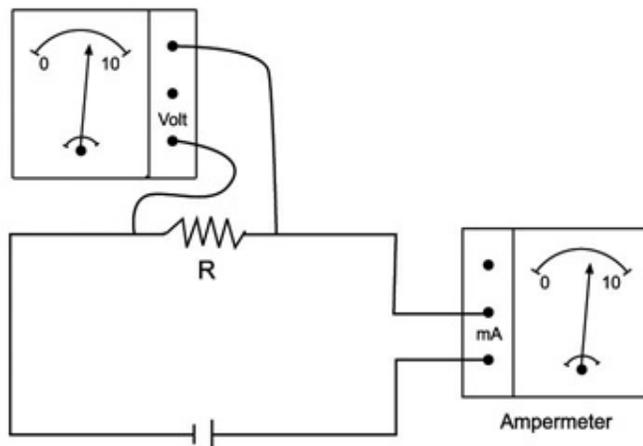
$$n = 20$$

$$R_m = (n - 1) R_v$$

$$= (20 - 1) \cdot 3$$

$$= 57 \text{ k}\Omega$$

Untuk memasang amperemeter dan voltmeter sekaligus di dalam sebuah rangkaian , harus tetap mengingat bahwa amperemeter harus terpasang seri dan voltmeter harus terpasang paralel. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 15 . Cara pemasangan amperemeter dan voltmeter dalam sebuah rangkaian secara bersamaan.

Agar kamu lebih terampil menggunakan alat-alat ukur listrik seperti amperemeter atau voltmeter, lakukanlah percobaan berikut ini.

---

### **Kegiatan Percobaan Mandiri**

#### **Tujuan :**

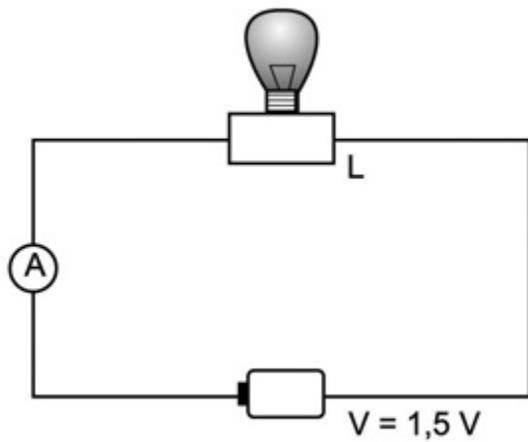
Pengukuran kuat arus listrik.

#### **Alat dan Bahan :**

1. bola lampu senter 1 buah
2. amperemeter
3. 1 buah batu baterai 1,5 V
4. kabel penghubung kira-kira 30 cm

#### **Petunjuk Teknis:**

1. Rangkaian alat seperti pada gambar di bawah ini.

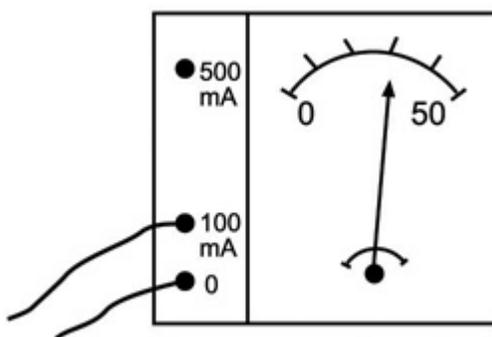


2. Perhatikan, apakah lampu menyala? Dan apakah jarum amperemeter bergerak menyimpang.
3. Coba lepaskan salah satu kabel penghubung pada lampu, apa yang Kamu lihat?
4. Sambungkan lagi kabel yang kamu lepaskan dan perhatikan alat ukur kuat arus (amperemeter), apa yang terjadi?
5. Buatlah kesimpulan dari percobaanmu!

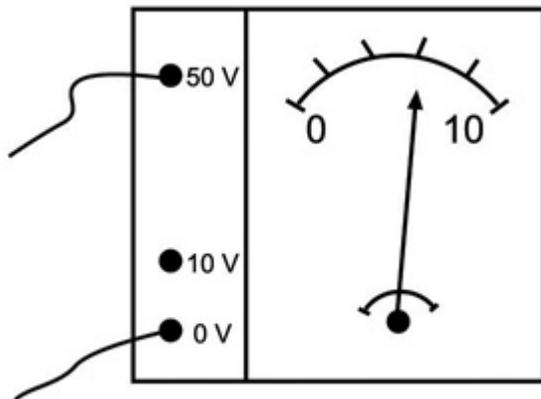
### Latihan

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut di buku latihanmu!

1. Tentukan hasil pengamatan yang ditunjukkan oleh amperemeter berikut ini!



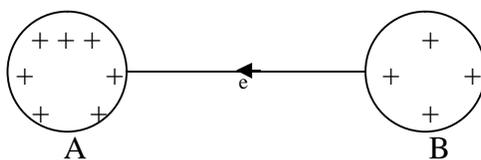
2. Tentukan hasil pengamatan yang ditunjukkan oleh voltmeter berikut ini!



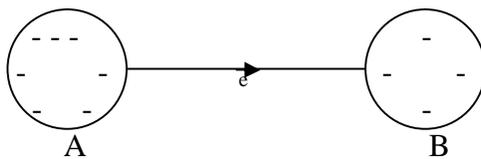
3. Suatu amperemeter mempunyai hambatan dalam 2 ohm, hanya mampu mengukur sampai 10 mA. Amperemeter tersebut akan digunakan untuk mengukur arus listrik yang mencapai 10 A. Tentukan besar hambatan shunt yang harus di pasang secara paralel pada amperemeter!

## B. Rangkaian Listrik

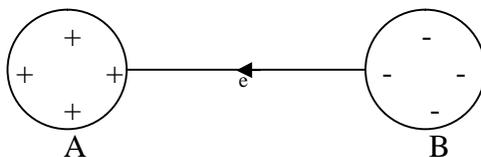
Telah diketahui bahwa bila dua buah benda yang memiliki potensial listrik berbeda berinteraksi, potensial listrik dari dua buah benda tersebut dapat dibandingkan mana yang memiliki potensial tinggi dan mana yang memiliki potensial rendah.



Benda A mempunyai potensial listrik lebih tinggi dari pada B



Benda A mempunyai potensial listrik lebih rendah dari pada B

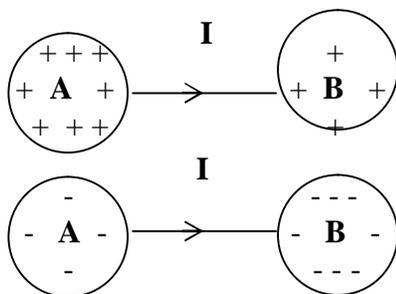


Benda A mempunyai potensial listrik lebih tinggi dari pada B.

Arah elektron dari potensial rendah ke potensial tinggi, karena benda yang berpotensial rendah berarti mengandung lebih banyak elektron dibanding benda yang berpotensial tinggi.

Di dalam sebuah penghantar bila terdapat beda potensial, maka terjadilah aliran elektron yang arahnya dari potensial rendah ke potensial tinggi. Bila muatan positif dianggap dapat bergerak, maka muatan positif akan bergerak dari potensial tinggi ke potensial rendah. Aliran muatan positif itulah yang dinamakan arus listrik. Sehingga dapat dikatakan bahwa arah arus listrik mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah atau arah arus listrik berlawanan dengan arah aliran elektron.

Arah aliran listrik dua buah benda yang bermuatan listrik dapat dilihat seperti gambar berikut :

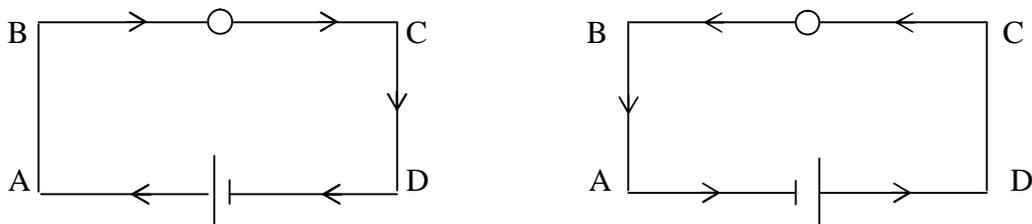


Gambar 16.  
Benda A mempunyai potensial lebih tinggi dari benda B, sehingga arah arus listrik mengalir dari A ke B

Dua buah benda bermuatan masing-masing A dan B dihubungkan dengan sebuah penghantar. Bila benda A lebih tinggi dari pada potensialnya dari pada benda B, maka elektron akan mengalir dari B ke A. Aliran ini terjadi dalam waktu yang sangat singkat. Setelah potensial A sama dengan potensial B maka elektron berhenti mengalir, karena telah tercapai keseimbangan potensial.

Supaya elektron tetap mengalir dari A ke B, maka elektron yang telah sampai di B harus dipindahkan kembali ke A. Dengan demikian maka potensial A selalu lebih tinggi daripada B. Jadi dapat disimpulkan bahwa supaya elektron dapat mengalir dalam kawat penghantar, maka antara kedua ujung kawat tersebut harus ada beda potensial. Supaya aliran elektron ini dapat berlangsung dalam waktu lama beda potensial kedua ujung penghantar tidak sama dengan nol.

Untuk mengetahui arah arus listrik dan arah aliran elektron dalam suatu rangkaian listrik tertutup (loop) dapat dilihat seperti gambar berikut :



Gambar 17.

Arah arus listrik : A-B-C-D

Arah aliran elektron : D-C-B-A

Supaya arus listrik dapat mengalir dalam kawat penghantar, maka antara kedua ujung kawat tersebut harus ada beda potensial. Alat yang dapat membuat suatu titik agar potensialnya selalu lebih tinggi dari pada potensial titik lainnya disebut sumber tegangan.

Contoh-contoh sumber tegangan : dinamo, generator, baterai, akki, stop kontak dan lain-lain. Menurut pemakaiannya sumber tegangan digolongkan menjadi tiga yaitu,

1. sumber arus listrik primer seperti baterai (elemen Leclanche), elemen volta, elemen Daniel, dan lain-lain, yang apabila telah tercapai keseimbangan potensial tidak dapat diisi potensial kembali karena terjadi perubahan atau kerusakan satu atau beberapa komponen di dalamnya.
2. sumber arus listrik sekunder seperti (accumulator, elemen alkaline (energizer), dan lain-lain, yang apabila telah tercapai keseimbangan potensial dapat diisi potensial kembali dengan cara diestrum listrik.
3. sumber arus listrik mekanis seperti generator, dynamo, stop kontak dari PLN.

Kutub-kutub sumber tegangan sebelum mengalirkan arus disebut gaya gerak listrik (ggl) atau *electromotive force (emf)*, sedangkan kutub-kutub sumber tegangan selama mengalirkan arus disebut beda potensial atau tegangan jepit. Atau dengan istilah lain, beda potensial antara kutub positif dan kutub negatif dalam keadaan terbuka disebut gaya gerak listrik dan dalam keadaan tertutup disebut tegangan jepit. Dalam hal ini ggl nilainya selalu lebih besar daripada tegangan listrik.

## 1. Beberapa Sumber Tegangan

### a. Elemen Volta

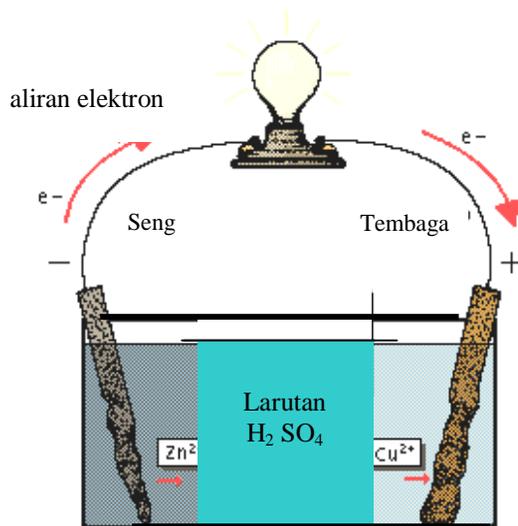
Elemen Volta, ditemukan oleh Alessandro Volta (1745-1827) ilmuwan dari Italia



Gambar 18. Alessandro Volta

Elemen Volta yang paling sederhana ini terdiri dari sebuah bejana kaca yang berisi asam sulfat encer. Sebuah lempeng tembaga (Cu) dan sebuah lempeng seng (Zn) dicelupkan ke dalam larutan tersebut. Bila lempeng tembaga dan lempeng seng tersebut dihubungkan dengan kawat penghantar maka akan ada arus yang mengalir

sepanjang penghantar tersebut. Ini terbukti dengan menyalnya lampu yang dipasang pada penghantar tersebut. Hal ini juga membuktikan bahwa antara tembaga dan seng terdapat beda potensial.

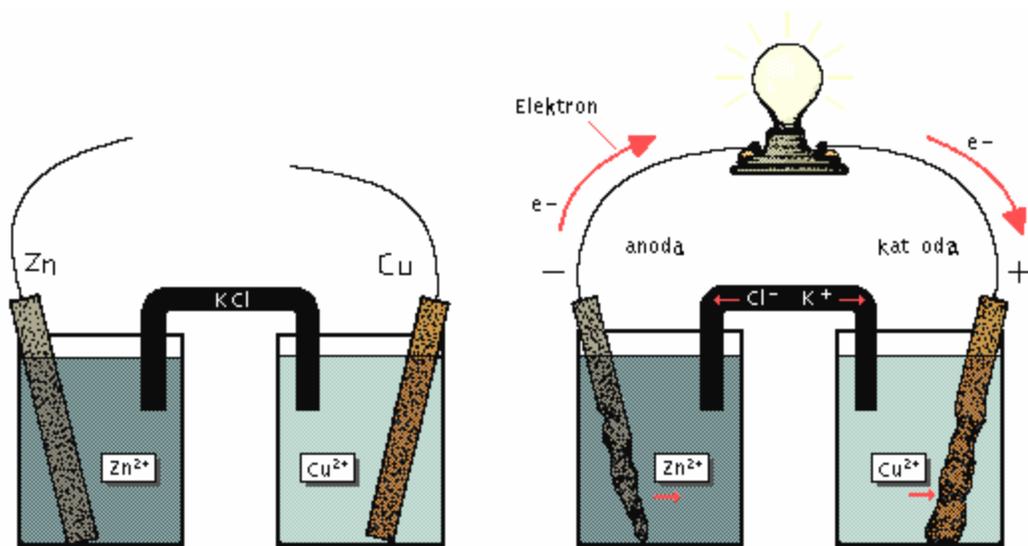


Gambar 19. Penampang elemen Volta

Beda potensial antara seng dan tembaga sebesar 1,5 volt. Namun beda potensial ini tidak dapat bertahan dalam waktu lama karena pada seng mengalami pelepasan ion-ion  $Zn^{2+}$  yang bergabung dengan ion  $SO_4^{2-}$  dan menyebabkan plat seng menjadi korosif dan lama kelamaan habis. Selain itu terjadi peristiwa polarisasi pada tembaga, yaitu tertutupnya permukaan tembaga yang tercelup oleh gelembung-gelembung gas  $H_2$  yang berasal dari ion-ion  $H^+$  yang bergerak menuju plat tembaga untuk mengambil elektron.

Di dalam praktek, elemen volta ini jarang digunakan sebab kurang praktis. Elemen Volta ini tidak dapat mengalirkan arus yang lama sebab dalam reaksi kimia tersebut terjadi gelembung-gelembung gas hidrogen yang menempel pada tembaga dan menghambat arus listrik yang mengalir.

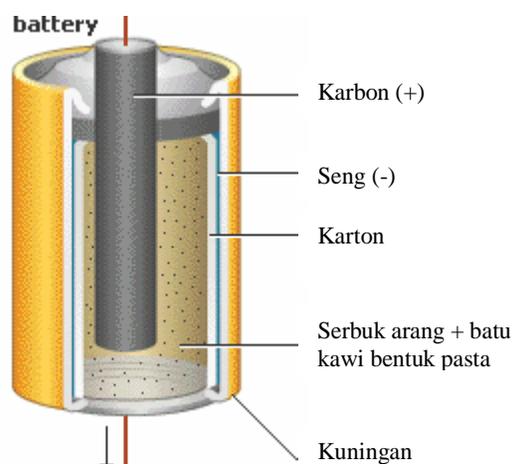
Pada perkembangannya elemen volta disempurnakan dengan menambahkan jembatan garam KCl. Namun secara keseluruhan elemen Volta ini mengandung kelemahan yaitu kurang praktis.



Gambar 20. Aliran elektron dari elemen Volta

### b. Elemen Kering/ Elemen Leclanche/ Baterai

Elemen Kering atau baterai atau elemen Leclanche kering merupakan penyempurnaan elemen Leclanche basah, terdiri dari sebuah bejana seng yang bagian dalamnya dilapisi dengan kertas karton dan berisi campuran salmiak, serbuk arang dan batu kawi yang berbentuk pasta.



Gambar 21. Elemen Kering

Batang arang ini mempunyai potensial yang lebih tinggi dari pada seng. Kutub positif elemen kering ini adalah batang arang ( C ), sedangkan kutub negatifnya adalah seng (Zn). Potensial kutub positif ini lebih tinggi daripada potensial kutub negatif.

GGL yang diperoleh standar tiap baterai atau sel adalah 1,5 volt. Bila dua baterai kita serikan berarti memperoleh ggl 3 volt. Seperti elemen Volta elemen kering termasuk elemen kimiawi yaitu mengubah energi kimia menjadi energi listrik,

Elemen Leclanche kering ini termasuk elemen primer sehingga apabila potensialnya habis, sudah tidak dapat digunakan lagi. Untuk mengatasi kelemahan itu diciptakan baterai yang dapat diisi ulang seperti baterai alkali atau baterai nikel-besi yang dikembangkan oleh Thomas Alva Edison tahun 1900, energizer dan lain-lain yang termasuk elemen sekunder.

### c. Sel Bikromat

Banyaknya penemuan sumber tegangan yang menggunakan berbagai plat katoda dan anoda untuk mengatasi kelemahan sel Volta dan sel Leclanche kering, misalnya

- sel oksida merkuri-seng (katoda = seng, anoda = oksida merkuri) dengan larutan elektrolit potassium hidroksida yang menghasilkan  $ggl = 1,34$  volt
- sel nikel-besi atau baterai Edison (katoda = besi, anoda = oksida nikel, elektrolit potassium hidroksida) menghasilkan  $ggl = 1,15$  volt
- sel nikel-cadmium atau baterai cadmium (katoda = cadmium, anoda = oksida nikel, elektrolit potassium hidroksida) dengan  $ggl = 1,15$  volt; baterai ini menyempurnakan baterai Edison.
- Dan masih banyak lagi

Namun demikian kekhawatiran terhadap bahan beracun dari elektrolit yang dipakai mendorong ditemukannya sel bikromat.



Gambar 22. Sel Bikromat

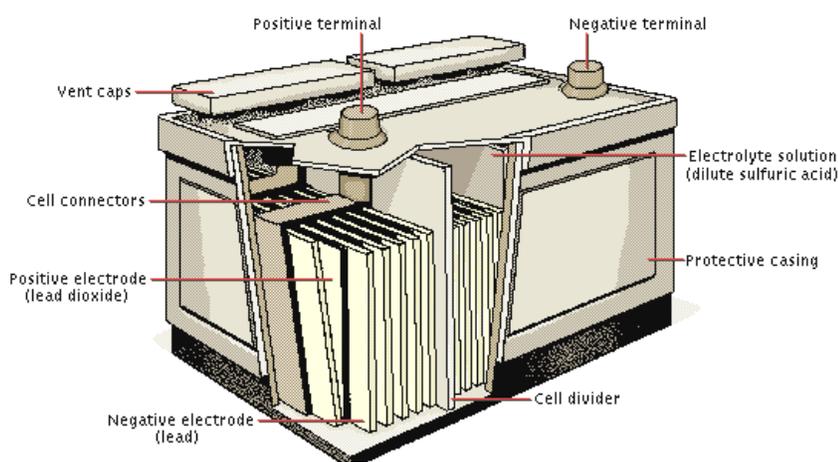
Sel Bikromat dikembangkan pada tahun 1850, berisi plat elektroda dari seng (katoda) dan karbon (anoda) dalam tabung kaca yang berisi asam kromat, sel ini lebih

aman penggunaannya daripada sel yang menggunakan asam nitrat atau potassium hidroksida karena beracun.

#### d. Akki (accumulator)

Akki (accumulator), akki terdiri dari sebuah bak kecil yang terbuat dari karet keras atau kaca yang berisi larutan asam sulfat encer.

Di dalamnya terdapat dua kerangka P (positif) dan N (negatif) terbuat dari timbal (Pb) yang berlubang-lubang berbentuk segiempat. Lubang-lubang kerangka P diisi dengan timbal peroksida ( $\text{PbO}_2$ ) yang berupa lapisan berpori. Kerangka P ini berwarna coklat dan merupakan kutub positif akki. Kerangka N berisi lapisan timbal berpori (Pb), warnanya abu-abu dan merupakan kutub negatif akki. Ggl yang dihasilkan kedua kutub ini besarnya sekitar 2 volt.



Gambar 23. Accumulator

Bila akki mengalirkan arus listrik, maka lapisan timbal dan timbal peroksida keduanya berubah sedikit demi sedikit menjadi timbal sulfat ( $\text{PbSO}_4$ ), sehingga kemampuan akki untuk mengalirkan arus listrik menjadi berkurang. Untuk memulihkan kembali kemampuan akki ini, maka akki harus “diisi” kembali dengan cara menyetrumnya, yaitu dengan jalan mengalirkan arus searah dari sumber arus, dengan arah yang bertentangan dengan arah arus yang dialirkan oleh aki tersebut. Karena aliran listrik ini, timbal sulfat berubah menjadi timbal dan timbal peroksida kembali.

Dalam pemakaian elemen Volta, elemen kering, maupun akki terjadi perubahan bentuk energi dari energi kimia menjadi energi listrik. Sedangkan dalam

pengisian aki terjadi perubahan bentuk energi yaitu dari energi listrik menjadi energi kimia.

