

Bab 9

Hukum Ohm dan Hukum I Kirchhoff

Pada suatu malam Ani belajar fisika, tiba-tiba ia melihat nyala lampu pijar di depannya meredup. Sambil berpikir Ani berjalan ke ruang tamu lalu menyalakan lampu neon. Ternyata lampu neon itu tidak mau menyala. Dengan banyak pertanyaan di dalam pikiran Ani, ia mendekati magic jar, lampu magic jar pun tidak menyala terang seperti biasanya.

Dari bacaan tersebut, coba renungkan pertanyaan ini!

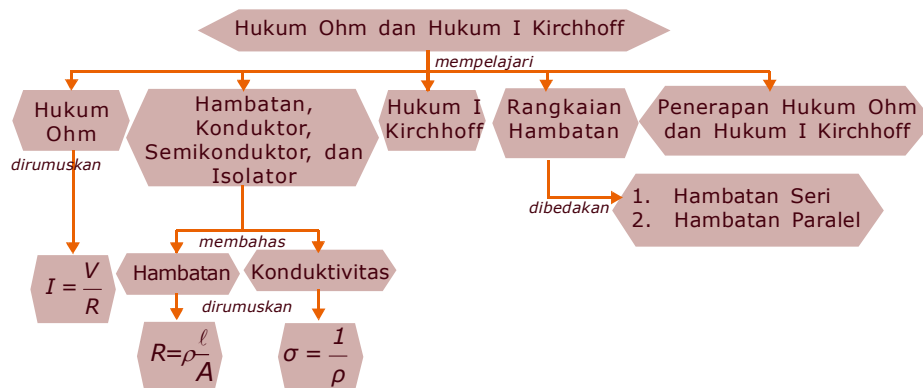
1. Apa yang menyebabkan lampu neon, lampu pijar, dan lampu pada magic jar dapat menyala?
2. Mengapa lampu pijar dapat meredup?

Pertanyaan-pertanyaan di atas berkaitan dengan hukum Ohm dan hukum I Kirchhoff. Untuk menjawabnya perhatikan uraian materi berikut.



Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.



Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Hukum Ohm
- Hukum I Kirchhoff
- Konduktivitas
- Rangkaian listrik



A. Hukum Ohm



Kegiatan 9.1

A. Tujuan

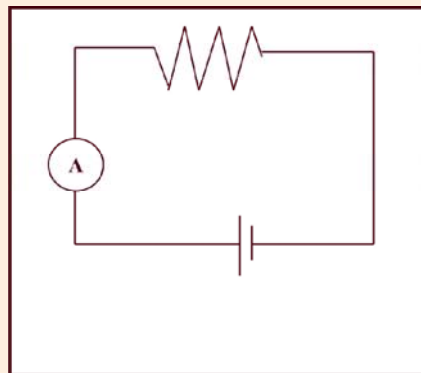
Menentukan hubungan antara kuat arus terhadap beda potensial.

B. Alat dan Bahan

1. 4 buah baterai
2. 5 jenis hambatan/resistansi (5 ohm, 10 ohm, 15 ohm, 20 ohm, dan 25 ohm)
3. Kabel secukupnya
4. Amperemeter

C. Cara Kerja

1. Ambil satu baterai dan hambatan 5 ohm rangkailah seperti pada gambar berikut.



2. Baca dan catatlah jarum penunjuk pada amperemeter.
3. Ambil satu baterai lagi dan susunlah secara seri, baca, dan catatlah jarum penunjuk amperemeter.
4. Ambil satu lagi baterai dan susun tiga baterai secara seri, dan amati berapa angka yang ditunjukkan oleh amperemeter.
5. Dengan cara yang sama susunlah 4 baterai secara seri, dan amati berapa angka yang ditunjuk oleh amperemeter.

6. Dengan cara yang sama, gantilah nilai R yang berbeda dalam rangkaian tersebut, dan amati penunjukan amperemeter untuk tiap-tiap hambatan yang berbeda.
7. Catatlah hasil pengukuran kalian.
8. Bagaimana hubungan antara besarnya beda potensial dan kuat arus untuk hambatan yang tetap? Buat grafik dari dua besaran tersebut.
9. Bagaimana hubungan antara kuat arus dan hambatan? Buat grafik dari dua besaran tersebut.
10. Bagaimana hubungan antara beda potensial dan hambatan? Buat grafik dari dua besaran tersebut.

D. Hasil pengamatan

Buatlah suatu kesimpulan yang disertai alasan untuk mencari hubungan antara kuat arus, beda potensial, dan hambatan.

Kunci pokok dalam Kegiatan 9.1 adalah mencari hubungan antara kuat arus, beda potensial dan hambatan. Hambatan atau disebut juga tahanan atau resistansi adalah sesuatu yang sering dibicarakan dalam bidang fisika elektronika. Apa sebenarnya fungsi dari hambatan tersebut? Dari data pengamatan kalian menunjukkan ada hubungan yang menarik antara kuat arus dan hambatan. Jika nilai hambatan diperbesar maka kuat arus akan menurun untuk beda potensial yang tetap, sehingga bisa ditulis,

$$I \propto \frac{1}{R}$$

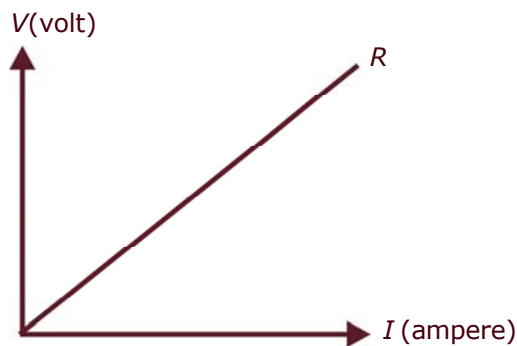
Persaman di atas menunjukkan bahwa hambatan berbanding terbalik dengan kuat arus. Dari Tabel 9.1 ditunjukkan bahwa jika nilai hambatan konstan maka hubungan antara kuat arus dan beda potensial adalah berbanding lurus, dengan kata lain semakin besar beda potensial makin besar kuat arusnya, lihat Gambar 9.1. Secara matematika dapat ditulis,

$$I \propto V$$

Penggabungan ke dua persamaan dapat ditulis,

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

Persamaan di atas disebut hukum Ohm, dengan R adalah hambatan yang dinyatakan dalam satuan ohm ditulis dalam simbol Ω (omega). Berdasarkan hukum Ohm, 1 ohm didefinisikan sebagai hambatan yang digunakan dalam suatu rangkaian yang dilewati kuat arus sebesar 1 ampere dengan beda potensial 1 volt. Oleh karena itu, kita dapat mendefinisikan pengertian hambatan yaitu perbandingan antara beda potensial dan kuat arus.



Gambar 9.1 Grafik V terhadap I



Kegiatan 9.2

Lakukan secara kelompok!

A. Tujuan

Mengetahui pengaruh hambatan terhadap suatu rangkaian.

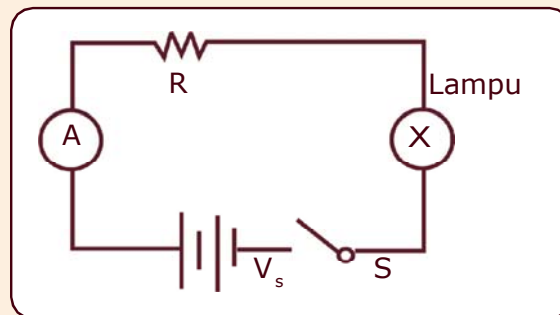
B. Alat dan Bahan

- 1 basicmeter (yang berfungsi sebagai amperemeter)
- 1 catu daya
- 1 AVOMeter
- 1 lampu pijar

5. 3 jenis hambatan : $R_1 = 220\Omega$; $R_2 = 330\Omega$; $R_3 = 470\Omega$
6. Papan rangkaian
7. Sakelar
8. Kabel

C. Cara Kerja

1. Lakukan 3 kali untuk setiap pengukuran dan ambil harga rata-ratanya.
2. Ukurlah tiga hambatan R_1 , R_2 , dan R_3 menggunakan AVOMeter. Buatlah tabel untuk mencatat hasil pengukuran.
3. Rangkailah resistor R_1 , sakelar, lampu pijar, dan Basicmeter yang berfungsi sebagai amperemeter. Sakelar, S, dalam keadaan terbuka, lihat gambar di bawah ini.



4. Hubungkan rangkaian itu dengan catu daya.
5. Aturilah batas ukur amperemeter sebesar 50 mA.
6. Catu daya pilih pada kedudukan 6 V.
7. Tutuplah sakelar. Baca penunjuk jarum amperemeter, A. Catatlah hasilnya dan amati nyala lampu.
8. Ganti nilai hambatan 330Ω dan 470Ω , baca dan catat penunjuk jarum amperemeter.
9. Berdasarkan data yang kalian peroleh gambarlah grafik hubungan antara R dan I .
10. Berdasarkan grafik hubungan antara R dan I yang kalian buat, apa komentar kalian mengenai hubungan antara arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian dan hambatan.
11. Bagaimanakah hubungan antara nyala lampu dan besar kecilnya nilai hambatan?
12. Bagaimanakah hubungan antara nyala lampu dan kuat arus?

