

Bab

VII

Listrik Dinamis



Tujuan Pembelajaran

- Anda dapat memformulasikan besaran-besaran listrik rangkaian tertutup sederhana, mengidentifikasi penerapan listrik AC dan DC dalam kehidupan sehari-hari, dan dapat menggunakan alat ukur listrik.



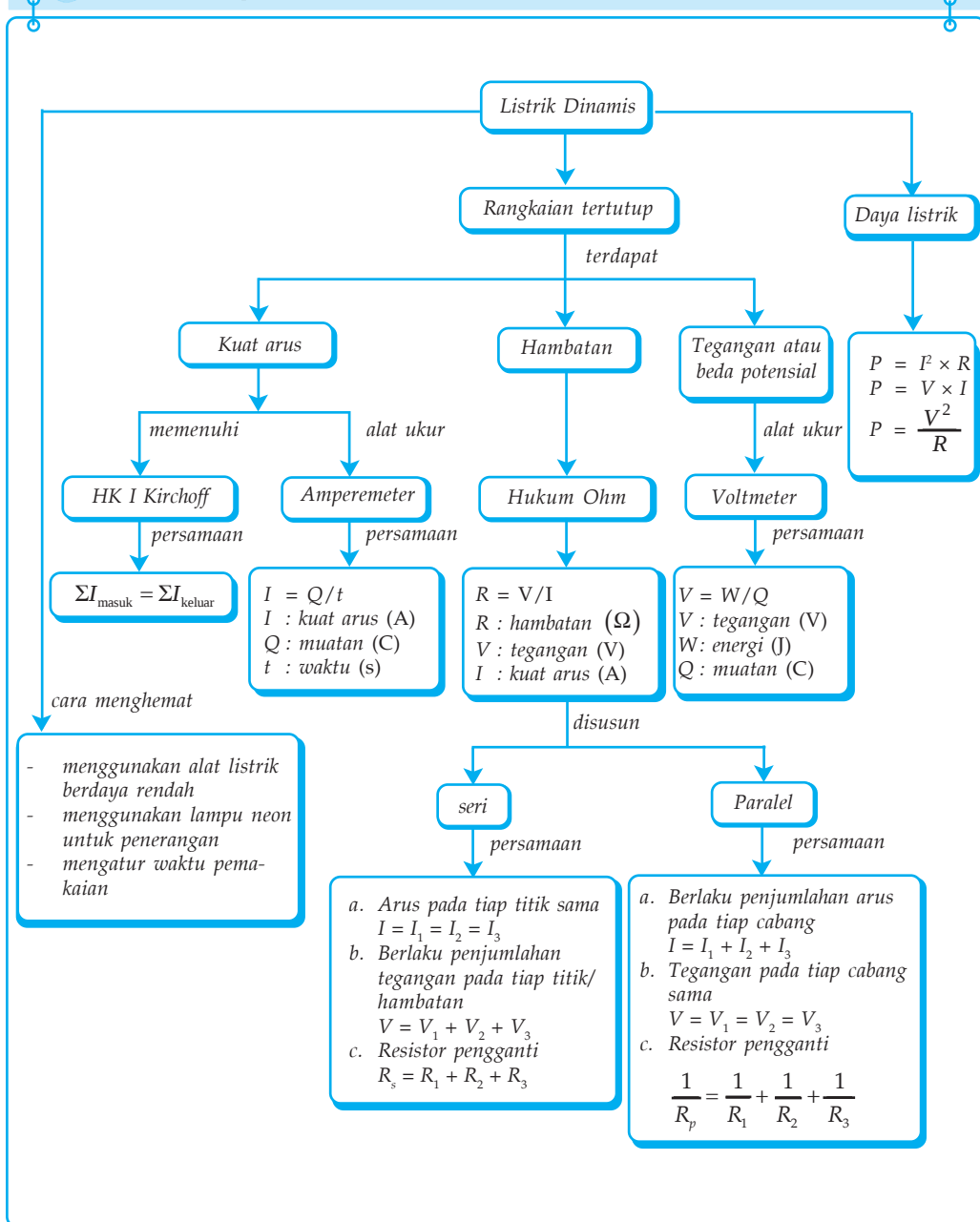
Sumber: Hai, 8-14 Januari 2007

Tombol volume pada gitar listrik berfungsi sama seperti sakelar lampu. Ketika Anda menggerakkan dua kawat menjadi lebih dekat atau lebih jauh dengan potongan grafit, maka akan menyebabkan tegangan yang beragam pada penguat suara. Hal ini menyebabkan suara yang dihasilkan menjadi lebih keras atau lebih pelan.

Kata Kunci

- | | | | |
|--------------------|-------------|-------------------|---------------------|
| • Arus Listrik | • Tegangan | • Beda Potensial | • Hambatan |
| • Tegangan Listrik | • Ohmmeter | • Amperemeter | • Daya Listrik |
| • Kuat Arus | • Voltmeter | • Hukum Kirchhoff | • Rangkaian Listrik |

Peta Konsep



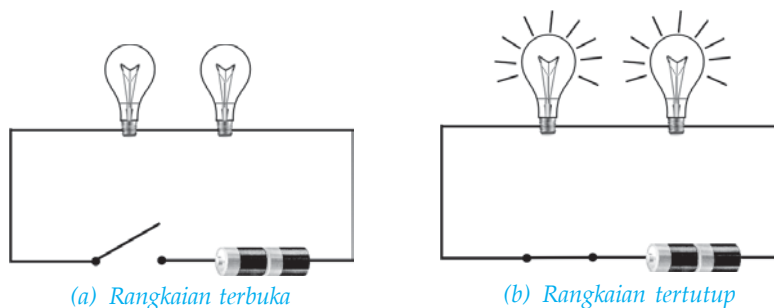
Pada kehidupan sehari-hari, Anda sering menjumpai adanya rangkaian listrik, mulai dari rangkaian listrik yang sederhana sampai rangkaian yang sangat rumit. Pernahkah Anda mengamati rangkaian listrik pada lampu senter, radio, atau televisi? Pernahkah Anda berpikir mengapa lampu senter, radio, dan televisi dapat berfungsi?

Listrik terbentuk karena energi mekanik dari generator yang menyebabkan perubahan medan magnet di sekitar kumparan. Perubahan ini menyebabkan timbulnya aliran muatan listrik pada kawat/penghantar. Aliran muatan listrik pada kawat Anda kenal sebagai arus listrik. Aliran muatan dapat berupa muatan positif (proton) dan muatan negatif (elektron). Aliran listrik yang mengalir pada penghantar dapat berupa arus searah atau *direct current* (DC) dan dapat berupa arus bolak-balik atau *alternating current* (AC).

Pada bab ini, Anda akan mempelajari besaran-besaran listrik, rangkaian listrik, dan penerapan alat listrik dalam kehidupan sehari-hari. Anda juga dituntut untuk dapat menggunakan alat ukur listrik.

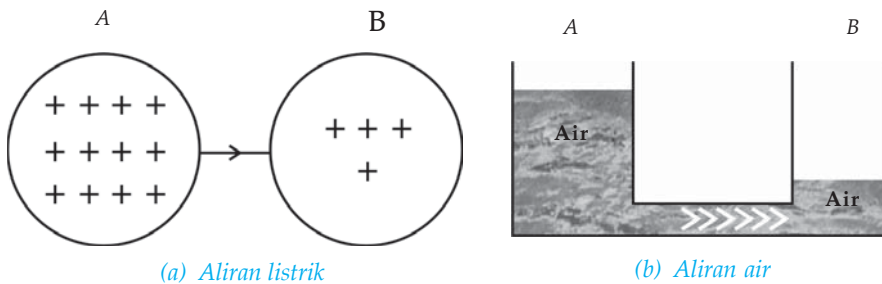
A. Arus Listrik

Pada dasarnya rangkaian listrik dibedakan menjadi dua, yaitu rangkaian listrik terbuka dan rangkaian listrik tertutup. Rangkaian listrik terbuka adalah suatu rangkaian yang belum dihubungkan dengan sumber tegangan, sedangkan rangkaian listrik tertutup adalah suatu rangkaian yang sudah dihubungkan dengan sumber tegangan.



Gambar 7.1 Rangkaian listrik

Pada rangkaian listrik tertutup, terjadi aliran muatan-muatan listrik. Aliran muatan listrik positif identik dengan aliran air. Perhatikan Gambar 7.2!



Gambar 7.2 Aliran muatan listrik positif dari A ke B identik dengan aliran air dari A ke B yang disebut arus listrik.

Air dalam bejana A mempunyai energi potensial lebih tinggi daripada air dalam bejana B, sehingga terjadi aliran air dari bejana A menuju bejana B atau dikatakan bahwa potensial di A lebih tinggi daripada potensial di B sehingga terjadi aliran muatan listrik dari A ke B. Jadi, dapat dikatakan bahwa muatan listrik positif mengalir dari titik berpotensi tinggi ke titik berpotensi rendah. Selanjutnya, aliran muatan listrik positif tersebut dinamakan *arus listrik*. Jadi, arus listrik dapat didefinisikan sebagai aliran muatan positif dari potensial tinggi ke potensial rendah. Arus listrik terjadi apabila ada perbedaan potensial. Bagaimana bila dua titik yang dihubungkan mempunyai potensial yang sama? Tentu saja tidak ada aliran muatan listrik positif atau tidak terjadi arus listrik.



Sumber: Jendela Iptek, Listrik
Gambar 7.3 J.J. Thompson

Anda pasti berpikir bagaimana halnya dengan muatan listrik negatif? Apakah muatan listrik negatif tidak dapat mengalir? Pada perkembangan selanjutnya, setelah elektron ditemukan oleh ilmuwan fisika J.J. Thompson (1856–1940), ternyata muatan yang mengalir pada suatu penghantar bukanlah muatan listrik positif, melainkan muatan listrik negatif yang disebut *elektron*.

Arah aliran elektron dari potensial rendah ke potensial tinggi (berlawanan dengan arah aliran muatan positif). Namun hal ini tidak menjadikan masalah, karena banyaknya elektron yang mengalir dalam suatu penghantar sama dengan banyaknya muatan listrik positif yang mengalir, hanya arahnya yang berlawanan. Jadi, arus listrik tetap didefinisikan berdasarkan aliran muatan positif yang disebut *arus konvensional*.

1. Kuat Arus Listrik

Anda telah mengetahui tentang pengertian arus listrik, yaitu aliran muatan listrik positif pada suatu penghantar dari potensial tinggi ke potensial rendah. Agar lebih memahami tentang arus listrik, lakukanlah Kegiatan 7.1!



Kegiatan 7.1

Kuat Arus Listrik

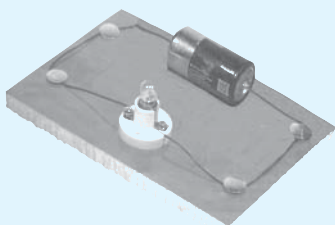
A. Tujuan

Anda dapat memahami kuat arus listrik.

B. Alat dan Bahan

Tiga buah baterai, 1 buah lampu, kabel, papan kayu, paku payung, dan alas bola lampu.

C. Langkah Kerja



1. Rangkailah bola lampu dan sebuah baterai dengan menggunakan kabel di atas papan kayu seperti pada gambar di samping!
2. Amatilah nyala bola lampu!
3. Lakukan kegiatan di atas dengan menggunakan 2 baterai dan 3 baterai!
4. Bandingkan nyala bola lampu!
5. Apa kesimpulan Anda?

