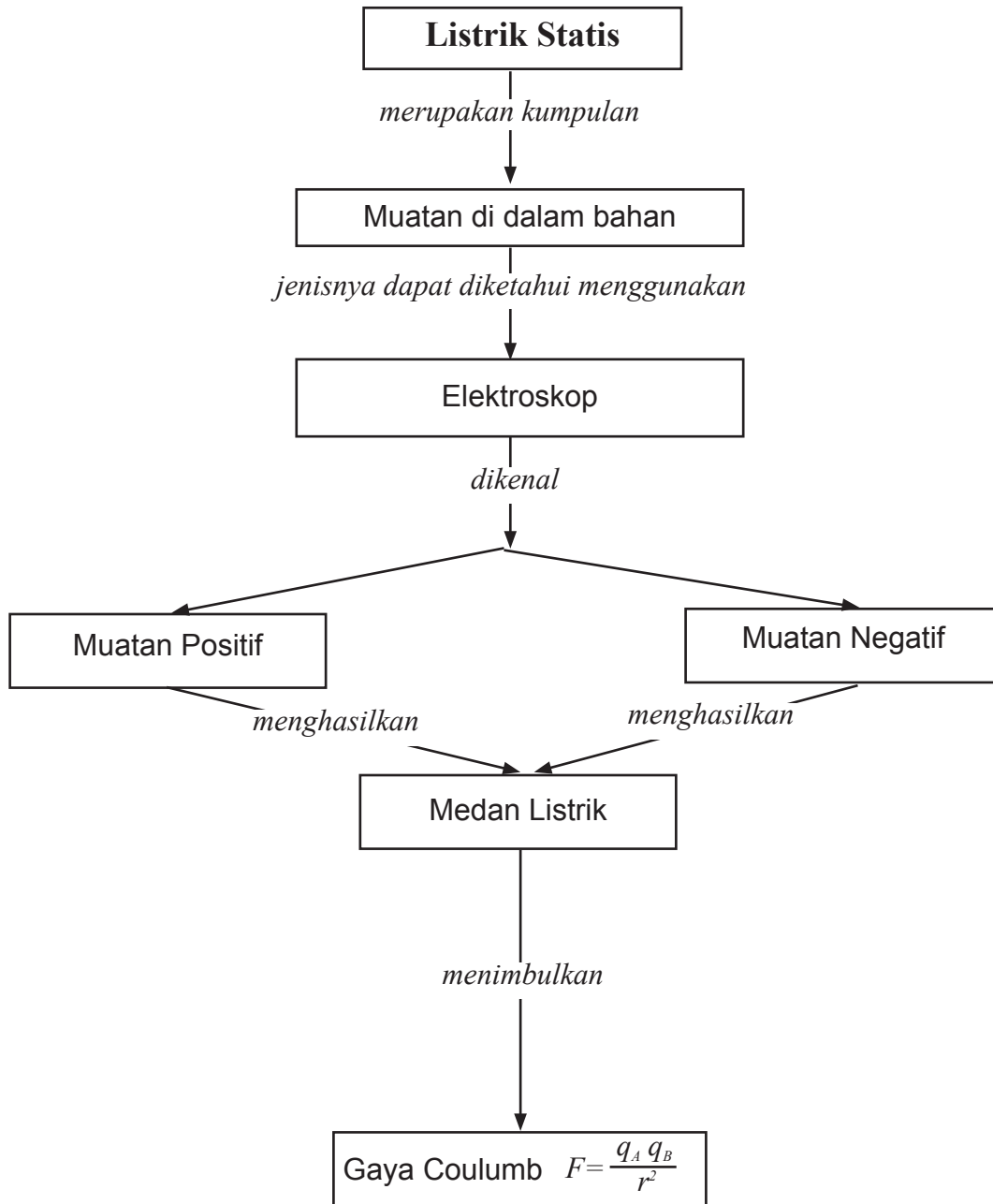


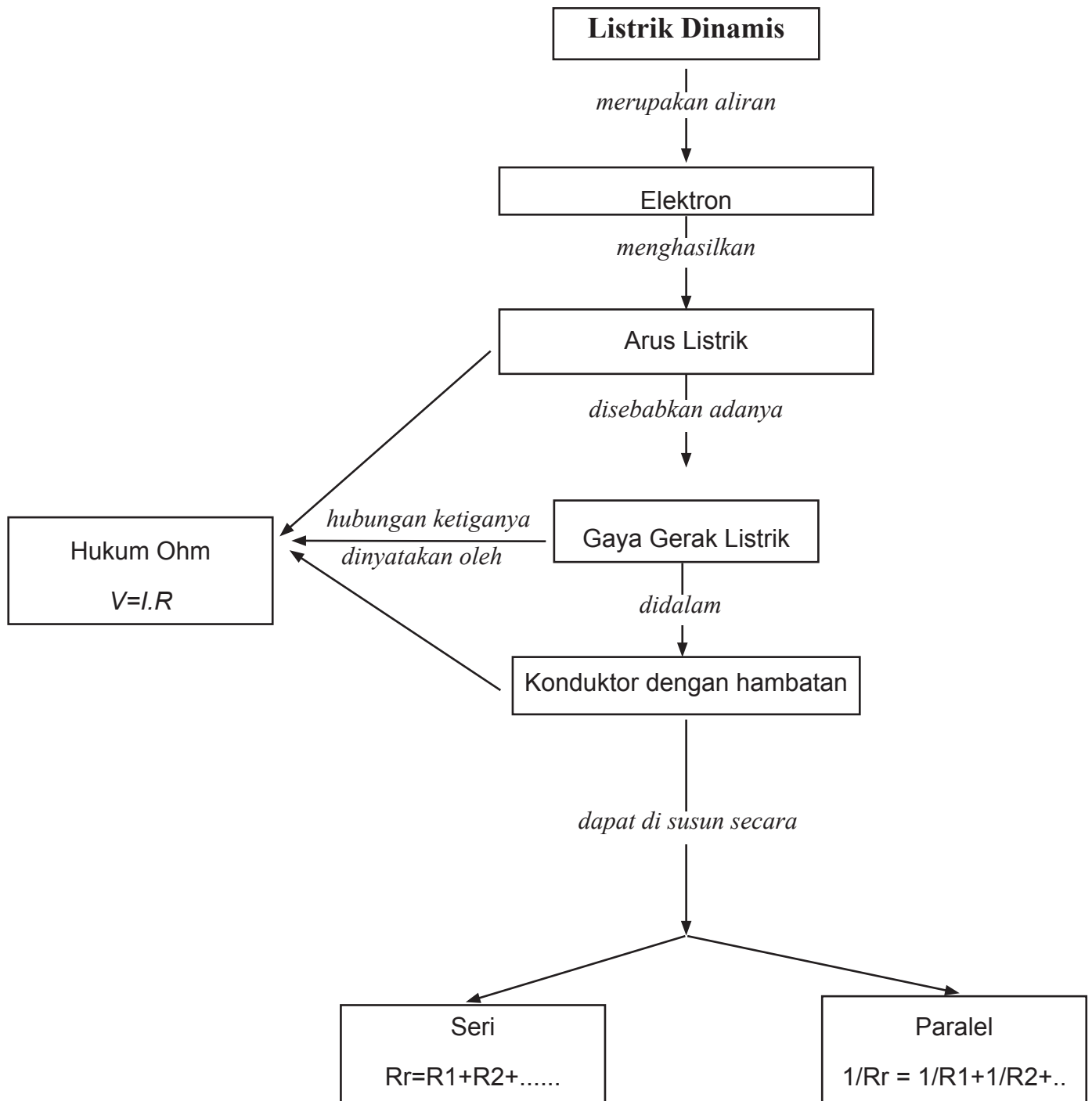
- A. Listrik Statis
- B. Listrik Dinamis
- C. Rangkaian Listrik
- D. Sumber Arus Listrik
- E. Daya dan Energi Listrik



Peta Konsep Listrik Statis



Peta Konsep Listrik Dinamis



Pada saat hujan turun, pernahkah kamu melihat petir? Petir adalah peristiwa alam yang sangat berbahaya dan ditakuti semua orang, karena petir menimbulkan kilatan cahaya yang diikuti dengan suara dahsyat di udara. Apabila seseorang tersambar petir, maka tubuh orang tersebut akan terbakar. Akibat berbahayanya petir, maka gedung-gedung bertingkat yang cukup tinggi dilengkapi dengan penangkal petir. Apa yang menyebabkan terjadinya petir? Mengapa tubuh orang yang tersambar petir terbakar? Mengapa gedung-gedung bertingkat yang tinggi dilengkapi dengan penangkal petir?