D. Hasil Pengamatan

Buatlah suatu kesimpulan yang mengaitkan dengan persamaan

$I = \frac{V}{R}$! Apakah persamaan $I = \frac{V}{R}$ sesuai dengan hasil percobaan yang kalian lakukan.

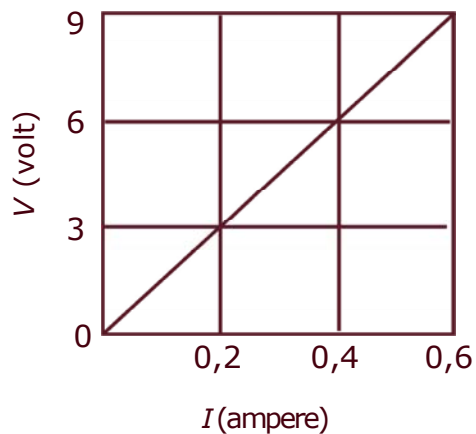
Ampere

Definisi satu ampere adalah satu coulomb muatan yang bergerak melalui sebuah titik dalam satu sekon.

Arus listrik dapat terjadi apabila di dalam sebuah rangkaian terdapat beda potensial. Hubungan antara kuat arus listrik dan beda potensial listrik secara grafik dapat dilihat pada Gambar 9.1. Hubungan linier antara kuat arus dan beda potensial menunjukkan makin besar beda potensial makin besar kuat arusnya. Hubungan kesebandingan antara beda potensial dan kuat arus perlu adanya faktor pembanding yang disebut hambatan.

Contoh soal 9.1:

Pada sebuah percobaan hukum Ohm, diperoleh grafik seperti pada gambar di bawah ini!



Dari grafik tersebut, tentukan besar hambatan yang digunakan!

Penyelesaian:

Berdasarkan hukum Ohm $I = \frac{V}{R}$,

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

$$R = \frac{9V - 0}{0,6A - 0} = 15\Omega$$

2. Perhatikan tabel di bawah ini!

(Volt)	(Ampere)	(Ohm)
3	0,2	.....
6	0,4	.....
9	0,6	.....
12	0,8	.....

Berdasarkan tabel di atas, berapa besar hambatan yang digunakan untuk percobaan!

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} 1. R_1 &= \frac{V}{I} \\ &= \frac{3\text{volt}}{0,2A} = 15 \text{ ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. R_2 &= \frac{V}{I} \\ &= \frac{6\text{volt}}{0,4A} = 15 \text{ ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. R_3 &= \frac{V}{I} \\ &= \frac{9\text{volt}}{0,6A} = 15 \text{ ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. R_4 &= \frac{V}{I} \\ &= \frac{12\text{volt}}{0,8A} = 15 \text{ ohm} \end{aligned}$$



B. Hambatan, Konduktor, Semikonduktor, dan Isolator



Kegiatan 9.3

A. Tujuan

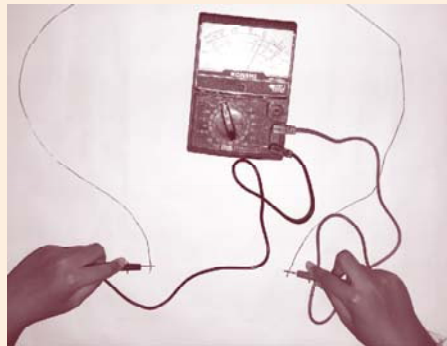
Mencari hubungan jenis bahan terhadap nilai hambatan.

B. Alat dan Bahan

1. Kawat baja dengan diameter 0,35 mm dan panjang 1 m, 2 m, dan 3 m
2. Kawat nikrom dengan diameter 0,35 mm dan 0,25 mm dan panjang 1 m, 2 m, dan 3 m
3. Dua buah penjepit buaya
4. 1 multimeter

C. Cara kerja

1. Ambillah kawat baja dengan panjang 1 m dan diameter 0,35 mm.
2. Ukurlah hambatan kawat tersebut dengan cara ujung-ujung kawat dihubungkan dengan multimeter seperti gambar di bawah ini. Catatlah hasil penunjukan pada multimeter.



3. Ulangi untuk kawat baja yang panjangnya 2 meter kemudian 3 meter. Catat pula nilai hambatan yang ditunjukkan oleh multimeter.
4. Catat hasil pengukuran kalian tersebut.

D. Hasil Pengamatan

Buatlah kesimpulan disertai suatu alasan mengenai hubungan antara panjang kawat dengan nilai hambatan.

Kawat Nikrom

Analogi dengan A lakukan hal yang sama dengan mengganti kawat baja dengan kawat nikrom! Catat hasil pengukuran kalian.

1. Bandingkan data pengukuran pertama dengan yang kedua. Apa komentar kalian?
2. Bagaimana nilai hambatan keduanya?
3. Adakah kesamaan nilai hambatan kedua jenis kawat tersebut?
4. Kawat manakah yang memiliki nilai hambatan lebih besar?
5. Lakukan hal yang sama untuk diameter kawat 0,25 mm.
6. Bandingkan antara data pengukuran sebelumnya!
7. Bagaimana pengaruh diameter kawat terhadap nilai hambatannya?
8. Bagaimana perbedaan nilai hambatan kedua kawat?
9. Apabila nilai hambatannya berbeda, manakah yang memiliki nilai hambatan terbesar?
10. Bagaimana hubungan antara panjang kawat dengan nilai hambatan?
11. Apakah kesimpulan kalian tentang hubungan antara luas penampang dengan nilai hambatan?

Dari kegiatan kawat baja dan kawat nikrom, buatlah suatu kesimpulan yang menyeluruh mengenai hubungan antara hambatan kawat, jenis kawat, panjang kawat dan diameter kawat. Buatlah suatu persamaan yang menghubungkan keempat variabel tersebut sebagai suatu kesimpulan!



Kegiatan 9.4

A. Tujuan

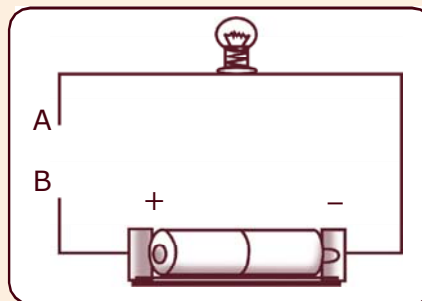
Membedakan bahan yang bersifat konduktor dan isolator.

B. Alat dan Bahan

- | | | |
|------------|------------|----------------------|
| 1. Tembaga | 4. Timbal | 7. Kertas |
| 2. Seng | 5. Kayu | 8. tiga buah baterai |
| 3. Besi | 6. Plastik | 9. Lampu pijar |

C. Cara Kerja

- Susunlah dua buah baterai dan lampu pijar seperti gambar di samping.
- Agar menjadi rangkaian tertutup hubungkan titik A dan titik B menggunakan salah satu bahan di atas, misalnya tembaga.
- Amati keadaan lampu dan catatlah hasil pengamatan kalian.
- Lepaskan tembaga dan gantilah dengan seng. Amatilah dan catat keadaannya.
- Lanjutkan kegiatan ini dengan mengganti seng dengan besi, timbal, kayu, plastik, dan kertas. Amati keadaan lampunya dan catat hasil pengamatan kalian.
- Catat data dari hasil pengamatan kalian dalam tabel.



Tabel 9.1 Data Pengamatan

No.	Nama Bahan	Baterai	(Menyala/tidak)	Isolator	Konduktor
1.	Tembaga	.....	.....	.....	.....
2.	Seng	.....	.....	.....	.....
3.	Besi	.....	.....	.....	.....
4.	Timbal	.....	.....	.....	.....
5.	Kayu	.....	.....	.....	.....
6.	Plastik	.....	.....	.....	.....
7.	Kertas	.....	.....	.....	.....

Catatan: pada kolom isolator atau konduktor cukup kalian beri tanda (√) bila sesuai.

7. Ulangi kegiatan tersebut dengan langkah-langkah yang sama untuk tiga baterai.
8. Tuliskan hasil pengamatan dalam Tabel 9.2.