Pada baterai terdapat dua kutub yang potensialnya berbeda. Jika kedua kutub tersebut dihubungkan dengan lampu melalui kabel, maka akan terjadi perpindahan elektron dari kutub negatif ke kutub positif atau terjadi arus listrik dari kutub positif ke kutub negatif, sehingga lampu dapat menyala.

Selanjutnya, jika baterai yang digunakan dua buah, maka lampu akan menyala lebih terang. Jika baterai yang digunakan tiga buah, maka lampu menyala makin terang. Mengapa demikian? Hal ini disebabkan beda potensial kutub positif dan kutub negatifnya makin besar sehingga muatan-muatan listrik yang mengalir pada penghantar makin banyak atau arus listriknya makin besar. Besarnya arus listrik (disebut kuat arus listrik) sebanding dengan banyaknya muatan listrik yang mengalir. Kuat arus listrik merupakan kecepatan aliran muatan listrik. Dengan demikian, yang dimaksud dengan kuat arus listrik adalah jumlah muatan listrik yang melalui penampang suatu penghantar setiap satuan waktu. Bila jumlah muatan q melalui penampang penghantar dalam waktu t , maka kuat arus I secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$I = \frac{q}{t} \text{ atau } q = I \times t$$

Keterangan:

I : kuat arus listrik (A)

q : muatan listrik yang mengalir (C)

t : waktu yang diperlukan (s)

Berdasarkan persamaan tersebut, dapat disimpulkan bahwa *satu coulomb* adalah muatan listrik yang melalui sebuah titik dalam suatu penghantar dengan arus listrik tetap satu ampere dan mengalir selama satu sekon.

Mengingat muatan elektron sebesar $-1,6 \times 10^{-19}$ C, (tanda negatif (-) menunjukkan jenis muatan negatif), maka banyaknya elektron (n) yang menghasilkan muatan 1 coulomb dapat dihitung sebagai berikut.

$$1 \text{ C} = n \times \text{besar muatan elektron}$$

$$1 \text{ C} = n \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$n = \frac{1}{1,6 \times 10^{-19}}$$

$$n = 6,25 \times 10^{18}$$

Jadi, dapat dituliskan $1 \text{ C} = 6,25 \times 10^{18}$ elektron.

Contoh 7.1

Diketahui dalam waktu 1 menit, pada suatu penghantar mengalir muatan sebesar 150 coulomb. Berapa kuat arus yang mengalir pada penghantar tersebut?

Diketahui : $t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ s}$

$q = 150 \text{ C}$

Ditanyakan: $I = \dots ?$

Jawab :

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

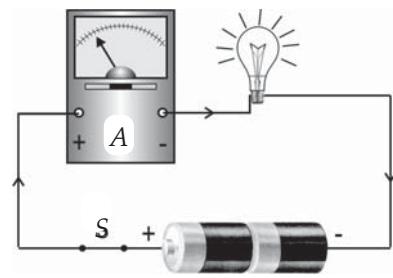
$$= \frac{150}{60}$$

$$= 2,5 \text{ A}$$

Jadi, kuat arus yang mengalir pada penghantar adalah 2,5 A.

2. Mengukur Kuat Arus Listrik

Bagaimana cara mengetahui besarnya arus listrik? Alat yang dapat digunakan untuk mengetahui kuat arus listrik adalah *amperemeter*. Pada pengukuran kuat arus listrik, amperemeter disusun seri pada rangkaian listrik sehingga kuat arus yang mengalir melalui amperemeter sama dengan kuat arus yang mengalir pada penghantar. Perhatikan Gambar 7.4!



Gambar 7.4 Amperemeter dipasang seri

Cara memasang amperemeter pada rangkaian listrik adalah sebagai berikut.

- Terminal positif amperemeter dihubungkan dengan kutub positif sumber tegangan (baterai).
- Terminal negatif amperemeter dihubungkan dengan kutub negatif sumber tegangan (baterai).

Jika sakelar pada rangkaian dihubungkan, maka lampu pijar menyala dan jarum pada amperemeter menyimpang dari angka nol. Besar simpangan jarum penunjuk pada amperemeter tersebut menunjukkan besar kuat arus yang mengalir.

Jika sakelar dibuka, maka lampu pijar padam dan jarum penunjuk pada amperemeter kembali menunjuk angka nol. Artinya tidak ada aliran listrik pada rangkaian tersebut. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa arus listrik hanya mengalir pada rangkaian tertutup.

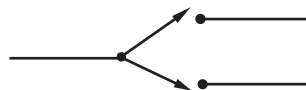
3. Sakelar dan Sekering

Sakelar adalah alat yang berfungsi menghubungkan dan memutuskan arus listrik dalam waktu sementara. Dalam rangkaian listrik, sakelar dipasang secara seri. Ketika sakelar bekerja, rangkaian listrik tertutup dan arus listrik mengalir. Ketika sakelar tidak bekerja, maka rangkaian listrik menjadi terbuka, sehingga arus listrik tidak mengalir.

Sakelar dalam rangkaian listrik dibedakan menjadi dua macam, yaitu *sakelar satu kutub* dan *sakelar tukar*. Sakelar satu kutub digunakan untuk menyambung atau memutus arus pada satu cabang rangkaian, sedangkan sakelar tukar digunakan untuk menyambung dan memutus arus pada dua cabang rangkaian secara bergantian.



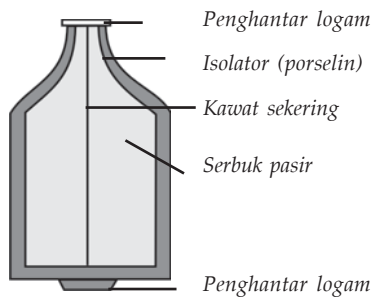
(a) Simbol sakelar satu kutub



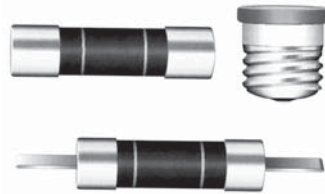
(b) Simbol sakelar tukar

Gambar 7.5 Jenis sakelar

Sekering mempunyai fungsi sebagai pemutus arus listrik secara otomatis. Sekering terbuat dari logam bertitik lebur rendah yang berupa kawat halus. Jika arus listrik yang lewat terlalu besar atau melebihi kapasitas, maka kawat ini akan meleleh dan putus sehingga aliran arus listrik akan berhenti. Misalnya, jika terjadi korsleting (hubungan pendek), maka kuat arus akan membesar. Arus yang besar ini dapat memanaskan kawat sekering sampai meleleh dan akhirnya putus.



(a) Skema sekering



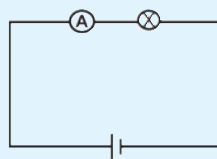
(b) Macam-macam bentuk sekering

Gambar 7.6 Sekering

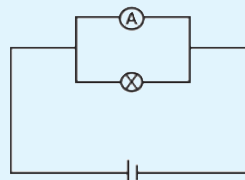
Sekering tidak hanya dipasang pada instalasi listrik rumah tangga saja, tetapi juga dipasang pada alat-alat listrik yang lain, seperti televisi, komputer, dan radio.

Soal Kompetensi 7.1

1. Apa yang Anda ketahui tentang arus listrik?
2. Mengapa kabel yang terdapat di dalam kabel sekering berupa kawat halus dan bertitik lebur rendah?
3. Perhatikan gambar rangkaian berikut!



(a)

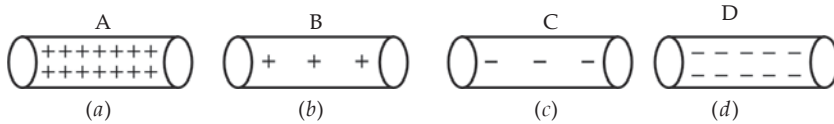


(b)

Tentukan rangkaian yang benar ketika Anda ingin mengukur arus dengan menggunakan amperemeter!

B. Beda Potensial

Potensial listrik adalah banyaknya muatan yang terdapat dalam suatu benda. Suatu benda dikatakan mempunyai potensial listrik lebih tinggi daripada benda lain, jika benda tersebut memiliki muatan positif lebih banyak daripada muatan positif benda lain.



Gambar 7.7 Muatan listrik pada beberapa benda

Pada Gambar 7.7, terlihat bahwa benda A memiliki muatan positif paling banyak sehingga benda A mempunyai potensial listrik paling tinggi, disusul benda B, C, baru kemudian D. Apa yang dimaksud dengan beda potensial?

Beda potensial listrik (tegangan) timbul karena dua benda yang memiliki potensial listrik berbeda dihubungkan oleh suatu penghantar. Beda potensial ini berfungsi untuk mengalirkan muatan dari satu titik ke titik lainnya. Satuan beda potensial adalah volt (V). Alat yang digunakan untuk mengukur beda potensial listrik disebut *voltmeter*. Secara matematis beda potensial dapat dituliskan sebagai berikut.

$$V = \frac{W}{q}$$

Keterangan:

V : beda potensial (V)

W : usaha/energi (J)

q : muatan listrik (C)

Contoh 7.2

Untuk memindahkan muatan 4 coulomb dari titik A ke B diperlukan usaha sebesar 10 joule. Tentukan beda potensial antara titik A dan B!

Diketahui : $q = 4 \text{ C}$
 $W = 10 \text{ J}$

Ditanyakan: $V = \dots ?$

Jawab :

$$V = \frac{W}{q} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ V}$$

Telah disinggung bahwa, alat yang digunakan untuk mengukur suatu tegangan adalah voltmeter. Untuk dapat menggunakannya lakukan Kegiatan 7.2 berikut!



Kegiatan 7.2

Beda Potensial

A. Tujuan

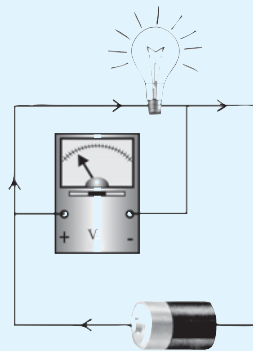
Anda dapat melakukan pengukuran beda potensial.

B. Alat dan Bahan

Bola lampu, batu baterai, voltmeter, dan kabel.

C. Langkah Kerja

1. Rangkailah alat-alat tersebut seperti gambar di samping!
2. Catatlah beda potensial yang ditunjukkan voltmeter!
3. Ulangi kegiatan di atas dengan menggunakan 2 dan 3 baterai!
4. Apa kesimpulan Anda?



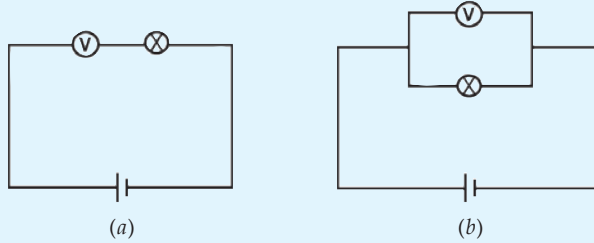
Saat mengukur beda potensial listrik, voltmeter harus dipasang secara paralel dengan benda yang diukur beda potensialnya. Untuk memasang voltmeter, Anda tidak perlu memotong rangkaian, namun cukup menghubungkan ujung yang potensialnya lebih tinggi ke kutub positif dan ujung yang memiliki potensial lebih rendah ke kutub negatif.

Berdasarkan Kegiatan 7.2, dapat diketahui bahwa ketika sumber tegangan ditambah (baterai ditambah), maka jumlah muatan yang dihantarkan makin besar sehingga arusnya meningkat. Hal ini membuat nyala lampu menjadi lebih terang.

Soal Kompetensi 7.2

1. Antara potensial listrik dan arus listrik, mana yang lebih berbahaya? Jelaskan alasan Anda!
2. Mengapa burung-burung yang hinggap pada kabel listrik tegangan tinggi tidak mati? Jelaskan dengan konsep beda potensial!