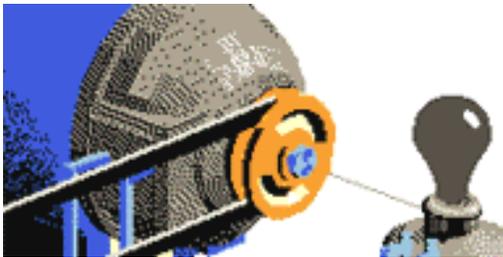
### e. Dinamo/Generator

Dinamo, terdiri dari sebuah magnet dan sebuah kumparan (gulungan kawat penghantar) yang dapat berputar di antara kutub-kutub magnet tersebut. Bila kumparan tersebut berputar, maka terjadi beda potensial pada kedua ujung-ujung kawat kumparan. Dalam teknis prakteknya dapat diubah magnet yang berputar dan kumparan yang diam. Generator adalah dinamo yang berukuran besar. Prinsip kerja dinamo atau generator menggunakan induksi elektromagnetik yaitu terjadi perubahan garis-garis medan magnet tiap satuan waktu yang melalui kumparan kawat

$$\varepsilon = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

dimana  $\varepsilon$  adalah ggl yang dihasilkan kedua ujung kumparan generator,  $N$  adalah jumlah lilitan kawat kumparan,  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  adalah perubahan fluks magnet tiap satuan waktu.

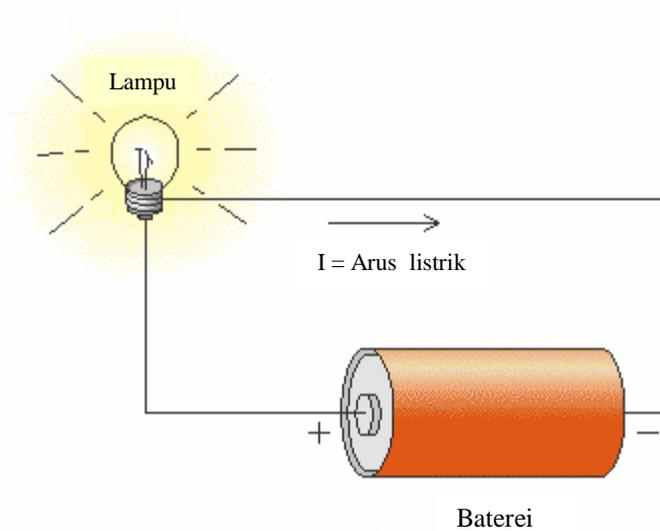
Dinamo ini berfungsi untuk mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik.



Gambar 24. Generator

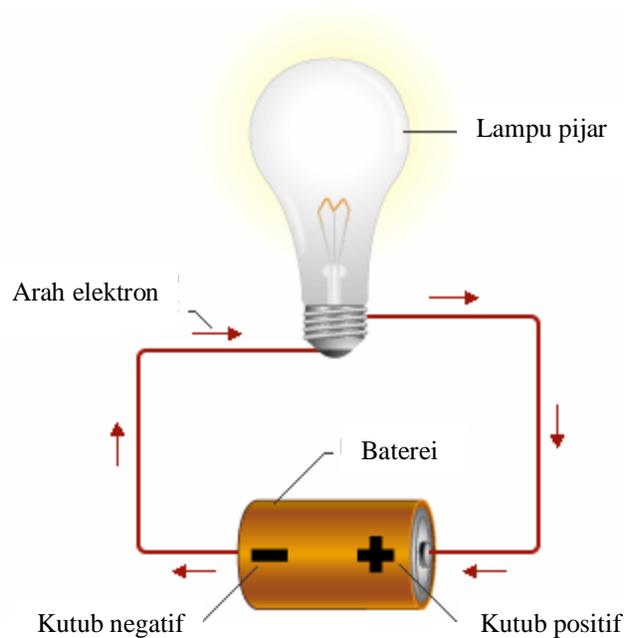
## 2. Kuat Arus dalam Suatu Rangkaian Tertutup

Suatu rangkaian tertutup ialah rangkaian yang tiada berujung dan tiada berpangkal. Arus listrik akan mengalir terus menerus dalam siklus tertutup. Di luar baterai arah arus listrik ini dari kutub positif ke kutub negatif. Sedangkan di dalam baterai arah arus listrik dari kutub negatif ke kutub positif baterai. Perhatikan gambar 24 di bawah ini.



Gambar 25. Rangkaian satu loop

Arah aliran elektron berlawanan dengan arah arus listrik. Sebuah lampu ( $L$ ) dihubungkan pada kutub-kutub sebuah sumber tegangan/baterei ( $\epsilon$ ) seperti pada gambar 25. Di luar baterei elektron mengalir dari kutub negatif ke kutub positif, sedangkan di dalam baterei elektron mengalir dari kutub positif ke kutub negatif baterei.



Gambar 26. Rangkaian listrik

Rangkaian seperti pada gambar 25 dan 26 tersebut sering juga disebut rangkaian tertutup tak bercabang. Kuat arus di dalam suatu rangkaian tak bercabang di mana-mana sama besarnya.

Sedangkan untuk suatu rangkaian yang bercabang, berlaku hukum-hukum Kirchhoff.

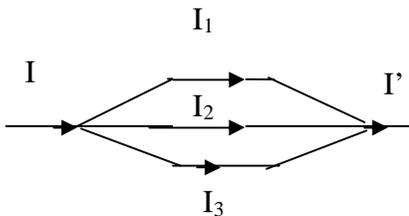
**a. Hukum I Kirchhoff**

Hukum-hukum Kirchhoff ada dua, namun yang akan dibahas terlebih dahulu adalah Hukum I Kirchhoff, sedangkan Hukum II Kirchhoff akan dibahas di bagian tersendiri.

Hukum I Kirchhoff berbunyi sebagai berikut. “ Jumlah kuat arus yang masuk pada suatu titik percabangan sama dengan jumlah arus yang keluar dari titik itu”

Hukum I Kirchhoff tersebut sebenarnya tidak lain sebutannya dengan hukum kekekalan muatan listrik. Hukum I Kirchhoff secara matematis dapat dituliskan sebagai:

$$\sum I_{\text{masuk}} = \sum I_{\text{keluar}}$$

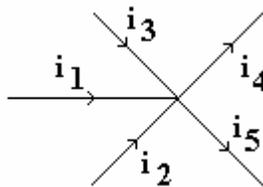


Dari gambar di samping, dengan memasang amperemeter pada masing-masing cabang dapat dibuktikan bahwa

$$\sum I_{\text{masuk}} = \sum I_{\text{keluar}}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = I'$$

Perhatikan pula contoh berikut ini.



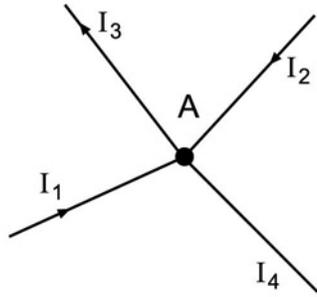
Bila P adalah titik cabangnya, maka :

$$\sum I_{\text{masuk}} = \sum I_{\text{keluar}}$$

$$i_1 + i_2 + i_3 = i_4 + i_5$$

**Contoh Soal:**

Perhatikanlah titik simpul A dari suatu rangkaian listrik seperti tampak pada gambar! Kuat arus  $I_1 = 10 \text{ A}$ ,  $I_2 = 5 \text{ A}$  arah menuju titik A. Kuat arus  $I_3 = 8 \text{ A}$  arah keluar dari titik A. Berapakah besar dan arah kuat arus  $I_4$ ?



**Penyelesaian :**

Menurut Hukum I Kirchhoff

$$\sum I_{\text{masuk}} = \sum I_{\text{keluar}}$$

$$\sum I_{\text{masuk}} = I_1 + I_2 = 10 + 5 = 15 \text{ ampere}$$

$I_3 = 8 \text{ A}$  arah keluar dari titik A

$I_4$  harus berarah keluar juga agar seimbang.

$$\sum I_{\text{keluar}} = I_3 + I_4 = 8 + I_4$$

Jadi

$$\sum I_{\text{masuk}} = \sum I_{\text{keluar}}$$

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

$$I_5 = 8 + I_4$$

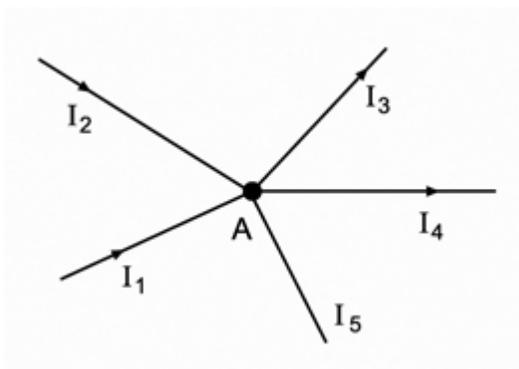
$$I_4 = 15 - 8$$

$$I_4 = 7 \text{ A, dengan arah keluar dari titik A}$$

**Latihan:**

**Kerjakan soal berikut di buku latihanmu!**

1. Ada lima buah percabangan berarus listrik, percabangan berarus listrik masuk yaitu  $I_1 = 10$  ampere,  $I_2 = 5$  ampere sedangkan percabangan berarus listrik keluar yaitu  $I_3 = 5$  ampere,  $I_4 = 7$  ampere Tentukan besar dan arahnya  $I_5$  !



## **Tugas**

**Jawablah pertanyaan berikut di buku tugasmu!**

1. Jelaskan terjadinya polarisasi ? Bagaimana cara mengatasinya ?
2. Apakah elemen Daniel itu ? Dapatkah Anda menunjukkan bagian-bagian dalam elemen Daniel. Sebutkan. Apakah pada elemen Daniel terjadi polarisasi ?
3. Apakah kelemahan-kelemahan elemen Volta ? Apa pula kelemahan-kelemahan baterai ?
4. Apakah keuntungan dan kelemahan sebuah accumulator ?
5. Apa perbedaan pokok dari elemen Leclanche kering dan elemen Leclanche basah ?
6. Mengapa muatan-muatan positif dianggap dapat mengalir ? Mengapa tidak dapat mengalir ?
7. Bukalah sebuah baterai kering yang baru dan sebuah lagi yang sudah tidak mempunyai beda potensial. Bagian-bagian manakah yang mengalami perbedaan ?
8. Jelaskan reaksi kimia pada saat sebuah accu dipakai.
9. Apakah keuntungan dan kelemahan sebuah dinamo atau generator ?
10. Bila sebuah sumber tegangan memerlukan energi 25 joule untuk memindahkan muatan sebanyak 12,5 coulomb, Berapakah tegangan sumbernya ?

---

---

### **Kegiatan Percobaan Mandiri**

#### **Tujuan:**

Menyelidiki kuat arus listrik pada titik simpul.

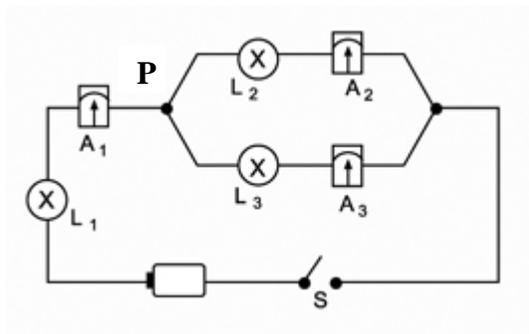
#### **Alat dan Bahan :**

1. bola lampu 3 buah masing-masing 1,5 V ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ )
2. amperemeter 3 buah ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ )
3. Baterai 1,5 volt 3 buah
4. Power supply DC untuk 1,5 volt, 3 volt dan 4,5 volt
5. kabel penghubung

6. saklar penghubung (S)

**Petunjuk Teknis :**

1. Rangkaian alat-alat seperti pada gambar di bawah ini:



2. Apakah semua lampu menyala?

3. Jika semua lampu menyala, bacalah angka yang ditunjukkan oleh alat A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> dan A<sub>3</sub>.

4. Catatlah angka yang ditunjukkan oleh A<sub>2</sub> dan A<sub>3</sub> dengan titik P merupakan titik cabang rangkaian.

5. Tuliskan kesimpulan dari hasil percobaanmu!

---

### 3. Hukum Ohm dan Hambatan listrik

Seorang guru fisika dari Jerman bernama George Simon Ohm (1789-1854) berhasil mendapatkan hubungan antara besarnya beda potensial dengan besarnya arus



yang mengalir. Ia menyimpulkan penemuannya ini ke dalam suatu hukum yang dikenal dengan nama Hukum Ohm. Bunyi Hukum Ohm sebagai berikut.

“Kuat arus yang mengalir dalam suatu penghantar sebanding dengan beda potensial antara ujung-ujung penghantar itu, asalkan suhu

George Simon Ohm penghantar itu tetap”

Secara ringkasnya hukum ini dapat ditulis sebagai berikut;

$$V \sim I \quad (V \text{ sebanding dengan } I)$$

$$\frac{V}{I} = R$$

Dalam persamaan ini, R merupakan suatu faktor perbandingan yang besarnya tetap untuk suatu penghantar tertentu dan pada suhu tertentu pula. Faktor tetap R ini disebut hambatan listrik.

Definisi hambatan suatu penghantar adalah hasil bagi beda potensial antara ujung-ujung penghantar itu dengan kuat arus dalam penghantar itu.

Satuan hambatan listrik =  $\frac{\text{volt}}{\text{ampere}} = \text{Ohm}$ . Simbolnya dalam huruf yunani  $\Omega$  (omega)

Satuan lainnya kilo ohm ( $K\Omega$ ) =  $1000 \Omega$ , mega ohm ( $M\Omega$ ) =  $10^6 \Omega$

Sebuah penghantar disebut mempunyai hambatan sebesar satu ohm bila beda potensial sebesar satu ampere melalui penghantar itu.

Penghambat/resistor adalah komponen yang diproduksi pabrik dan memiliki nilai hambatan tetap dengan toleransi tertentu.



Gambar 27. Salah satu bentuk resistor dari berbagai bentuk yang diproduksi oleh pabrik.

Gambar skema penghambat dalam rangkaian listrik adalah:



### Kegiatan Percobaan Mandiri

#### Tujuan:

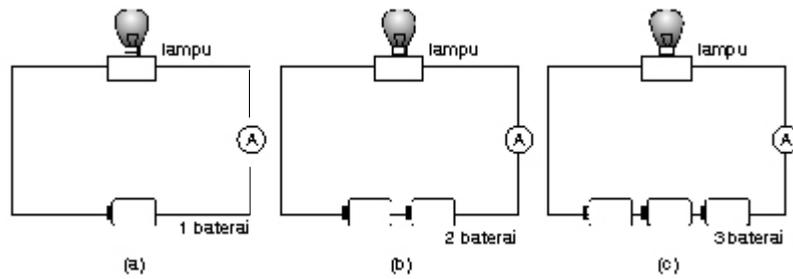
Menyelidiki hubungan antara tegangan (V) dan kuat arus (I)

#### Alat dan bahan:

- 3 buah baterai masing-masing 1,5 V
- 3 buah lampu pijar kecil
- kawat nikrom secukupnya
- ampere meter

#### Petunjuk Teknis :

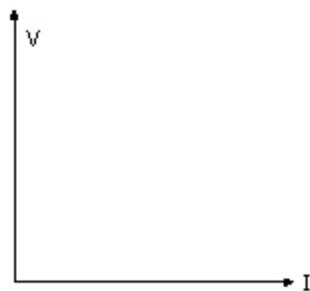
1. Susunlah tiga macam rangkaian seperti pada gambar di bawah ini!



2. Catatlah hasil yang ditunjukkan ampere meter pada setiap percobaan (a), (b) dan (c).

Jumlah Baterai	Tegangan (V)	Kuat Arus (I)	Tegangan/kuat arus V/I
( 1 )	1,5	.....	.....
( 2 )	3	.....	.....
( 3 )	4,5	.....	.....

3. Buat grafik V – I



4. Buat kesimpulan, dan faktor yang mempengaruhi hasil percobaan.

**Contoh Soal:**

1. Kuat arus di dalam sepotong kawat penghantar sama dengan 2 ampere, apabila kedua ujungnya diberi beda potensial sebesar 12 volt. Berapakah hambatan kawat kedua kawat tersebut ?

**Penyelesaian**

Diketahui :

$I = 2 \text{ A}$

$V = 12 \text{ volt}$

Ditanya :

$R = \dots?$

Jawab :

$$R = \frac{V}{I} = \frac{12}{2} = 6 \text{ ohm}$$

**Latihan :**

**Kerjakan soal berikut di buku latihanmu!**

1. Arus listrik 400 mA mengalir pada suatu penghantar. Jika beda potensial antara ujung kawat 40 V, carilah hambatan listrik kawat tersebut!
2. Berapa besarnya arus yang akan mengalir di dalam sepotong kawat penghantar yang mempunyai hambatan sebesar 110 ohm bila dipasang pada suatu sumber tegangan 220 volt ?
3. Metode amperemeter-voltmeter dipasang sedemikian rupa untuk maksud mengetahui besar hambatan R. Amperemeter A dipasang seri terhadap R dan menunjukkan 0,3 A. Voltmeter V dipasang paralel terhadap R dan menunjukkan tegangan sebesar 1,5 volt. Hitung besar hambatan R.

#### **4. Hambatan Listrik suatu Penghantar**

Hambatan sepotong kawat penghantar dapat diukur secara langsung dengan alat ohmmeter. Sebuah alat yang dapat digunakan untuk mengukur hambatan, beda potensial dan kuat arus disebut multimeter. Multimeter ini merupakan satu kesatuan alat dari volt meter, ampere meter dan ohm meter. Dengan memutar sebuah saklar, alat itu dapat digunakan sebagai amperemeter, volt meter atau ohm meter tergantung mana yang diperlukan.

Hambatan atau resistansi suatu penghantar berguna untuk mengatur besarnya kuat arus listrik yang mengalir melalui suatu rangkaian listrik. Dalam radio dan televisi, resistansi berguna untuk menjaga kuat arus dan tegangan pada nilai tertentu dengan tujuan agar komponen-komponen listrik lainnya dapat berfungsi dengan baik.

Bila panjang kawat penghantar dinyatakan dengan huruf  $l$ , luas penampangnya dinyatakan dengan huruf  $A$ , maka untuk berbagai jenis penghantar, panjang dan penampang berbeda terdapat hubungan sebagai berikut.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Ternyata hambatan sepotong kawat penghantar adalah:

1. Sebanding dengan panjang kawat penghantar tersebut ( $l$ )
2. Berbanding terbalik dengan luas penampang kawat penghantar ( $A$ )
3. Bergantung kepada jenis bahan penghantar ( $\rho$ )

Dalam persamaan ini  $\rho$  disebut hambatan jenis kawat penghantar, yang besarnya bergantung kepada jenis bahan yang digunakan membuat kawat itu.

Persamaan dapat diubah menjadi sebagai berikut :  $\rho = \frac{RA}{l}$

sehingga satuan  $\rho = \frac{\Omega \text{ m}^2}{\text{m}} = \Omega \text{ m}$

**Tabel. Hambatan jenis beberapa zat.**

No	Zat	Hambatan jenis ( $\rho$ ) pada 20° C (ohmmeter)
1.	<u>Penghantar</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perak</li> <li>• Tembaga</li> <li>• Alumunium</li> <li>• Tungsten</li> <li>• Nikel</li> <li>• Besi</li> <li>• Baja</li> <li>• Mangan</li> <li>• Karbon</li> </ul>	$1,8 \times 10^{-8}$ $1,7 \times 10^{-8}$ $2,8 \times 10^{-8}$ $5,6 \times 10^{-8}$ $6,8 \times 10^{-8}$ $10,0 \times 10^{-8}$ $18,0 \times 10^{-8}$ $44,0 \times 10^{-8}$ $3500 \times 10^{-8}$
2.	<u>Semikonduktor</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Germanium</li> <li>• Karbon</li> <li>• Doiksid tembaga</li> </ul>	0,5 $3,5 \times 10^{-5}$ $1 \times 10^8$
3.	<u>Isolator</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaca</li> <li>• Karet</li> </ul>	$10^{10} - 10^{14}$ $10^{13} - 10^{18}$

**Contoh Soal:**

Seutas kawat besi panjangnya 20 meter dan luas penampangnya  $1 \text{ mm}^2$ , mempunyai hambatan jenis  $10^{-7}$  ohmmeter. Jika antara ujung-ujung kawat dipasang beda potensial 60 volt, tentukan kuat arus yang mengalir dalam kawat!

**Penyelesaian:**

Diketahui :  $l = 20 \text{ m}$

$$A = 1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$V = 60 \text{ V}$$

$$\rho = 10^{-7} \text{ ohm meter}$$

Ditanya :  $I = \dots?$

Jawab :

$$R = \rho \frac{l}{A}$$
$$= 10^{-7} \cdot \frac{20}{1 \times 10^{-6}}$$

$$R = 2 \text{ ohm}$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{60}{2}$$

$$I = 30 \text{ A}$$

### Latihan

#### Kerjakan di buku latihanmu!

1. Sebatang aluminium panjangnya 2,5 m, berpenampang = 5 cm<sup>2</sup>. Hambatan jenis aluminium = 2,63.10<sup>-8</sup> ohm.meter. Jika hambatan yang ditimbulkan oleh aluminium sama dengan hambatan yang ditimbulkan oleh sepotong kawat besi yang berdiameter 15 mm dan hambatan jenisnya = 10.10<sup>-7</sup> ohm.meter, maka berapakah panjang kawat besi tersebut ?
2. Sepotong penghantar yang panjangnya 10 meter berpenampang 0,5 mm<sup>2</sup> mempunyai hambatan 50 ohm. Hitung hambatan jenisnya.  
Hambatan kawat pijar pada suhu 0 °C adalah 6 ohm. Berapa hambatannya pada suhu 1000 °C, jika koefisien suhu  $\alpha = 0,004$

## 5. Penghambat Seri dan Paralel

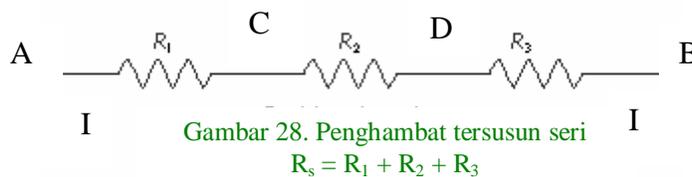
Di dalam suatu rangkaian arus sering terdapat lebih dari satu penghambat. Penghambat-penghambat ini dapat tersusun secara seri atau secara paralel atau gabungan antara seri dan paralel.

Yang akan dibicarakan di sini yaitu penghambat yang tersusun secara seri dan paralel.

### a. Penghambat Seri

Yang dimaksud dengan penghambat seri adalah penghambat-penghambat yang disusun secara berurutan, yang satu di belakang yang lain.

Contoh penghambat seri :



Pada gambar di atas  $R_1$ ,  $R_2$  dan  $R_3$  tersusun secara seri. Didapat pengganti ketiga penghambat ini menjadi sebuah penghambat saja, misalnya disebut saja  $R_s$ , sedemikian rupa sehingga kuat arus  $I$  dan beda potensial  $V_{AB}$  tidak berubah besarnya.