Tabel 9.2 Data Pengamatan

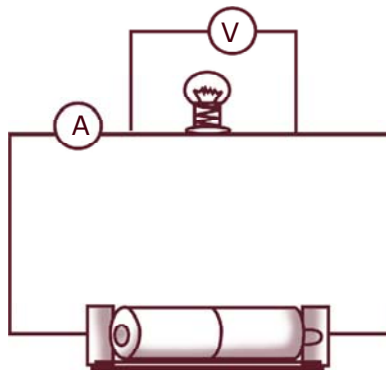
No.	Nama Bahan	Jumlah Baterai	Keadaan Lampu (Menyala/Tidak)	Isolator	Konduktor
1.	Tembaga	.....	.....	.....	.....
2.	Seng	.....	.....	.....	.....
3.	Besi	.....	.....	.....	.....
4.	Timbal	.....	.....	.....	.....
5.	Kayu	.....	.....	.....	.....
6.	Plastik	.....	.....	.....	.....
7.	Kertas	.....	.....	.....	.....

Hambatan

Aliran listrik di dalam sebuah penghantar ternyata tidak sama besarnya, hal ini ditunjukkan oleh nyala lampu pijar maupun angka yang ditunjukkan oleh amperemeter. Ketidaksamaan ini disebabkan oleh penghantar yang selalu memiliki hambatan. Hambatan dari suatu penghantar mempengaruhi besar kecilnya arus listrik yang melewatinya. Berdasarkan Kegiatan 9.3, besar hambatan suatu bahan atau penghantar nilainya berbeda-beda tergantung pada hambatan jenis, ρ , panjang, ℓ , dan luas penampang, A .

Sebuah alat yang dapat digunakan secara langsung untuk mengukur besar kecilnya nilai hambatan sebuah penghantar disebut ohmmeter. Sedang multimeter adalah alat yang dapat digunakan untuk mengukur kuat arus, beda potensial, dan hambatan pada suatu penghantar atau rangkaian listrik. Apabila multimeter akan digunakan untuk mengukur besar hambatan atau digunakan sebagai ohmmeter, maka sakelar harus diputar sehingga menunjuk ke arah yang bertanda R . Penghantar yang hendak diukur hambatannya dipasang di antara ujung kabel penghubung alat itu. Jarum akan bergerak ke suatu kedudukan tertentu sehingga besar hambatan dapat dibaca pada skala yang bertandakan OHM atau Ω .

Hambatan suatu penghantar juga dapat diukur secara tidak langsung, yaitu dengan cara mengukur besar arus yang lewat pada penghantar dan mengukur beda potensial ujung-ujung penghantar itu. Oleh karena itu, kita menggunakan dua alat yang berfungsi sebagai amperemeter dan satu alat lagi yang berfungsi sebagai voltmeter. Cara menyusun alat tersebut adalah sebagaimana terdapat pada Gambar 9.2. Pada Gambar 9.2 adalah sebuah rangkaian untuk mengukur besar hambatan dari lampu pijar.



Gambar 9.2 Rangkaian untuk mengukur hambatan sebuah lampu pijar

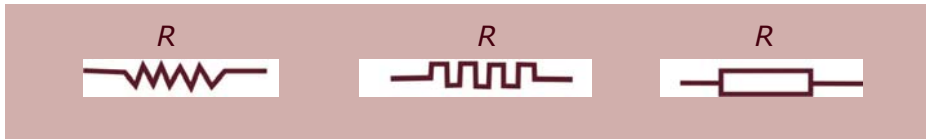
Dengan menggunakan rangkaian pada Gambar 9.3, maka besar arus listrik yang mengalir melalui lampu pijar dan beda potensial antara ujung-ujung lampu pijar dapat diketahui sehingga besarnya hambatan dari lampu tersebut dapat dihitung.

Satuan hambatan dapat diturunkan sesuai persamaan berikut, yaitu:

$$\text{satuan } R = \frac{\text{satuan } V}{\text{satuan } I}, \text{ satuan } R = \frac{\text{volt}}{\text{ampere}} = \text{ohm}$$

Kata ohm sering ditulis Ω (omega) yang berasal dari huruf Yunani. Ohm atau Ω merupakan satuan sistem internasional untuk hambatan listrik. Selain menggunakan satuan Ω , hambatan sering dinyatakan dalam satuan $k\Omega$ (kiloohm) dengan $1 k\Omega = 1000 \Omega$ dan $M\Omega$ (megaohm) di mana $1M\Omega = 10^6 \Omega$.

Hambatan sering digambarkan seperti pada Gambar 9.3.



Gambar 9.3 Berbagai simbol hambatan

Dari hasil Kegiatan 9.4, hubungan antara hambatan, jenis bahan, panjang, luas penampang dan suhu dari suatu penghantar dapat dirumuskan secara matematika,

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \text{ dan } R = R_0 (1 + \alpha T) \text{ atau } \rho = \rho_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

Dengan ℓ adalah panjang penghantar dengan satuan meter, A adalah luas penampang penghantar dengan satuan m^2 , dan ρ (dibaca "Rho") adalah hambatan jenis yang dinyatakan dalam ohmmeter (Ωm). Dari penyelidikan dan percobaan telah diperoleh nilai hambatan jenis dari berbagai bahan seperti terlihat pada Tabel 9.3!

Tabel 9.3 Hambatan Jenis Suatu Bahan

Bahan Zat	Hambatan Jenis (Ωm)	Bahan Zat	Hambatan Jenis (Ωm)
Air	10^8	Karet	$10^{14} - 10^{19}$
Air Raksa	0,958	Konstantan	0,50
Air Suling	$10^9 - 10^{11}$	Mangan	0,43
Alkohol	5×10^{10}	Mika	10^{19}
Aluminium	0,029	Minyak tanah	10^{20}
Asam Sulfat	25×10^3	Parafin	10^{20}
Bakelit	$10^{11} - 10^{16}$	Perak	0,016
Besi	0,086	Porselin	$10^{18} - 10^{20}$
Ebonit	$10^{19} - 10^{22}$	Tembaga	0,017
Emas	0,023	Timbal	0,21
Kaca	$10^{17} - 10^{20}$	Wolfram	0,056
Karbon	60	-	-



Tugas 9.1

Pertanyaan berhipotesis:

Dari Tabel 9.3, tunjukkan bahan apa yang mempunyai:

1. Nilai hambatan jenis paling besar dan paling kecil?
2. Jelaskan mengapa bahan tersebut mempunyai nilai hambatan jenis besar dan bahan yang lain mempunyai nilai hambatan jenis kecil?

Persamaan 9.5, menunjukkan bahwa hambatan tergantung pada suhu dari penghantar, semakin besar suhu, semakin besar nilai hambatannya. R_0 adalah hambatan awal atau hambatan mula-mula, R adalah hambatan akhir dikarenakan faktor suhu, $\Delta T = T_1 - T_2$ adalah perubahan suhu dinyatakan dalam derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$) dengan T_1 adalah suhu awal penghantar dan T_2 adalah suhu akhir penghantar, dan α adalah koefisien suhu penghantar dinyatakan dalam satuan per $^{\circ}\text{C}$.

Koefisien suhu (α dibaca "alpha") untuk beberapa bahan memiliki harga yang berbeda tergantung dari jenis bahan masing-masing. Hampir semua konduktor (termasuk nikrom) memiliki nilai koefisien suhu positif. Oleh karena itu hambatan sebuah konduktor akan bertambah jika suhu bahan tersebut bertambah. Nilai koefisien suhu dari beberapa bahan konduktor dapat kalian lihat pada Tabel 9.4.

Tabel 9.4 Koefisien Suhu Logam

Bahan	Koefisien Suhu (α), ($1/^{\circ}\text{C}$)
Aluminium	0,00420
Brass	0,00208
Tembaga	0,00426
Emas	0,00365
Besi	0,00618
Timah putih	0,00466

Air raksa	0,00062
Nikrom	0,00044
Nikel	0,00600
Platina	0,00370
Perak	0,00411
Baja lunak	0,00458
Tin	0,00458
Tungsten	0,00490
Seng	0,00400



Tugas 9.2

Pertanyaan berhipotesis:

Dari Tabel 9.4,

1. Tunjukkan bahan apa yang mempunyai nilai α paling besar dan paling kecil!
2. Jelaskan mengapa bahan tersebut mempunyai nilai α besar dan bahan yang lain mempunyai nilai α kecil!

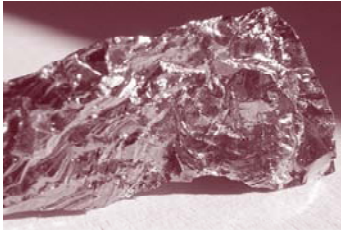
Konduktivitas

Sifat dari bahan konduktor adalah tidak adanya medan listrik di dalam konduktor. Pernyataan ini benar jika konduktor dalam keadaan keseimbangan statis. Tujuan dari pembicaraan ini adalah ingin menggambarkan apa yang terjadi jika muatan bergerak dalam konduktor.

Muatan yang bergerak dalam sebuah konduktor, akan menghasilkan arus di bawah pengaruh medan listrik. Medan listrik ini muncul karena adanya pergerakan muatan sehingga situasinya non-elektrostatik. Keadaan ini sedikit berlawanan dengan situasi untuk keseimbangan elektrostatik di mana muatan dalam keadaan diam sehingga tidak ada medan listrik di dalam.