3. Manakah dari gambar rangkaian berikut yang benar untuk mengukur beda potensial?



C. Hukum Ohm

Pada rangkaian listrik tertutup, terjadi aliran arus listrik. Arus listrik mengalir karena adanya beda potensial antara dua titik pada suatu penghantar, seperti pada lampu senter, radio, dan televisi. Alat-alat tersebut dapat menyala (berfungsi) karena adanya aliran listrik dari sumber tegangan yang dihubungkan dengan peralatan tersebut sehingga menghasilkan beda potensial.

Orang pertama yang menyelidiki hubungan antara kuat arus listrik dengan beda potensial pada suatu penghantar adalah Georg Simon Ohm, ahli fisika dari Jerman. Ohm berhasil menemukan hubungan secara matematis antara kuat arus listrik dan beda potensial, yang kemudian dikenal sebagai Hukum Ohm. Untuk mengetahui hubungan tersebut, lakukanlah Kegiatan 7.3 berikut!



Kegiatan 7.3

Hubungan Kuat Arus Listrik dengan Beda Potensial

A. Tujuan

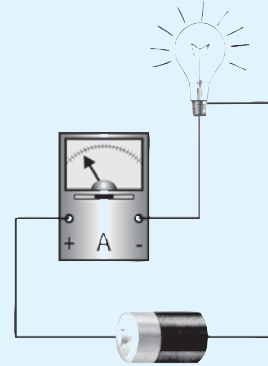
Anda dapat mengetahui hubungan antara kuat arus listrik dengan beda potensial.

B. Alat dan Bahan

Empat buah baterai 1,5 volt, amperemeter, lampu pijar, dan kabel.

C. Langkah Kerja

1. Rangkailah sebuah baterai, amperemeter, dan lampu seperti pada gambar di samping dengan menggunakan kabel!
2. Baca dan catat skala yang ditunjukkan oleh amperemeter ke dalam tabel seperti berikut!

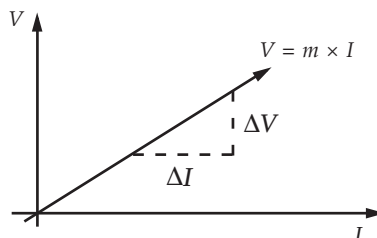


Tabel Hasil Pengamatan

No	Jumlah Baterai	Beda Potensial (V)	Kuat Arus (I)	$\frac{V}{I}$
1.	1 baterai	1,5 V	...	...
2.	2 baterai	3 V	...	...
3.	3 baterai	4,5 V	...	...
4.	4 baterai	6 V	...	...

3. Ulangi kegiatan di atas dengan menggunakan 2, 3, dan 4 baterai!
4. Catatlah data yang Anda peroleh!
5. Apa kesimpulan Anda?

Berdasarkan tabel pada Kegiatan 7.3, Anda ketahui bahwa makin besar beda potensial yang ditimbulkan, maka kuat arus yang mengalir makin besar pula. Besarnya perbandingan antara beda potensial dan kuat arus listrik selalu sama (konstan). Jadi, beda potensial sebanding dengan kuat arus ($V \sim I$). Secara matematis dapat Anda tuliskan $V = m \times I$, m adalah konstanta perbandingan antara beda potensial dengan kuat arus. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar grafik berikut!



Gambar 7.8 Grafik hubungan antara kuat arus dengan beda potensial

Berdasarkan grafik di atas, nilai m dapat Anda peroleh dengan persamaan $m = \frac{\Delta V}{\Delta I}$. Nilai m yang tetap ini kemudian didefinisikan sebagai

besaran hambatan listrik yang dilambangkan R , dan diberi satuan ohm (Ω), untuk menghargai Georg Simon Ohm. Jadi, persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut.

$$R = \frac{V}{I} \text{ atau } V = I \times R$$

Keterangan:

V : beda potensial atau tegangan (V)

I : kuat arus (A)

R : hambatan listrik (Ω)

Persamaan di atas dikenal sebagai Hukum Ohm, yang berbunyi “Kuat arus yang mengalir pada suatu penghantar sebanding dengan beda potensial antara ujung-ujung penghantar itu dengan syarat suhunya konstan/tetap.”

Contoh 7.3

Diketahui kuat arus sebesar 0,5 ampere mengalir pada suatu penghantar yang memiliki beda potensial 6 volt. Tentukan hambatan listrik penghantar tersebut!

Diketahui : $V = 6 \text{ V}$
 $I = 0,5 \text{ A}$

Ditanyakan: $R = \dots ?$

Jawab :

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

$$R = \frac{6}{0,5} = 12 \text{ } \Omega$$

Pada kehidupan sehari-hari, kadang kita menemukan sebuah alat listrik yang bertuliskan 220 V/2 A. Tulisan tersebut dibuat bukan tanpa tujuan. Tulisan tersebut menginformasikan bahwa alat tersebut akan bekerja optimal dan tahan lama (awet) ketika dipasang pada tegangan 220 V dan kuat arus 2 A. Bagaimana kalau dipasang pada tegangan yang lebih tinggi atau lebih rendah? Misalnya, ada 2 lampu yang bertuliskan 220 V/2 A, masing-masing dipasang pada tegangan 440 V dan 55 V. Apa yang terjadi?

Tulisan 220 V/2 A menunjukkan bahwa lampu tersebut mempunyai hambatan sebesar $(R) = \frac{220V}{2A} = 110 \Omega$.

Jadi, arus listrik yang diperbolehkan mengalir sebesar 2 A dan tegangannya sebesar 220 V. Jika dipasang pada tegangan 440 V, maka akan mengakibatkan kenaikan

arus menjadi $I = \frac{V}{R} = \frac{440}{110} = 4 \text{ A}$. Arus sebesar ini

mengakibatkan lampu tersebut bersinar sangat terang tetapi tidak lama kemudian menjadi putus/rusak. Begitu juga apabila lampu tersebut dipasang pada tegangan

55 V, maka arus akan mengalami penurunan menjadi $I = \frac{V}{R} = \frac{55}{110} = 0,5 \text{ A}$.

Arus yang kecil ini mengakibatkan lampu menjadi redup (tidak terang). Oleh karena itu, perhatikan selalu petunjuk penggunaan apabila menggunakan alat-alat listrik.



Gambar 7.9 Bola lampu yang bertuliskan 220 V/2 A

Soal Kompetensi 7.3

1. Perhatikan lampu pijar Anda di rumah. Kadang-kadang nyala lampu pijar tersebut lebih terang atau lebih redup daripada biasanya, mengapa?
2. Jelaskan dengan bahasa Anda, hubungan antara kuat arus dengan beda potensial!
3. Jika hambatan listrik sebuah rangkaian dijadikan 3 kali dari semula dan beda potensial di antara ujung-ujungnya dijaga tetap, maka apa yang terjadi pada kuat arusnya?

T o k o h

Georg Simon Ohm (1787 – 1854)



Sumber: Jendela Iptek, Listrik

Georg Simon Ohm lahir di Eriangen, Bavaria (Jerman Barat) pada tanggal 26 Maret 1787. Ia merupakan ahli fisika Jerman yang berasal dari keluarga miskin. Ayahnya yang hanya seorang mandor montir mengharapkan Ohm menjadi seorang ilmuwan, namun Ohm sendiri ingin menjadi guru besar di universitas.

Setelah lulus dari universitas, ia bekerja sebagai guru SMA. Untuk dapat mengajar di universitas sebagai guru besar, ia harus melakukan riset dan membuat karya ilmiah. Beliau kemudian menyelidiki arus listrik yang ditemukan Volta. Ia menggunakan hasil penyelidikan Fourier, seorang ahli matematika Prancis untuk mengetahui sifat-sifat arus listrik. Akhirnya pada tahun 1827, saat Ohm berumur 40 tahun, ia berhasil membuat teori dari hasil penelitiannya. Teorinya mengatakan bahwa arus listrik yang melalui suatu penghantar berbanding terbalik dengan hambatannya. Teorinya kemudian dikenal dengan *Hukum Ohm*. Penemuannya dipaparkan secara jelas dalam sebuah buku yang berjudul "*Sirkuit Galvanik*" yang diselidiki secara matematik pada tahun 1827.

Penemuannya ternyata mendapat kecaman dan kritik. Karena sangat kecewa, ia kemudian berhenti menjadi guru. Namun, 14 tahun kemudian penemuannya diterima dan diakui, ia kemudian diangkat menjadi guru besar di Universitas Munich, dan ia diakui sebagai ilmuwan bertaraf internasional. Ia meninggal di Munich pada tanggal 7 Juli 1854 dalam usia 67 tahun.

(Dikutip seperlunya dari 100 Ilmuwan, John Hudson Tiner, 2005)

D. Hambatan Listrik

Berdasarkan persamaan hukum Ohm, hambatan listrik dapat didefinisikan sebagai hasil bagi beda potensial antara ujung-ujung penghantar dengan kuat arus yang mengalir pada penghantar tersebut. Untuk mengenang jasa Georg Simon Ohm, namanya dipakai sebagai satuan hambatan listrik, yaitu ohm (Ω). Suatu penghantar dikatakan mempunyai hambatan satu ohm apabila dalam penghantar tersebut mengalir arus listrik sebesar satu ampere yang disebabkan adanya beda potensial di antara ujung-ujung penghantar sebesar satu volt.

1. Jenis-Jenis Hambatan

Pada kehidupan sehari-hari dikenal beberapa jenis hambatan (resistor) yang sering digunakan sesuai kebutuhannya. Jenis-jenis hambatan (resistor) tersebut, antara lain, resistor tetap dan resistor variabel.

a. Resistor Tetap

Pada resistor tetap yang biasanya dibuat dari karbon atau kawat nikrom tipis, nilai hambatannya disimbolkan dengan warna-warna yang

melingkar pada kulit luarnya. Simbol warna-warna tersebut mempunyai arti sesuai dengan letaknya. Perhatikan Tabel 7.1!



Gambar 7.10 Resistor tetap

Tabel 7.1 Kode Warna Resistor

Warna	Pita ke-1 Angka ke-1	Pita ke-2 Angka ke-2	Pita ke-3 Angka nol	Pita ke-4 Akurasi
Hitam	0	0	-	-
Coklat	1	1	0	$\pm 1\%$
Merah	2	2	00	$\pm 2\%$
Oranye	3	3	000	-
Kuning	4	4	0 000	-
Hijau	5	5	00 000	-
Biru	6	6	000 000	-
Ungu	7	7	-	-
Abu-abu	8	8	-	-
Putih	9	9	-	-
Emas	-	-	$\times 0,1$	$\pm 5\%$
Perak	-	-	$\times 0,01$	$\pm 10\%$
Tanpa pita	-	-	-	$\pm 20\%$

Warna pada pita ke-1 menunjukkan angka pertama, pita ke-2 menunjukkan angka ke-2, pita ke-3 menunjukkan banyaknya angka nol, dan pita ke-4 menunjukkan tingkat akurasi. Resistor tetap yang dipasang pada rangkaian listrik seperti radio, televisi, dan komputer berfungsi untuk mengatur kuat arus listrik dan beda potensial pada nilai-nilai tertentu sehingga komponen-komponen listrik pada rangkaian tersebut dapat berfungsi dengan baik.

Contoh 7.3

Resistor pada gambar di samping memiliki warna merah, hijau, kuning, dan emas. Tentukan nilai hambatan resistor tersebut!