Dari gambar di atas dapat dituliskan bahwa :

$$V_{AB} = V_A - V_B = V_A - V_C + V_C - V_D + V_D - V_B$$

$$= V_{AC} + V_{CD} + V_{DB}$$

$$V_{AB} = V_A - V_B = V_{AC} + V_{CD} + V_{DB} = I R_1 + I R_2 + I R_3$$

Padahal :  $V_{AB} = I R_s$

Dengan demikian :  $I R_s = I R_1 + I R_2 + I R_3$ , sehingga :

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

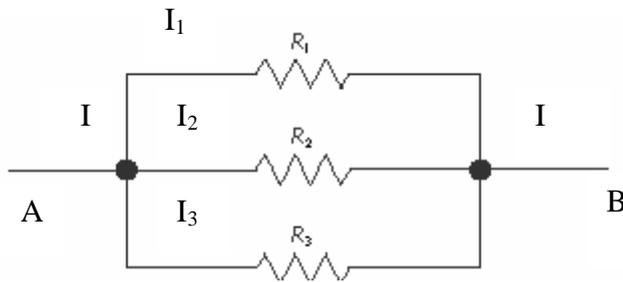
$R_s$  adalah penghambat pengganti dari penghambat-penghambat yang tersusun secara seri tersebut. Jadi kesimpulannya bahwa :

Besar penghambat pengganti dari penghambat-penghambat yang tersusun secara seri sama dengan jumlah dari penghambat-penghambat seri itu sendiri.

## b. Penghambat Paralel

Yang dimaksud dengan penghambat paralel ialah penghambat-penghambat yang disusun secara berdampingan atau sejajar.

Contoh penghambat paralel :



Gambar 29. Penghambat tersusun paralel

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub> pada gambar di atas tersusun secara paralel. Ketiga hambatan ini dapat diganti menjadi satu penghambat saja, misalnya disebut R<sub>p</sub>, sedemikian rupa sehingga kuat arus I dan beda potensial V<sub>AB</sub> tidak berubah besarnya.

Berdasarkan hukum pertama dari Kirchhoff, maka dari gambar di atas dapat dituliskan bahwa :

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{V_{AB}}{R_p} = \frac{V_{AB}}{R_1} + \frac{V_{AB}}{R_2} + \frac{V_{AB}}{R_3}, \quad \text{Jadi} \quad : \quad \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Jadi kesimpulannya bahwa, penghambat-penghambat yang disusun secara paralel dapat diganti dengan sebuah penghambat yang kebalikan harganya sama dengan jumlah kebalikan harga hambatan-hambatan penghambat yang tersusun secara paralel itu.

### Contoh Soal:

1. Dua buah penghambat yang besar hambatannya masing-masing 2 ohm dan 4 ohm dipasang secara seri. Berapakah besar penghambat penggantinya ?

**Jawab :**

$$R_S = R_1 + R_2 = 2 \text{ ohm} + 4 \text{ ohm} = 6 \text{ ohm}$$

2. Empat buah penghambat yang besar hambatannya masing-masing 2 ohm, 4 ohm, 4 ohm dan 1 ohm dipasang secara paralel. berapakah besar penghambat penggantinya ?

**Jawab :**

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

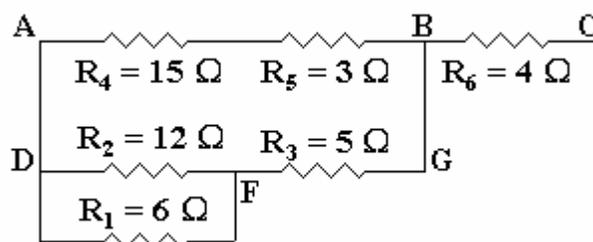
$$1/R_p = 1/2 + 1/4 + 1/4 + 1/1 = 2$$

$$R_p = 1/2 \text{ ohm} = 0,5 \text{ ohm.}$$

### Latihan

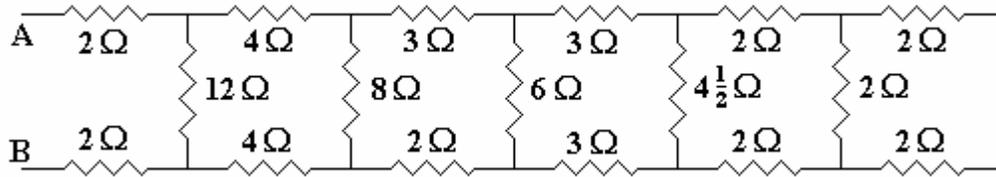
**Kerjakan soal-soal berikut di buku latihanmu!**

1. Hitung hambatan pengganti untuk rangkaian paralel hambatan 0,6 ohm dan 0,2 ohm !
2. Berapa ohm harus dihubungkan paralel dengan hambatan 12 ohm agar menghasilkan hambatan pengganti sebesar 4 ohm ?
3. Berapa banyak hambatan 40 ohm harus dipasang paralel agar menghasilkan arus sebesar 15 ampere pada tegangan 120 volt ?
4. Hambatan yang disusun seperti pada gambar dibawah ini, dipasang tegangan antara titik AC 30 volt. Tentukanlah :
  - a. Hambatan penggantinya antara titik AC
  - b. Arus yang memasuki pada rangkaian.



5. Pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  resistor-resistor tembaga, karbon dan wolfram masing-masing mempunyai hambatan 100 ohm. Kemudian suhu resistor serentak dinaikkan menjadi  $100^{\circ}\text{C}$ . Jika  $\alpha_{\text{cu}} = 0,00393 / ^{\circ}\text{C}$ ,  $\alpha_{\text{c}} = 0,005 / ^{\circ}\text{C}$ ,  $\alpha_{\text{wo}} = 0,0045 / ^{\circ}\text{C}$ . Maka tentukan hambatan penggantinya jika :
  - a. Resistor-resistor tersebut disusun seri.

- b. Resistor-resistor tersebut disusun paralel
6. Hitunglah hambatan pengganti antara titik AB dari rangkaian di bawah ini.



## 6. Komponen Listrik dalam Praktek

Beberapa komponen listrik dalam praktek anatara lain sebagai berikut.

### a. Hambatan sumbat

Hambatan sumbat yaitu penghambat yang dapat diatur besar kecilnya menurut keperluan dan terutama dipakai untuk mengukur besarnya hambatan suatu kawat penghantar. Hambatan sumbat terdiri dari beberapa kumparan kawat penghambat yang dipasang seri. Penghambat-penghambat ini berhubungan satu sama lain melalui pelat-pelat tembaga atau kuningan. Pelat-pelat ini dapat dihubungkan yang satu dengan yang di sebelahnya dengan mebggunakan “Sumbat”. Bila celah di antara dua pelat disumbat maka penghambat yang ada di antaranya tidak terpakai.

### b. Hambatan geser (Rheostat)

Hambatan geser yaitu dipakai untuk mengatur kuat arus dan terutama untuk mengubah besarnya hambatan dalam suatu rantai aliran listrik.

### c. Sakelar

Dalam instalasi pemasangan lampu listrik perlu diberi sakelar agar dapat memutus dan menghubungkan arus listrik yang mengalir ke dalam lampu. Dengan sakelar dapat menyambung atau memutuskan arus listrik dengan cepat tanpa mengubah susunan rangkaian listrik. Jika sakelar dalam posisi on (tertutup) arus listrik akan mengalir / tersambung dan jika sakelar dalam posisi off (terbuka) arus listrik tidak mengalir / terputus.

Untuk pemasangan alat-alat listrik di rumah, misal lampu listrik disusun secara paralel, bertujuan :

- potensial pada ujung-ujung alat listrik sama besarnya dengan potensial sumber tegangan
- tiap alat listrik dapat dinyalakan / dipadamkan tanpa mempengaruhi alat listrik yang lain
- bila salah satu lampu putus maka lampu yang lain tetap menyala

#### d. Sekering

Sekering / pengaman adalah alat yang digunakan untuk membatasi besar kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian. Sekering dibuat dari kawat pendek dan tipis dengan titik cair yang rendah. Kawat itu akan cair dan putus jika dilalui arus yang melampaui batas tertentu. Sekering memiliki nilai yang telah ditentukan menurut keperluan, misalnya 1A, 2A, 5A. Suatu alat listrik yang memerlukan kuat arus 3A, maka nilai yang dipilih sebaiknya 4A.

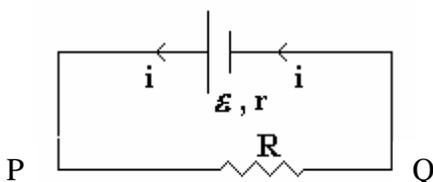
Di dalam sekering terdapat kawat pendek, tipis atau halus dan memiliki titik lebur yang rendah. Kawat tersebut akan meleleh dan putus jika dilalui kuat arus listrik yang melebihi batas kuat arus yang terdapat pada sekering. Hal ini dapat terjadi apabila adanya hubungan singkat / korsluiting

Hubungan singkat terjadi apabila dua kabel tanpa isolator dengan jenis muatan yang berbeda saling bersentuhan. Hal ini menyebabkan arus listrik yang mengalir menjadi lebih besar dan kawat penghantar menjadi panas serta berpijar, bahkan dapat menghasilkan percikan api yang dapat menyebabkan kebakaran. Apabila pemakaian energi listrik di rumah terlalu besar atau melebihi daya yang ditentukan, maka kuat arus yang mengalir akan melebihi batas yang ditentukan. Hal ini menyebabkan kawat sekering akan putus.

## 7. Hukum Ohm Untuk Rangkaian Tertutup

Suatu rangkaian arus yang sederhana, terdiri sebuah sumber tegangan, misalnya baterai dan sebuah penghantar yang hambatannya  $R$  yang menghubungkan kutub-kutub baterai tersebut.

### a. Rangkaian Tertutup dengan Satu Sumber Tegangan



Gambar 30. Sebuah rangkaian sederhana tertutup terdiri dari sumber tegangan dengan GGL  $\varepsilon$  dan hambatan dalam  $r$ , dan hambatan luar  $R$ .

Di luar sumber tegangan, arus mengalir dari P ke Q melalui hambatan yang besarnya  $R$  ohm. Di dalam sumber tegangan, arus mengalir dari Q ke P melalui hambatan yang besarnya  $r$  ohm. Hambatan  $r$  ini disebut hambatan dalam.

Kutub-kutub sumber tegangan sebelum mengalirkan arus disebut gaya gerak listrik (GGL) atau  $emf = electromotiveforce$ , sedangkan kutub-kutub sumber tegangan selama mengalirkan arus disebut beda potensial atau tegangan jepit. Bila arus  $I$  mengalir melalui rangkaian di atas, maka hambatan seluruhnya yang dilewati arus listrik adalah  $R + r$ .

Kuat arus  $I$  yang mengalir dapat dituliskan sebagai berikut :

$$I = \frac{\epsilon}{R + r}$$

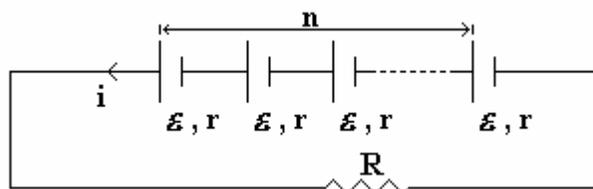
Tegangan jepit ialah beda potensial antara kutub-kutub sumber tegangan pada waktu sumber tegangan tersebut mengalirkan arus. Tegangan jepit pada gambar di atas ialah  $V_{PQ}$ , dimana

$$V_{PQ} = IR$$

## b. Rangkaian Tertutup dengan Beberapa Sumber Tegangan Disusun Seri

Beberapa sumber tegangan dapat dihubungkan secara seri, yaitu kutub positif sumber yang pertama dihubungkan dengan kutub negatif sumber yang berikutnya.

Contoh terlihat pada gambar berikut.



Bila ada  $n$  buah sumber tegangan yang tiap-tiap ggl nya adalah  $\epsilon$  volt dihubungkan secara seri,

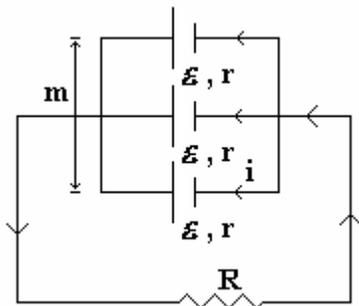
maka ggl seluruhnya adalah  $n \times \epsilon$  volt.

Dan bila hambatan dalam masing-masing sumber adalah  $r$ , maka hambatan dalam seluruhnya sama dengan  $n \times r$  ohm. Kalau  $n$  buah sumber tersebut dihubungkan oleh hambatan luar sebesar  $R$ , maka kuat arus yang mengalir sama dengan :

$$I = \frac{n\epsilon}{R + nr}$$

**c. Rangkaian Tertutup dengan Beberapa Sumber Tegangan Disusun Paralel**

Apabila n buah sumber tegangan tersebut dihubungkan secara paralel, maka ggl susunannya juga  $\epsilon$  volt. (lihat gambar di bawah ini dan apabila hambatan dalam tiap sumber = r ohm, maka hambatan dalam n



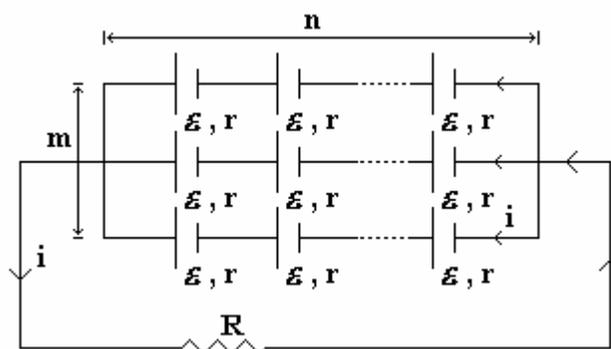
sumber sama dengan :  $\frac{1}{n} \times r$  ohm

Sekarang bila kutub-kutub susunan tersebut dihubungkan oleh sebuah hambatan yang besarnya R, maka kuat arus yang mengalir adalah :

$$I = \frac{\epsilon}{R + \frac{1}{n}r}$$

**d. Rangkaian Tertutup dengan Beberapa Sumber Tegangan Disusun Campuran Seridan Paralel**

Bila beberapa elemen (n buah elemen) yang masing-masing mempunyai GGL  $\epsilon$  dan tahanan dalam r disusun secara seri, sedangkan berapa elemen (m buah elemen) yang terjadi karena hubungan seri tadi dihubungkan paralel lagi, maka kuat arus yang timbul :



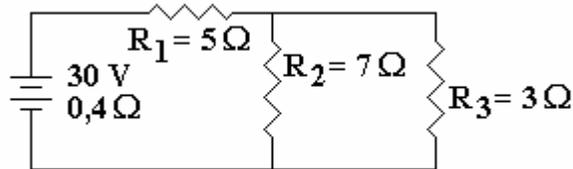
Kuat arus yang mengalir sebesar :

$$i = \frac{n \cdot \epsilon}{R + \frac{n}{m} \cdot r}$$

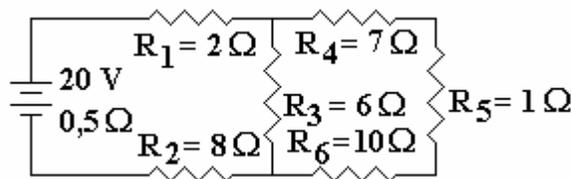
**Latihan**

**Kerjakan soal-soal berikut di buku latihanmu!**

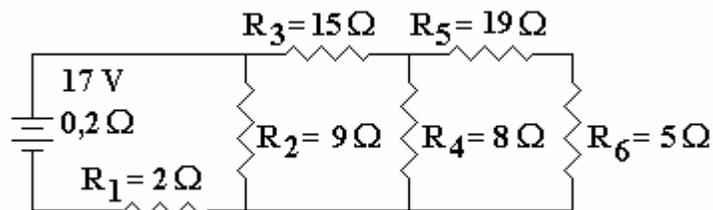
- Baterai 24 volt dengan hambatan dalam 0,7 ohm dihubungkan dengan rangkaian 3 kumparan secara paralel, masing-masing dengan hambatan 15 ohm dan kemudian diserikan dengan hambatan 0,3 ohm. Tentukan :
  - Buatlah sketsa rangkaiannya.
  - Besar arus dalam rangkaian seluruhnya.
  - Beda potensial pada rangkaian kumparan dan antara hambatan 0,3 ohm.
  - Tegangan baterai pada rangkaian.
- Suatu sumber listrik terdiri dari 120 elemen yang disusun gabungan. Masing-masing elemen mempunyai GGL = 4,125 volt dan hambatan dalam 0,5 ohm. Kutub-kutubnya dihubungkan dengan sebuah hambatan 30 ohm, sehingga kuat arus yang dihasilkan adalah 2 ampere. Bagaimana susunan elemen ?
- Dua buah hambatan dari 12 ohm dan 5 ohm dihubungkan seri terhadap baterai 18 volt yang hambatan dalamnya = 1 ohm. Hitunglah :
  - Arus rangkaian.
  - Beda potensial antara kedua hambatan tersebut.
  - Beda potensial pada kutub baterai.
- Dari rangkaian di bawah ini, maka tentukan arus yang dihasilkan baterai.



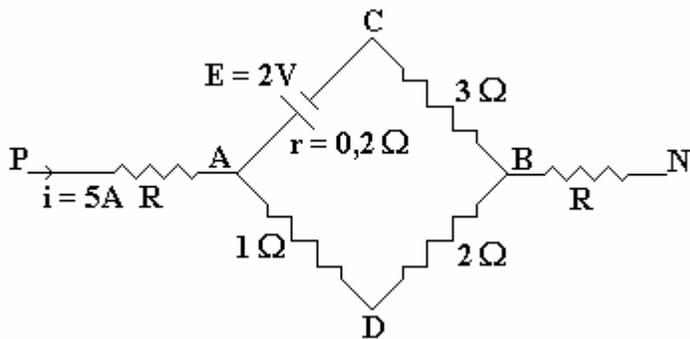
- Hitunglah arus yang dihasilkan baterai pada rangkaian yang di bawah ini.



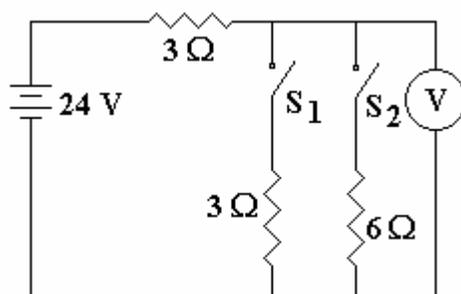
- Tentukan arus yang dihasilkan baterai pada rangkaian di bawah ini.



- Hambatan  $PA = BN = R$ .
  - Hitung arus yang melalui cabang ADB dan ACB.
  - Hitung beda potensial antara A dan B
  - Hitung berapakah hambatan PA.



8. Untuk rangkaian di bawah ini jika  $S_1$  dan  $S_2$  ditutup, maka voltmeter ( V ) akan menunjukkan harga.....



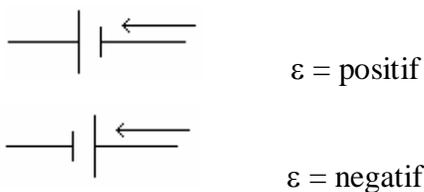
### 8. Hukum II Kirchhoff

Hukum II Kirchhoff berbunyi : “Jumlah aljabar gaya gerak listrik ( GGL ) dalam satu rangkaian tertutup ( loop ) sama dengan jumlah aljabar hasil kali  $I \times R$  dalam rangkaian tertutup itu.”

$$\sum \varepsilon = \sum I.R$$

Untuk menuliskan persamaan diatas, perlu diperhatikan tanda dari pada GGL, yaitu sebagai berikut :

GGL bertanda positif jika kutub negatif lebih dulu di jumpai loop dan sebaliknya ggl negatif jika kutub positif lebih dulu dijumpai loop.



Untuk perjanjian arah arus menggunakan :

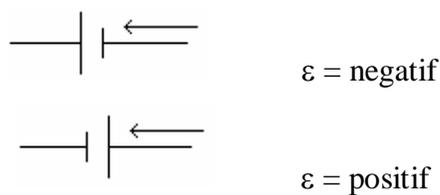
Kuat arus bertanda positif jika searah dengan loop dan bertanda negatif jika berlawanan dengan arah loop.

Untuk memudahkan pengingatan Hukum II kirchhoff dapat dimodifikasi dengan persamaan sebagai berikut.

$$\Sigma \varepsilon + \Sigma I.R = 0$$

Dengan perjanjian tanda untuk GGL sebagai berikut.

GGL bertanda positif jika kutub positif lebih dulu di jumpai loop dan sebaliknya ggl negatif jika kutub negatif lebih dulu dijumpai loop.



Untuk perjanjian arah arus tetap sama menggunakan :

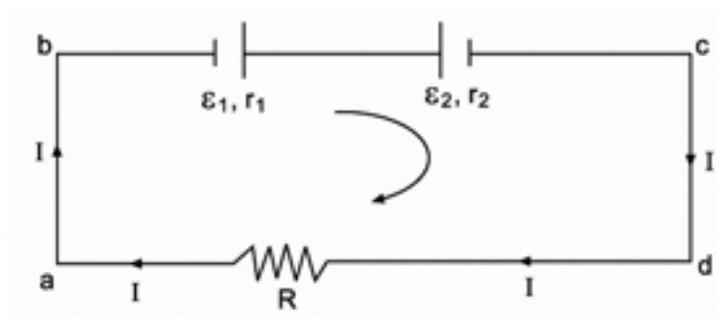
Kuat arus bertanda positif jika searah dengan loop dan bertanda negatif jika berlawanan dengan arah loop.

Dimana arah I adalah arah acuan dalam loop itu. Artinya arah arus yang keluar dari masing-masing sumber arus.

Sebagai contoh dari pemakaian Hukum II Kirchhoff misalnya dari rangkaian listrik berikut ini.