Petir merupakan gejala alam yang timbul karena berkumpulnya sejumlah besar elektron yang disebut listrik statis. Kita akan mempelajari dan mendiskusikan bagaimana cara memperoleh listrik statis secara sederhana dan cara pengosongannya sebagaimana petir dan manfaat penangkal petir.

## Kegiatan Penyelidikan



Dapatkan kamu menggerakkan suatu benda tanpa harus menyentuhnya?

1. Buatlah potongan-potongan kecil kertas atau kertas tipis di atas mejamu.
2. Gosokkan sebuah sisir plastik atau penggaris plastik pada rambutmu untuk memberikan muatan listrik.
3. Dekatkan sisir itu pada potongan kertas tisu. Catat pengamatanmu terhadap perilaku kertas tisu tersebut.



Sumber: Dok. Penulis



## Jurnal IPA

Dalam buku catatanmu, tulis satu paragraf yang memaparkan bagaimana sisir itu mempengaruhi kertas tisu pada langkah 3 di atas. Cobalah lakukan langkah yang sama dengan menggunakan benda lain, selain sisir, rambut, atau kertas tisu.

Mengapa pada kegiatan penyelidikan dengan sisir dan kertas tisu yang telah kamu lakukan di atas, kamu mengamati potongan kertas tisu itu tertarik dan menempel pada sisir. Apa yang menyebabkan potongan kertas tisu itu menempel pada sisir?

Pada saat kamu menyisir rambut kering, rambutmu tertarik oleh sisir (**Gambar 6.1**). Mengapa rambut menempel di sisir? Hal ini dijelaskan dalam **Gambar 6.2**. Seperti ditunjukkan pada **Gambar 6.2a**, pada mulanya rambut dan sisir bersifat netral. Suatu atom bersifat netral, karena jumlah proton dan elektron sama. Pada saat kamu menggosokkan sisir pada rambutmu, sejumlah atom di dalam rambutmu terganggu, sejumlah elektron di dalam rambutmu terlepas dan berpindah ke sisirmu. Akibatnya, sisirmu memperoleh tambahan elektron, dan sisirmu itu tidak lagi netral, tetapi memiliki **muatan negatif**. Rambutmu kehilangan elektron, sehingga rambutmu itu **bermuatan positif** (**Gambar 6.2b**). Peristiwa ini merupakan contoh mendapatkan listrik statis dengan cara menggosok. **Listrik statis** adalah berkumpulnya muatan listrik pada suatu benda. Pikirkan contoh-contoh lain tentang listrik statis.



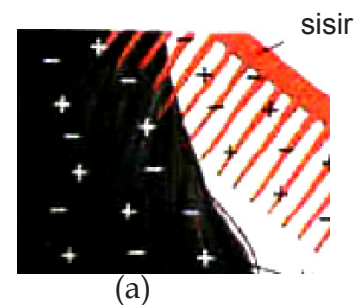
Sumber: Dok. Penulis

**Gambar 6.1**

Pada saat kamu menyisir rambut kering, rambutmu tertarik oleh sisir.

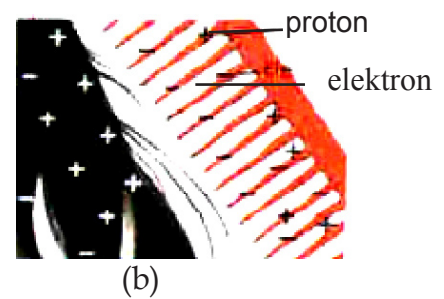
## Kata Kunci IPA

Listrik statis  
Muatan positif  
Muatan negatif  
Elektroskop



**Gambar 6.2a**

Sebelum menyisir, rambut



**Gambar 6.2b**

Setelah menyisir, elektron berpindah dari rambut ke sisir.



## Memberi muatan listrik dengan cara menggosok

### Kegiatan 6.1

#### Apa yang Kamu Butuhkan

1 buah sisir, kertas tisu, rambut

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Letakkan potongan-potongan kertas tisu di atas meja.
2. Gosoklah sebuah sisir dengan rambutmu, dekatkan sisir tersebut pada kertas tisu. Tuliskan apa yang kamu amati.
3. Biarkan kertas tisu itu menempel pada sisir selama beberapa detik. Tulis apa yang kamu amati setelah beberapa detik berlalu.