Diketahui :

pita ke-1, merah = 2

pita ke-2, hijau = 5

pita ke-3, kuning = 0,000

pita ke-4, emas = $\pm 5\%$

Ditanyakan: nilai hambatan = ... ?



Jawab :

Nilai hambatan resistor dengan warna merah, hijau, kuning, dan emas adalah 250.000Ω dengan tingkat akurasi 5 %. Hal ini berarti bahwa nilai hambatan yang sebenarnya adalah berkisar antara:

$$\begin{aligned}\text{batas bawah} &= 250.000 - \left(\frac{5}{100} \times 250.000 \right) \\ &= 250.000 - 12.500 \\ &= 237.500 \Omega\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{batas atas} &= 250.000 + \left(\frac{5}{100} \times 250.000 \right) \\ &= 250.000 + 12.500 \\ &= 262.500 \Omega.\end{aligned}$$

Jadi, nilai hambatan resistor tersebut adalah $250.000\Omega \pm 12.500 \Omega$.

b. Resistor Variabel



(a) Tipe bergeser



(b) Tipe berputar

Gambar 7.11 Macam-macam resistor variabel

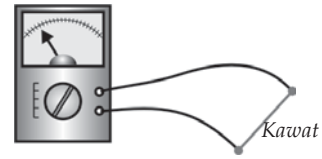
Di pasaran, resistor variabel yang kita kenal ada dua, yaitu resistor variabel tipe berputar dan bergeser (*rheostat*). Pada prinsipnya, cara kerja kedua resistor ini adalah sama, yaitu memutar atau menggeser kontak luncur untuk menambah atau mengurangi nilai hambatan sesuai kebutuhan. Resistor variabel ini dapat kita temui pada sistem volume di radio, *tape recorder*, dan alat-alat elektronik lainnya.

2. Mengukur Hambatan

Anda telah dapat mengukur besar kuat arus maupun beda potensial pada suatu penghantar. Sekarang, bagaimana caranya mengukur besar hambatan listrik? Untuk mengukur hambatan listrik ada dua cara, yaitu secara langsung dan tidak langsung.

a. Mengukur Hambatan Secara Langsung

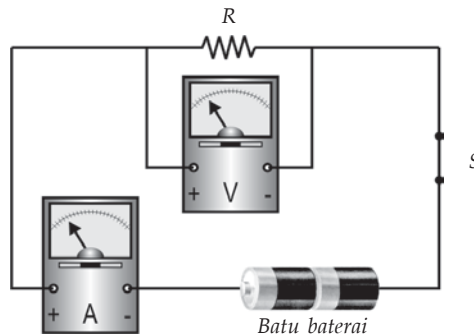
Anda tentu telah mengenal *multimeter*, yaitu alat yang dapat digunakan untuk mengukur kuat arus, beda potensial, dan hambatan. Untuk mengukur hambatan dengan menggunakan multimeter, terlebih dahulu kita putar sakelar pilih pada multimeter ke arah yang bertanda R . Dengan demikian, multimeter telah berfungsi sebagai *ohmmeter* (pengukur hambatan). Hubungkan ujung-ujung terminal multimeter dengan ujung-ujung benda yang akan diukur hambatannya, kemudian perhatikan skala yang ditunjukkan pada multimeter!



Gambar 7.12 Penggunaan multimeter

b. Mengukur Hambatan Secara Tidak Langsung

Selain menggunakan multimeter, Anda juga dapat menggabungkan voltmeter dan amperemeter secara bersama-sama pada rangkaian listrik yang diukur hambatannya. Voltmeter dipasang secara paralel, sedangkan amperemeter dipasang seri dengan benda yang akan diukur hambatannya.



Gambar 7.13 Pemasangan amperemeter dan voltmeter pada rangkaian

Setelah rangkaian terpasang seperti terlihat pada Gambar 7.12, bacalah skala yang ditunjukkan voltmeter maupun amperemeter, kemudian hitunglah nilai hambatan R dengan persamaan hukum ohm!

$$R = \frac{V}{I} \text{ atau } R = \frac{\text{skala yang terbaca pada voltmeter}}{\text{skala yang terbaca pada amperemeter}}.$$

Untuk ketelitian yang lebih baik, ulangilah pengukuran tersebut dengan cara mengubah-ubah beda potensialnya (dengan 1 baterai, 2 baterai, 3 baterai, dan 4 baterai)!

3. Hambatan pada Kawat Penghantar

Kawat penghantar yang dipakai pada kawat listrik pasti mempunyai hambatan, meskipun nilainya kecil. Untuk menyelidiki faktor-faktor yang memengaruhi besarnya hambatan suatu penghantar, lakukan Kegiatan 7.4 berikut!



Kegiatan 7.4

Hambatan pada Kawat Penghantar

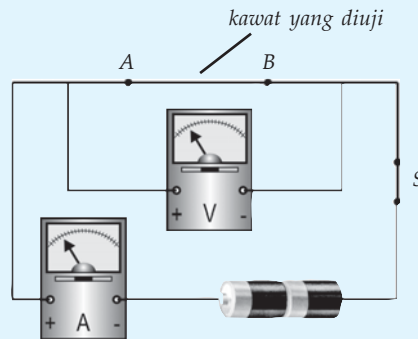
A. Tujuan

Anda dapat mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi nilai hambatan suatu kawat penghantar.

B. Alat dan Bahan

Kawat tembaga dengan luas penampang kecil dan besar ($2\times$ yang kecil) dengan panjang 1 m dan 2 m, kawat nikelin dengan panjang 1 m dan 2 m, voltmeter, amperemeter, dan 2 buah baterai (@1,5 V).

C. Langkah Kerja



1. Buatlah rangkaian seperti gambar di atas dengan kawat tembaga yang luas penampangnya kecil dan panjangnya 1 m (AB)!
2. Tutuplah sakelar (S), kemudian amati skala yang tertera pada voltmeter dan amperemeter!
3. Hitung hambatan kawat penghantar tersebut!
4. Ulangilah kegiatan tersebut dengan mengubah panjang, luas penampang, dan jenis kawat!
5. Catatlah hasil kegiatan Anda dalam tabel di dalam buku tugas!

6. Apa kesimpulan Anda?

Tabel Hasil Pengamatan

No	Jenis kawat	Panjang Kawat (l)	Tegangan (V)	Kuat Arus (I)	$R = \frac{V}{I}$
1.	Tembaga penampang kecil	1 m	3 volt	...	...
2.	Tembaga penampang kecil	2 m	3 volt	...	...
3.	Tembaga penampang besar (2× penampang kecil)	1 m	3 volt	...	...
4.	Tembaga penampang besar (2× penampang kecil)	2 m	3 volt	...	...
5.	Nikelin penampang kecil	1 m	3 volt	...	...
6.	Nikelin penampang kecil	2 m	3 volt	...	...

Berdasarkan Kegiatan 7.4, dapat diperoleh kesimpulan bahwa hambatan listrik suatu kawat penghantar dipengaruhi oleh panjang kawat (l), hambatan jenis kawat (ρ), dan luas penampang kawat (A). Secara matematis, hubungan ketiga faktor tersebut dapat dituliskan sebagai berikut.

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

Keterangan:

R : hambatan kawat penghantar (Ω)

l : panjang kawat penghantar (m)

A : luas penampang kawat penghantar (m^2)

ρ : hambatan jenis kawat penghantar ($\Omega \text{ m}$)

Contoh 7.4

- Diketahui sebuah kawat penghantar memiliki panjang 100 m, luas penampang $2,5 \text{ mm}^2$, dan hambatan jenis sebesar $17 \times 10^{-7} \Omega \text{ m}$. Tentukan besarnya hambatan kawat tersebut!
Diketahui :
 - $l = 100 \text{ m}$
 - $A = 2,5 \text{ mm}^2 = 25 \times 10^{-7} \text{ m}^2$
 - $\rho = 17 \times 10^{-7} \Omega \text{ m}$

Ditanyakan : $R = \dots ?$

Jawab :

$$\begin{aligned} R &= \rho \frac{l}{A} \\ &= 17 \times 10^{-7} \times \frac{100}{25 \times 10^{-7}} \\ &= 68 \, \Omega \end{aligned}$$

Jadi, besarnya hambatan kawat adalah $68 \, \Omega$.

2. Kawat yang panjangnya 200 meter dan luas penampangnya $0,5 \, \text{mm}^2$ mempunyai hambatan listrik $56 \, \Omega$. Tentukan hambatan jenis kawat tersebut!

Diketahui : a. $l = 200 \, \text{m}$

b. $A = 0,5 \, \text{mm}^2 = 5 \times 10^{-7} \, \text{m}^2$

c. $R = 56 \, \Omega$

Ditanyakan: $\rho = \dots ?$

Jawab :

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{R \times A}{l} \\ &= \frac{56 \times 5 \times 10^{-7}}{200} \\ &= 1,4 \times 10^{-7} \, \Omega \, \text{m} \end{aligned}$$

Jadi, hambatan jenis kawat adalah $1,4 \times 10^{-7} \, \Omega \, \text{m}$.

Berdasarkan persamaan dan contoh tersebut, terlihat bahwa apabila kawat penghantar makin panjang dan hambatan jenisnya makin besar, maka nilai hambatannya bertambah besar. Tetapi apabila luas penampang kawat penghantar makin besar, ternyata nilai hambatannya makin kecil. Untuk nilai hambatan jenis suatu penghantar besar kecilnya sudah ditentukan para ilmuwan. Perhatikan Tabel 7.2 berikut!

Tabel 7.2 Nilai Hambatan Jenis Berbagai Bahan

No	Nama Zat	Hambat Jenis (ohm.m)	No	Nama Zat	Hambat Jenis (ohm.m)
1.	Air	10^2	13.	Karet	$10^8 - 10^{13}$
2.	Air suling	$10^3 - 10^5$	14.	Mangan	$4,3 \times 10^{-7}$
3.	Alkohol	5×10^4	15.	Mika	10^{13}
4.	Aluminium	$2,9 \times 10^8$	16.	Minyak tanah	10^{14}
5.	Asam sulfat	$2,5 \times 10^2$	17.	Parafin	10^{14}
6.	Bakelit	$10^5 - 10^{10}$	18.	Perak	$1,6 \times 10^{-8}$
7.	Besi	$8,6 \times 10^{-8}$	19.	Porselin	$10^{12} - 10^{14}$
8.	Ebonit	$10^{13} - 10^{16}$	20.	Tembaga	$1,7 \times 10^{-14}$
9.	Emas	$2,3 \times 10^{-8}$	21.	Timbal	$2,1 \times 10^{-7}$
10.	Kaca	$10^{11} - 10^{14}$	22.	Wolfram	$5,6 \times 10^{-8}$
11.	Karbon	6×10^5	23.	Konstanta	5×10^{-7}
12.	Raksa	$9,58 - 10^{-7}$			

Sumber: Fisika, Kane & Sternheim, 1991.

Tegangan listrik di rumah Anda, mungkin pernah mengalami penurunan. Kejadian tersebut biasanya terlihat pada malam hari ketika semua alat listrik dan lampu dinyalakan, ternyata nyala lampu sedikit redup. Hal ini disebabkan tegangan harus melewati kawat yang sangat panjang untuk sampai ke rumah Anda dari gardu induk PLN. Padahal makin panjang kawat yang digunakan, makin besar hambatannya. Menurut hukum ohm, $V = I \times R$, makin besar harga hambatan (R), makin besar pula beda potensial/tegangan (V). Beda potensial yang dimaksud adalah beda potensial yang hilang pada kawat penghantar. Oleh karena itu, bila tegangan listrik di rumah Anda ukur, ternyata besarnya kurang dari 220 volt, seperti yang tertulis pada PLN.