- **Rangkaian Satu Loop**

Misalkan kita ambil arah loop searah dengan arah I, yaitu a-b-c-d-a



Gambar 31. Rangkaian dengan satu loop

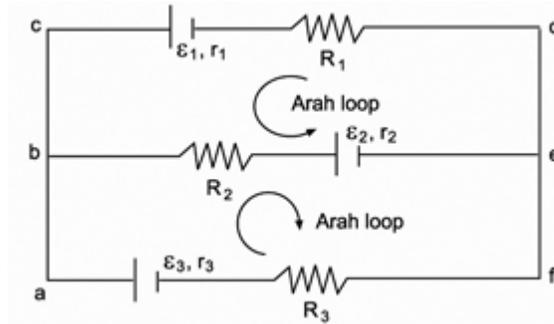
Kuat arus listrik I di atas dapat ditentukan dengan menggunakan Hukum II kirchhoff

$$\begin{aligned} \Sigma \varepsilon + \Sigma IR &= 0 \\ -\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + I(r_1 + r_2 + R) &= 0 \end{aligned}$$

Jika harga  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$ ,  $r_1$ ,  $r_2$  dan  $R$  diketahui maka dapat ditentukan harga  $I$

• **Rangkaian Dua Loop atau Lebih**

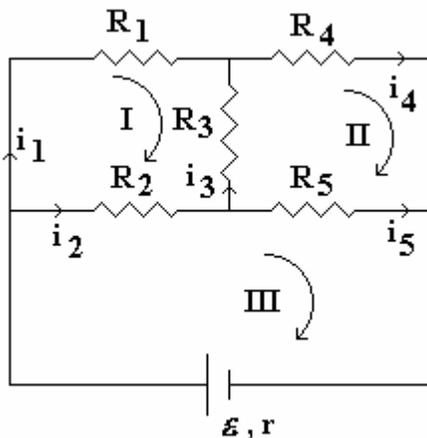
Rangkaian yang memiliki dua loop atau lebih disebut juga rangkaian majemuk. Langkah-langkah dalam menyelesaikan rangkaian majemuk ini sangat penting untuk diperhatikan.



Langkah-langkah umum untuk menyelesaikan rangkaian listrik majemuk :

- 1) menggambar rangkaian listriknya
- 2) menetapkan arus (simbol dan arah) dalam setiap cabang yang penting
- 3) menyederhanakan sistem susunan seri dan paralel jika mungkin
- 4) menetapkan loop berikut arahnya pada setiap rangkaian tertutup
- 5) menulis setiap persamaan setiap loop sesuai hukum II Kirchhoff
- 6) menulis persamaan arus tiap percabangan sesuai hukum I Kirchhoff
- 7) menghitung persamaan dengan teliti

**Contoh Penerapan Hukum II Kirchhoff .**



Pada loop I :  $i_1 R_1 + I_3 R_3 - I_2 R_2 = 0$ .....( 1 )

Pada loop II :  $i_4 R_4 - i_3 R_3 - i_5 R_5 = 0$ .....( 2 )

Pada loop III ;  $i_2 R_2 + i_5 R_5 + i.r_d = \epsilon$ .....( 3 )

**Hukum I Kirchoff**

Pada titik A :  $I = I_1 + i_2$ .....( 4 )

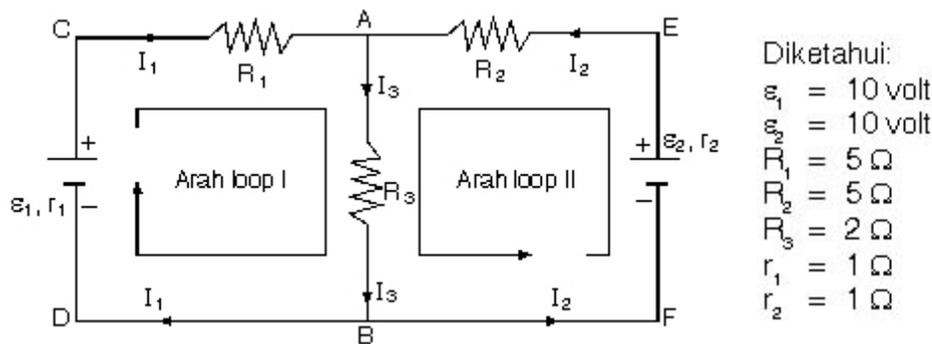
Pada titik D :  $I_4 + I_5 = i$ .....( 5 )

Pada titik C :  $I_2 + I_3 = i_5$ .....( 6 )

Dengan 6 buah persamaan di atas, dapat dihitung  $i_1 ; i_2 ; i_3 ; i_4 ; i_5$  dan  $i$  .

**Contoh Soal :**

Perhatikanlah gambar rangkaian listrik berikut:



Ditanyakan:

- a. Kuat arus listrik yang mengalir dalam rangkaian ( $I_1, I_2,$  dan  $I_3$ ).
- b. Beda potensial antara A dan B ( $V_{AB}$ ).

**Penyelesaian :**

a. Di titik simpul A:

$$\sum I_{\text{masuk}} = \sum I_{\text{keluar}}$$

$$I_1 + I_2 = I_3 \text{ atau } I_1 = I_3 - I_2 \text{ atau } I_2 = I_3 - I_1 \dots\dots\dots(1)$$

Untuk loop I atau loop C-A-B-D-C:

$$\sum \epsilon + \sum IR = 0$$

$$\epsilon_1 + (r_1 + R_1) I_1 + I_3 R_3 = 0$$

$$-10 + I_1 (1 + 5) + I_3 \cdot 2 = 0$$

$$-10 + 6 I_1 + 2 I_3 = 0 \dots\dots\dots(\text{persamaan 2})$$

Untuk loop II atau loop F-E-A-B-F:

$$\sum \epsilon + \sum IR = 0$$

$$\epsilon_2 + I_2 (r_2 + R_2) + I_3 R_3 = 0$$

$$-10 + I_2 (1 + 5) + I_3 \cdot 2 = 0$$

$$-10 + 6 I_2 + 2 I_3 = 0 \dots\dots\dots(\text{persamaan -3})$$

Substitusi persamaan (1) dan (2):

$$\begin{aligned}
-10 + 6 I_1 + 2 I_3 &= 0 \quad \dots I_1 = I_3 - I_2 \\
-10 + 6 (I_3 - I_2) + 2 I_3 &= 0 \\
-10 + 6 I_3 - 6 I_2 + 2 I_3 &= 0 \\
-10 - 6 I_2 + 8 I_3 &= 0 \dots\dots\dots(\text{persamaan } -4)
\end{aligned}$$

Eliminasikan persamaan 3 dan 4:

$$\begin{array}{r}
-10 + 6 I_2 + 2 I_3 = 0 \\
-10 - 6 I_2 + 8 I_3 = 0 \\
\hline
+ \\
-20 + 10 I_3 = 0 \\
10 I_3 = 20 \\
I_3 = 2 \text{ Ampere.}
\end{array}$$

$I_3 = 2 \text{ A}$  ke persamaan (2):

$$\begin{aligned}
-10 + 6 I_1 + 2 (2) &= 0 \\
6 I_1 &= 6
\end{aligned}$$

$$I_1 = 1 \text{ Ampere}$$

$$I_2 = I_3 - I_1 = 2 - 1 = 1 \text{ Ampere.}$$

Jadi arus listrik pada cabang rangkaian B-D-C-A yaitu  $I_1 = 1 \text{ A}$ .

Arus listrik pada cabang rangkaian B-F-E-A yaitu  $I_2 = 1 \text{ A}$ .

Arus listrik pada cabang rangkaian A-B yaitu  $I_3 = 2 \text{ A}$ .

{Semua harga  $I_1$ ,  $I_2$  dan  $I_3$  bertanda positif (+), berarti arah pemisalan yang telah kita tentukan yaitu arah I sesuai}.

b. Besar beda potensial antara A dan B ( $V_{AB}$ ) dapat melalui tiga cara

- untuk lintasan yang menempuh jalan A – B (langsung),
- melalui A-C-D-B
- melalui A-E-F-B

Untuk jalan A-B (langsung):

$$\begin{aligned}
V_{AB} &= \sum \varepsilon + \sum I.R \\
&= 0 + I_3 (R_3) \\
&= 0 + 2 (2) \\
V_{AB} &= +4 \text{ Volt}
\end{aligned}$$

Untuk melalui A-C –D-B:

$$\begin{aligned}
V_{AB} &= \sum \varepsilon + \sum I.R \\
&= + \varepsilon_1 - I_1 (R_1 + r_1) \\
&= + 10 - 1 (5 + 1) \\
&= + 10 - 6 = +4 \\
\text{Jadi } V_{AB} &= +4 \text{ Volt}
\end{aligned}$$

Untuk jalur A-E-F-B:

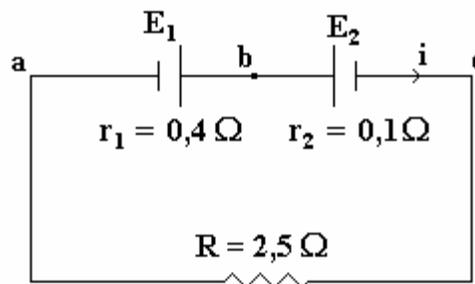
$$\begin{aligned}
 V_{AB} &= \sum \varepsilon + \sum I.R \\
 &= +\varepsilon_2 - I_2 (R_2 + r_2) \\
 &= +10 - 1 (5 + 1) \\
 &= +10 - 6 = +4 \\
 V_{AB} &= +4 \text{ volt}
 \end{aligned}$$

Jadi  $V_{AB} = +4$  volt, analog dengan itu didapat  $V_{BA} = -4$  volt

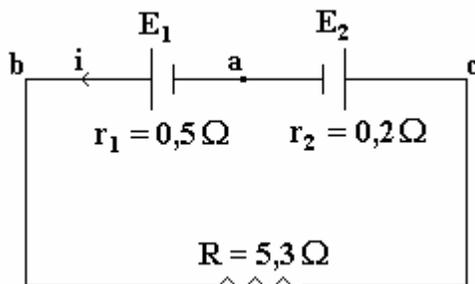
### Latihan Soal:

#### Kerjakan penyelesaiannya di buku latihanmu!

- Dua baterai mempunyai potensial masing-masing 25 volt dan 10 volt. Hambatan dalam masing-masing baterai adalah 0,4 ohm dan 1 ohm, kedua baterai tersebut dihubungkan seri dengan hambatan  $R = 2,5$  ohm, seperti terlihat pada gambar dibawah ini. Tentukanlah :
  - Arus  $I$  pada rangkaian.
  - Misalkan potensial di  $a = 0$ , cari potensial relatif di  $b$  dan  $c$ .
  - Hitung beda potensial antara titik-titik  $a$  dan  $b$ ,  $b$  dan  $c$ ,  $c$  dan  $a$ .

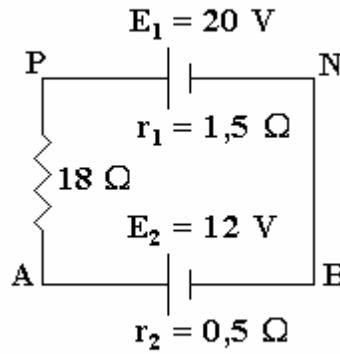


- Dua baterai dengan emf 20 volt dan 8 volt dan hambatan dalamnya 0,5 ohm dan 0,2 ohm dihubungkan seri dengan hambatan  $R = 5,3$  ohm ( lihat gambar ! )
  - Hitung arus pada rangkaian tersebut.
  - Misalkan potensial di  $a = 0$  hitung potensial relatif di titik-titik  $b$  dan  $c$ .
  - Berapa beda potensial  $V_{ab}$ ,  $V_{bc}$  dan  $V_{ca}$  ?

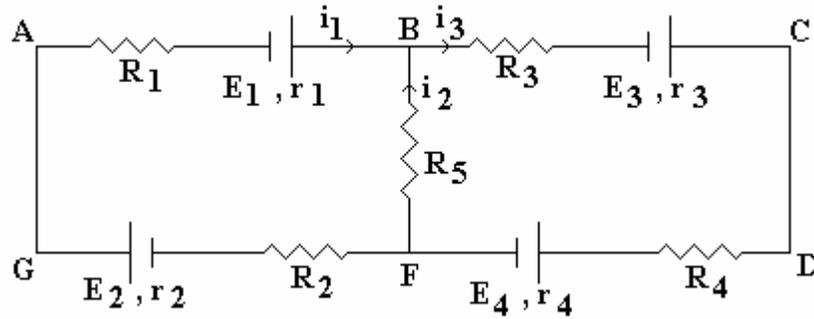


- Ditentukan dua elemen masing-masing dengan GGL 20 volt dan 12 volt dan hambatan dalamnya 1,5 ohm dan 0,5 ohm di rangkai dengan hambatan 18 ohm seperti pada denah di bawah ini. Tentukanlah :

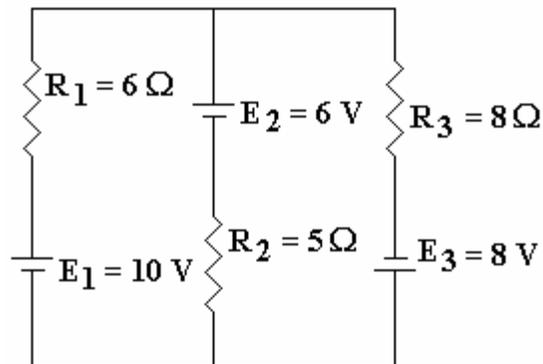
- a. Tegangan jepit antara P dan N  
 b. Tegangan jepit antara A dan B



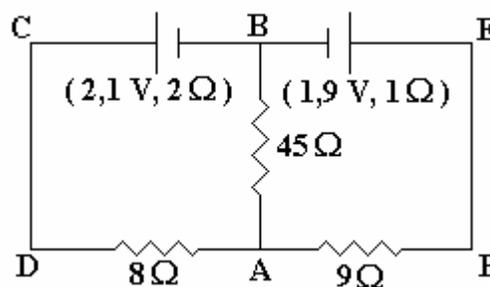
4. Jika di ketahui :  $r_1 = 0,5 \text{ ohm}$  ;  $R_1 = 1,5 \text{ ohm}$  ;  $r_2 = 1 \text{ ohm}$  ;  $R_2 = 2 \text{ ohm}$  ;  $E_1 = 2 \text{ V}$  ;  
 $E_2 = 1 \text{ V}$  ;  $E_3 = 1,5 \text{ V}$  ;  $E_4 = 2,5 \text{ V}$  ;  $R_5 = 2 \text{ ohm}$  ;  $r_3 = 0,5 \text{ ohm}$  ;  $R_3 = 1 \text{ ohm}$  ;  
 $r_4 = 1 \text{ ohm}$   $R_4 = 2 \text{ ohm}$ . Hitunglah  $I_1$ ,  $I_2$  dan  $I_3$ .



5. Pada gambar di samping. Hitunglah besar tentukan arah dari  $I_1$ ,  $I_2$  dan  $I_3$  ?

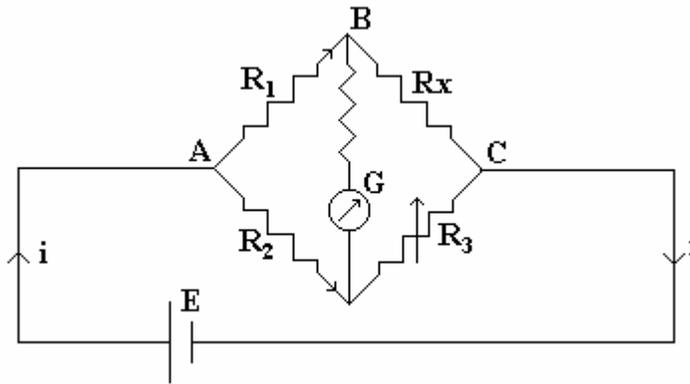


6. Hitunglah  $V_{ab}$



## 9. Prinsip Jembatan Wheatstone

Prinsip Jembatan Wheatstone dipakai untuk mengukur besar tahanan suatu penghantar.



Jembatan wheatstone terdiri dari empat tahanan disusun segi empat dan Galvanometer.

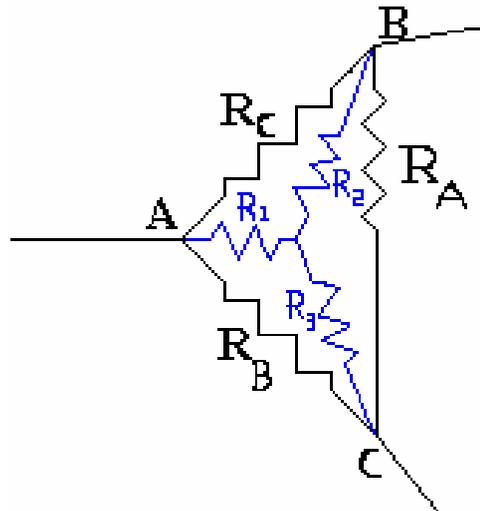
- $R_1$  dan  $R_2$  biasanya diketahui besarnya.
- $R_3$  tahanan yang dapat diatur besarnya sehingga tidak ada arus yang mengalir lewat rangkaian B-C-G (Galvanometer).
- $R_X$  tahanan yang akan diukur besarnya.

Bila arus yang lewat  $G = 0$ , maka :

$$R_X \cdot R_2 = R_1 \cdot R_3$$

$$R_X = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_2}$$

Jika ternyata dijumpai  $R_X \cdot R_2 \neq R_1 \cdot R_3$  maka digunakan metode transformasi  $\Delta \leftrightarrow Y$ .



Susunan resistor bentuk delta ( $\Delta$  atau TT) dapat ditransformasikan ke bentuk Bintang (Y atau T)

Rumus equivalensi dari bentuk delta ke bentuk bintang, sebagai berikut :

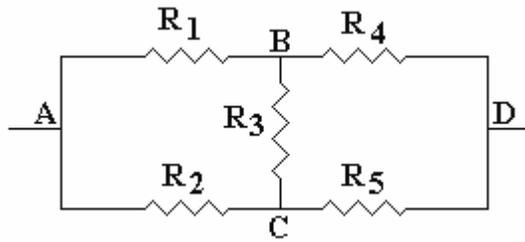
$R_1 = \frac{R_B \cdot R_C}{R_A + R_B + R_C}$
$R_2 = \frac{R_A \cdot R_C}{R_A + R_B + R_C}$
$R_3 = \frac{R_A \cdot R_B}{R_A + R_B + R_C}$

Sebaliknya rumus equivalensi dari bentuk bintang (Y) ke bentuk delta ( $\Delta$ ), sebagai berikut :

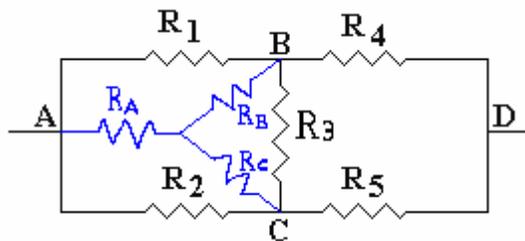
$R_A = \frac{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_3}{R_1}$
$R_B = \frac{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_3}{R_2}$
$R_C = \frac{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_3}{R_3}$

**Perhatikan contoh berikut.**

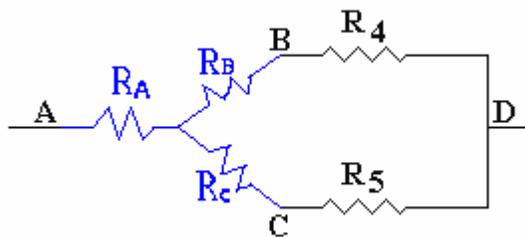
Rangkaian ini tidak dapat diselesaikan dengan hukum Ohm maupun jembatan Wheatstone dengan asumsi bahwa  $R_3$  tetap dialiri arus listrik artinya  $R_1 \cdot R_5 \neq R_2 \cdot R_4$



Langkah berikutnya adalah mengubah salah satu bentuk  $\Delta$  (boleh  $\Delta$  ABC atau  $\Delta$  BCD) menjadi bentuk Y. Misalkan dipilih  $\Delta$  ABC. Sebagai berikut.



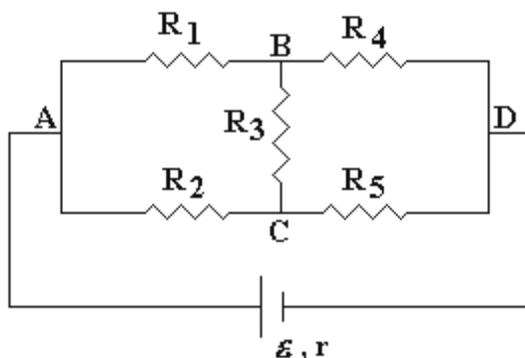
Dengan demikian  $R_1$ ,  $R_2$ , dan  $R_3$  sudah ditiadakan sehingga rangkaian berubah menjadi sebagai berikut.



Akhirnya dapat diselesaikan dengan menghitung seri hambatan  $R_B$  dengan  $R_4$  dan  $R_C$  dengan  $R_5$ . Kedua hasil seri tersebut diparalel dan hasilnya diseri dengan  $R_A$ .

**Latihan**

**Kerjakan soal-soal berikut di buku latihanmu!**



Bila  $R_1 = R_5 = 3$  ohm, dan  $R_3 = 5$  ohm serta  $R_4 = R_4 = 4$  ohm hitunglah hambatan totalnya

## C. Energi dan Daya Listrik

### 1. Energi Listrik

Bila pada ujung-ujung suatu kawat penghantar yang hambatannya  $R$  terdapat beda potensial  $V$ , maka di dalamnya mengalir arus sebesar  $I = V/R$ . Untuk mengalirkan arus ini sumber arus mengeluarkan energi. Sebagian dari energi ini berubah menjadi kalor yang menyebabkan kawat penghantar menjadi panas. Hal ini terjadi karena electron-elektron bebas dalam kawat atom-atom kawat yang dilaluinya. Berdasar pada hasil percobaan J.P. Joule, besarnya kalor yang timbul ditentukan oleh factor-faktor :

1. besarnya hambatan kawat yang dilalui arus
2. besarnya arus yang mengalir
3. waktu atau lamanya arus mengalir

Besarnya energi yang dikeluarkan oleh sumber arus untuk mengalirkan arus listrik adalah :  $W = V I t$

dimana :  $V$  dalam Volt

$i$  dalam ampere dan

$t$  dalam detik atau sekon

Karena  $V = I R$

maka  $W = I^2 R t$

Karena  $I = V/R$

Maka  $W = \frac{V^2}{R} t$

Apabila semua energi listrik berubah menjadi kalor, maka banyaknya kalor yang timbul  $W = 0,24 I^2 R t$  kalori

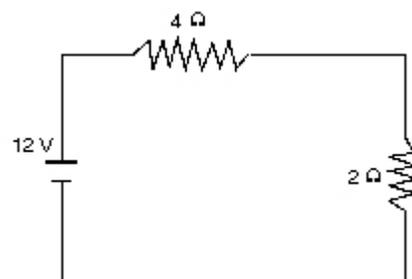
dimana  $1 \text{ kalori} = 4,2 \text{ joule}$

$1 \text{ joule} = 0,24 \text{ kalori}$

#### Contoh :

Berdasarkan rangkaian di samping tentukan

- a. Energi listrik yang dibangkitkan oleh baterai selama 1 menit.