Info MEDIA

Selain menggunakan proses doping, daya hantar listrik semikonduktor juga dapat ditingkatkan dengan cara memainkan suhu, medan magnet, dan tekanan.



Gambar 9.4 Germanium berbentuk serbuk dan padat
Sumber: commons.wikimedia.org

Muatan listrik yang dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat lain adalah muatan elektron. Elektron-elektron yang mudah berpindah disebut **elektron bebas**. Elektron-elektron bebas dalam logam merupakan gas elektron yang pada suhu sangat tinggi 70.000°C bersifat sebagai gas sempurna. Elektron-elektron bebas ini bergerak bebas di dalam sebuah bahan konduktor. Sehingga pada saat tertentu elektron-elektron ini akan berbenturan dengan elektron bebas yang lain. Dengan jumlah elektron bebas yang besar maka bahan konduktor mudah mengalirkan muatan listrik. Bahan konduktor yang baik dan sempurna jika mempunyai nilai konduktivitas yang besar yaitu $\sigma \cong \infty$ (mendekati tak terhingga besarnya). Sebaliknya untuk hambatan atau hambatan jenisnya mempunyai nilai mendekati nol atau sangat kecil.

Bagaimana untuk isolator? Untuk isolator konduktivitas, hambatan, hambatan jenis, dan sifat elektron adalah berharga sebaliknya dengan konduktor.

Konduktor dan isolator adalah suatu bahan yang mempunyai sifat kebalikan misalnya III untuk bahan konduktor mempunyai konduktivitas sangat besar sedang isolator sangat kecil. Konduktor mempunyai hambatan atau hambatan jenisnya kecil sedang untuk isolator hambatan atau hambatan jenisnya besar. Bagaimana untuk material atau bahan semikonduktor?

Semikonduktor adalah suatu bahan atau benda yang mempunyai sifat sebagai konduktor dan isolator. Dengan kata lain bahan semikonduktor mempunyai kemampuan mengalirkan muatan di bawah sifat konduktor dan di atas sifat isolator. Untuk mendapatkan sifat konduktor dari bahan semikonduktor biasanya dilakukan penambahan jenis atom lain dengan konsentrasi tertentu atau disebut pendopingan. Contoh bahan ini adalah germanium, Ge dan silikon, Si. Bahan semikonduktor dapat dijumpai dalam penggunaan bahan-bahan elektronika.



Tugas 9.3

Pertanyaan berhipotesis:

Dengan melihat ketiga jenis bahan yaitu: konduktor, semikonduktor, dan isolator,

1. Bagaimanakah bila besar hambatan ketiganya diurutkan dari paling kecil?
2. Bagaimanakah urutan dari mudah-tidaknya ketiga bahan tersebut dalam mengalirkan muatan listrik?
3. Jawaban 1 dan 2, kalian bisa menjelaskan bagaimana hubungan hambatan dengan aliran muatan dalam suatu bahan?

Tabel 9.5 Hubungan antara Bahan Konduktor, Semikonduktor, Isolator, dan Nilai Konduktivitasnya

Material	Konduktivitas
Perak Tembaga Aluminium	10^8
Besi Raksa Karbon	10^7
Germanium Silikon	10^3
Kayu Gelas Karet	10^{-9}

Tabel 9.5 menunjukkan bahwa nilai konduktivitas untuk bahan isolator dan konduktor mempunyai rentang yang sangat besar. Misalkan, berapa rentang nilai antara karet dan perak?

Contoh soal 9.2

1. Sebuah kawat tembaga memiliki luas penampang 2 mm^2 . Jika panjang penghantar 2000 dan hambatan jenisnya $0,02 \Omega \text{ meter}$. Berapa nilai hambatan kawatnya?

Penyelesaian:

Diketahui : $A = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^2$
 $\ell = 2000 \text{ m}$
 $\rho = 0,02 \Omega \text{ m}$

Ditanya : $R \dots ?$

Jawab : $R = \rho \frac{\ell}{A}$

$$R = 0,02 \Omega \text{ m} \times \frac{2000 \text{ m}}{2 \times 10^{-6} \text{ m}^2}$$
$$= 2 \times 10^7 \Omega$$

2. Sebuah kawat memiliki hambatan 2 ohm. Apabila panjang kawat 2 meter dan luas penampang $0,35 \text{ mm}^2$. Berapa besar hambatan jenis kawat tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui: $R = 2 \Omega$
 $\ell = 2 \text{ m}$
 $A = 0,35 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

Ditanya : $\dots ?$

Jawab :

$$\rho = \frac{R A}{\ell} = \frac{2 \text{ ohm} \times 0,35 \times 10^{-6} \text{ m}^2}{2 \text{ m}}$$
$$= 0,35 \times 10^{-6} \Omega \text{ m}$$
$$= 3,5 \times 10^{-7} \Omega \text{ m}$$



C. Hukum I Kirchhoff



Kegiatan 9.5

A. Tujuan

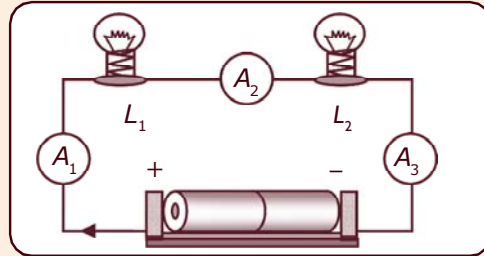
Menentukan jumlah kuat arus yang mengalir sebelum dan sesudah melalui suatu rangkaian listrik.

B. Alat dan Bahan

1. 2 buah lampu pijar
2. 2 buah baterai 1,5 volt
3. 4 buah amperemeter
4. Kabel secukupnya

C. Cara Kerja

1. Susunlah/rangkailah seperti pada gambar berikut.

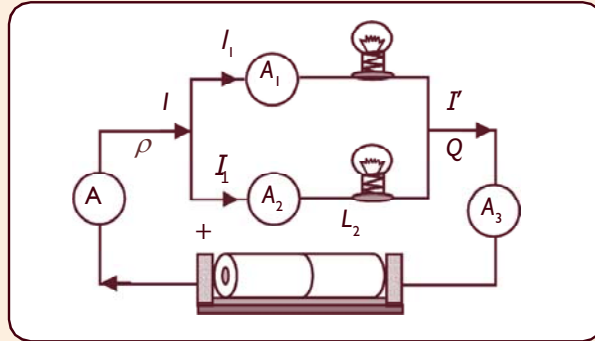


2. Amati dan baca penunjukan jarum amperemeter pada A_1 . Catatlah sebagai I_1 .
3. Amati dan baca penunjukan jarum amperemeter pada A_2 . Catatlah sebagai I_2 .
4. Amati dan baca penunjukan jarum amperemeter A_3 . Catatlah sebagai I_3 .
5. Masukkan data dari hasil pengamatan kalian ke dalam tabel!

Tabel 9.6 Data Pengamatan

Besar Arus Listrik	Penunjukan Jarum Amperemeter (A)
I_1
I_2
I_3

6. Berdasarkan Tabel 9.6, bagaimana komentar kalian terhadap nilai I_1 , I_2 , dan I_3 ?
7. Dari Tabel 9.6, apa kesimpulan kalian berkaitan dengan besarnya arus sebelum dan sesudah melewati lampu yaitu A_1 dan A_3 .
8. Dengan cara yang sama susunlah alat yang sudah kalian sediakan di atas seperti gambar berikut.



9. Amati dan baca penunjukan jarum amperemeter A dan catatlah sebagai I .
10. Amati dan baca penunjukan jarum amperemeter pada A_1 dan catatlah sebagai I_1 .
11. Amati dan baca penunjukan jarum amperemeter pada A_2 dan catatlah sebagai I_2 .
12. Amati dan baca penunjukan jarum amperemeter pada A_3 dan catatlah sebagai I' .
13. Hitunglah jumlah nilai dari I_1 dan I_2 dan catatlah.
14. Bandingkan antara nilai I dan jumlah dari I_1 dan I_2 ! Bagaimana besar nilai I dan jumlah dari I_1 dan I_2 ?
15. Bandingkan antara jumlah I_1 dan I_2 dengan I' ! Bagaimana besar I' dengan jumlah I_1 dan I_2 ?
16. Apabila titik P disebut titik percabangan bagaimana kesimpulan kalian tentang besar arus yang masuk titik percabangan dengan besar arus yang keluar dari titik percabangan (titik Q)?

D. Hasil Pengamatan

Setelah kalian melakukan kegiatan di atas, buatlah kesimpulan tentang besar arus listrik pada rangkaian tidak bercabang dan besar arus listrik pada rangkaian bercabang!