E. Hukum Kirchhoff

1. Hukum I Kirchhoff



Sumber: Jendela Iptek, Listrik

Gambar 7.14 Kirchhoff

Anda sudah dapat mengukur kuat arus listrik dalam suatu rangkaian tertutup sederhana yang tidak bercabang, di mana kuat arus di setiap titik pada setiap penghantar besarnya sama. Bagaimana cara mengukur kuat arus yang mengalir pada rangkaian bercabang? Apakah cara mengukur kuat arus pada rangkaian itu juga sama? Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut lakukanlah Kegiatan 7.5 berikut!



Kegiatan 7.5

Kuat Arus dalam Rangkaian Bercabang

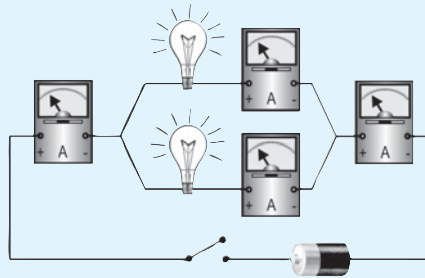
A. Tujuan

Anda dapat mengetahui kuat arus di setiap titik dalam rangkaian bercabang.

B. Alat dan Bahan

Baterai, 4 buah amperemeter, 2 buah lampu pijar, dan kabel.

C. Langkah Kerja



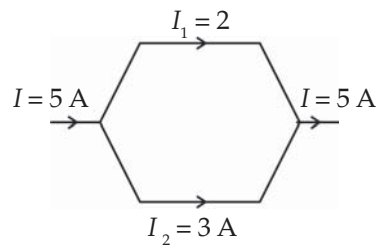
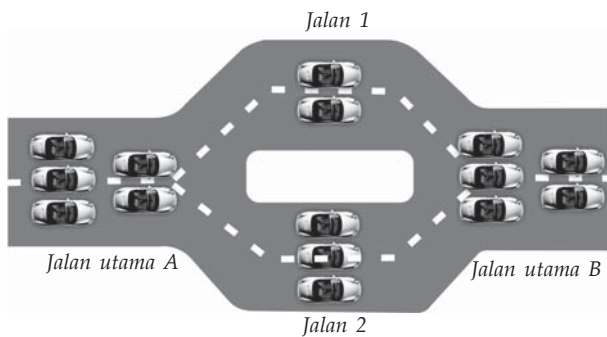
1. Buatlah rangkaian seperti terlihat pada gambar di atas!
2. Tutuplah sakelar (s) dan bacalah skala yang ditunjukkan oleh jarum amperemeter 1, 2, 3, dan 4!
3. Bandingkan besar kuat arus pada masing-masing amperemeter tersebut!
4. Nyatakan kesimpulan Anda!

Pada Kegiatan 3.5, ternyata amperemeter 1 dan 4 menunjukkan skala yang sama, sedangkan jumlah dari skala yang ditunjukkan amperemeter 2 dan 3 sama dengan skala yang ditunjukkan amperemeter 1 dan 4.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa arus yang masuk pada titik percabangan sama dengan kuat arus yang keluar pada titik percabangan tersebut. Pernyataan ini dikenal sebagai Hukum I Kirchoff, yang secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

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

Untuk lebih memahami kuat arus pada rangkaian listrik bercabang, dapat Anda umpamakan sebagai jalan raya yang bercabang.



Gambar 7.15 Jumlah arus tiap titik pada rangkaian bercabang

Pada Gambar 7.15, terlihat bahwa jumlah mobil di jalan utama A sebanyak lima buah, kemudian mobil tersebut berpisah di persimpangan sehingga yang melewati jalan satu sebanyak 2 buah dan jalan dua sebanyak tiga buah. Pada persimpangan yang lain, mobil-mobil tersebut bertemu lagi di jalan utama B sehingga mobil yang melewati jalan utama B sama dengan jumlah mobil yang melewati jalan satu dan dua atau jumlah mobil yang melewati jalan utama A.

Contoh 7.5

1. Pada gambar rangkaian di samping! Berapa besar kuat arus pada I_3

Diketahui : $I_{\text{masuk}} = 12 \text{ A}$
 $I_1 = 8 \text{ A}$
 $I_2 = 3 \text{ A}$

Ditanyakan: $I_3 = \dots ?$

Jawab :

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

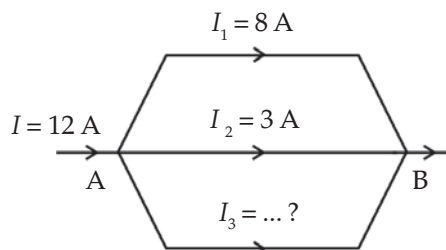
$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3$$

$$12 = 8 + 3 + I_3$$

$$12 = 11 + I_3$$

$$I_3 = 12 - 11$$

$$I_3 = 1 \text{ A}$$

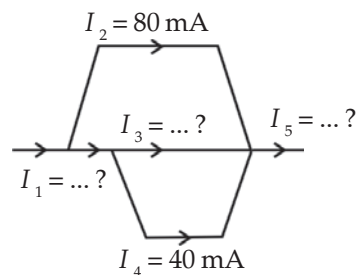


2. Perhatikan gambar di samping! Jika besarnya arus yang masuk 200 mA, maka hitunglah besarnya kuat arus I_1 , I_3 dan I_5 !

Diketahui : $I_{\text{masuk}} = 200 \text{ mA}$

$$I_2 = 80 \text{ mA}$$

$$I_4 = 40 \text{ mA}$$



- Ditanyakan:
- $I_1 = \dots ?$
 - $I_3 = \dots ?$
 - $I_5 = \dots ?$

Jawab :

$$\begin{aligned}
 \text{a. } I_{\text{masuk}} &= I_1 + I_2 \\
 200 &= I_1 + 80 \\
 I_1 &= 200 - 80 \\
 &= 120 \text{ mA} \\
 \text{b. } I_1 &= I_3 + I_4 \\
 120 &= I_3 + 40 \\
 I_3 &= 120 - 40 \\
 &= 80 \text{ mA} \\
 \text{c. } I_5 &= I_2 + I_3 + I_4 \\
 &= 80 + 80 + 40 \\
 &= 200 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

2. Hukum II Kirchhoff

Hukum II Kirchhoff atau hukum loop menyatakan bahwa *jumlah perubahan potensial yang mengelilingi lintasan tertutup pada suatu rangkaian harus sama dengan nol*. Hukum ini didasarkan pada hukum kekekalan energi. Secara matematis hukum II Kirchhoff dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\Sigma E = \Sigma (I \times R)$$

Keterangan:

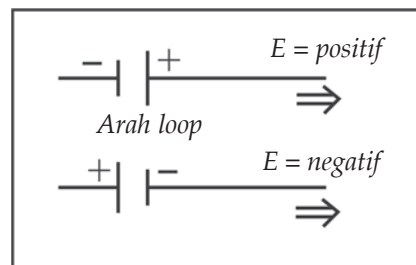
E : ggl sumber arus (volt)

I : kuat arus (A)

R : hambatan (Ω)

Pada perumusan hukum II Kirchhoff, mengikuti ketentuan sebagai berikut.

- Semua hambatan (R) dihitung positif.
- Pada arah perjalanan atau pene-lusuran rangkaian tertutup (loop), jika sumber arus berawal dari kutub negatif ke kutub positif, maka ggl-nya dihitung positif. Jika sebaliknya dari kutub positif ke kutub negatif, maka ggl nya dihitung negatif.



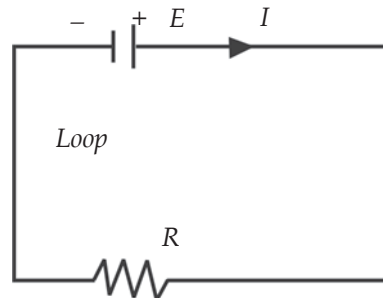
Gambar 7.16 Tanda positif dan negatif ggl.

- c. Arus yang searah dengan penelusuran loop dihitung positif, sedang yang berlawanan dengan arah penelusuran dihitung negatif.
- d. Jika hasil akhir perhitungan kuat arus bernilai negatif, maka kuat arus yang sebenarnya merupakan kebalikan dari arah yang ditetapkan.

a. Kuat Arus Listrik dalam Rangkaian Sederhana

Pada dasarnya sumber tegangan ggl memiliki hambatan dalam yang disimbulkan dengan r . Nilai r ini adalah nilai hambatan yang ada dalam ggl sumber tegangan pada suatu rangkaian. Perhatikan Gambar 7.17!

Pada Gambar 7.17 melukiskan rangkaian tertutup yang terdiri atas sebuah sumbu arus dengan ggl E , hambatan dalam r , dan sebuah penghambat dengan hambatan R , sedang arus pada rangkaian I . Menurut hukum II Kirchhoff, pada rangkaian berlaku persamaan seperti berikut.



Gambar 7. 17 Rangkaian tertutup

$$E = (I \times r) + (I \times R) \text{ atau } E = I (r + R) \text{ atau } I = \frac{E}{r + R}$$

Keterangan:

E : ggl sumber arus (V)

I : kuat arus (A)

r : hambatan dalam sumber arus (Ω)

R : hambatan penghambat (Ω)

Nilai $I \times R$ pada persamaan di atas merupakan tegangan penggunaan di luar sumber arus yang disebut tegangan jepit (K). Jadi, persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut.

$$E = I \times r + K \text{ atau } K = E - I \times r$$

Keterangan:

K : tegangan jepit (V)

Contoh 7.6

Sebuah kawat penghantar dengan hambatan $11,5 \text{ ohm}$ dihubungkan dengan sumber tegangan 6 V yang hambatan dalamnya $0,5 \text{ ohm}$. Hitunglah kuat arus pada rangkaian dan tegangan jepitnya!

Diketahui : a. $R : 11,5 \text{ } \Omega$
b. $E : 6 \text{ V}$
c. $r = 0,5 \text{ } \Omega$

Ditanyakan: a. $I = \dots?$
b. $K = \dots?$

Jawab :

a. Kuat arus pada rangkaian

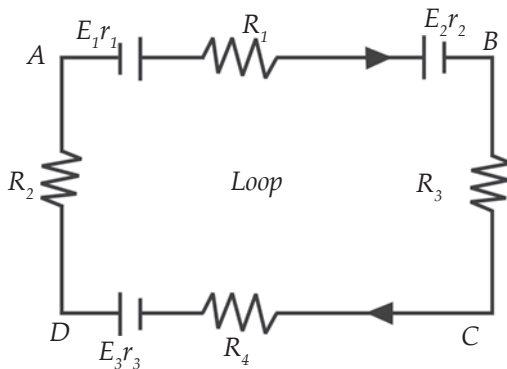
$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{6}{11,5+0,5} = 0,5 \text{ A}$$

b. Tegangan Jepit

$$K = I \times R = 0,5 \times 11,5 = 5,75 \text{ V}$$

b. Kuat Arus Listrik dalam Rangkaian Majemuk (Kompleks)

Gambar 7.18 menunjukkan satu rangkaian tertutup yang terdiri atas satu loop. Misalkan arah arus dan arah penelusuran loop kita tentukan searah putaran jarum jam. Menurut hukum II Kirchhoff pada rangkaian berlaku persamaan $\Sigma E = \Sigma (I \times R)$. Oleh karena itu persamaannya menjadi seperti berikut.