**b.** Energi listrik yang berubah menjadi panas pada  $R = 4 \text{ ohm}$  selama 1 menit.

Diket:  $V = 12 \text{ V}$   
 $R_2 = 4 \text{ ohm}$   
 $R_2 = 2 \text{ ohm}$   
 $t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ sekon}$

Ditanyakan :

- a.  $W = \dots? t = 60 \text{ s}$   
b.  $W_1 \dots? R_1 = 4 \text{ ohm} \dots?$

Jawab :

a.  $W = \frac{V^2}{(R_1 + R_2)} \cdot t = \frac{(12)^2}{(4+2)} \cdot 60$   
 $W = 1440 \text{ Joule}$

b.  $I = \frac{V}{(R_1 + R_2)} = \frac{12}{4+2} = 2 \text{ A}$   
 $W_1 = (I^2) \cdot R_1 \cdot T = (2)^2 \cdot (4) \cdot (60)$   
 $W_1 = 960 \text{ Joule}$

## 2. Daya Listrik

Daya suatu alat listrik adalah usaha yang dilakukan alat itu tiap detik. Usaha yang dilakukan oleh sumber tegangan sama dengan energi yang dikeluarkan sumber tegangan tersebut.

Jadi daya suatu alat listrik = usaha yang dilakukan atau  $P = W / t$   
waktu

Karena  $W = V \cdot i \cdot t$

maka :  $P = Vit / t$

$$P = V \cdot i$$

Atau :  $P = I^2 R \cdot t / t$

$$P = I^2 R$$

atau :  $P = \frac{V^2}{R} t / t$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

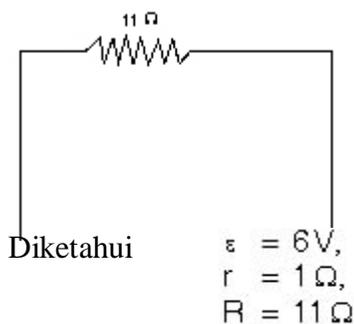
Satuan daya = volt Ampere

= Joule / detik atau watt

**Contoh :**

Berdasarkan gambar di samping, Tentukan:

- a. Daya listrik yang dibangkitkan oleh baterai.
- b. Daya disipasi (daya yang berubah jadi panas) pada hambatan 11 ohm



- Ditanyakan :
- a. Daya yang di bangkitkan baterai,  $P_{\epsilon} = \dots$
  - b. Daya pada hambatan  $11\Omega$ ,  $P_r = \dots$

Jawab :

- a.  $I = \frac{\epsilon}{r+R} = \frac{6}{1+11} = 0,5 A$   
 $P_{\epsilon} = (I)^2 (r + R) = (0,5)^2 \cdot (12) = 3 \text{ Watt}$
- b.  $P_r = (I)^2 (R) = (0,5)^2 \cdot (12) = 2,75 \text{ Watt}$

### 3. Kilo Watt Jam (KWh) sebagai Satuan Energi Listrik

Dalam kehidupan sehari-hari satuan daya watt sekon terlalu kecil sehingga lazim digunakan satuan yang lebih besar yaitu : kilo watt jam (KWh).

Sebuah lampu dari 100 watt yang dinyalakan selama 10 jam menggunakan tenaga listrik sebesar 1 kilo watt jam atau 1 KWh. Meteran listrik dirumah tangga sudah ditera menggunakan satuan KWh untuk pemakaian listrik. Petugas tinggal mencatat data tersebut setiap bulannya. Selisih catatan pemakaian energi bulan ini dikurangi catatan pemakaian energi bulan lalu adalah jumlah energi yang digunakan , bila dikali dengan taris listrik per KWh menjadi biaya yang harus dibayarkan pelanggan kepada PLN.

#### 4. Hukum-hukum Faraday

##### a. Hukum I Faraday

Hukum I Faraday berbunyi sebagai berikut.

“Massa zat yang diendapkan selama proses elektrolisa sebanding dengan jumlah muatan listrik yang melalui larutan itu”

$$m = z \cdot q$$

atau

$$m = z \cdot I \cdot t$$

$m$  = massa zat yang diendapkan.

$q = I \cdot t$  = jumlah muatan listrik yang melalui larutan.

$z$  = tara Kimia listrik zat, yaitu massa zat yang dipisahkan oleh muatan 1 coulomb selama proses elektrolisa satuan kg/coulomb.

##### b. Hukum II Faraday

Hukum II faraday berbunyi sebagai berikut.

“ Massa sebagai zat yang dipisahkan oleh suatu arus listrik pada proses elektrolisa berbanding lurus dengan tara kimia listrik masing-masing “ .

Misalkan zat A dan B bersama-sama dipisahkan oleh suatu arus listrik yang besarnya sama dan dalam waktu yang sama pula, maka :

$$m_A : m_B = Z_A ; Z_B$$

AR = massa atom relatif;  $v$  = valensi atom

AR/ $v$  = berat ekivalen

$$Z_A : Z_B = \frac{AR_A}{v_A} : \frac{AR_B}{v_B}$$

#### Latihan

##### Kerjakan di buku Latihanmu!

1. Hitung usaha dan daya rata-rata yang diperlukan untuk memindahkan muatan 96.000 coulomb dalam waktu 1 jam pada beda potensial 50 volt.

2. Kuat arus yang sebenarnya 5 ampere mengalir dalam konduktor yang mempunyai hambatan 20 ohm dalam waktu 1 menit. Tentukanlah :
  - a. Besar energi listriknya.
  - b. Besar daya listriknya.
3. Sebuah tungku listrik yang mempunyai daya 300 watt hanya dapat dipasang pada beda tegangan 120 volt. Berapa waktu yang diperlukan untuk mendidihkan 500 gram air dari 28 °C sampai pada titik didih normalnya. Kalor jenis air = 1 kalori per gram °C.
4. Kawat penghantar dengan hambatan total 0,2 ohm menyalurkan daya 10 KW pada tegangan 250 volt, menuju pada sebuah pabrik mini. Berapa efisiensi dari transmisi tersebut.
5. Sebuah Voltmeter yang mempunyai hambatan 1000 ohm dipergunakan untuk mengukur potensial sampai 120 volt. Jika daya ukur voltmeter = 6 volt, berapa besar hambatan multiplier agar pengukuran dapat dilakukan?
6. Sebuah galvanometer dengan hambatan 5 ohm dilengkapi shunt agar dapat digunakan untuk mengukur kuat arus sebesar 50 ampere. Pada 100 millivolt jarum menunjukkan skala maksimum. Berapa besar hambatan shunt tersebut.
7. Dalam larutan perak nitrat dialirkan arus 4 amper. Jika tara kimia listrik  $Ag = 1,12 \text{ mg/c}$ , berapa mg perak yang dipisahkan dari larutan selama dialiri arus 50 detik.
8. Arus listrik 10 ampere dialirkan melalui larutan  $CuSO_4$ . Berapa lama diperlukan untuk memperoleh 50 gram tembaga murni. massa atom relative Cu = 63,5 Cu bervalensi 2.
9. Arus tetap sebesar 5 ampere mengendapkan seng pada katoda yang massanya 3,048 gram pada aliran arus selama 30 menit. Tentukan massa atom seng bila valensi seng = 2.
10. Dua batang kawat terbuat dari perak dan platina dihubungkan secara seri. Kawat perak panjangnya 2 meter, penampangnya  $0,5 \text{ mm}^2$ , hambatan jenisnya  $1,6 \cdot 10^{-8}$  ohm meter. Sedangkan kawat platina panjang 0,48 m. Penampangnya  $0,1 \text{ mm}^2$  dan hambatan jenisnya  $4 \cdot 10^{-8}$  ohm meter. Hitung berapa kalori panas yang timbul pada kawat platina, jika ujung-ujung rangkaian tersebut diberi tegangan 12 volt selama 1 menit.

## D. Penerapan Listrik AC dan DC dalam Kehidupan Sehari-hari

### 1. Pemasangan Jaringan Transmisi Listrik AC di Jalan

Dari pembangkit listrik menuju ke pelanggan yaitu rumah tinggal, pertokoan, industri maupun instansi. Arus listrik DC dikirim/ditransmisikan melalui sistem jaringan bertegangan tinggi.. Sistem tegangan tinggi dipilih dan bukan sistem arus tinggi sebab berkaitan dengan luas penampang penghantar.

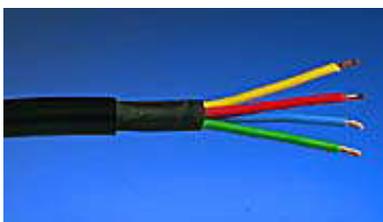


Gambar 32. Jaringan transmisi listrik AC bertegangan tinggi

Menurut hukum Ohm  $V = I R$  bila dipilih arus tinggi dengan menjaga tegangan konstan,  $I = \frac{V}{R}$

maka  $R$  harus sekecil-kecilnya. Sedangkan  $R = \frac{\rho \cdot l}{A}$ , bila  $R$  sekecil-kecilnya memerlukan luas

penampang  $A$  sebesar-besarnya. Berarti perlu kabel kawat tembaga berpenampang besar, dan



Gambar 33. Kabel tembaga memiliki hambatan berbanding terbalik dengan penampangnya

kabel seperti itu sangat berat ( $w = m \cdot g$ ) untuk dibentangkan, serta mahal biaya produksinya.

Sedangkan bila dipilih tegangan tinggi dengan menjaga arus konstan,  $V = I \cdot R$  maka  $R$  harus

sebesar-besarnya. Sedangkan  $R = \frac{\rho \cdot l}{A}$ , bila  $R$

sebesar-besarnya memerlukan luas penampang  $A$  penghantar sekecil-kecilnya. Berarti cukup

perlu kabel kawat tembaga berpenampang kecil, dan kabel seperti itu ringan untuk dipasang dan dibentangkan dari satu tiang ke tiang berikutnya, serta murah biayanya.

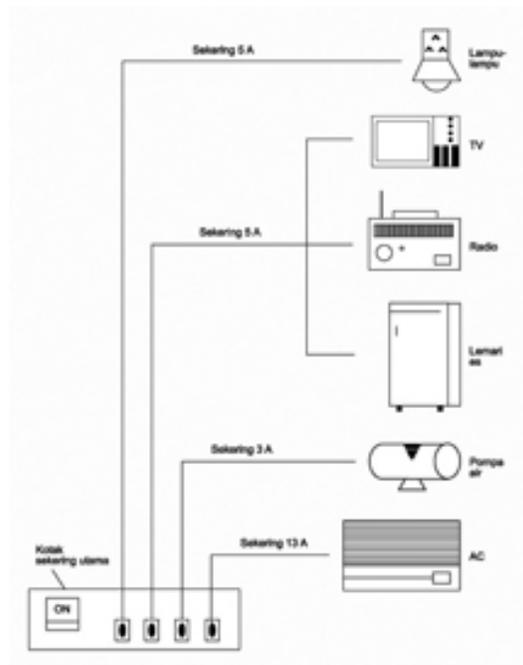


Gambar 34. Kabel transmisi listrik AC tegangan tinggi memiliki penampang tidak terlalu besar sehingga mudah dipasang dan dibentangkan oleh para pekerja.

## 2. Pengamanan Jaringan Listrik AC dalam Rumah

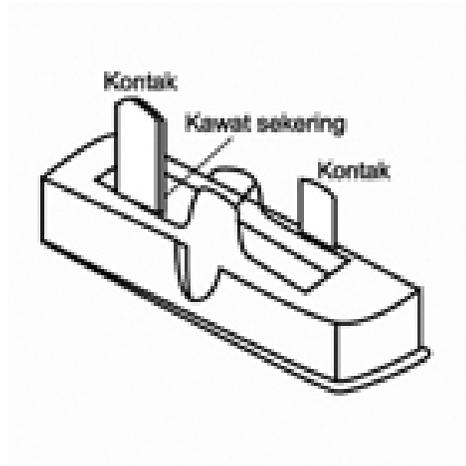
Pemakaian daya listrik jaringan listrik AC (arus bolak-balik) di rumah atau di kantor dibatasi oleh pemutus daya yang dipasang bersama dengan KWh meter. Pemutus daya tersebut memiliki spesifikasi arus tertentu: 2A, 4A, 6A, 10A, 15A. Pemutusan daya 2A digunakan untuk membatasi pemakaian 440 W, pemutusan daya 6A digunakan untuk membatasi pemakaian daya  $220 \times 6 = 1320$  Volt dan seterusnya.

Jika arus listrik melebihi ketentuan maka dengan adanya pemutusan daya secara otomatis akan menurunkan saklar. Untuk keamanan pada alat-alat listrik rumah tangga biasanya pada masing-masing alat dipasang sekering (fuse) seperti ditunjukkan gambar 32.

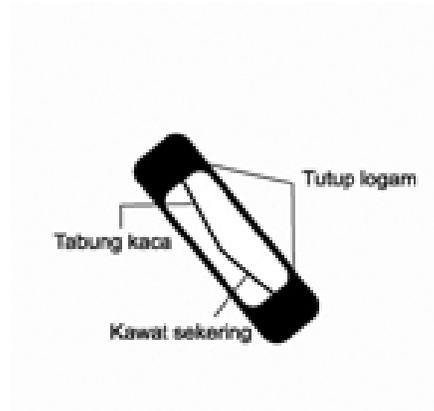


Gambar 35. Sekering sebagai pengaman

Pemasangan sekering pada alat listrik untuk mengantisipasi adanya arus yang tiba-tiba membesar yang memungkinkan alat listrik dapat rusak atau terbakar. Dengan adanya sekering, jika arus tiba-tiba membesar maka sekering akan putus dan alat listrik tidak rusak. Sekering di pasaran memiliki nilai tertentu yaitu: 3 A, 5 A, 13 A, 15 A. Bentuk sekering digambarkan pada gambar 33.



(a)



(b)

Gambar 36. a) Sekering tipe kawat b) Sekering tipe peluru

**Contoh :**

Sebuah pembersih vakum memiliki spesifikasi 440 W/220 V. Jika nilai sekering yang ada 3 A, 5 A, 13 A dan 15 A. Sekering mana yang harus dipilih?

**Penyelesaian :**

Diketahui :

$$P = 440 \text{ W}$$

$$V = 220 \text{ V}$$

Nilai sakering 3 A, 5 A, 13 A dan 15 A

Ditanyakan: Sekering mana yang dipilih?

Jawab :  $P = V I$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{440}{220}$$

$$I = 2\text{A}$$

Sekering yang digunakan adalah 3A

### 3. Pemakaian Alat-alat Rumah Tangga



Pernahkah Anda melihat teko listrik? yaitu suatu alat yang dipergunakan untuk memasak air. Teko listrik ini merupakan salah satu contoh alat yang merubah energi listrik menjadi kalor. Alat lain sejenis itu diantaranya rice cooker, kompor

Gambar 37. Teko Listrik

Alat lain sejenis itu diantaranya rice cooker, kompor listrik, solder listrik, setrika listrik, dan lain-lain. Jika  $m$  massa air yang dipanaskan dan  $c$  kalor jenis air serta  $\Delta T$  perubahan suhu, maka energi listrik sebesar  $W = P \cdot t$  akan berubah menjadi kalor  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$  (dalam hal ini kita mengabaikan kapasitas kalor teko).

Hubungan antara  $W$  dan  $Q$  tersebut kita tuliskan:

**Contoh :**

Sebuah teko listrik 400 watt / 220 volt digunakan untuk memanaskan 1 kg air yang kalor jenisnya 4200 J/kg  $^{\circ}\text{C}$  pada suhu 20  $^{\circ}\text{C}$ . Berapakah suhu air setelah dipanaskan selama 2 menit?

Diketahui:  $P = 400 \text{ W}$ ,  $V = 220 \text{ V}$   
 $t = 2 \text{ menit} = 120 \text{ s}$   
 $m = 1 \text{ kg}$   
 $c = 4200 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C}$   
 $t_1 = 20 \text{ } ^{\circ}\text{C}$

Ditanyakan:  $t_2 = \dots\dots$

Jawab :  $P \cdot t = m \cdot c \cdot \Delta t$   
 $400 \times 120 = 1 \times 4200 \times (t_2 - 20)$   
 $t_2 = 31,43 \text{ } ^{\circ}\text{C}$

#### 4. Daya Listrik Sesungguhnya pada Alat Listrik

Pada alat listrik rumah tangga umumnya tertulis spesifikasi daya dan tegangannya. Sebagai contoh pada lampu pijar tertulis 60 W/220 V, artinya lampu pijar tersebut akan memiliki daya 60 Watt jika terpasang pada tegangan 220 Volt, dikatakan lampu menyala normal, jika lampu pijar terpasang pada tegangan lebih kecil dari 220 Volt lampu akan meredup, sebaliknya jika lampu terpasang pada tegangan lebih besar dari 220 Volt, maka lampu akan menyala lebih terang. Tegangan 220 V pada alat listrik tersebut merupakan tegangan efektif. Pada bohlam 24 W/ 12 V, tegangan 12 V

maksimum, karena sumbernya berasal dari arus DC. Daya sesungguhnya yang digunakan oleh suatu alat listrik memenuhi persamaan:

$$P_2 = \frac{(V_1)^2}{(V_2)^2} \cdot P_1$$



Gambar 38. Berbagai macam lampu

**Contoh :**

Lampu pijar memiliki spesifikasi 40 watt / 220 volt. Berapakah daya yang terpakai pada lampu jika dipasang pada tegangan 110 volt?

**Penyelesaian :**

Diketahui:  $P_1 = 40 \text{ W}$

$V_1 = 220 \text{ W}$

$V_2 = 110 \text{ W}$

Ditanyakan :  $P_2 = \dots?$

Jawab :

$$\begin{aligned} P_2 &= \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^2 \cdot P_1 \\ &= \left( \frac{110}{220} \right)^2 \cdot (40) \\ P_2 &= 10 \text{ watt} \end{aligned}$$

**5. Penerapan Hukum Ohm pada Alat Listrik**

Coba kamu perhatikan bola lampu di rumah! Bila bola lampu diberi tegangan (V), apa yang terjadi? Yang terjadi adalah arus mengalir melalui filamen, sehingga bola lampu menyala. Tegangan yang diberikan pada suatu alat listrik seperti bola lampu harus disesuaikan dengan tegangan yang seharusnya diperuntukkan bagi alat tersebut. Jika lampu 220 V diberi tegangan 110 V, filamen lampu akan dialiri oleh arus yang lebih kecil dari yang seharusnya sehingga lampu 220 V tersebut, menyala redup. Sebaliknya jika lampu 110 V diberi tegangan 220 V,

filamen lampu akan dialiri oleh arus yang terlalu besar dari yang seharusnya sehingga lampu 110 V filamennya terbakar.

Jadi suatu alat listrik harus sesuai antara tegangan yang ada di rumah dan tegangan yang tercantum di alat listrik tersebut.

## 6. Hubungan Antara Joule dengan KWh pada Penggunaan Energi Listrik

Dalam kehidupan sehari-hari satuan daya watt sekon terlalu kecil sehingga lazim digunakan satuan yang lebih besar yaitu kilo watt jam (KWh). Penggunaan energi listrik di rumah tangga diukur dengan menggunakan satuan kilowatt jam atau kilowatt hour disingkat KWh dimana  $1 \text{ KWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$

Sebuah lampu dari 100 watt yang dinyalakan selama 10 jam menggunakan tenaga listrik sebesar 1 kilo watt jam atau 1 kwh. Persamaan yang digunakan untuk menghitung penggunaan energi listrik tiap hari adalah

$$W = P \cdot t \quad \text{dalam satuan KWh}$$

Untuk beberapa alat listrik jumlah energi total yang digunakan adalah

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$$

Pemakaian energi listrik tiap bulan sebesar

$$W = P \cdot t \times 30 \text{ hari}$$

Biaya yang harus dibayarkan tiap bulannya =  $W \times \text{Tarif per KWh}$

## 6. Penerapan Listrik DC dalam Kehidupan Sehari-hari

Pemakaian listrik DC (arus searah) sebagai sumber tegangan banyak dipakai pada berbagai peralatan elektronik atau otomotif. Lap top, televisi, radio, tape recorder, kamera, dan peralatan lain sering menggunakan listrik DC sebagai *power supply*nya.

Arus listrik DC diperlukan untuk memfungsikan rangkaian komponen elektronika yang menginput arus lemah. Untuk keperluan itu penggunaan adaptor sebagai pengubah sekaligus memperkecil tegangan arus AC menjadi arus DC sangat mutlak diperlukan

Di dalam computer, televise, tape, tadio yang memakai sumber arus listrik AC dari stop kontak PLN, adaptor di dalam peralatan tersebut mengubah dan menyearahkan arus AC menjadi arus DC dengan tujuan komponen-komponen dalam peralatan tersebut tidak terbakar dan rusak.



Gambar 39. Komputer bias digunakan dan menyala sesudah dihubungkan dengan arus AC yang disearahkan oleh adaptor menjadi arus DC

Penggunaan baterai maupun accu pada berbagai peralatan yang harus berfungsi dan digunakan di luar rumah seperti mobil, sepeda motor, traktor mutlak perlu untuk starter atau penerangan kendaraan-kendaraan itu.



Gambar 40. Kendaraan untuk memanen gandum, lampu penerangan mobil di jalan memerlukan sumber energi listrik DC untuk menyalakannya

## Latihan

### **Kerjakan di buku latihanmu!**

1. Elemen pemanas 400 watt / 220 volt digunakan untuk memasak air sebanyak 1 kg dari suhu  $20^{\circ}\text{C}$  hingga mendidih pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ . Jika kalor jenis air  $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , berapakah lama air akan mendidih?
2. Sebuah TV berwarna 1000 W/220 V memerlukan sakering pengaman jika nilai sakering yang ada adalah 3 A, 5 A, 13 A, 15 A. Berapakah nilai sakering yang dipakai?
3. TV berwarna 600 watt / 220 volt tiap hari dinyalakan rata-rata selama 8 jam. Berapakah energi listrik yang terpakai oleh TV setiap hari?
4. Lampu pijar 100 watt / 250 volt dipasang pada tegangan 200 Volt. Berapa arus yang mengalir pada lampu?
5. Air terjun sebuah bendungan tingginya 100 meter memiliki debit aliran  $50 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Air terjun digunakan untuk memutar generator. Jika percepatan gravitasi  $10 \text{ ms}^{-2}$  dan massa jenis air  $1000 \text{ kgm}^{-3}$  serta 80 % energi air terjun berubah menjadi energi listrik. Berapakah daya listrik yang dihasilkan?