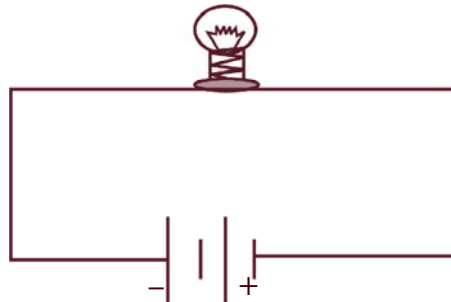
1. Rangkaian Listrik

Rangkaian listrik ada dua macam yaitu **rangkaian listrik terbuka** dan **rangkaian listrik tertutup**. Rangkaian listrik terbuka adalah rangkaian listrik yang memiliki ujung-ujung rangkaian. Contoh rangkaian terbuka dapat kalian lihat pada Gambar 9.5.



Gambar 9.5 Rangkaian listrik terbuka

Sedangkan rangkaian listrik tertutup adalah rangkaian listrik yang tidak memiliki ujung-ujung rangkaian. Di dalam rangkaian listrik tertutup ini arus listrik dapat mengalir mengikuti jenis suatu rangkaian. Contoh rangkaian listrik tertutup secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 9.6.

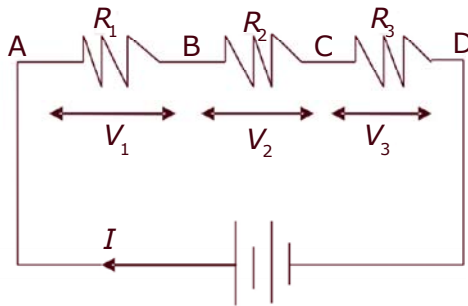


Gambar 9.6 Rangkaian listrik tertutup

Rangkaian listrik juga dibedakan menjadi dua macam lagi yaitu **rangkaian tidak bercabang** dan **rangkaian bercabang**. Rangkaian tidak bercabang disebut **rangkaian seri**. Sedangkan rangkaian bercabang disebut **rangkaian paralel**.

2. Rangkaian Seri

Misal tiga buah hambatan yang masing-masing R_1 , R_2 , dan R_3 dirangkai seri. Susunan seri ketiga hambatan itu kemudian dihubungkan dengan sumber tegangan, lihat pada Gambar 9.7!



Gambar 9.7 Tiga hambatan disusun seri

Dari Kegiatan 9.5, kalian telah mengetahui bahwa pada rangkaian seri besarnya arus listrik yang mengalir di setiap titik besarnya sama. Apabila kuat arus yang lewat hambatan R_1 adalah I_1 , kuat arus yang lewat hambatan R_2 adalah I_2 , dan kuat arus yang lewat hambatan R_3 adalah I_3 . Sedangkan kuat arus yang keluar dari sumber I' , maka berlaku:

$$I_1 = I_2 = I_3 = I$$

Jika beda potensial di titik A dan B adalah V_1 , beda potensial di titik B dan C adalah V_2 dan beda potensial di titik C dan D adalah V_3 , maka berlaku,

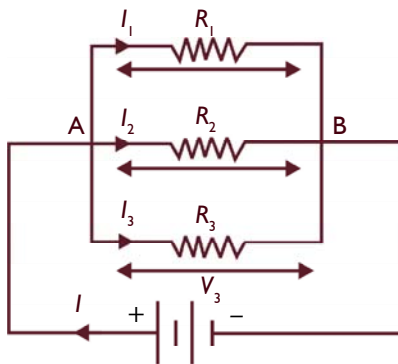
$$V_1 \neq V_2 \neq V_3$$

Kedua persamaan di atas menunjukkan suatu persamaan yang berlaku untuk susunan seri. Dengan mengetahui definisi dari arus listrik adalah muatan yang bergerak per satuan waktu, sehingga arus listrik sebanding dengan muatan listrik. Oleh karena itu dapat ditulis,

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$$

Dengan memperhatikan persamaan tersebut, selama tidak ada penambahan atau pengurangan muatan dalam suatu rangkaian maka berlaku hukum kekekalan muatan listrik. Bagaimanakah bunyi hukum kekekalan muatan listrik?

3. Rangkaian Paralel



Gambar 9.8 Tiga hambatan disusun paralel

Misal tiga buah hambatan yang masing-masing R_1 , R_2 , dan R_3 dirangkai secara paralel. Susunan paralel ketiga hambatan itu kemudian dihubungkan dengan sumber tegangan, lihat Gambar 9.8!

Pada rangkaian paralel terdapat dua titik, yaitu A dan titik B. Titik A dan titik B disebut titik percabangan. Kalian telah mengetahui dari hasil Kegiatan 9.5, bahwa jumlah kuat arus listrik yang masuk titik percabangan, titik A, sama besar

dengan jumlah kuat arus listrik yang keluar dari titik percabangan, titik B. Oleh karena itu,

a. Pada titik percabangan A

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Dengan I adalah jumlah kuat arus yang masuk ke percabangan.

Berkaitan dengan muatan dan arus listrik, maka persamaan di atas dapat ditulis bahwa,

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

b. Pada titik percabangan B

$$I_1 + I_2 + I_3 = I' \text{ atau } Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q'$$

Dengan I' adalah jumlah kuat arus yang keluar dari percabangan, dan Q' adalah muatan yang keluar dari percabangan.

c. $I = I'$

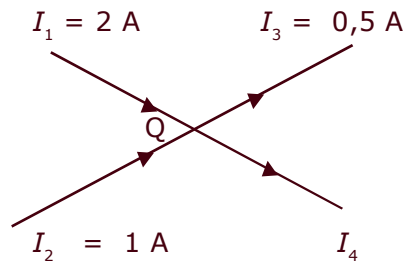
Dari a - b dapat disimpulkan bahwa dalam satuan waktu yang sama, jumlah kuat arus atau muatan yang masuk percabangan sama dengan jumlah kuat arus atau muatan yang keluar dari percabangan. Pernyataan ini disebut **hukum I Kirchhoff**.

Selama tidak ada penambahan muatan atau arus dari luar maka besarnya muatan total dan arus total adalah tetap, disebut hukum kekekalan muatan listrik. Satu hal yang penting adalah, bahwa pada rangkaian paralel beda potensial tiap-tiap cabang besarnya sama.

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_{AB}$$

Contoh soal 9.3:

1. Perhatikan gambar di bawah ini!



Hitung besar arus I_4 !

Penyelesaian:

Diketahui : $I_1 = 2 \text{ A}$
 $I_2 = 1 \text{ A}$
 $I_3 = 0,5 \text{ A}$

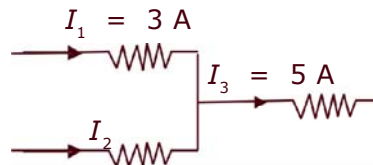
Ditanya : $I_4 = \dots ?$

Jawab :

Jumlah kuat arus yang masuk = jumlah kuat arus yang keluar

$$\begin{aligned} I_1 + I_2 &= I_3 + I_4 \\ (2 + 1) \text{ A} &= 0,5 \text{ A} + I_4 \\ (2 + 1 - 0,5) \text{ A} &= I_4 \\ I_4 &= 2,5 \text{ A} \end{aligned}$$

2. Perhatikan gambar di bawah ini!



Berapa besarnya I_2 ?

Penyelesaian:

Jumlah arus masuk = Jumlah arus keluar

$$\begin{aligned} I_1 + I_2 &= I_3 \\ 3 \text{ A} + I_2 &= 5 \text{ A} \\ I_2 &= (5 - 3) \text{ A} \\ &= 2 \text{ A} \end{aligned}$$



D. Rangkaian Hambatan



Kegiatan 9.6

A. Tujuan

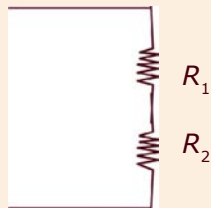
Menentukan pengaruh susunan seri suatu hambatan dalam suatu rangkaian.

B. Alat dan Bahan

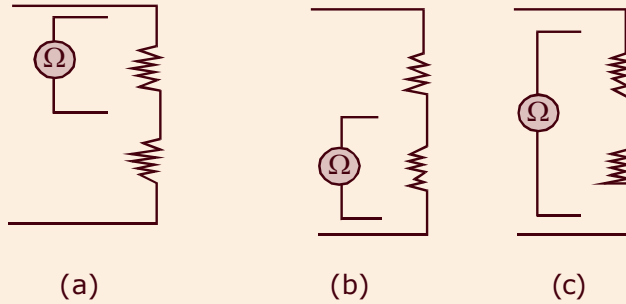
1. Multimeter/ohmmeter
2. Dua buah hambatan (resistor) yang berbeda nilainya
3. Kabel

C. Cara Kerja

1. Rangkailah alat-alat tersebut seperti gambar.



2. Ukurlah besar hambatan R_1 seperti pada gambar dan catatlah hasilnya.
3. Ukurlah hambatan R_2 seperti pada gambar dan catat pula hasilnya.
4. Ukurlah hambatan seri R_1 dan R_2 seperti pada gambar dan catatlah hasilnya.