Gambar 7.18 Rangkaian satu loop.

$$E_1 - E_2 + E_3 = I(r_1 + R_1 + r_2 + R_2 + R_3 + R_4 + r_3)$$

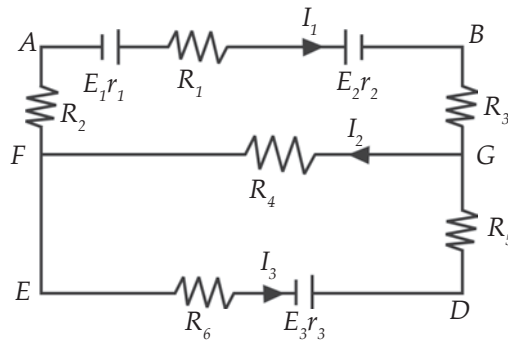
Jika pada penjabaran di atas dihasilkan nilai I negatif, maka arah arus yang sebenarnya adalah kebalikan dari arah yang ditentukan pada gambar. Bagaimana jika penelusuran rangkaian berawal dari satu titik dan berakhir pada titik lain? Misalkan Anda akan menentukan tegangan atau beda potensial antara titik A dan B pada Gambar 7.18. Berdasarkan Hukum II Kirchhoff dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$V_{AB} + \Sigma E = \Sigma(I \times R)$$

$$V_{AB} + E_1 - E_2 = I(r_1 + R_1 + r_2)$$

$$V_{AB} = I(r_1 + R_1 + r_2) - E_1 + E_2$$

Untuk rangkaian yang memiliki dua loop atau lebih dapat diselesaikan dengan hukum II Kirchhoff dan hukum I Kirchhoff. Perhatikan Gambar 7.19!



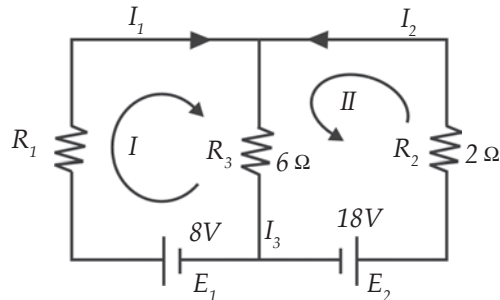
Gambar 7.19 Rangkaian dua loop.

Pada gambar di atas dilukiskan rangkaian tertutup yang terdiri atas dua loop. Arah arus dan arah penelusuran tiap loop. Misalkan Anda bagi menjadi seperti berikut.

- Loop I ABGFA
 $\Sigma E = \Sigma(I \times R)$
 $E_1 - E_2 = I(r_1 + R_1 + r_2 + R_2 + R_3) + I_2 \times R_4$
- Loop II FEDGF
 $\Sigma E = \Sigma(I \times R)$
 $E_3 = I_3(R_6 + r_3 + R_5) + I \times R_4$
- Penerapan Hukum I Kirchhoff
 $I_2 = I_1 + I_3$

Contoh 7.7

1. Hitung kuat arus pada masing-masing penghambat pada gambar berikut!



- Diketahui :
- a. $E_1 = 8 \text{ V}$
 - b. $R_1 = 4 \text{ } \Omega$
 - c. $E_2 = 18 \text{ V}$
 - d. $R_2 = 2 \text{ } \Omega$
 - e. $R_3 = 6 \text{ } \Omega$

- Ditanyakan:
- a. $I_1 = \dots?$
 - b. $I_2 = \dots?$
 - c. $I_3 = \dots?$

Jawab:

- Hukum I Kirchhoff

$$I_3 = I_1 + I_2 \quad \dots\dots\dots (1)$$
- Loop I

$$\Sigma E = \Sigma (I \times R)$$

$$8 = I_1 \times 4 + I_3 \times 6$$

$$8 = I_1 \times 4 + (I_1 + I_2) 6$$

$$8 = 10 I_1 + 6 I_2 \quad \dots\dots\dots (2)$$
- Loop II

$$E_2 = I_2 \times R_2 + I_3 \times R_3$$

$$18 = I_2 \times 2 + (I_2 + I_1) 6$$

$$18 = 2 I_2 + 6 I_1 + 6 I_2$$

$$9 = 3 I_1 + 4 I_2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

Anda eliminasi persamaan (2) dan (3)

$$\begin{array}{r}
 16 = 20 I_1 + 12 I_2 \\
 27 = 9 I_1 + 12 I_2 \quad - \\
 \hline
 -11 = 11 I_1 \\
 I_1 = -1 \text{ A}
 \end{array}$$

Nilai I_1 , Anda masukkan ke persamaan (2)

$$8 = 10 I_1 + 6 I_2$$

$$8 = 10 (-1) + 6 I_2$$

$$I_2 = 3 \text{ A}$$

Nilai I_2 , Anda masukkan pada persamaan (1)

$$I_3 = I_1 + I_2$$

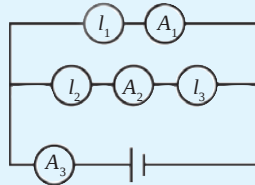
$$= -1 + 3$$

$$= 2$$

I_1 negatif, berarti I berlawanan dengan arah yang telah ditentukan.

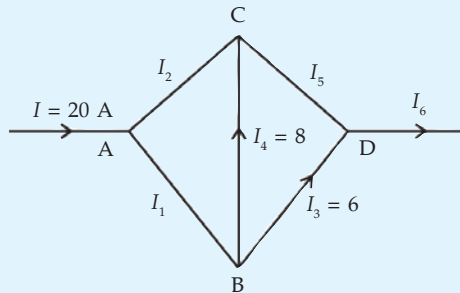
Soal Kompetensi 7.5

1. Perhatikan rangkaian berikut!



Jika lampu satu (I_1), lampu dua (I_2), dan lampu tiga (I_3) memiliki hambatan yang sama (identik), maka amperemeter manakah yang menunjukkan skala tertinggi dan terendah?

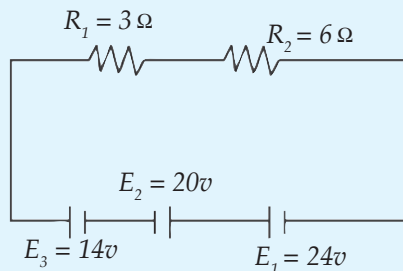
- 2.



Perhatikan gambar rangkaian berikut!

Tentukan kuat arus yang mengalir pada I_1 , I_2 , I_5 , dan I_6 serta arahnya!

3. Berdasarkan Hukum II Kirchhoff, hitung kuat arus listrik pada rangkaian berikut!



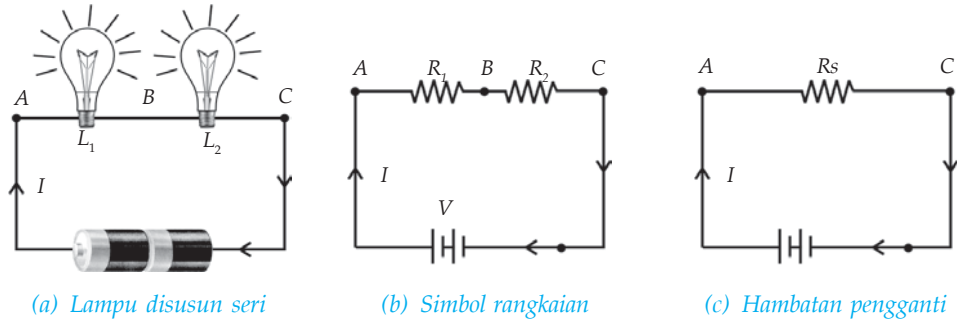
F. Rangkaian Hambatan Listrik

Pada rangkaian listrik, mungkin Anda sering menjumpai beberapa hambatan yang dirangkai secara bersama-sama. Hambatan yang dimaksud di sini bukan hanya resistor, melainkan semua peralatan yang menggunakan listrik, seperti lampu, radio, televisi, dan setrika listrik. Rangkaian hambatan listrik dibedakan menjadi dua, yaitu seri dan paralel.

1. Rangkaian Hambatan Seri

Rangkaian hambatan seri adalah rangkaian yang disusun secara berurutan (segaris). Pada rangkaian hambatan seri yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan, besar kuat arus di setiap titik dalam rangkaian tersebut adalah sama. Jadi, semua hambatan yang terpasang pada rangkaian tersebut dialiri arus listrik yang besarnya sama.

Bila salah satu hambatan ada yang putus, maka arus listrik pada rangkaian tersebut juga putus/tidak mengalir.



Gambar 7.20 Rangkaian hambatan seri

Pada Gambar 7.20, terlihat dua buah lampu (sebagai hambatan) yang disusun seri. Kuat arus yang mengalir melalui kedua lampu tersebut sama besarnya, sedangkan tegangannya berbeda ($V_{AB} \neq V_{BC}$). Dengan menggunakan hukum Ohm dapat Anda tuliskan secara matematis sebagai berikut.

Jika $V_{AB} = I \times R_1$, $V_{BC} = I \times R_2$, $V_{AC} = V_{AB} + V_{BC}$; maka:

$$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC}$$

$$V_{AC} = I \times R_1 + I \times R_2$$

$$V_{AC} = I (R_1 + R_2)$$

Jika Anda ganti kedua hambatan yang dirangkai seri dengan sebuah hambatan pengganti (R_s) lihat Gambar 7.20 (c), maka $V_{AC} = I \times R_s$, sehingga Anda dapatkan persamaan sebagai berikut.

$$V_{AC} = I(R_1 + R_2)$$

$$I \times R_s = I(R_1 + R_2)$$

$$R_s = R_1 + R_2$$

Jadi, bentuk umum hambatan pengganti yang dirangkai seri adalah sebagai berikut.

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \text{ (} n = \text{banyaknya hambatan)}$$

Hambatan pengganti pada kedua rangkaian ini selalu lebih besar karena merupakan jumlah dari hambatan-hambatan yang dipasang.

Contoh 7.8

Ada tiga buah hambatan yang masing-masing nilainya $6\ \Omega$, $4\ \Omega$, dan $3\ \Omega$ disusun seri. Tentukan hambatan penggantinya!

Diketahui : a. $R_1 = 6\ \Omega$

b. $R_2 = 4\ \Omega$

c. $R_3 = 3\ \Omega$

Ditanyakan: $R_s = \dots ?$

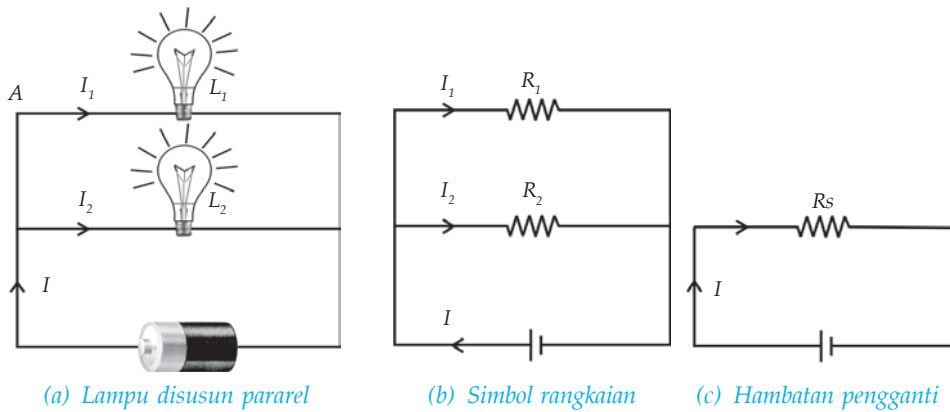
Jawab :

$$\begin{aligned} R_s &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 6 + 4 + 3 \\ &= 13\ \Omega \end{aligned}$$

Jadi, hambatan penggantinya adalah $13\ \Omega$.