## Rangkuman

1. Kuat arus listrik dapat mengalir bila antara kedua ujung penghantar ada beda potensial. Alat ukur kuat arus listrik adalah amperemeter.
2. Beda potensial listrik antara dua titik adalah selisih potensial titik yang satu dengan titik lainnya. Alat ukur tegangan/beda potensial adalah voltmeter.
3. Kuat arus adalah jumlah muatan yang mengalir tiap satuan waktu, dirumuskan:

$$I = \frac{Q}{t}$$

$I$  = kuat arus listrik ( $\frac{\text{coulomb}}{\text{sekon}} = \text{ampere}$ )

$Q$  = muatan listrik (coulomb)

$t$  = waktu (sekon)

4. Arah arus listrik mengalir dari potensial tinggi (+) menuju ke potensial rendah (-). Arah arus elektron dari potensial rendah menuju ke potensial tinggi.
5. Besar kuat arus di dalam suatu penghantar sebanding dengan beda potensial. Hal ini dikenal sebagai hukum ohm.

$$I = \frac{V}{R}$$

6. Hambatan suatu penghantar pada suhu tertentu ditentukan oleh panjang ( $l$ ), hambatan jenis penghantar ( $\rho$ ) dan luas penampang kawat penghantar ( $A$ ), dirumuskan:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

7. Beberapa sumber tegangan searah yang dirangkai paralel tidak akan merubah besar tegangan total, namun hanya meningkatkan arus listrik yang masuk.
8. Bunyi hukum I Kirchhoff yaitu kuat arus listrik yang masuk ke suatu titik simpul sama dengan jumlah kuat arus listrik yang keluar dari titik simpul tersebut.

Persamaan Hukum I Kirchhoff yaitu:  $\Sigma I_{\text{masuk}} = \Sigma I_{\text{keluar}}$

$\Sigma$  dibaca 'sigma' artinya jumlah

$I_{\text{masuk}}$  = arus listrik masuk titik percabangan/simpul

$I_{\text{keluar}}$  = arus listrik keluar titik percabangan/simpul

9. Bunyi Hukum II Kirchhoff yaitu di dalam sebuah rangkaian tertutup, jumlah aljabar gaya gerak listrik ( $\varepsilon$ ) dengan penurunan tegangan ( $IR$ ) sama dengan nol.

$$\text{Dirumuskan : } \Sigma\varepsilon + \Sigma IR = 0$$

$\Sigma\varepsilon$  = jumlah GGL atau sumber arus listrik (baterai)

$I$  = arus listrik

$R$  = hambatan listrik

10. Besar energi  $W$  yang terjadi pada hambatan  $R$  yang dialiri arus  $I$  selama  $t$  adalah:

$$W = V I t = I^2 R t = \frac{V^2 t}{R}$$

11. Daya listrik adalah energi listrik tiap waktu. Besar daya listrik

$$P = \frac{W}{t} = VI = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

12. Satuan energi listrik dalam rumah tangga menggunakan satuan KWh (KiloWatt hour).

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

Biaya listrik adalah hasil kali energi listrik yang terpakai dengan tarif listrik.

13. Energi listrik  $W = P \cdot t = V I t =$  pada proses pemanasan akan berubah menjadi kalor  $Q = mc \Delta t$  ditulis:

$$W = Q$$

$$Pt = mc \Delta t$$

$$VIt = mc \Delta t$$

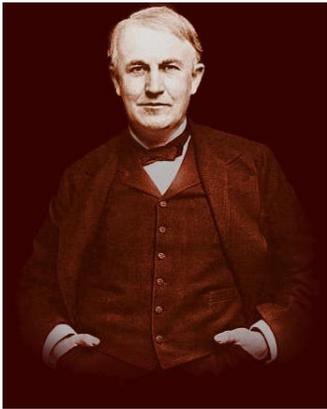
$$I^2 R t = mc \Delta t$$

14. Spesifikasi alat listrik dinyatakan dalam daya  $P$  dan tegangan  $V$ . Jika alat listrik memiliki spesifikasi  $P_1/V_1$  dipasang pada tegangan  $V_2$ , daya yang dipakai

$$P_2 = \frac{(V_1)^2}{(V_2)^2} \cdot P_1$$

---

## Info Tambahan



Thomas Alfa Edison itulah nama lengkap si jenius yang lahir pada tanggal 11 Februari 1847 di Milan, Ohio. Ia adalah anak paling bungsu. Setelah berumur 7 tahun, ia masuk sekolah. Tapi malang, tiga bulan kemudian ia dikeluarkan dari sekolah. Gurunya menilainya terlalu bodoh, tak mampu menerima pelajaran apa pun. sebenarnya Edison walaupun terbilang tidak pandai di sekolahnya tapi dia amat kritis dan gemar bertanya makanya oleh gurunya disebut "Edison, berotak udang". Maka Nancy Edison sang ibu memutuskan untuk mengajar sendiri anaknya yang cerdas tersebut apalagi ia juga punya latar belakang sebagai guru.

Diduga, sistem pengajaran pada masa itu, amat mementingkan hapalan, dan hal tersebut kurang cocok buat Edison yang cacat rungu tak heran jika ia dianggap bodoh oleh sang guru. Namun kekurangan tersebut, tak membuat Edison putus asa. Edison yang haus akan ilmu melahap buku apa saja yang tersedia. Anak ini sangat gemar membaca. Ia membaca berbagai jenis buku. Berjilid-jilid ensiklopedi dibacanya tanpa jemu. Ia juga membaca buku sejarah Inggris dan Romawi, Kamus IPA karangan Ure, dan Principia karangan Newton, dan buku Ilmu Kimia karangan Richard G. Parker.

Suatu saat, usai mempelajari buku *School of Natural Philosophy* karya RG Parker ( isinya petunjuk praktis untuk melakukan eksperimen di rumah) dan *Dictionary Of Science*, anak dan ibu memutuskan untuk membuat laboratorium kecil-kecilan di rumah. Disinilah karier Edison sebagai penemu berawal. Selain itu, ia juga anak yang sangat memahami kondisi ekonomi orangtuanya. Pada umur 12 tahun ia tak enggan jadi pengasong koran, kacang, permen, dan kue di kereta api. Sebagian keuntungannya diberikan kepada orang tuanya. Hebatnya, saat berjualan di dalam kereta api itu, ia gemar pula melakukan berbagai eksperimen.

Beranjak dewasa ia lalu bekerja sebagai telegrafis. Disini bakatnya sebagai penemu mulai terasah untuk mengatasi tantangan profesi. Mulanya berita-berita telegrafi dikirim berupa titik dan garis dalam kode morse. Lama kelamaan mesin penerima telegram menyampaikan berita dengan bunyi. Sudah tentu ini merepotkan Edison. Untuk menutupi keterbatasannya, selama enam tahun kariernya sebagai telegrafis, ia dipaksa untuk terus menyempurnakan pesawat telegrafi.

Setelah bertahun-tahun bereksperimen, Januari 1869 ia mulai mendapatkan kemajuan dalam menciptakan pesawat telegrafi dupleks, yang mampu mentransmisikan dua berita sekaligus dalam satu kabel, berikut printernya (untuk mengkonversikan sinyal listrik menjadi huruf). Edison kemudian mengambil langkah besar. Pada usia yang baru 21 tahun, memutuskan untuk menjadi inventor penuh. Ia kemudian hijrah ke New York City.

Tahun 1870 ia berhasil menciptakan stock ticker (pencatat harga saham dan emas) yang dijualnya seharga 40.000 dolar. Dari uang tersebut ia kemudian pindah ke Newark, New Jersey, disini dengan menampung sebanyak 150 pekerja ia memproduksi stock ticker dan alat-alat telegrafi lain. Dalam pekerjaan ini ia dibantu oleh Kruesi (ahli mesin) dan Charles Bachelor (ahli mekanik dan tukang gambar). Bachelor juga menjadi "telinga" buat Edison untuk projek-projek yang membutuhkan daya dengar. Bila konsep telah dituangkan dalam bentuk gambar, maka Kruesi si ahli mesin membuat modelnya.

Perusahaannya terus berkembang pesat seiring dengan penemuan-penemuannya kala itu seperti pena listrik dan mimeograf keduanya merupakan alat penting dalam industri mesin perkantoran masa itu.

Dari hasil tersebut ia menjadi kaya, usia 24 tahun ia menikah dengan Mary Stilwell salah seorang karyawatnya. Pada tahun 1876 mereka pindah ke Menlo Park masih di Kota New Jersey. Di kota inilah Edison mengalami puncak kreativitas. Ia berhasil menemukan alat relay yang bekerja berdasarkan tekanan, bukan magnet yang umum saat itu, untuk memvariasikan dan menyeimbangkan arus listrik. Akhir 1877 ia berhasil menciptakan transmiter dengan tombol karbon yang sampai saat ini masih dipakai pada speaker dan mikropon telephon.

Pada bulan Desember 1877 Edison berhasil menemukan alat yang cukup menghebohkan yaitu mesin pengubah sinyal suara kedalam bentuk tulisan morse yang diberi nama fonograf.



Namun penemuan lainnya yang paling terkenal dari Edison ini adalah Penemuan Lampu Pijar. Yang mana pada masa itu orang masih menggunakan lampu gas untuk penerangannya. Pada pertengahan Oktober 1879, saat ditemukan filamen karbon. Dalam percobaan pembuatan lampu pijar untuk sampai pada temuannya ini Edison telah menggabungkan 3000 teori yang telah diuji yang diringkas menjadi 2 teori saja, dalam eksperimennya Thomas Alfa Edison yang mengalami

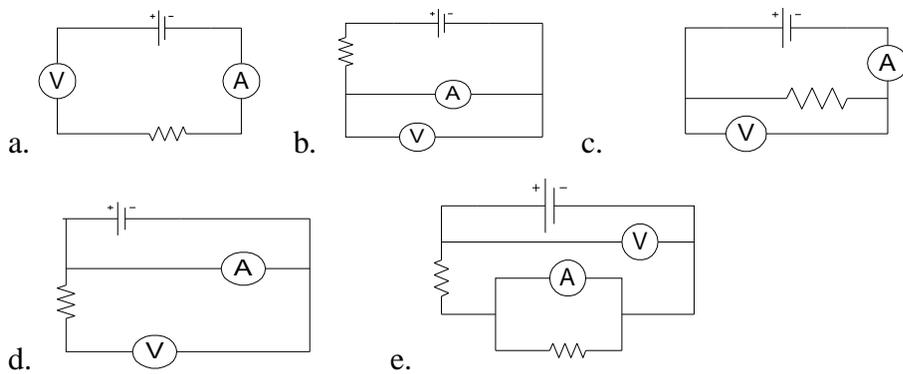
kegagalan sebanyak 9000 kali, bahkan ia berkata beruntung menemukan 8999 cara yang salah dalam membuat bola lampu. Pada waktu itu Edison berhasil mendirikan Edison Electric Light Company dengan dana penelitian sebesar 30.000 dolar. Seiring dengan penemuan lampu pijarnya tersebut ia juga berhasil mematenkan seluruh seluruh perangkat sistem yang diperlukan untuk memungkinkan penerangan tersebut seperti sakelar, dinamo, dan lain-lain. Dia bahkan merancang dan membangun sistem pusat pembangkit tenaga listrik yang pertama di dunia, pada September 1882.

### Soal Latihan Akhir Bab 8

#### Soal Pilihan Ganda

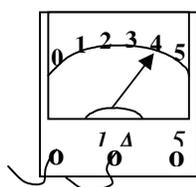
Pilihlah salah satu jawaban yang benar

1. Dari 5 rangkaian listrik berikut ini yang paling tepat untuk mengukur arus dan tegangan pada hambatan R adalah....



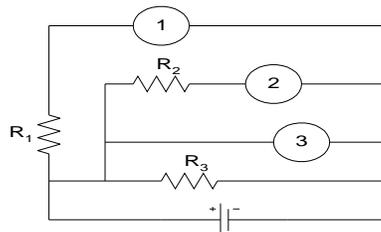
2. Pada voltmeter, jika tegangan 100 mV jarum menyimpang  $90^\circ$ . Jika jarum menyimpang  $27^\circ$ , maka tegangan yang terukur adalah...

- |            |             |
|------------|-------------|
| a. 3 mV    | d. 63 mV    |
| b. 24,3 mV | e. 333,3 mV |
| c. 30 mV   |             |



3. Hasil pengukuran kuat arus dengan ampere analog dinyatakan seperti gambar di atas. Tentukan kuat arus tersebut.
- 0,67 A
  - 0,8 A
  - 1,25 A
  - 1,5 A
  - 4 A
4. Sebuah Amperemeter akan digunakan untuk mengukur kuat arus 10 A. Padahal amperemeter hanya mampu mengukur sampai 2 A. Agar dapat digunakan, amperemeter perlu dipasang resistor shunt. Jika resistor amperemeter  $20 \Omega$ , berapa resistor shuntnya?
- $4 \Omega$
  - $5 \Omega$
  - $16 \Omega$
  - $20 \Omega$
  - $25 \Omega$

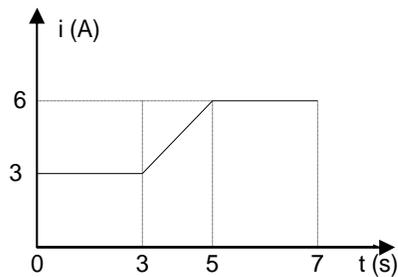
Gambar berikut untuk mengerjakan soal nomor 5 s.d nomor 8



5. Berdasarkan gambar di atas pemasangan Amperemeter yang benar ditunjukkan pada nomor...
- 1 dan 2
  - 2 dan 3
  - 1,2, dan 3
  - 2 saja
  - 3 saja
6. Berdasarkan gambar di atas pemasangan Voltmeter yang benar ditunjukkan pada nomor...
- 1 dan 2
  - 1 dan 3
  - 1,2 dan 3
  - 1 saja
  - 3 saja
7. Nama alat ukur dan kegunaan yang ditunjukkan nomor 3 adalah...
- Voltmeter, mengukur tegangan di  $R_2$  dan  $R_3$
  - Amperemeter, mengukur arus di ( $R_2$  dan alat ukur nomor 2) dan  $R_3$
  - Voltmeter, mengukur tegangan di ( $R_2$  dan alat ukur nomor 2) dan  $R_3$
  - Amperemeter, mengukur arus di  $R_2$  dan  $R_3$
  - Amperemeter, mengukur arus di  $R_1$ ,  $R_2$  dan  $R_3$

8. Nama alat ukur dan kegunaan yang ditunjukkan nomor 1 adalah...
- Amperemeter, mengukur arus di  $R_1$
  - Voltmeter, mengukur tegangan di  $R_1$
  - Voltmeter, mengukur arus di  $R_1$
  - Amperemeter, mengukur arus di  $R_2$  dan  $R_3$
  - Voltmeter, mengukur tegangan di  $R_2$  dan  $R_3$
9. Untuk memperbesar batas ukur maksimum sebuah Voltmeter dapat digunakan...
- Shunt yang dirangkai seri
  - Shunt yang dirangkai paralel
  - Multiplier yang dirangkai seri
  - Multiplier yang dirangkai paralel
  - Hambatan pengganda yang dirangkai secara paralel
10. Untuk memperbesar batas ukur maksimum sebuah Amperemeter dapat digunakan...
- Shunt yang dirangkai seri
  - Shunt yang dirangkai paralel
  - Multiplier yang dirangkai seri
  - Baterai yang dirangkai paralel
  - Hambatan pengganda yang dirangkai secara seri
11. Satuan kuat arus listrik adalah...
- ohm volt
  - coulomb/sekon
  - joule sekon
  - coulomb sekon
  - joule/sekon
12. Pernyataan di bawah ini benar, kecuali...
- Arus listrik mengalir dari titik berpotensi tinggi ke titik berpotensi rendah
  - Arus elektron mengalir dari titik berpotensi tinggi ke titik berpotensi rendah
  - Arus listrik mengalir dari kutub positif ke kutub negatif baterai
  - Arus elektron mengalir dari kutub negatif ke kutub positif baterai
  - Arus listrik dapat mengalir jika ada beda potensial
13. Suatu sinar kilat antara awan dan bumi yang beda potensial antara keduanya  $10^9$  volt, menghasilkan perpindahan muatan 40 C dalam waktu  $10^{-2}$  s. Arus rata-ratanya adalah...

- a.  $4 \times 10^{-2} \text{ A}$
- b.  $4 \times 10^{-1} \text{ A}$
- c.  $4 \times 10^3 \text{ A}$
- d.  $4 \times 10^8 \text{ A}$
- e.  $4 \times 10^{12} \text{ A}$

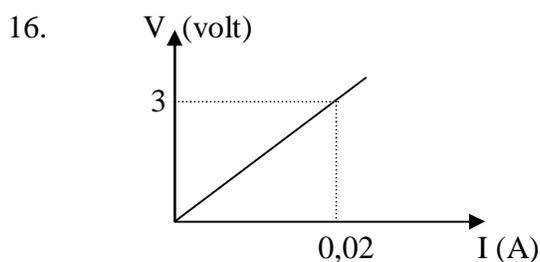


14. Grafik di atas menunjukkan kuat arus yang mengalir dalam hambatan R sebagai fungsi waktu. Hitung banyaknya muatan listrik yang mengalir dalam hambatan tersebut selama 7 sekon pertama...

- a. 9 C
- b. 12 C
- c. 18 C
- d. 30 C
- e. 42 C

15. Alat pemanas listrik memakai arus 500 mA, apabila dihubungkan dengan sumber 110 V. Hambatannya adalah...

- a.  $0,22 \Omega$
- b.  $5,5 \Omega$
- c.  $55 \Omega$
- d.  $220 \Omega$
- e.  $550 \Omega$



Dari percobaan hubungan tegangan (V) dengan kuat arus (I) pada resistor dihasilkan grafik V-I pada gambar di atas. Jika  $V = 4,5$  volt, maka besar kuat arus yang mengalir adalah...

- a. 0,03 mA
- b. 0,675 mA
- c. 20 mA
- d. 30 mA
- e.  $6,75 \times 10^5 \text{ mA}$

17. Dua buah baterai yang identik masing-masing memiliki GGL 1,5 V dan hambatan dalamnya  $0,5 \Omega$ . Sumber tegangan ini dipasang pada senter yang

lampunya memiliki hambatan  $9 \Omega$ , berapa beda potensial ujung-ujung lampu...

- a. 0,3 V
- b. 2,7 V
- c. 3 V
- d.  $3 \frac{3}{8}$  V
- e. 30 V

18. Sumber tegangan  $V$  volt dihubungkan dengan hambatan  $R$  ohm, menghasilkan arus  $I$  ampere. Jika hambatan dinaikkan  $2R$  ohm, maka besarnya kuat arus menjadi...ampere.

- a.  $8 I$
- b.  $4 I$
- c.  $2 I$
- d.  $I$
- e.  $\frac{1}{2} I$

19. Sumber tegangan 220 volt dihubungkan dengan hambatan  $10 \Omega$  menghasilkan arus 22 A. Jika hambatannya dinaikkan menjadi  $20 \Omega$ , maka besarnya tegangan menjadi... V.

- a. 110
- b. 220
- c. 242
- d. 440
- e. 880

20. Sebuah hambatan listrik ketika diberi tegangan sebesar 40 V akan mengalir kuat arus sebesar 120 mA. Bila dialiri kuat arus sebesar 600 mA akan dihasilkan tegangan sebesar...

- a. 100 V
- b. 200 V
- c. 300 V
- d. 400 V
- e. 500 V

21. Jika sebuah hambatan tegangannya diperbesar maka...

- a. Arus membesar
- b. Arus mengecil
- c. Hambatan membesar
- d. Hambatan mengecil
- e. Hambatan jenisnya mengecil

22. Seutas kawat panjang 1,0 m membawa arus 0,50 A ketika diberi beda potensial 1,0 V pada ujung-ujungnya. Hitung hambatan jenis bahan kawat jika luas penampangnya adalah  $2,0 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ .

- a.  $2,5 \times 10^{-7} \Omega \text{m}$
- b.  $1 \times 10^{-6} \Omega \text{m}$
- c.  $1 \times 10^{-7} \Omega \text{m}$
- d.  $4 \times 10^{-6} \Omega \text{m}$
- e.  $4 \times 10^{-7} \Omega \text{m}$

23. X dan Y adalah dua buah kawat dari bahan yang sama. Untuk X, haambatannya adalah  $10 \Omega$ , panjang 1,0 m dan luas penampang  $0,060 \text{ mm}^2$ ;

untuk Y, panjang 1,8 m dan luas penampang 0,090 mm<sup>2</sup>, tentukan nilai hambatan Y.

- a. 1,2 Ω
- b. 12 Ω
- c. 120 Ω
- d. 3 Ω
- e. 30 Ω

24. Seutas kawat memiliki hambatan 2,0 Ω pada suhu 0<sup>0</sup>C, dan 2,8 Ω pada suhu 100<sup>0</sup>C. Berapa suhu kawat tersebut sewaktu hambatannya 3,0 Ω.

- a. 25 <sup>0</sup>C
- b. 50 <sup>0</sup>C
- c. 75 <sup>0</sup>C
- d. 100 <sup>0</sup>C
- e. 125 <sup>0</sup>C

25. Sebuah kumparan kawat tungsten yang memiliki hambatan 30 Ω pada 20 <sup>0</sup>C digunakan untuk mengukur suhu. Hambatannya ketika mengukur suhu 70 <sup>0</sup>C ( $\alpha$  tungsten adalah  $4,5 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) adalah...

- a. 6,75 Ω
- b. 30,67 Ω
- c. 36,75 Ω
- d. 38,5 Ω
- e. 105 Ω

26. Berapa hambatan jenis kawat besi yang memiliki panjang 0,5 cm dan diameter 1,33 mm, jika hambatan kawat tersebut 0,0365 Ω

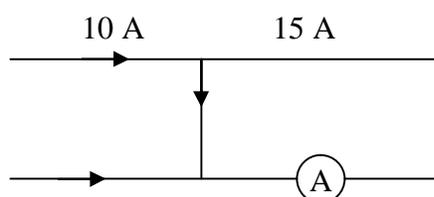
- a.  $9,7 \times 10^{-8} \text{ } \Omega\text{m}$
- b.  $9,7 \times 10^{-7} \text{ } \Omega\text{m}$
- c.  $1,82 \times 10^{-6} \text{ } \Omega\text{m}$
- d.  $1,82 \times 10^{-5} \text{ } \Omega\text{m}$
- e.  $1,37 \times 10^4 \text{ } \Omega\text{m}$

27. Suatu logam mempunyai hambatan jenis  $2 \times 10^{-6} \text{ } \Omega\text{m}$  pada suhu 25 <sup>0</sup>C.

Tentukanlah hambatan jenis logam tersebut pada suhu 100 <sup>0</sup>C jika koefisien suhunya 0,004 /<sup>0</sup>C

- a.  $2,6 \times 10^{-2} \text{ } \Omega\text{m}$
- b.  $2,6 \times 10^{-3} \text{ } \Omega\text{m}$
- c.  $2,6 \times 10^{-4} \text{ } \Omega\text{m}$
- d.  $2,6 \times 10^{-5} \text{ } \Omega\text{m}$
- e.  $2,6 \times 10^{-6} \text{ } \Omega\text{m}$

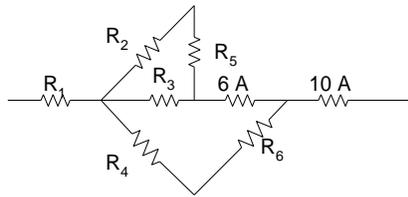
28. Kuat arus pada Amperemeter A adalah....