#### Analisis

1. Jenis muatan apakah yang dimiliki sisir dan rambut tersebut sebelum saling digosokkan?
2. Jenis muatan apakah yang dimiliki sisir dan rambut setelah saling digosokkan?
3. Pada saat sisir tersebut didekatkan pada tisu, mengapa tisu ini tertarik oleh sisir?
4. Setelah beberapa saat tisu itu menempel pada sisir, mengapa tisu itu lepas lagi?

#### Sekarang Jawablah!

1. Bagaimana kamu membuat elektron pindah dari satu benda menuju benda lain dalam kegiatan ini?
2. Apa yang terjadi pada suatu benda yang tidak bermuatan listrik, jika benda itu mendapatkan atau kehilangan elektron?

## Pengosongan Muatan Listrik

Loncatan muatan listrik terjadi pada saat muatan listrik bergerak secara bersama-sama. Kejadian ini disebut pengosongan listrik statis. Petir merupakan salah satu contoh proses pengosongan. Pengosongan itu ditunjukkan oleh sambaran petir pada **Gambar 6.3**.

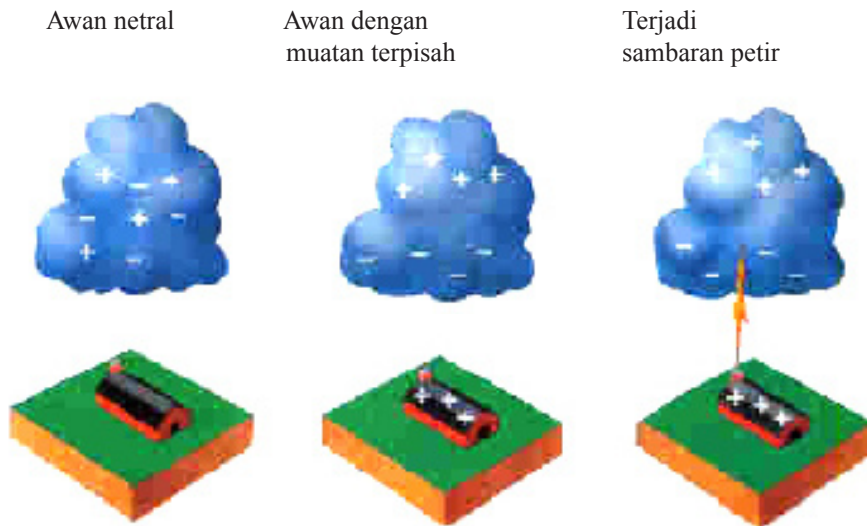
Pengosongan terjadi apabila tersedia suatu jalan bagi elektron-elektron untuk mengalir dari suatu benda bermuatan ke benda lain. Perpindahan muatan listrik statis dari satu benda ke benda lain disebut penetralan atau pengosongan muatan statis. Pengosongan itu lazim juga disebut pentanahan, karena muatan itu sering dikosongkan dengan cara menyalurkan ke tanah.

Pengosongan muatan statis di udara dapat terjadi sangat besar sehingga menimbulkan suara dahsyat yang kita sebut petir. Proses terjadinya petir dijelaskan dalam **Gambar 6.4a, 6.4b, dan 6.4c**. Bacalah keterangan ketiga gambar tersebut.



**Gambar 6.3**  
Petir adalah contoh loncatan muatan listrik statis yang besar





**Gambar 6.4**  
Proses terjadinya petir

(a)

Sebelum terjadi petir, muatan listrik terbentuk di dalam awan ketika butiran-butiran air saling menggosok satu sama lain.

Kemudian terjadi pemisahan muatan di dalam awan. Bagian bawah awan menjadi bermuatan lebih negatif, menyebabkan muatan-muatan positif terinduksi ke permukaan tanah.

Terjadi sambaran petir dari awan ke tanah ketika muatan negatif (elektron) meloncat dari awan bagian bawah ke titik tertinggi di atas tanah yang bermuatan positif.



**Gambar 6.5**  
Pada saat terjadi petir, pengosongan listrik statis dari bagian bawah awan yang bermuatan ke Bumi akan melewati batang penangkal petir ini. Muatan listrik akan mengalir ke bawah dengan aman melalui kabel logam tersebut, dan masuk ke dalam tanah.