2. Rangkaian Hambatan Paralel

Hambatan paralel adalah rangkaian yang disusun secara berdampingan/berjajar. Jika hambatan yang dirangkai paralel dihubungkan dengan suatu sumber tegangan, maka tegangan pada ujung-ujung tiap hambatan adalah sama. Sesuai dengan Hukum I Kirchoff, jumlah kuat arus yang mengalir pada masing-masing hambatan sama dengan kuat arus yang mengalir pada penghantar utama.



Gambar 7.21 Rangkaian hambatan paralel

Pada Gambar 7.21, dua buah lampu (sebagai hambatan) dirangkai paralel. Kuat arus yang mengalir pada lampu 1 (I_1) dan lampu 2 (I_2) besarnya tergantung nilai hambatannya, sedangkan tegangan yang melewati kedua lampu tersebut besarnya sama.

Dengan menggunakan hukum I Kirchhoff dan hukum Ohm, maka dapat Anda tuliskan secara matematis sebagai berikut.

Jika $I_1 = \frac{V}{R_1}$, $I_2 = \frac{V}{R_2}$, dan $I = I_1 + I_2$; maka:

$$I = I_1 + I_2 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Jika Anda ganti kedua hambatan yang dirangkai paralel dengan sebuah hambatan pengganti (R_p), lihat Gambar 7.21 (c), maka $I = \frac{V}{R_p}$, sehingga Anda dapatkan persamaan sebagai berikut.

$$I = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad \Leftrightarrow \quad \frac{V}{R_p} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$V \left(\frac{1}{R_p} \right) = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad \Leftrightarrow \quad \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R_p = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Jadi, bentuk umum hambatan yang dirangkai paralel adalah :

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}, \quad (n = \text{jumlah hambatan})$$

$$R_p = \frac{\text{Perkalian}}{\text{Penjumlahan}} = \frac{R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots \times R_n}{(R_1 \times R_2) + (R_1 \times R_3) + (R_2 \times R_3) + \dots + (R_{n-1} \times R_n)}$$

Hambatan pengganti pada rangkaian paralel selalu lebih kecil karena merupakan jumlah dari kebalikan hambatan tiap-tiap komponen.

Contoh 7.9

Tiga buah hambatan, masing-masing nilainya $3 \, \Omega$, $4 \, \Omega$, dan $6 \, \Omega$ dirangkai secara paralel. Hitunglah hambatan penggantinya!

Diketahui : a. $R_1 = 3 \, \Omega$
 b. $R_2 = 4 \, \Omega$
 c. $R_3 = 6 \, \Omega$
 Ditanyakan: $R_p = \dots ?$

Jawab :

Cara I :

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

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{4}{12} + \frac{3}{12} + \frac{2}{12}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{9}{12}$$

$$R_p = \frac{12}{9} = \frac{4}{3} \, \Omega$$

Cara II:

$$R_p = \frac{R_1 \times R_2 \times R_3}{(R_1 \times R_2) + (R_1 \times R_3) + (R_2 \times R_3)}$$

$$R_p = \frac{3 \times 4 \times 6}{(3 \times 4) + (3 \times 6) + (4 \times 6)}$$

$$R_p = \frac{72}{12 + 18 + 24}$$

$$R_p = \frac{72}{54} = \frac{4}{3} \Omega$$

Kolom Diskusi 7.1

Diskusikan bersama teman Anda!

1. Jika pada rangkaian seri atau paralel ditambahkan lagi komponen listrik, bagaimana jumlah hambatan totalnya?
2. Yusi sedang memperbaiki radionya yang rusak. Ternyata kerusakan terdapat pada resistor yang nilainya 6Ω , sehingga resistor tersebut harus diganti. Sementara itu, Yusi hanya mempunyai resistor yang nilainya 9Ω dan 18Ω . Apa yang harus dilakukan Yusi agar radionya berfungsi kembali!
3. Sebutkan dan jelaskan manfaat rangkaian seri dan paralel! Kumpulkan hasil diskusi Anda di meja guru!

G. Daya Listrik dalam Kehidupan Sehari-Hari

Bila Anda perhatikan sebuah setrika listrik yang dihubungkan dengan sumber tegangan listrik, maka tidak berapa lama akan menjadi panas. Hal ini terjadi karena adanya usaha untuk memindahkan muatan listrik setiap saat pada rangkaian listrik yang besarnya sama dengan energi listrik yang diubah menjadi energi kalor. Besarnya energi setiap satuan waktu disebut *daya listrik*. Secara matematis daya listrik dapat di tulis sebagai berikut.

$$P = \frac{W}{t}$$

Jika $W = V \times I \times t$, maka persamaan di atas dapat ditulis

$$P = V \times I$$

Menurut Hukum Ohm persamaan daya dapat ditulis

$$P = I^2 \times R \text{ atau } P = \frac{V^2}{R}$$

Keterangan:

P : daya listrik (W)

W : energi listrik (J)

V : tegangan listrik (V)

I : kuat arus listrik (A)

R : hambatan listrik (Ω)

Contoh 7.10

Dalam waktu 5 menit, sebuah lampu pijar menggunakan energi sebesar 9.000 J. Hitunglah daya listrik lampu pijar tersebut!

Diketahui : a. $t = 5 \text{ menit} = 300 \text{ s}$

b. $W = 9.000 \text{ J}$

Ditanyakan: $P = \dots ?$

Jawab :

$$\begin{aligned} P &= \frac{W}{t} \\ &= \frac{9.000}{300} \\ &= 30 \text{ W} \end{aligned}$$

Jadi, daya listrik lampu pijar tersebut adalah 30 W

Pemasangan alat listrik di rumah-rumah dirangkai secara paralel. Hal ini diharapkan agar tegangan yang melalui alat-alat tersebut besarnya sama. Untuk menghitung besar energi listrik yang digunakan pada suatu rumah, PLN memasang alat yang disebut kWh (*kilowatt hours*) meter (meteran listrik).

1 kWh didefinisikan sebagai daya sebesar 1.000 watt yang digunakan selama 1 jam. Jadi, persamaannya dapat ditulis sebagai berikut.

$$\text{Energi yang digunakan (kWh)} = \text{daya (kW)} \times \text{waktu (jam)}$$

Sedangkan biaya yang harus dibayar adalah sebagai berikut.

$$\text{Biaya} = \text{jumlah energi yang digunakan} \times \text{biaya per kWh}$$

Biasanya, selain biaya energi yang terpakai, para pelanggan listrik harus membayar biaya beban, materai, dan pajak.

Contoh 7.11

Diketahui harga listrik Rp100,00 per kWh. Sebuah rumah memakai 5 lampu dengan daya masing-masing 60 watt, sebuah kulkas 160 watt, sebuah televisi 80 watt, dan 3 lampu dengan daya 40 watt. Jika semua alat listrik itu menyala rata-rata 12 jam per hari, maka berapa besar biaya listrik dalam sebulan?

$$\begin{array}{rcl} \text{Diketahui :} & 5 \text{ lampu} \times 60 \text{ watt} & = 300 \text{ watt} \\ & 1 \text{ kulkas} \times 160 \text{ watt} & = 160 \text{ watt} \\ & 1 \text{ televisi} \times 80 \text{ watt} & = 80 \text{ watt} \\ & 3 \text{ lampu} \times 40 \text{ watt} & = 120 \text{ watt} \\ & \hline & \text{Jumlah} & = 660 \text{ watt} \end{array} +$$

Ditanyakan: biaya per bulan =?

Jawab :

Pemakaian rata-rata 12 jam, maka dalam 1 bulan (30 hari) pemakaian energi listriknya adalah:

$$\begin{aligned} W &= P \times t \\ &= 660 \times (12 \times 30) \\ &= 660 \times 360 \\ &= 237.600 \text{ watt-jam} \\ &= 237,6 \text{ kWh.} \end{aligned}$$

Jadi, biaya yang harus dikeluarkan adalah

$$237,6 \times 100 = \text{Rp}23.760,00.$$

Kolom Ilmuwan

Amati meteran listrik dari beberapa rumah di lingkungan Anda (minimal 5 meteran listrik)! Catat penggunaan energi listrik dalam jangka waktu tiga bulan terakhir, dan tanyakan kepada pemiliknya berapa rekening listrik yang harus ia bayar pada bulan-bulan tersebut!

Selidiki, mengapa biaya rekening listrik tiap rumah berbeda! Kemudian buatlah sebuah tulisan atau artikel atas penyelidikan Anda yang berisi saran agar pemilik rumah bisa membayar rekening listrik lebih murah dari biasanya. Sertakan data dan analisis Anda agar tulisan Anda lebih menarik dan kumpulkan di meja guru!

H. Penghematan Energi Listrik

Hampir setiap bulan, petugas dari PLN datang ke rumah para pelanggan listrik untuk mengetahui besar energi listrik yang digunakan melalui kWh meter (meteran listrik). Makin besar angka yang tercatat dalam kWh meter, berarti makin besar pula energi listrik yang digunakan, sehingga biaya yang harus dibayar juga makin besar.

Bagaimana cara menghemat energi listrik di rumah? Ada beberapa cara yang dapat dilakukan, antara lain, sebagai berikut.

1. Menggunakan Lampu Neon daripada Lampu Pijar

Untuk penerangan di rumah, Anda menggunakan lampu listrik. Lampu yang biasanya Anda gunakan ada dua jenis, yaitu lampu neon dan lampu pijar. Lampu pijar menghasilkan cahaya yang kurang terang. Hal ini disebabkan karena energi listrik pada lampu pijar selain diubah menjadi cahaya juga diubah menjadi energi kalor. Cahaya pada lampu pijar dihasilkan oleh elemen lampu (kawat wolfram/tungsten) yang berpijar karena panas. Suhunya dapat mencapai 5000°C , sehingga bila lampu pijar dinyalakan di dalam kamar, maka kamar akan terasa panas. Jadi, untuk sarana penerangan, lampu pijar banyak membuang energi listrik dalam bentuk panas.

Berbeda dengan lampu pijar. Lampu neon dapat menghasilkan cahaya yang terang, meskipun daya lampu rendah. Hampir seluruh energi listrik pada lampu neon diubah menjadi cahaya dan sedikit yang diubah menjadi energi kalor. Cahaya yang dihasilkan lampu neon terjadi karena atom-atom gas neon yang diisikan di dalam tabung diberi tegangan listrik yang sangat tinggi sehingga atom-atom gas neon tersebut akan berpendar sehingga menghasilkan cahaya. Karena gas-gas neon di dalam tabung bersifat isolator, maka meskipun tegangannya sangat tinggi, tetapi arus yang mengalir sangat kecil, sehingga daya listriknya juga rendah. Jadi, lampu neon lebih hemat daripada lampu pijar.

2. Menggunakan Alat Listrik Berdaya Rendah

Pernahkah Anda menggunakan alat-alat listrik secara bersamaan sehingga melebihi batas daya maksimum yang diberikan PLN di rumah Anda? Apa yang terjadi? Tentu listrik di rumah Anda tidak akan kuat sehingga sakelar otomatis yang terpasang pada CB akan putus.

Bila Anda menggunakan alat-alat listrik yang berdaya tinggi, maka energi yang terserap juga akan besar, tetapi tidak semua energi listrik tersebut dapat dimanfaatkan dengan baik. Ada sebagian energi listrik yang terbuang sia-sia. Sebagai contoh, untuk penerangan kamar jangan menggunakan lampu pijar yang berdaya 100 watt. Anda dapat menggantikannya dengan lampu neon yang berdaya 10 watt untuk memperoleh penerangan yang sama. Untuk mengeringkan rambut, Anda tidak perlu memakai pengering rambut yang berdaya 200 watt, tetapi dapat menggunakan kipas angin yang berdaya 60 watt. Jadi, dengan menggunakan alat-alat listrik yang berdaya rendah Anda dapat menghemat energi listrik.