8 A

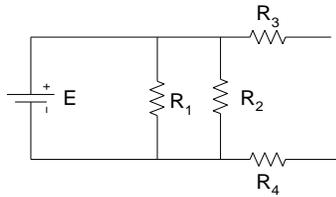
- a. 3 A
- b. 7 A
- c. 13 A
- d. 17 A
- e. 33 A

29. Kuat arus listrik yang melalui  $R_1$  adalah ...



- a. 2 A
- b. 4 A
- c. 6 A
- d. 10 A
- e. 18 A

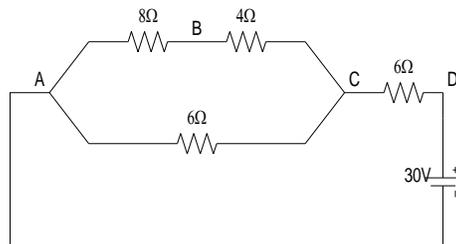
30.



Jika  $R_1 = 5 \Omega$ ,  $R_2 = R_3 = R_4 = 20 \Omega$ ,  $E_1 = 20 \text{ V}$ . Berapa arus total yang mengalir...

- a. 7 A
- b. 5 A
- c. 1 A
- d. 0,8 A
- e. 0,4

31.



Kuat arus yang mengalir pada B-C adalah...A

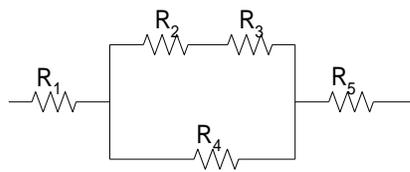
- a. 0,5
- b. 1

- c. 1,5
- d. 8
- e. 10

32. Pernyataan yang benar mengenai Hukum I Kirchoff ...

- a. Pada rangkaian yang bercabang, jumlah kuat arus yang masuk lebih besar dari jumlah kuat arus yang keluar dari titik percabangan.
- b. Pada rangkaian yang bercabang, jumlah kuat arus yang masuk lebih kecil dari jumlah kuat arus yang keluar dari titik percabangan.
- c. Pada rangkaian yang bercabang, jumlah kuat arus yang masuk sama dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik percabangan.
- d. Pada rangkaian yang tidak bercabang, jumlah kuat arus yang masuk lebih besar dari jumlah kuat arus yang keluar dari titik percabangan.
- e. Pada rangkaian yang bercabang, jumlah kuat arus sama dengan nol.

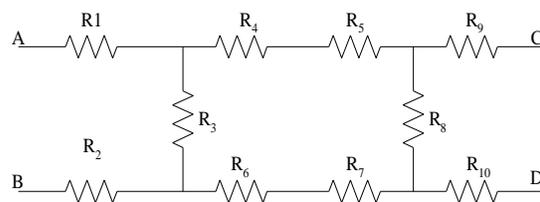
33.



Lima buah resistor yang masing-masing besarnya sama  $20 \Omega$  tersusun seperti pada gambar di atas, berapa hambatan penggantinya?

- a.  $4 \Omega$
- b.  $20 \Omega$
- c.  $50 \Omega$
- d.  $53,3 \Omega$
- e.  $100 \Omega$

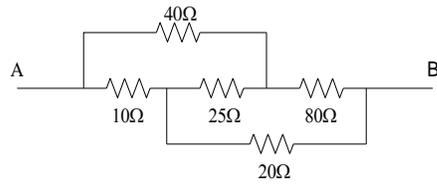
34.



Dari rangkaian seperti gambar di atas,  $R_1 = 2 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$ ,  $R_3 = 6 \Omega$ ,  $R_4 = 2 \Omega$ ,  $R_5 = 2 \Omega$ ,  $R_6 = 2 \Omega$ ,  $R_7 = 2 \Omega$ ,  $R_8 = 4 \Omega$ ,  $R_9 = 2 \Omega$ ,  $R_{10} = 2 \Omega$ . tentukanlah hambatan listrik antara titik A dan titik B

- a.  $7,1 \Omega$
- b.  $8 \Omega$
- c.  $8,44 \Omega$
- d.  $9 \Omega$
- e.  $14 \Omega$

35.



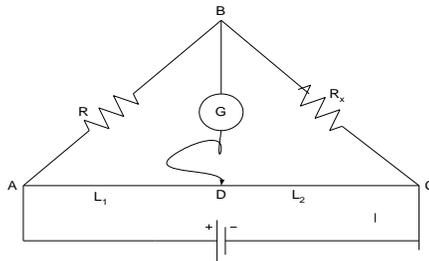
Tentukan hambatan pengganti  $R_{AB}$  ...

- a.  $12 \Omega$
- b.  $24 \Omega$
- c.  $49 \Omega$
- d.  $150 \Omega$
- e.  $175 \Omega$

36. Jika rangkaian pada gambar nomor 35 dengan beda potensial antara A dan B 12 volt, maka arus yang mengalir dari A ke B ...

- a. 0,2 A
- b. 0,5 A
- c. 1 A
- d. 1,5 A
- e. 5 A

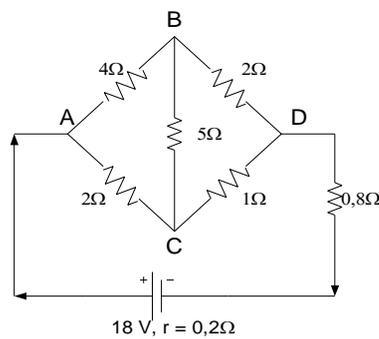
37.



Panjang kawat AC pada gambar di atas adalah 1 m. Jika  $R = 300 \Omega$  dan  $R_x = 900 \Omega$  pada saat galvanometer dalam keadaan seimbang, maka panjang  $L_1$  adalah ...

- a. 13,30 cm
- b. 22,67 cm
- c. 25,00 cm
- d. 33,30 cm
- e. 75,00 cm

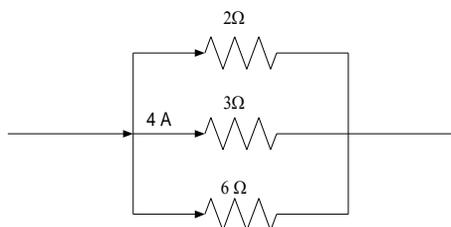
38.



Pada rangkaian listrik seperti pada gambar di atas, tentukanlah kuat arus I,  $I_{AB}$ , dan  $I_{CD}$

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| a. 6 A, 4 A dan 2 A | d. 8 A, 2 A dan 6 A |
| b. 6 A, 2 A dan 4 A | e. 8 A, 6 A dan 4 A |
| c. 8 A, 6 A dan 2 A |                     |

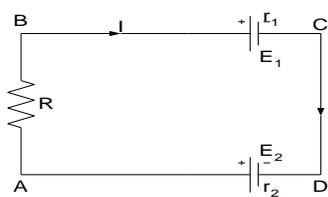
39.



Besar arus listrik I pada gambar di atas adalah ...

- |         |         |
|---------|---------|
| a. 8 A  | d. 14 A |
| b. 10 A | e. 16 A |
| c. 12 A |         |

40.



Berapa arus yang melalui gambar di atas...

- |           |          |
|-----------|----------|
| a. 0,5 A  | d. 1,5 A |
| b. 0,75 A | e. 3,5 A |
| c. 1 A    |          |

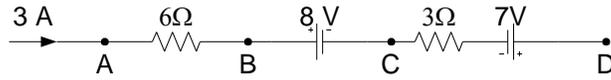
41. Dari gambar no. 41, jika titik A ditanahkan, berapa tegangan  $V_{CA}$  ...

- |            |        |
|------------|--------|
| a. 12 V    | d. 3 V |
| b. 11,25 V | e. 2 V |
| c. 6 V     |        |

42. Sebuah kawat penghantar dengan hambatan  $11,5\ \Omega$  dihubungkan dengan sumber tegangan  $6\text{ V}$  yang berhambatan dalam  $0,5\ \Omega$ . Tentukan tegangan jepitnya...

- |           |           |
|-----------|-----------|
| a. 6,26 V | d. 2,5 V  |
| b. 6 V    | e. 0,25 V |
| c. 5,75 V |           |

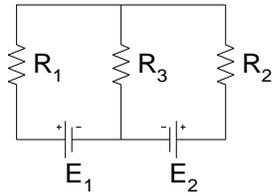
43.



Arus listrik 3 A mengalir kawat yang tampak pada gambar di atas. Tegangan antara A dan D ( $V_{AD}$ ) adalah ...

- A. 10 V
- B. 15 V
- C. 26 V
- D. 28 V
- E. 42 V

44.



Dari gambar di samping jika  $R_1 = 4 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$ ,  $R_3 = 6 \Omega$ ,  $E_1 = 8 \text{ V}$ ,  $E_2 = 18 \text{ V}$ . Tentukan besarnya kuat arus yang mengalir melalui  $R_1$ .

- a.  $-3,9 \text{ A}$
- b.  $-1 \text{ A}$
- c.  $0,38 \text{ A}$
- d.  $1 \text{ A}$
- e.  $3,9 \text{ A}$

45. Dari gambar nomor 44, tentukan kuat arus yang mengalir melalui  $R_3$ .
- 6,9 A
  - 4 A
  - 3,38 A
  - 2 A
  - 0,9 A
46. Lampu neon 250 V, 100 watt digunakan pada rangkaian listrik yang dilindungi dengan sekering 3 A. Jumlah maksimum lampu yang dapat dipasang pada waktu bersamaan adalah ...
- 8 buah
  - 7 buah
  - 6 buah
  - 5 buah
  - 4 buah
47. Suatu penghantar berhambatan  $30 \Omega$  mengalirkan arus listrik 1,5 mA. Daya listriknya adalah ...
- $,5 \times 10^{-2}$  watt
  - $4,5 \times 10^2$  watt
  - $6,75 \times 10^{-5}$  watt
  - $6,75 \times 10^{-3}$  watt
  - $8,65 \times 10^{-5}$  watt
48. Sebuah keluarga menyewa listrik PLN sebesar 450 W dengan tegangan 110 V. Jika penerangan keluarga menggunakan lampu 100 W, 220 V. Berapa jumlah lampu maksimum yang dapat dipasang.
- 40 buah
  - 20 buah
  - 18 buah
  - 4 buah
  - 2 buah
49. Sebuah setrika listrik memiliki spesifikasi 240 W, 220 V. Jika listrik di sebuah rumah tegangannya drop, mencapai 146,67 V dan biaya rekening listrik Rp

200,00 perkwh, berapa biaya listrik yang harus dibayar tiap satu jam penggunaan.

- a. Rp 24,00
- b. Rp 108,00
- c. Rp 220,00
- d. Rp 240,00
- e. Rp 540,00

50. Elemen volta tidak dapat mengalirkan arus yang lama sebab ...

- a. dalam reaksi kimia terjadi gelembung-gelembung gas yang menempel pada seng dan menghalangi arus yang mengalir
- b. dalam reaksi kimia terbentuk isolator-isolator
- c. dalam reaksi kimia terjadi gelembung-gelembung gas yang menempel pada tembaga dan menghambat arus listrik
- d. keping-keping seng dan tembaga yang terendam  $H_2SO_4$  mudah rusak
- e. larutan elektrolitnya bersifat merusak

51. Bila beda tegangan dua buah kutub sangat besar dan hambatan penghantar kecil, maka kuat arus pada penghantar :

- a. tidak ada
- b. besar
- c. kecil
- d. sedang
- e. tidak tentu

52. Jika kutub-kutub sebuah sumber tegangan dihubungkan dengan kawat penghantar, maka pernyataan-pernyataan di bawah ini yang paling tepat ialah :

- a. arah electron berlawanan dengan arah arus
- b. arus mengalir dari potensial yang tinggi ke potensial yang rendah
- c. arus bergerak searah dengan elektron
- d. elektron mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah
- e. electron tidak dapat mengalir

53. Perbedaan tegangan di antara dua buah titik dalam penghantar listrik disebabkan oleh ...

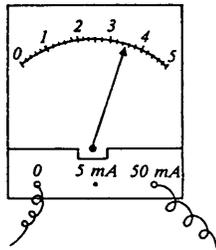
- a. besarnya arus listrik
- b. perbedaan hambatan pada titik tersebut

- c. panjangnya penghantar
  - d. perbedaan besar muatan pada kedua titik itu
  - e. perbedaan hambatan kedua titik itu
54. Supaya arus dapat terus mengalir dalam suatu penghantar, maka ...
- a. harus ada hambatan yang besar sepanjang penghantar
  - b. harus ada beda potensial pada ujung-ujung penghantar
  - c. harus ada beda arus yang mengalir pada penghantar
  - d. harus ada hambatan jenis yang besar sepanjang penghantar
  - e. harus ada energi yang besar
55. Pernyataan di bawah ini benar, kecuali...
- a. Arus listrik mengalir dari titik berpotensi tinggi ke titik berpotensi rendah
  - b. Arus elektron mengalir dari titik berpotensi tinggi ke titik berpotensi rendah
  - c. Arus elektron mengalir dari kutub negatif ke kutub positif baterai
  - d. Arus listrik dapat mengalir jika ada beda potensial
  - e. Arus listrik dari kutub negatif ke kutub positif baterai
56. Sebuah keluarga menyewa listrik PLN sebesar 500 W dengan tegangan 110 V. Jika untuk penerangan, keluarga itu menggunakan lampu 100 W, 220 V, maka jumlah lampu maksimum yang dapat dipasang adalah.....
- a. 5 buah
  - b. 10 buah
  - c. 15 buah
  - d. 20 buah
  - e. 25 buah
57. Dalam sebuah rumah tangga digunakan beberapa alat listrik, masing-masing lampu 75 watt, setrika 350 watt, pompa air 150 watt, pemanas air 600 watt, dan TV 300 watt. Jika rumah menggunakan jaringan PLN dengan tegangan 220 V, maka alat listrik yang paling besar hambatannya adalah.....
- a. lampu
  - b. setrika
  - c. pompa air
  - d. pemanas air
  - e. TV

58. Sebuah setrika listrik 250 watt, 220 volt, dipakai selama 1,5 jam. Energi listrik yang diperlukan adalah.....

- a. 90 joule
- b. 375 joule
- c. 15.000 joule
- d. 22.500 joule
- e. 1.350.000 joule

59. Kuat arus yang ditunjukkan amperemeter mendekati.....



- a. 3,5 mA
- b. 35 mA
- c. 3,5 A
- d. 35 A
- e. 45 A

60. Sebuah bola lampu berukuran 30 V, 90 W. Jika hendak dipasang pada sumber tegangan 120 V dengan daya tetap, maka lampu harus dirangkai seri dengan hambatan.....

- a. 10 ohm
- b. 30 ohm
- c. 30 ohm
- d. 40 ohm
- e. 50 ohm

61. Alat pemanas listrik memakai 5 A, apabila dihubungkan dengan sumber 110 V hambatanya adalah (dalam ohm).....

- a. 0,05
- b. 5
- c. 22
- d. 110
- e. 550

62. Hambatan listrik dalam suatu kawat R, hambatan ini akan menjadi.....

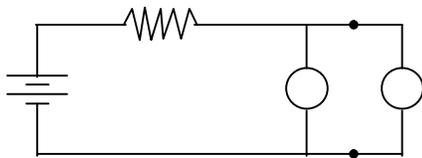
- a. 2R, jika penampangnya digandakan
- b.  $\frac{1}{2}$  R, jika penampangnya digandakan
- c. 2R, jika temperaturnya digandakan
- d.  $\frac{1}{2}$  R, jika jejarinya digandakan
- e. 2R, jika diameternya digandakan

63. Sebuah bola lampu listrik dibuat 220 V, 50 W. Pernyataan-pernyataan berikut yang benar adalah.....

- a. dayanya selalu 50 watt
- b. tegangan minimum yang diperlukan untuk menyalakannya adalah 220 V
- c. tahanannya adalah 484 ohm
- d. diperlukan arus sebesar  $5/22$  A bila menyalakannya
- e. menghasilkan energi sebesar 50 joule dalam 1 detik bila dihubungkan dengan sumber tegangan 220 volt

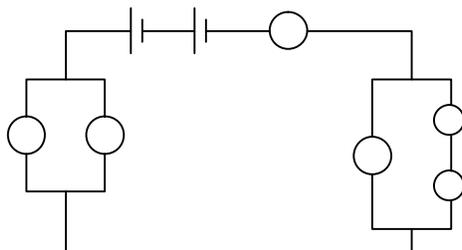
64. Dua alat pemanas apabila dipergunakan secara sendiri-sendiri akan membutuhkan waktu masing-masing 20 menit dan 30 menit untuk mendidihkan air satu panci. Apabila keduanya dihubungkan secara seri, maka air satu panci akan mendidih dalam waktu.....

- a. 10 menit
- b. 12 menit
- c. 15 menit
- d. 25 menit
- e. 50 menit



65. Lampu  $L_1$  dan  $L_2$  dipasang paralel dan dihubungkan dengan baterai E. Jika titik A dan B dihubungkan pendek (short circuit), pada lampu  $L_1$  dan  $L_2$  akan terjadi.....

- a.  $L_1$  dan  $L_2$  tidak menyala karena putus
- b.  $L_1$  putus dan  $L_2$  tetap menyala
- c.  $L_1$  tetap menyala dan  $L_2$  putus
- d.  $L_1$  dan  $L_2$  menyala semakin terang
- e.  $L_1$  dan  $L_2$  tidak menyala dan tidak putus



66. Enam buah lampu dipasang dalam rangkaian listrik seperti di atas. Semua lampu memiliki kesamaan (daya dan tegangan yang tertulis). Di antara lampu-lampu tersebut yang nyalanya paling terang adalah.....

- a. P      d.      S
- b. Q      e.      T dan U
- c. R

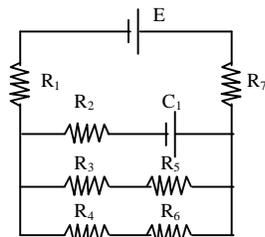
67. Amir membeli amperemeter arus searah. Setelah diuji, amperemeter tersebut dapat mengukur kuat arus sampai 1 A. Ia menghubungkan amperemeter tersebut pada baterai 12 volt melalui hambatan listrik bertanda (48 ohm; 0,5 watt) maka.....

- a. amperemeter akan menunjuk 0,5 A
- b. jarum amperemeter tidak akan bergerak
- c. amperemeter menunjuk 0,125 A
- d. hambatan listrik tidak akan terbakar
- e. amperemeter menunjuk 0,25 A, tak lama kemudian hambatan listrik akan terbakar

68. Arus sebesar 10 A mengalir di dalam sebuah kawat penghantar yang mempunyai hambatan 0,15 ohm. Laju pembentukan panas di dalam kawat ini adalah.....

- a. 12 W      d.      19 W
- b. 15 W      e.      20 W
- c. 17 W

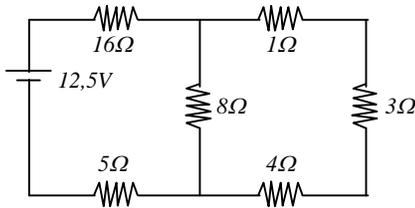
69. Tentang rangkaian di samping diketahui.....



- $R_1 = 1 \text{ ohm}$        $R_2 = 4 \text{ ohm}$
- $R_3 = 2 \text{ ohm}$        $R_4 = 1 \text{ ohm}$
- $R_5 = 1 \text{ ohm}$        $R_6 = 5 \text{ ohm}$
- $R_7 = 2 \text{ ohm}$        $C_1 = 100 \mu\text{F}$

$E = 10 \text{ volt}$ . Kuat arus yang melalui  $R_7$  adalah.....

- a. 2 A
- b. 1 A
- c. 0,625 A
- d. 1,1 A
- e. 1,67 A



70. Rangkaian arus searah seperti pada gambar di atas. Beda potensial pada hambatan 4 ohm adalah.....

- a. 0,5 V    d. 2,0 V
- b. 1,0 V    e. 2,5 V
- c. 1,5 V

71. Hambatan paling besar yang diperoleh dari kombinasi hambatan yang masing-masing besarnya 10 ohm, 20 ohm, 25 ohm, dan 50 ohm adalah.....

- a. 4,76 ohm    d. 50 ohm
- b. 20 ohm    e. 105 ohm
- c. 25 ohm

72. Solder listrik pada tegangan 124 volt menggunakan arus  $\frac{1}{2}$  A dan dipakai selama 30 menit. Kepala solder dibuat dari tembaga, massanya 20 gr dan kalor jenisnya 0,9 kal/gr<sup>o</sup> C. Jika hanya 10% energi listrik dipakai untuk menaikkan suhu kepala solder, kenaikan suhu yang dicapai adalah (1 joule = 0,24 kalori).....

- a. 625° C    d. 125° C
- b. 150° C    e. 100° C
- c. 525° C

73. Lima buah alat listrik yang masing-masing bertuliskan :

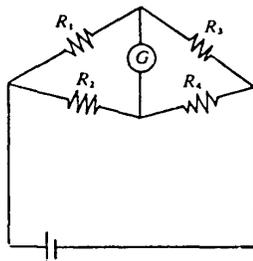
P = refrigerator                      230 V,              80 W  
 Q = AC (Air Conditioner)            230 V,              1.500 W

R = setrika listrik	230 V,	1.000 W
S = pompa air	110 V,	750 W
T = lampu	12 V,	60 W

Dari kelima alat tersebut yang mempergunakan energi listrik dalam setiap satuan waktu paling besar adalah.....

- a. P
- b. Q
- c. R
- d. S
- e. T

74. Pada percobaan dengan menggunakan alat ukur jembatan wheatstone pada rangkaian di samping ini, terlihat jarum galvanometer pada posisi nol, maka.....



- a.  $R_1 \cdot R_2 = R_3 \cdot R_4$
- b.  $R_1 + R_2 = R_3 + R_4$
- c.  $R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4$
- d.  $R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$
- e.  $R_1 + R_3 = R_2 + R_4$

75. Pada sebuah lampu listrik mengalir arus  $I$  ampere dalam waktu  $t$  detik. Bila besar hambatan  $R$  ohm, maka besar energi listriknya adalah.....