5. Masukkan hasil pengukuran ke dalam tabel.

Tabel 9.7 Hasil Pengukuran

No.	Nilai Hambatan Menurut Label (Ω)	Nilai Hambatan yang Diukur (Ω)
1.	$R_1 = \dots\dots\dots$	$R_1 = \dots\dots\dots$
2.	$R_1 = \dots\dots\dots$	$R_1 = \dots\dots\dots$
3.	$R_1 = \dots\dots\dots$	$R_1 = \dots\dots\dots$

6. Berdasarkan Tabel 9.7, bandingkan nilai-nilai hambatan menurut tabel dengan hasil pengukuran.

D. Hasil Pengamatan

Berilah suatu kesimpulan dari pengamatan dan data yang kalian peroleh untuk menjawab pertanyaan bagaimana pengaruh hambatan jika disusun secara seri!



Kegiatan 9.7

A. Tujuan

Menentukan hubungan antara beda potensial yang melalui sumber E dan beda potensial dari dua hambatan yang disusun seri.

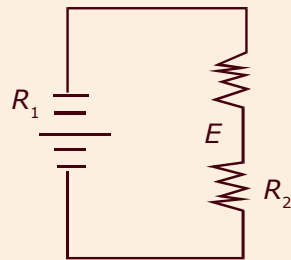
B. Alat dan Bahan

1. 3 buah baterai
2. Voltmeter DC/multimeter

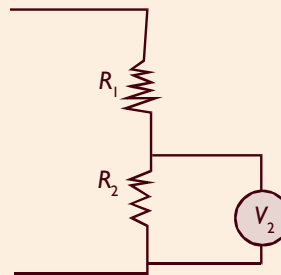
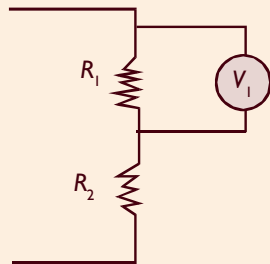
3. 2 buah hambatan yang berbeda nilainya
4. Kabel

C. Cara Kerja

1. Rangkailah alat-alat tersebut seperti pada gambar di bawah ini.



2. Ukurlah menggunakan voltmeter besar beda potensial, V_1 pada R_1 seperti gambar a dan catatlah hasilnya.
3. Ukurlah beda potensial V_2 pada R_2 seperti gambar b dan catat pula hasilnya.



4. Hitunglah jumlah V_1 dan V_2 .
5. Masukkan hasil pengukuran ke dalam tabel.

Tabel 9.8 Hasil Pengukuran

E	V_1 (Volt)	V_2 (Volt)	$V_1 + V_2$ (Dihitung)
.....

6. Berilah komentar untuk membandingkan nilai E dengan nilai $V_1 + V_2$.

D. Hasil Pengamatan

Berilah kesimpulan disertai suatu alasan!



Kegiatan 9.8

A. Tujuan

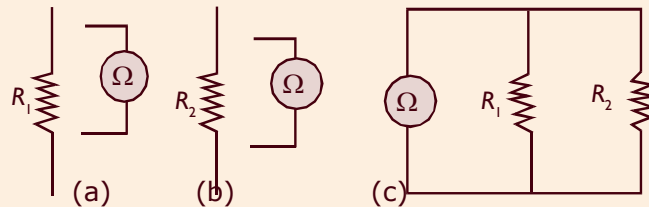
Mengukur besarnya nilai hambatan saat tersusun secara paralel.

B. Alat dan Bahan

1. Tiga buah baterai
2. Multimeter
3. Dua buah hambatan yang berbeda nilainya
4. Kabel

C. Cara Kerja

1. Ukurlah hambatan R_1 seperti gambar a dan catatlah hasilnya.
2. Ukurlah hambatan R_2 seperti gambar b dan catat pula hasilnya.
3. Rangkailah dua hambatan R_1 dan R_2 seperti pada gambar c.
4. Ukurlah besar hambatan paralelnya dan catatlah hasilnya.



5. Masukkan hasil pengukuran ke dalam tabel!

Tabel 9.9 Data Hasil Pengukuran

No.	Nilai Hambatan Menurut Label (Ω)	Nilai Hambatan yang Diukur (Ω)
1.	$R_1 = \dots\dots\dots$	$R_1 = \dots\dots\dots$
2.	$R_2 = \dots\dots\dots$	$R_2 = \dots\dots\dots$
3.	$R_1 + R_2 = \dots\dots\dots$	$R_1 = \dots\dots\dots$

6. Berdasarkan data pada tabel, bandingkan nilai hambatan menurut Tabel dengan hasil pengukuran. Bagaimana komentar kalian?

7. Berdasarkan komentar kalian pada hasil No.6, apa yang bisa kalian simpulkan tentang hubungan antara besarnya nilai hambatan dari masing-masing hambatan dan saat disusun paralel?

D. Hasil Pengamatan

Buatlah analisis dan kesimpulannya!



Kegiatan 9.9

A. Tujuan

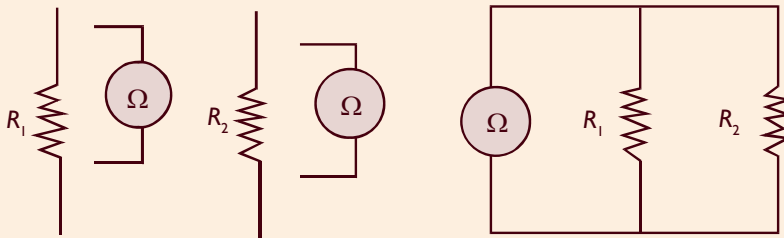
Menentukan nilai beda potensial dari suatu hambatan secara paralel.

B. Alat dan Bahan

1. 3 buah baterai
2. Multimeter – voltmeter
3. 2 buah hambatan yang berbeda nilainya
4. Kabel

C. Cara Kerja

1. Hubungkan rangkaian hambatan seperti pada gambar di bawah ini!



2. Ubahlah multimeter pada DC volt.
3. Ukurlah dengan menggunakan voltmeter besar beda potensial di antara R_1 dan catatlah hasilnya.
4. Ukurlah beda potensial R_2 dan catat hasilnya.
5. Ukurlah beda potensial sumber (baterai) dan catat pula hasilnya.

6. Masukkan semua data pengukuran pada tabel.

Tabel 9.10 Data Hasil Pengukuran

V_1 (Volt)	V_2 (Volt)	V_s (Volt)
.....

7. Berdasarkan data pada Tabel 9.10, bagaimana pengaruh nilai beda potensial yang melalui hambatan dengan beda potensial sumber?

D. Hasil Pengamatan

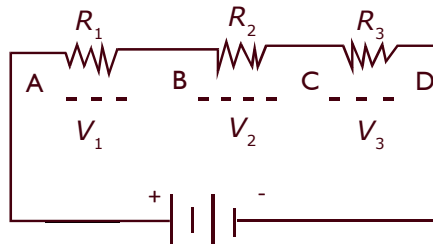
Tuliskan suatu kesimpulan yang menghubungkan pengaruh beda potensial sumber dengan yang melalui hambatan baik secara paralel maupun masing-masing hambatan!

Rangkaian hambatan

Kalian sudah mengetahui bahwa ada dua rangkaian dasar pada suatu hambatan yaitu **rangkaian seri** dan **rangkaian paralel**.

1. Rangkaian Seri

Misal tiga buah hambatan yang masing-masing R_1 , R_2 , dan R_3 dirangkai seri, lihat Gambar 9.9!



Gambar 9.9 Rangkaian seri tiga hambatan R_1 , R_2 , dan R_3

Ketiga hambatan tersebut dapat diganti dengan satu hambatan dan disebut hambatan pengganti. Karena rangkaian hambatan tersebut seri maka hambatan pengganti ini sering disebut hambatan

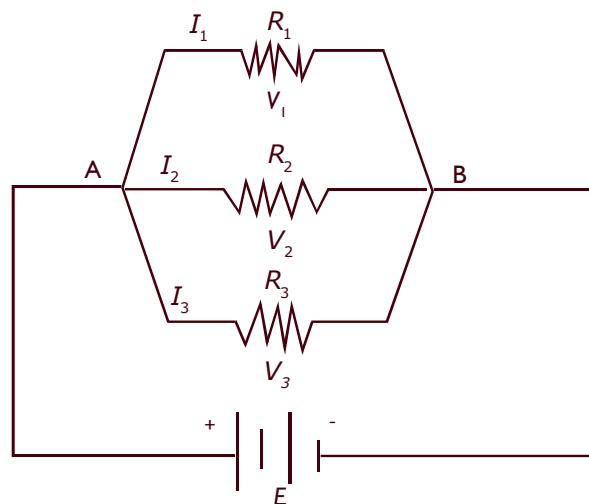
seri, R_s . Besar R_s merupakan jumlah dari masing-masing hambatan.