## Pengosongan tanpa Menimbulkan Kerusakan

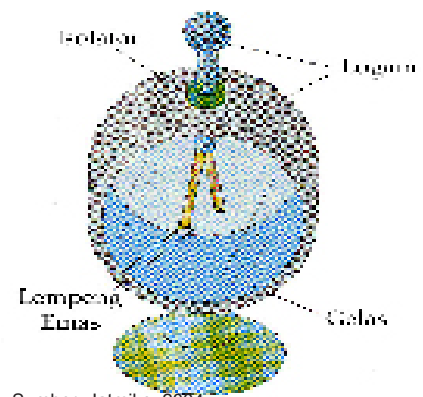
Batang logam penangkal petir sering dipasang di atas atap rumah bertingkat atau di atas bangunan tinggi, dan dihubungkan ke dalam tanah melalui kabel logam. Penangkal petir, melindungi rumah dan bangunan tinggi tersebut dari kerusakan oleh energi listrik yang besar di dalam petir. Penangkal petir ini menyediakan suatu jalan aman, melalui pentanahan, agar arus listrik petir mengalir masuk ke dalam tanah, bukan melewati rumah atau bangunan lain. Pernahkah kamu melihat bangunan tinggi yang dilengkapi dengan penangkal petir seperti **Gambar 6.5**. Penangkal petir itu merupakan contoh pengosongan muatan listrik statis yang tidak menimbulkan kerusakan.



## Elektroskop

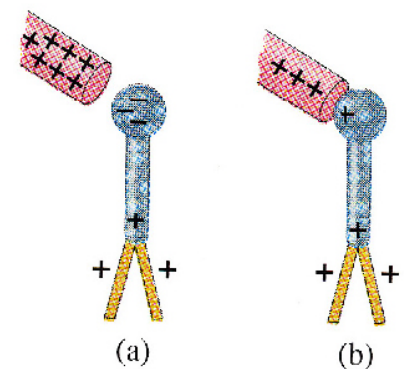
**Elektroskop** adalah suatu piranti yang dapat digunakan untuk mendeteksi muatan. Sebagaimana diperlihatkan **Gambar 6.6**, di dalam sebuah peti kaca terdapat dua buah daun elektroskop yang dapat bergerak (kadang-kadang yang dapat bergerak hanya satu daun saja), biasanya dibuat dari emas. Daun-daun elektroskop ini dihubungkan ke sebuah bola logam yang berada di luar peti kaca melalui suatu konduktor yang terisolasi dari peti. Apabila benda yang bermuatan positif didekatkan ke bola logam, maka pemisahan muatan terjadi melalui induksi, elektron-elektron ditarik naik menuju bola, sehingga kedua daun elektroskop bermuatan positif dan saling menolak (**Gambar 6.7a**). Proses demikian disebut memuati dengan cara **induksi**. Sedangkan, jika bola dimuati dengan cara konduksi, maka bola logam konduktor, dan kedua daun elektroskop memperoleh muatan positif karena ditinggalkan elektron-elektron yang bergerak menuju benda bermuatan positif tersebut, sebagaimana ditunjukkan oleh **Gambar 6.7b**. Pada setiap kasus, makin besar muatan, maka makin lebar pemisahan daun-daun elektroskop.

Perlu dicatat bahwa dengan cara ini, kamu tidak dapat menentukan tanda muatan, karena dalam setiap kasus, kedua daun elektroskop saling menolak satu dengan yang lain. Meskipun demikian, suatu elektroskop dapat digunakan untuk menentukan "tanda muatan" jika pertama-tama pemisahan muatan dilakukan dengan cara konduksi, misalnya elektroskop bermuatan negatif, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 6.8a**. Jika benda bermuatan negatif didekatkan, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 6.8b**, maka lebih banyak elektron diinduksi untuk bergerak ke bawah menuju daun-daun elektroskop sehingga kedua daun ini terpisah lebih lebar. Di sisi lain, jika muatan positif didekatkan, maka elektron-elektron akan diinduksi untuk bergerak ke atas, sehingga menjadi lebih negatif dan jarak pisah kedua daun ini menjadi berkurang (menjadi lebih sempit), seperti pada **Gambar 6.8c**.