- a.  $\frac{i t^2}{R}$  joule
- b.  $\frac{i^2 R}{t}$  joule
- c.  $\frac{i^2 t}{R}$  joule
- d.  $i^2 R t$  joule
- e.  $I R^2 t$  joule

76. Tiga buah lampu pijar yang masing-masing dibuat untuk dipakai pada 15 watt dan 12 volt dirangkaiakan secara paralel. Ujung-ujung rangkaian itu dihubungkan dengan jepitan sebuah akumulator dengan GGL 12 volt dan hambatan dalam 0,8 ohm. Arus listrik yang melalui akumulator itu besarnya.....

- a. 3,75 A
- b. 3,00 A

- c. 2,25 A
- d. 1,50 A
- e. 1,25 A

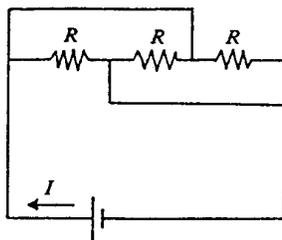
77. Tiga resistor masing-masing 3 ohm, 4 ohm, dan 6 ohm dihubungkan paralel, kemudian kedua ujungnya dihubungkan dengan sebuah baterai yang GGL-nya 8 volt dan hambatan dalamnya  $\frac{2}{3}$  ohm. Tegangan jepit rangkaian adalah.....

- a. 52,00 volt
- b. 8,00 volt
- c. 7,61 volt
- d. 5,33 volt
- e. 2,67 volt

78. Sebuah penghantar berhambatan listrik R dialiri arus listrik I dalam waktu t, maka energi W yang dilepaskan oleh penghantar tersebut dinyatakan dengan rumus.....

- a.  $W = R I T$
- b.  $W = R I^2 t$
- c.  $W = I^2 R$
- d.  $W = R^2 I$
- e.  $W = \frac{R^2 t}{I}$

79. Pada rangkaian seperti gambar di samping, masing-masing hambatan R adalah 6 ohm. Tegangan baterai adalah 9 volt, sedangkan hambatan dalam baterai diabaikan. Arus I adalah.....



- a. 1,5 A
- b. 0,5 A
- c. 4,5 A
- d. 1,0 A
- e. 3 A

80. Sebuah lampu pijar dari 25 ohm dihubungkan pada tegangan 220 V selama 5 menit, energi yang diterima dari aliran tersebut adalah.....
- 580.800 joule
  - 581.200 joule
  - 580.860 joule
  - 587.400 joule
  - 593.200 joule
81. Alat listrik yang mempunyai hambatan terbesar ialah.....

Huruf	Nama Alat	Tegangan Kerja	Daya
a.	Pemanas	120 V	400 watt
b.	Motor	120 V	200 watt
c.	Lampu	120 V	150 watt
d.	Pesawat televisi	220 V	110 watt
e.	Pompa air	220 V	125 watt

82. Empat buah elemen masing-masing dengan GGL 2,5 V hambatan dalam 0,3 ohm disusun secara seri, kemudian dipakai untuk menyalakan lampu. Kuat arus yang melalui lampu 0,5 ampere. Hambatan lampu tersebut adalah.....
- 14,9 ohm
  - 15,4 ohm
  - 16,2 ohm
  - 18,0 ohm
  - 18,8 ohm
83. Dua buah bola lampu masing-masing tertulis 60 W, 120 V, dan 40 W, 120 V. jika kedua bola lampu tersebut dihubungkan seri pada tegangan 120 V, maka jumlah daya pada kedua bola lampu tersebut adalah.....
- 100 W
  - 50 W
  - 24 W
  - 20 W
  - 18 W
84. Sepotong kawat dengan hambatan R, jika dilalui arus sebesar i menghasilkan kalor tiap detik sebesar H. Untuk arus listrik sebesar 2I kalor yang dihasilkan tiap detik adalah.....

- a.  $\frac{1}{4}$  H                      d. 2H  
 b.  $\frac{1}{2}$  H                      e. 4H  
 c. H

85. Pesawat televisi dinyalakan rata-rata 6 jam sehari. Pesawat tersebut dihubungkan pada tegangan 220 volt dan memerlukan arus 2,5 A. harga energi listrik tiap kWh adalah Rp. 15,00.

Televisi tersebut memerlukan energi listrik sehari seharga.....

- a. Rp. 90,00                      d. Rp. 49,50  
 b. Rp. 37,50                      e. Rp. 60,00  
 c. Rp. 30,00

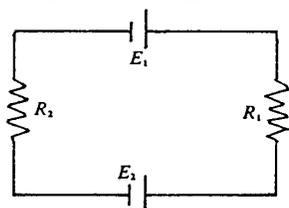
86. Untuk mempertinggi batas ukur suatu amperemeter dan voltmeter diperlukan.....

- a. hambatan cabang, baik untuk amperemeter maupun voltmeter  
 b. hambatan muka, baik untuk amperemeter maupun voltmeter  
 c. hambatan cabang untuk amperemeter dan hambatan muka untuk voltmeter  
 d. hambatan muka untuk amperemeter dan hambatan cabang untuk voltmeter  
 e. jembatan wheatstone baik untuk amperemeter maupun voltmeter

87. Sebuah galvanometer yang hambatannya 50 ohm akan mengalami simpangan maksimum jika dilalui arus 0,01 A. Agar dapat digunakan untuk mengukur tegangan hingga 100 V harus dipasang.....

- a. hambatan muka sebesar 9.950 ohm  
 b. hambatan muka sebesar 5.000 ohm  
 c. hambatan cabang sebesar 9.950 ohm  
 d. hambatan cabang sebesar 5.000 ohm  
 e. hambatan muka dan hambatan cabang masing-masing sebesar 2.500 ohm

88. Sebuah rangkaian listrik tertutup atas 2 elemen dan 2 hambatan seperti pada gambar dengan ketentuan :



$E_1 = 12$  V;  $R_1 = 2$  ohm dan  
 $E_2 = 6$  V;  $R_2 = 3$  ohm

Kuat arus yang mengalir dalam rangkaian adalah.....

- a. 1,1 A
- b. 1,2 A
- c. 1,5 A
- d. 3,6 A
- e. 5 A

89. Himpunan alat listrik di bawah ini yang anggotanya sumber tegangan arus searah adalah.....

- a. dinamo, motor, adaptor
- b. baterai, elemen volta, aki
- c. generator, turbin, elemen kering
- d. aki, generator, adaptor
- e. motor, alternator, elemen Weston

90. Sebuah elektromotor digunakan untuk mengangkat beban bermassa 2 kg vertikal ke atas ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ). Bila elektromotor bekerja pada tegangan 10 volt dan arus yang mengalir 1,96 A dalam waktu 4 detik dapat mengangkat beban tersebut setinggi 2 m, maka efisiensi elektromotor tersebut ialah.....

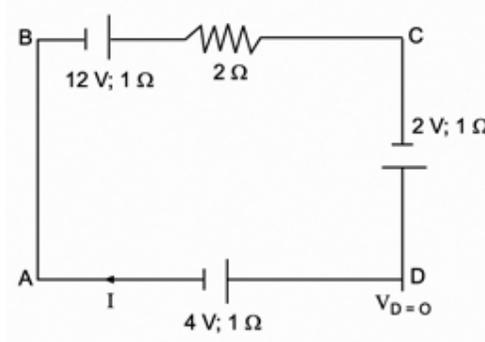
- a. 40 %
- b. 50 %
- c. 75 %
- d. 80 %
- e. 100 %

91. Sebuah bola lampu pijar ketika dipasang ternyata nyalalnya merah. Setelah diteliti didapatkan bahwa pada bola lampu tersebut tertulis 60 W , 220 V , sedangkan tegangan yang ada adalah 110 V. Jika I adalah intensitas lampu sekarang pada jarak 2 m dan  $I_0$  adalah intensitas bila tegangan listrik 220 V juga pada jarak 2 m dan hambatan lampu dianggap tetap, maka  $I/I_0$  adalah.....

- a.  $\frac{1}{2}$
- b.  $\frac{1}{4}$
- c.  $\frac{1}{8}$
- d.  $\frac{1}{16}$
- e.  $\frac{1}{32}$

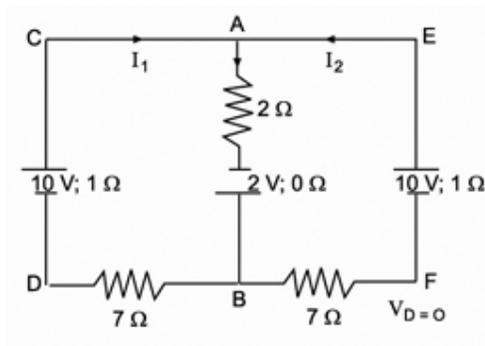
92. Dari rangkaian disamping besar beda potensial antara titik D dan titik A ( $V_{DA}$ ) yaitu:

- a.  $-6\text{ V}$
- b.  $6\text{ V}$
- c.  $4\text{ V}$
- d.  $-4\text{ V}$
- e.  $8\text{ V}$

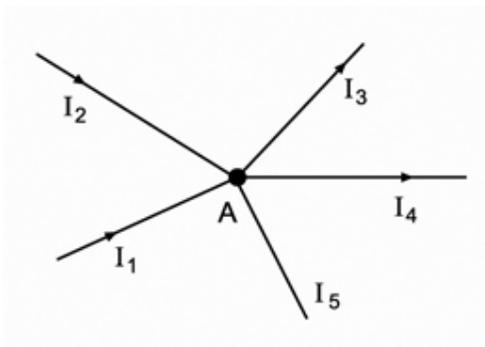


93. Dari data rangkaian di samping besar dan arah arus pada hambatan  $2\ \Omega$  (kawat AB) yaitu:

- a.  $8\text{ A}$  dari A ke B
- b.  $6\text{ A}$  dari A ke B
- c.  $4\text{ A}$  dari A ke B
- d.  $2\text{ A}$  dari A ke B
- e.  $1\text{ A}$  dari A ke B



94. Bila  $I_1 = 10\text{ A}$ ,  $I_2 = 5\text{ A}$ ,  $I_3 = 5\text{ A}$  dan  $I_4 = 12\text{ A}$ , maka  $I_5$  dapat ditentukan sebesar

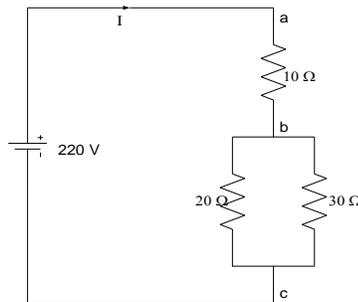


- a.  $8\text{ A}$
- b.  $2\text{ A}$
- c.  $1\text{ A}$
- d.  $32\text{ A}$
- e.  $12\text{ A}$

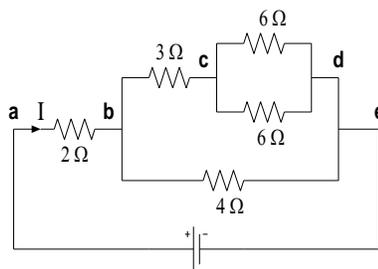
### Soal-soal Uraian

Kerjakan soal-soal berikut dengan benar!

- Lima buah kawat yang panjangnya 50 cm mempunyai hambatan jenis  $2,5 \Omega\text{m}$  dan luas penampangnya  $5 \text{ mm}^2$  dirangkai paralel, kawat tersebut dihubungkan dengan sumber arus searah dengan beda potensial 10 V, tentukan :
  - besarnya tahanan tiap-tiap kawat tersebut
  - tahanan penggantinya
  - kuat arus yang melalui kawat tersebut
- Pada gambar di bawah ini, tentukan :

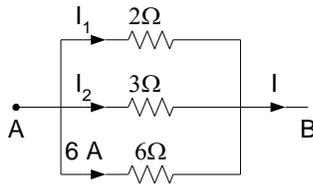


- hambatan penggantinya
  - kuat arus  $I$
  - beda potensial antara titik **a** dan **c**
  - beda potensial antara titik **b** dan **c**
  - kuat arus yang melalui hambatan  $20 \Omega$
- Pada gambar di bawah ini, jika  $I = 2 \text{ A}$ , hitung :



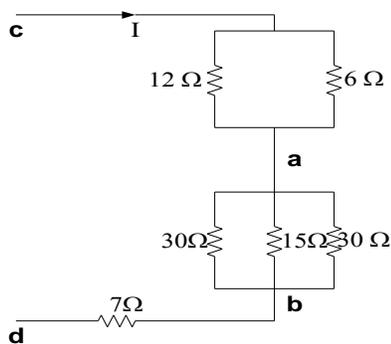
- hambatan penggantinya
- tegangan antara titik **a** dan **e**
- tegangan antara titik **b** dan **d**
- arus  $I_{bd}$
- tegangan antara titik **c** dan **d**

4. Dari gambar berikut ini, tentukan :



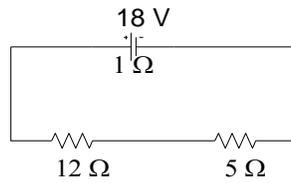
- tegangan antara titik A dan B ( $V_{AB}$ )
- hambatan totalnya ( $R_{tot}$ )
- arus totalnya ( $I_{tot}$ )
- arus  $I_1$
- arus  $I_2$

5. Pada rangkaian di bawah ini, rangkaian diberi tegangan 48 V. Hitunglah :



- hambatan penggantinya
- kuat arus total
- beda potensial antara titik c dan a
- kuat arus yang mengalir pada hambatan  $6\ \Omega$  dan  $12\ \Omega$
- beda potensial antara titik a dan b
- kuat arus pada hambatan  $30\ \Omega$

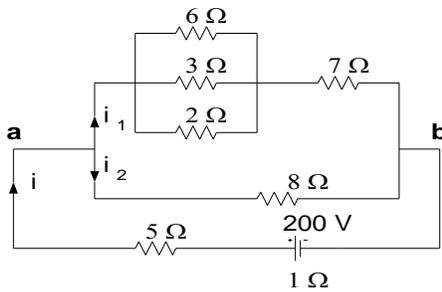
6.



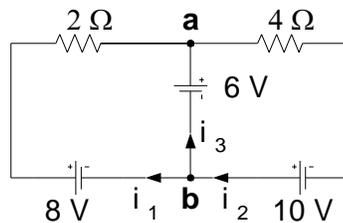
Sebuah baterai dari 18 V dengan hambatan dalam 1 ohm duhubungkan dengan 2 resistor, tampak pada gambar di atas. Hitung :

- kuat arus pada rangkaian
- tegangan pada masing-masing resistor
- tegangan jepit

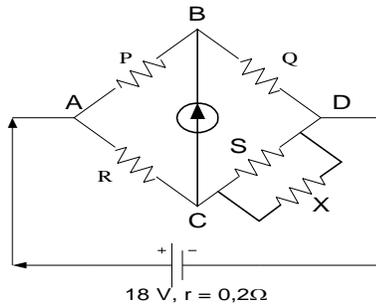
7. Pada gambar berikut hitung :



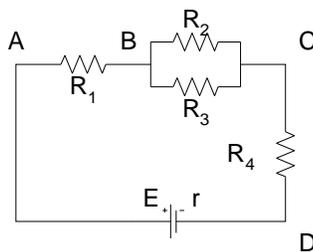
- hambatan penggantinya
  - arus total yang melewati rangkaian
  - tegangan antara titik **a** dan **b**
  - arus  $I_1$
  - arus  $I_2$
8. Pada gambar rangkaian di bawah



- a. hitung  $I_1, I_2, I_3$   
 b. berapa  $V_{ab}$
9. Rangkaian jembatan Wheatstone seperti ditunjukkan dalam gambar adalah seimbang ketika  $P = 10 \Omega$ ,  $Q = 50 \Omega$ ,  $R = 30 \Omega$  dan  $X = 1050 \Omega$ . Tentukan :



- a. nilai dari hambatan  $S$   
 b. hambatan penggantinya  
 c. arus yang mengalir pada rangkaian  
 d. tegangan yang melewati hambatan  $X$   
 e. arus yang mengalir pada  $R_x$
10. Dua buah lampu listrik masing-masing dengan spesifikasi  $120 \text{ V}, 60 \text{ W}$  dan  $120 \text{ V}, 40 \text{ W}$  di susun seri dan dihubungkan dengan sumber tegangan  $120 \text{ V}$ . Tentukan :
- a. hambatan penggantinya  
 b. kuat arus yang mengalir dalam rangkaian  
 c. daya disipasi pada lampu  $120 \text{ V}, 60 \text{ W}$   
 d. daya disipasi pada lampu  $120 \text{ V}, 40 \text{ W}$
- 11.



Dari gambar di atas  $R_1 = 16 \Omega$ ,  $R_2 = 4 \Omega$ ,  $R_3 = 16 \Omega$ ,  $R_4 = 4 \Omega$ ,  $E = 12 \text{ V}$  dan  $r = 0,8 \Omega$  Tentukan :

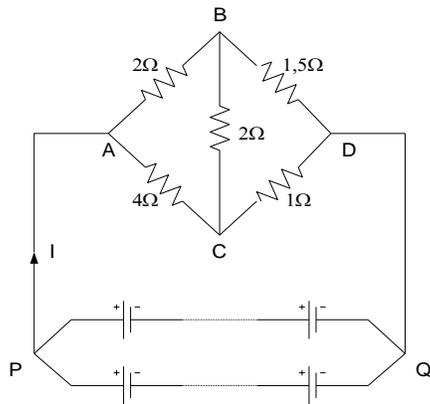
- a. hambatan penggantinya

- b. kuat arus yang melalui rangkaian
- c. tegangan antara titik B dan C
- d. kuat arus yang melalui  $R_2$  dan  $R_3$
- e. tegangan jepit baterai

12. Sebuah aki dari 6 volt haambatan dalamnya  $0,1\Omega$  dihubungkan dengan 4 buah hambatan  $1\Omega$ ,  $2\Omega$ ,  $3\Omega$  dan  $6\Omega$  yang disusun secara paralel. Hitunglah :

- a. hambatan penggantinya
- b. arus totalnya
- c. tegangan jepitnya
- d. arus yang mengalir pada hambatan  $6\Omega$

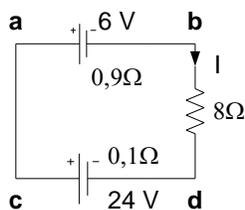
13. Dua puluh baterai, masing-masing dengan data  $E = 6\text{ V}$  dan  $r = 0,4\Omega$  disusun seperti tampak pada gambar di bawah ini.



Tentukan :

- a. hambatan pengganti  $R_{AD}$
- b. ggl sistem ( $E_{tot}$ )
- c. hambatan dalam total ( $r_{tot}$ )
- d. kuat arus ( $I$ )
- e. tegangan jepit  $V_{PQ}$

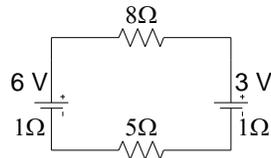
14.



Perhatikan gambar di atas. Tentukan :

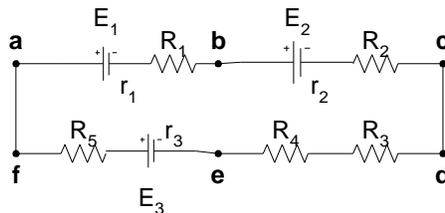
- a. ggl penggantinya
- b. hambatan dalam pengganti
- c. arus (I)
- d. tegangan jepit  $V_{ab}$
- e. tegangan jepit  $V_{cd}$

15. Untuk rangkaian berikut ini, tentukan :



- a. kuat arus (I)
- b. tegangan jepit  $E_1$  (6 V)
- c. energi listrik yang diberikan baterai  $E_1$  selama  $t = 60$  s
- d. tegangan jepit  $E_2$  (3 V)
- e. energi listrik yang diberikan baterai  $E_2$  selama  $t = 60$  s
- f. energi listrik pada masing-masing hambatan

16. Dari rangkaian gambar di bawah ini,  $E_1 = 10$  V,  $E_2 = 9$  V dan  $E_3 = 4$  V, sedangkan  $r_1 = 1$   $\Omega$ ,  $r_2 = 0,5$   $\Omega$ ,  $r_3 = 0,5$   $\Omega$ ,  $R_1 = 2$   $\Omega$ ,  $R_2 = 4$   $\Omega$ ,  $R_3 = 6$   $\Omega$ ,  $R_4 = 8$   $\Omega$  dan  $R_5 = 3$   $\Omega$ .



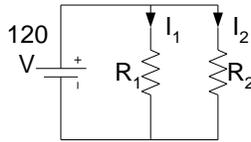
Tentukan :

- a. kuat arus pada rangkaian dan arahnya
- b. beda potensial antara titik **a** dan **d**
- c. potensial titik-titik **b**, **e** dan **f**, jika titik **d** tanahkan

17. Lampu listrik tertulis data 75 W, 180 V. Dipasang pada tegangan 180 V, Jika lampu tersebut dihidupkan selama 5 jam, tentukan :

- a. tahanan (R)
- b. kuat arus (I)
- c. energi yang dipakai (W)
- d. harga yang harus dibayar jika 1 kwh Rp. 175,00

18.



Dua buah hambatan listrik masing-masing  $R_1 = 5 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$  disusun secara paralel, kemudian dihubungkan dengan sumber tegangan 120 V.

- hitung kuat arus yang mengalir tiap-tiap hambatan
- berapa daya listrik tiap-tiap hambatan
- berapa energi listrik pada setiap hambatan apabila arus listrik mengalir selama 5 jam
- hitung biaya total energi listrik selama 5 jam jika tarif listrik adalah Rp. 200,00 per KWh

19.

NO	Alat listrik	Jumlah	Pemakaian rata-rata
1.	Lampu 5 watt	2	12 jam/hari
2.	Lampu 25 watt	2	4 jam/hari
3.	Lampu 60 watt	1	2 jam/hari
4.	TV 60 watt	1	4 jam/hari
5.	Setrika 300 watt	1	5 jam/minggu

( 1 bulan = 30 hari = 4 minggu )

- hitunglah daya total yang digunakan dalam sebulan
  - hitung energi yang digunakan selama sebulan
  - jika harga listrik Rp 350,00 per KWh, berapa biaya yang harus dibayar dalam 1 bulan
20. Sebuah setrika listrik memiliki spesifikasi 240 W, 220 V. Jika listrik di sebuah rumah tegangan jatuhnya mencapai 146,67 V dan biaya rekening listrik Rp. 200,00 per KWh, maka tentukan :
- hambatan dalam setrika
  - daya yang digunakan setrika
  - energi listrik yang digunakan dalam 1 jam
  - biaya listrik yang harus dibayar