3. Mengatur Waktu Pemakaian dengan Baik

Ada sebagian masyarakat Anda yang belum dapat menggunakan energi listrik secara efisien. Seperti menggunakan lampu, radio, televisi tetapi malah ditinggal pergi. Hal ini merupakan tindakan pemborosan. Jadi, gunakan peralatan listrik seefisien mungkin. Nyalakan alat-alat listrik bila benar-benar ingin digunakan. Karena menghemat energi listrik berarti menghemat pula biaya pengeluaran kita.

Kolom Diskusi 7.2

Diskusikan dengan teman Anda!

1. Jelaskan bagaimana Anda dapat menghemat energi listrik di rumah Anda!
2. Mengapa Anda harus menghemat energi listrik?
3. Di sejumlah media sering Anda jumpai iklan layanan masyarakat yang menyatakan “Hemat listrik bisa beli sepeda” apa maksudnya? Jelaskan!

Info Kita

Burung Listrik



Awas, tegangan tinggi! Begitulah tulisan yang terpampang di sebuah tiang listrik. Namun, sekawanan burung nekat hinggap di atas kabel tanpa memedulikan peringatan tersebut (apa karena tidak bisa membaca ya?). Mengapa burung-burung tersebut tidak tersetrum?

Listrik memberikan manfaat bagi manusia. Berbagai alat penerangan, alat rumah tangga, dan mesin industri menggunakan listrik. Selain bermanfaat, listrik juga berbahaya bagi manusia. Bahaya listrik di antaranya dapat menyetrum manusia. Peristiwa tersetrum terjadi apabila arus listrik mengalir melewati bagian tubuh makhluk hidup. Hal ini mempunyai dampak yang sangat fatal, hanya dalam hitungan detik makhluk hidup yang tersetrum bisa mati. Makin tinggi tegangan (*voltage*) listrik, makin cepat listrik membawa kematian. Pada tegangan rendah, dampak tersetrum tidak terlalu parah.

Untuk meminimalisasi bahaya listrik, PLN Jepang menyediakan listrik dengan tegangan rendah, 110 volt. Tegangan ini dipandang relatif aman bagi nyawa manusia, meskipun tetap saja sakit jika tersetrum. Namun, tidak separah tersetrum listrik 220 volt. Lagipula, orang mudah melepaskan diri ketika tersetrum listrik tegangan rendah. Makin tinggi voltase, makin “lengket” orang tersebut kepada sumber arus. PLN Indonesia masih menggunakan listrik dengan tegangan 220 volt. Tegangan ini cukup tinggi dan bisa membunuh manusia. Mengapa di Indonesia tidak menggunakan listrik 110 volt? PLN beralih, listrik tegangan rendah, biayanya mahal karena membutuhkan kabel yang diameternya lebih besar.

Untuk menghindarkan diri dari bahaya listrik, manusia menciptakan beragam isolator. Isolator merupakan bahan yang tidak menghantarkan listrik. Bahan-bahan seperti plastik, karet, dan kayu bersifat isolator. Karet digunakan untuk membungkus kabel untuk menghindari bahaya listrik. Untuk keamanan, pegawai PLN menggunakan sarung karet dan sepatu plastik ketika memperbaiki instalasi listrik. Kita dianjurkan menggunakan sandal karet saat menyalakan lampu. Sandal karet menghindarkan kontak tubuh kita dengan tanah (*ground*) sehingga mengurangi resiko tersengat listrik. Bahan yang menghantarkan listrik disebut konduktor. Logam dan air merupakan konduktor sehingga bisa mengalirkan listrik.

Kembali ke soal burung yang hinggap di kabel listrik. Pada mulanya orang mengira burung tidak tersengat listrik karena kakinya terbungkus semacam “kulit plastik” yang bersifat isolator. Perkiraan ini terbantah karena tidak sedikit burung yang jatuh ke tanah dalam keadaan gosong setelah hinggap di kabel. Hal ini menunjukkan bahwa mereka bisa tersetrum. Jadi, jelas kaki burung bukan isolator.

Lantas, mengapa mereka tersetrum? Arus listrik akan mengalir karena ada beda potensial di antara kedua ujungnya. Jika seseorang memegang sumber arus (misalnya kabel) dan ia berdiri di atas tanah, maka listrik mengalir dari sumber arus menuju ke tanah (*ground*) melewati tubuhnya. Jika orang tersebut memakai sandal karet, resiko tersetrum berkurang karena arus tidak mengalir.

Burung tidak tersetrum bila kedua kakinya berdiri di atas kabel yang sama. Saat berdiri di atas satu kabel, maka tidak ada beda potensial antara kedua kakinya, sehingga listrik tidak mengalir. Namun, jika kaki burung berdiri di atas kabel yang berbeda, maka burung itu akan tersetrum. Hal ini disebabkan kedua kabel tersebut berbeda tegangannya sehingga arus mengalir dari kabel yang bertegangan tinggi ke kabel yang bertegangan melewati tubuh burung.

(Dikutip seperlunya dari Suplemen Anak *Suara Merdeka*, “Yunior”, edisi 213, 2004)



Rangkuman

1. Aliran arus listrik ditimbulkan oleh aliran elektron.
2. Arah aliran arus listrik berlawanan dengan arah aliran elektron.
3. Aliran arus listrik dapat terjadi jika ada beda potensial.
4. Arus listrik mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah, dan elektron mengalir dari potensial rendah ke potensial tinggi.
5. Kuat arus listrik adalah banyaknya muatan yang melalui penampang suatu penghantar setiap satuan waktu.
6. Untuk mengukur kuat arus listrik digunakan amperemeter yang disusun secara seri dengan komponen-komponen listrik.
7. Sumber tegangan listrik adalah segala sesuatu yang dapat menyebabkan terjadinya arus listrik.
8. Sumber tegangan dibedakan menjadi dua, yaitu sumber tegangan primer dan sumber tegangan sekunder.

9. Untuk mengukur beda potensial, digunakan voltmeter yang dirangkai secara paralel dengan komponen yang akan diukur.
10. Persamaan hukum Ohm adalah $V = I \times R$.
11. Persamaan hambatan kawat penghantar adalah $R = \rho \frac{l}{A}$.
12. Alat untuk mengukur hambatan secara langsung adalah ohmmeter.
13. Pada tegangan tinggi, isolator dapat berfungsi sebagai konduktor.
14. Pada rangkaian listrik tak bercabang, kuat arus pada setiap titik adalah sama.
15. Hukum I Kirchhoff adalah jumlah kuat arus yang masuk pada setiap titik cabang sama dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik tersebut ($I_{\text{masuk}} = I_{\text{keluar}}$).
16. Hukum II Kirchhoff menyatakan bahwa jumlah perubahan potensial yang mengelilingi lintasan tertutup pada suatu rangkaian harus sama dengan nol.
17. Pada rangkaian hambatan seri, hambatan penggantinya makin besar, sedangkan pada rangkaian hambatan paralel, hambatan penggantinya makin kecil.
18. Persamaan hambatan seri, $R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n$
 Hambatan paralel, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$
19. Persamaan daya listrik adalah $P = \frac{W}{t}$ atau $P = V \times I$ atau $P = \frac{V^2}{R}$
 atau $P = I^2 \times R$.
20. Tarif listrik ditentukan oleh banyaknya energi listrik yang digunakan, yang dapat dibaca pada kWh meter pada setiap rumah.

A. Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, d, atau e di dalam buku tugas Anda!

1. Banyaknya muatan yang mengalir melalui suatu penghantar setiap satuan waktu disebut
 - a. hambatan
 - b. tegangan
 - c. kuat arus
 - d. beda potensial
 - e. daya listrik
2. Muatan listrik 60 C mengalir melalui suatu penghantar selama 2 menit, maka kuat arusnya adalah
 - a. 0,5 A
 - b. 0,36 A
 - c. 12 A
 - d. 5 A
 - e. 55 A
3. Kuat arus 2 A mengalir melalui suatu penghantar selama 20 sekon, maka muatan listriknya adalah
 - a. 0,4 C
 - b. 2,5 C
 - c. 0,1 C
 - d. 40 C
 - e. 4 C
4. Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mengurangi pemborosan energi listrik, *kecuali*
 - a. menggunakan lampu neon berdaya rendah
 - b. menggunakan listrik berdaya besar
 - c. mematikan lampu di siang hari
 - d. mengurangi waktu penggunaan alat listrik
 - e. mematikan televisi saat ditinggal pergi
5. Pada sebuah rumah terdapat 2 lampu, masing-masing 25 W. Jika menyala selama 5 jam sehari, televisi 50 W menyala 5 jam sehari dan harga per kWh Rp200,00, maka biaya yang harus dibayar adalah
 - a. Rp3.000,00
 - b. Rp4.200,00
 - c. Rp6.200,00
 - d. Rp15.000,00
 - e. Rp25.000,00
6. Hambatan sebuah penghantar $60\ \Omega$ dan arus yang mengalir 0,5 A. Beda potensialnya adalah
 - a. 120 V
 - b. 30 V
 - c. $\frac{1}{120}$ V
 - d. $\frac{1}{30}$ V
 - e. 60 V

7. Setrika listrik mempunyai daya 200 W. Bila setrika dipakai 1 jam tiap hari selama 30 hari, maka energi listrik yang digunakan sebesar
 - a. 6 kWh
 - b. 360 kWh
 - c. 130 kWh
 - d. 6.000 kWh
 - e. 9.000 kWh
8. Bila voltmeter menunjukkan 50 volt dan amperemeter menunjukkan 2,5 A, maka besarnya hambatan (R) adalah
 - a. 125 Ω
 - b. 0,5 Ω
 - c. 0,05 Ω
 - d. 20 Ω
 - e. 12,5 Ω
9. Arus maksimum yang melalui sekring adalah 3,4 A. Banyaknya lampu yang dapat dipasang paralel dengan tegangan 220 V/110 W agar sekring tidak putus adalah
 - a. 8 buah
 - b. 7 buah
 - c. 6 buah
 - d. 5 buah
 - e. 4 buah
10. Kawat A dan B terbuat dari bahan yang sama dan panjangnya sama. Bila luas penampang A dua kali luas penampang B, maka
 - a. hambatan A setengah kali hambatan B
 - b. hambatan A seperempat kali hambatan B
 - c. hambatan B setengah kali hambatan A
 - d. hambatan B seperempat kali hambatan A
 - e. hambatan B sama dengan hambatan A

B. Kerjakan soal-soal berikut dengan benar!

1. Apa yang Anda ketahui tentang hukum Ohm? Jelaskan!
2. Apa yang dimaksud dengan tegangan DC dan sumber tegangan AC!
3. Mengapa tegangan listrik pada rumah yang jauh dari gardu induk listrik mengalami penurunan? Jelaskan!
4. Sebuah lampu 15 W dan 5 W masing-masing dinyalakan selama 5 dan 12 jam tiap hari. Tentukan energi listrik yang diperlukan oleh kedua lampu tersebut selama 1 bulan! Jika PLN menetapkan tarif Rp100,00/kWh, maka berapa biaya yang harus dibayarkan ke PLN?
5. Kawat penghantar yang panjangnya 8 m mempunyai hambatan 100 Ω . Bila kawat itu dilipat menjadi empat sama panjang dan dipilin menjadi satu, maka hitunglah hambatannya sekarang!