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

Dari persamaan di atas tampak bahwa hambatan pengganti untuk susunan seri merupakan jumlah dari masing-masing hambatan. Sedang besarnya nilai beda potensial antara ujung-ujung hambatan tidak sama, karena untuk seri yang mempunyai nilai konstan adalah arus dan muatan listrik yang melalui hambatan. Sehingga jika besar dari masing-masing hambatan berbeda, maka nilai beda potensialnya dari masing-masing hambatan juga berbeda.

2. Rangkaian Paralel (Rangkaian Bercabang)

Misal tiga buah hambatan yang masing-masingnya R_1 , R_2 , dan R_3 dirangkai paralel, lihat Gambar 9.10!



Gambar 9.10 Rangkaian paralel tiga hambatan R_1 , R_2 , dan R_3

Ketiga hambatan tersebut dapat diganti dengan satu hambatan yang disebut hambatan pengganti. Karena rangkaian hambatan tersebut paralel maka

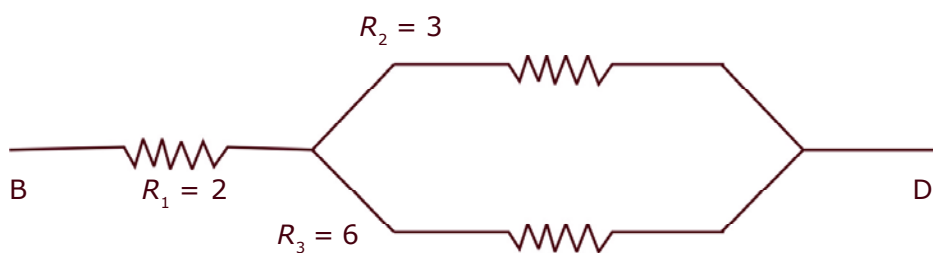
hambatan penggantinya disebut hambatan paralel (R_p). Besar hambatan paralel (R_p) dapat ditentukan menggunakan persamaan,

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

Pada rangkaian paralel, beda potensial masing-masing cabang besarnya sama.

Contoh soal 9.4:

Perhatikan gambar di bawah ini.



Hitung besar hambatan BD!

Penyelesaian:

Diketahui : $R_1 = 2 \Omega$

$R_2 = 3 \Omega$

$R_3 = 6 \Omega$

Ditanya: $R_{BD} = \dots ?$

Jawab:

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

$$= \frac{1}{3\Omega} + \frac{1}{6\Omega}$$

$$= \frac{(2+1)}{6\Omega}$$

$$R_p = \frac{6\Omega}{3} - 2\Omega$$

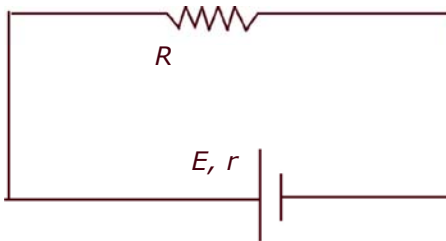
$$b. R_{BD} = R_1 + R_p \\ = (2 + 2) \Omega \\ = 4 \Omega$$



E. Penerapan Hukum Ohm dan Hukum I Kirchhoff

Sumber tegangan adalah alat yang dapat menimbulkan beda potensial listrik. Sebuah sumber tegangan memiliki energi yang dapat digunakan untuk mengalirkan arus listrik disebut GGL, E . Sumber-sumber tegangan pada umumnya memiliki hambatan yang disebut hambatan dalam r .

Secara umum, sebuah rangkaian listrik selalu berlaku hukum Ohm dan hukum I Kirchhoff. Misal, sebuah rangkaian listrik sederhana yang terdiri atas sebuah hambatan luar, R , sumber tegangan, E , dan hambatan dalam r , lihat pada Gambar 9.11!



Gambar 9.11 Rangkaian sederhana

Apabila hambatannya lebih dari satu, maka R ini merupakan hambatan pengganti dari beberapa hambatan tersebut. Kuat arus yang mengalir dalam rangkaian adalah sebagai berikut:

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

Jika dalam suatu rangkaian terdiri atas beberapa baterai baik tersusun secara seri maupun paralel, maka Persamaan di atas dapat ditulis kembali, untuk seri,

$$I = \frac{E}{R + r_s}$$

$$I = \frac{nE}{R + nr}$$

Dengan $E_s = nE$, $r_s = nr$, dan n adalah banyaknya baterai yang digunakan untuk rangkaian seri, sedang untuk rangkaian paralel:

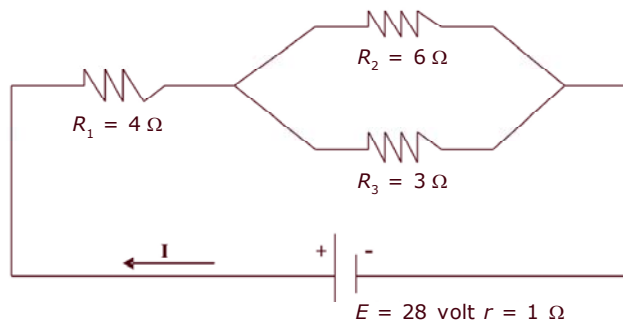
$$I = \frac{E_p}{R + r_p}$$

Karena $E_p = E$ dan $r_p = (r/n)$ maka persamaan di atas, dapat ditulis kembali,

$$I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$$

Contoh soal 9.5:

1. Perhatikan gambar di bawah ini!



Apabila hambatan $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$, dan $R_3 = 3 \Omega$ $E = 28$ volt serta hambatan $r = 1$. Berapakah arus (I) yang melewati rangkaian tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui : $R_1 = 4 \Omega$

$$R_2 = 6 \Omega$$

$$R_3 = 3 \Omega$$

$$E = 28 \text{ V}$$

$$r = 1 \Omega$$

Ditanya : $I = \dots ?$

Jawab :

a. Rangkaian disederhanakan:

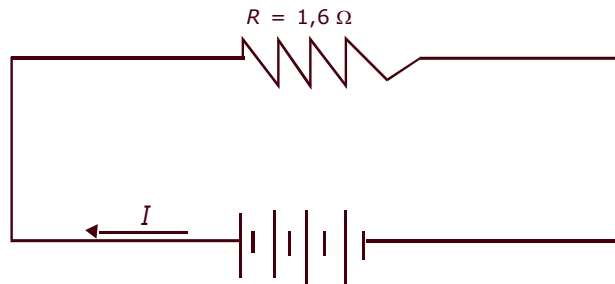


$$\begin{aligned} \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ &= \frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{3\Omega} \\ &= \frac{1+2}{6\Omega} \\ &= \frac{3}{6\Omega} \\ &= \frac{1}{2\Omega} \end{aligned}$$

b. $R_t = R_1 + R_p$
 $= (4 + 2)$
 $= 6 \Omega$

c. $I = \frac{E}{R+r}$
 $= \frac{28 \text{ volt}}{(6+1)\Omega}$
 $= \frac{28 \text{ volt}}{7\Omega}$
 $= 4 \text{ A}$

2. Perhatikan gambar di bawah ini!



Empat buah baterai yang masing-masing ber GGL 1,5 volt dan hambatan dalamnya adalah 0,1? dirangkai seri. Rangkaian tersebut dihubungkan dengan hambatan luar $R = 1,6$. Berapa besar arus yang mengalir?

Penyelesaian:

Diketahui : $n = 4$ buah
 $E = 1,5$ volt
 $r = 0,1 \Omega$
 $R = 1,6 \Omega$

Ditanya : $I = \dots ?$

Jawab :

$$\begin{aligned} I &= \frac{nE}{R + nr} \\ &= \frac{(4 \times 1,5) \text{ volt}}{\{1,6 + (4 \times 0,1)\} \Omega} \\ &= \frac{6 \text{ volt}}{(1,6 + 0,4) \Omega} \\ &= \frac{6 \text{ volt}}{2 \Omega} \\ &= 3 \text{ A} \end{aligned}$$

Rangkuman

1. Hukum Ohm menyatakan bahwa kuat arus yang mengalir pada suatu penghantar berbanding lurus dengan beda potensial dan berbanding terbalik dengan hambatan pada penghantar tersebut.

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

2. Satu ampere adalah satu coulomb muatan yang bergerak melalui sebuah titik dalam satu sekon.
3. Hubungan antara hambatan, jenis bahan, panjang, dan luas penampang dan suhu dari suatu penghantar:

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \quad R = R_0 (1 + \alpha \Delta T) \quad \rho = \rho_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

4. Berdasarkan mudah tidaknya dilalui arus listrik, suatu bahan dibedakan:
 - a. konduktor
 - b. semikonduktor
 - c. isolator

5. Hukum I Kirchhoff

Besarnya kuat arus yang masuk pada titik percabangan sama dengan kuat arus yang keluar dari titik percabangan itu. $I = I'$

6. Rangkaian hambatan

Rangkaian seri: $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + R \dots$

Rangkaian Paralel: $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$

7. Kuat arus yang mengalir pada rangkaian tertutup: $I = \frac{E}{R+r}$
8. Untuk rangkaian yang terdiri atas beberapa elemen:

- a. Disusun seri $I = \frac{nE}{R+nr}$

- b. Disusun paralel $I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$

Refleksi

Sebagai bahan refleksi, jawablah pertanyaan berikut. Mengapa pada umumnya rangkaian listrik di rumah-rumah menggunakan rangkaian paralel. Apa keuntungannya?

Silakan melanjutkan ke materi berikutnya jika sudah bisa menjawab pertanyaan di atas, jika belum, pahami lagi materi bab ini.



Uji Kompetensi

A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan cara memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!

1. Dalam sebuah penghantar yang mempunyai hambatan 400 ohm, mengalir arus listrik sebesar 250 miliampere. Besar beda potensial pada kedua ujungnya adalah
 - a. 100 V
 - b. 200 V
 - c. 400 V
 - d. 100.000 V
2. Apabila V = beda potensial, I = arus listrik dan R = hambatan suatu penghantar, maka hubungan yang benar antara ketiga besaran tersebut adalah
 - a. $I = V R$
 - b. $I = \frac{V}{R}$
 - c. $I = V + R$
 - d. $I = V - R$
3. Sebuah penghantar memiliki beda potensial antara ujung-ujungnya sebesar 200 volt. Apabila hambatan penghantar tersebut 40 ohm, maka besar arus yang melalui penghantar adalah
 - a. 0,5 ampere
 - b. 5 ampere
 - c. 10 ampere
 - d. 15 ampere

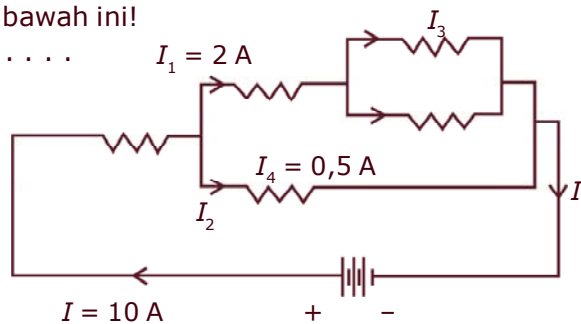
4. Hambatan sebuah penghantar memiliki beda potensial 100 volt dan mengalir arus listrik 500 miliampere adalah
- 50 ohm
 - 100 ohm
 - 200 ohm
 - 50.000 ohm
5. Bahan atau zat yang mudah menghantarkan arus listrik disebut
- isolator
 - semikonduktor
 - konduktor
 - stator
6. Tersedia bahan sebagai berikut.
- 1) Perak
 - 2) Emas
 - 3) Mika
 - 4) Plastik
 - 5) Tembaga
- Di antara bahan yang termasuk isolator adalah
- 1, 2, dan 3
 - 1 dan 3
 - 3 dan 4
 - 2 dan 5
7. Sebuah kawat penghantar memiliki hambatan 4 ohm. Apabila panjang kawat 1 meter dan luas penampang $0,35 \text{ mm}^2$, maka hambatan jenis kawat tersebut adalah (dalam $\Omega \text{ m}$)
- $0,10 \times 10^{-6}$
 - $0,20 \times 10^{-6}$
 - $0,35 \times 10^{-6}$
 - $1,40 \times 10^{-6}$
8. Sebuah kawat penghantar memiliki luas penampang $0,25 \text{ mm}^2$. Apabila hambatan dan hambatan jenisnya masing-masing adalah 10 ohm dan $0,5 \times 10^{-6} \Omega \text{ m}$, maka panjang kawat tersebut adalah
- 5 mm
 - 10 mm
 - 5 m
 - 10 m

9. Sebuah kawat memiliki panjang 8 m dan berdiameter 2 mm². Jika hambatan jenis kawat adalah $0,314 \times 10^{-6} \Omega \text{ m}$. Maka nilai hambatan kawat adalah
- 0,2 ohm
 - 0,4 ohm
 - 0,8 ohm
 - 1,2 ohm
10. Kawat penghantar memiliki panjang 10 meter dan berjari-jari 0,5 mm. Jika hambatan jenis kawat adalah $0,628 \times 10^{-6} \Omega \text{ m}$, maka nilai hambatan kawat adalah
- 2 ohm
 - 4 ohm
 - 6 ohm
 - 8 ohm

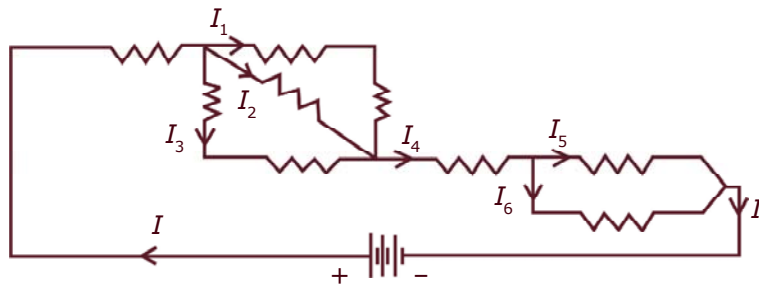
11. Perhatikan gambar di bawah ini!

Besar I_2, I_3, I' adalah

- 1,5 A, 8 A, 10 A
- 2 A, 8 A, 10 A
- 8 A, 1,5 A, 10 A
- 8 A, 10 A, 12 A



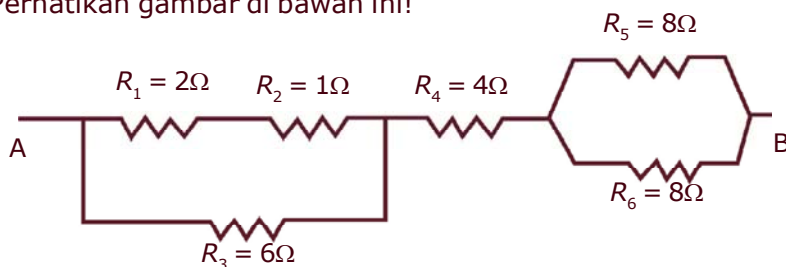
12. Perhatikan gambar di bawah ini!



Jika besar arus $I = 8 \text{ A}$, $I_1 = I_2 = 2 \text{ A}$, $I_5 = 3 \text{ A}$, maka besar arus I_3 dan I_6 adalah

- 2 A, 3 A
- 3 A, 2 A
- 5 A, 4 A
- 4 A, 5 A

13. Besar arus listrik di setiap titik pada rangkaian seri adalah
- sama
 - tidak sama
 - belum tentu sama
 - berubah-ubah
14. Jumlah kuat arus yang masuk titik percabangan sama besar dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik percabangan. Pernyataan tersebut sesuai dengan hukum
- Newton
 - Kirchhoff
 - Faraday
 - Boyle
15. Perhatikan gambar di bawah ini!



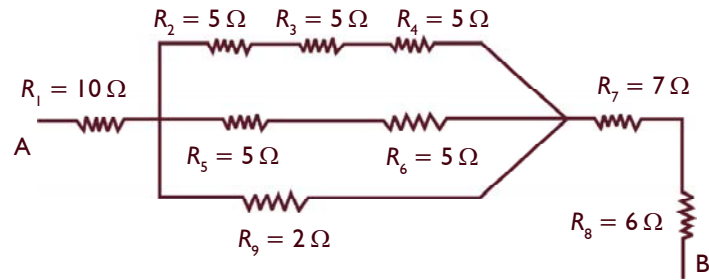
Maka besar hambatan pengganti rangkaian adalah

- 4 Ω
- 6 Ω
- 8 Ω
- 10 Ω

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

- Jelaskan tentang konduktivitas dan bagaimana hubungan konduktivitas dengan hambatan suatu benda!
- Luas penampang sebuah kawat penghantar adalah $0,25 \text{ mm}^2$. Apabila hambatan dan hambatan jenis kawat masing-masing adalah 4 ohm dan $0,5 \times 10^{-6}$ ohm-meter, maka berapakah panjang kawat tersebut?
- Sebuah kawat memiliki luas penampang 2 mm^2 . Jika panjang kawat 1000 meter dan hambatan jenisnya $0,02 \times 10^{-6}$ ohm-meter, maka berapakah besar hambatan kawat?
- Sebuah kawat penghantar memiliki panjang 1.000 meter. Apabila hambatan jenis kawat $0,03 \times 10^{-6}$ ohm-meter dan nilai hambatan kawat 5 ohm, maka berapakah luas penampang kawat?

5. Perhatikan gambar di bawah ini!



Berapa besar hambatan pengganti rangkaian tersebut?

Proyek

Carilah informasi dari berbagai sumber (buku, majalah, televisi, radio, internet, dan sumber lainnya) tentang aplikasi hukum Ohm dan hukum I Kirchoff dalam kehidupan sehari-hari. Kumpulkan dalam bentuk kliping!