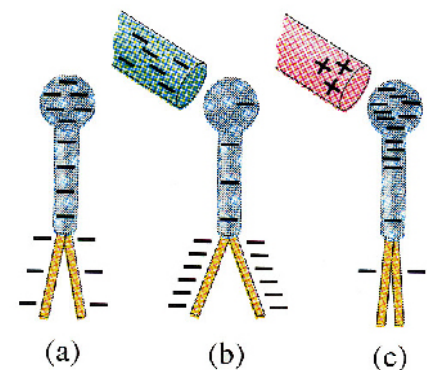


Sumber: Jatmiko, 2004

**Gambar 6.6**  
Elektroskop



**Gambar 6.7**  
Elektroskop dimuati (a) dengan cara induksi, (b) dengan cara konduksi.



**Gambar 6.8**  
Elektroskop yang pertama-tama dimuati dapat digunakan untuk menentukan tanda dari suatu muatan yang diberikan.

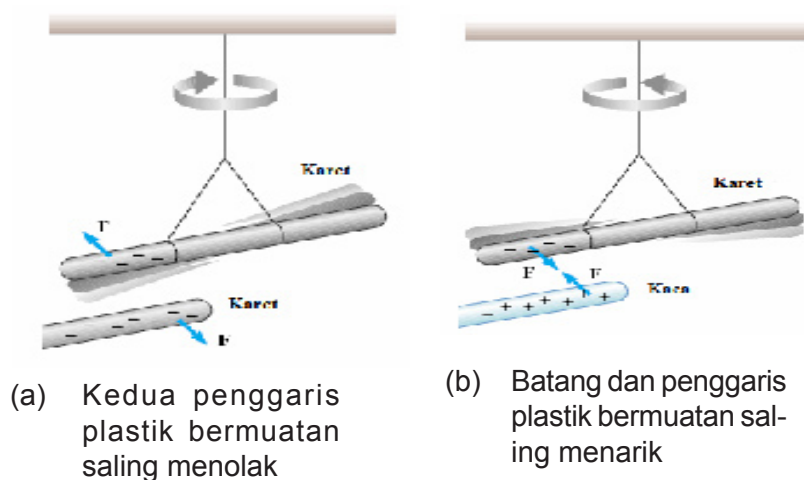
## Saling Pengaruh antara Benda-benda Bermuatan Listrik

Apakah yang menyebabkan benda-benda bermuatan listrik positif atau negatif?

Sebelum kamu menggosok sisir dengan rambut pada **Kegiatan 6.1** di atas muatan listrik sisir itu netral. Atom-atom sisir tersebut memiliki jumlah proton dan elektron yang sama. Pada saat kamu menggosok sisir tersebut dengan rambut, gosokan itu menyebabkan elektron-elektron pindah dari rambut ke sisir. Dengan membuat lebih banyak elektron terkumpul pada sisir, kamu memberikan muatan listrik negatif pada sisir tersebut. Sisir itu bermuatan negatif, dan rambut tersebut bermuatan positif.

Benda-benda seperti sisir tersebut mendapatkan tambahan elektron, sedangkan rambut kehilangan elektron. Kita mengatakan kedua benda itu dimuati dengan listrik statis. Dengan kata lain, **listrik statis** adalah terkumpulnya muatan-muatan listrik pada suatu benda.

Jadi, benda-benda memperoleh muatan listrik statis akibat kontak atau persentuhan satu sama lain, seperti pada saat kamu menggosok sisir dengan kain atau rambut. Benda-benda bermuatan sejenis akan tolak menolak (**Gambar 6.9a**), sedangkan benda-benda yang bermuatan tidak sejenis akan tarik menarik (**Gambar 6.9b**). Dengan kata lain ada gaya yang bekerja antara dua atau lebih benda yang bermuatan.



**Gambar 6.9**  
Intreaksi kelistrikan antara benda sejenis dan tidak sejenis

## Hukum Coulomb

Kamu telah melihat bahwa muatan tak sejenis tarik menarik dan muatan sejenis tolak menolak. Besar gaya ini bergantung pada besar muatan dan jarak antara muatan tersebut. Pada tahun 1785 seorang ahli fisika bangsa Perancis yang bernama Charles Coulomb (1736-1806) telah menyelidiki hubungan antara besaran-besaran tersebut di atas. Jenis peralatan yang digunakan oleh Coulomb tampak pada **Gambar 6.10**. Batang yang diisolasi dengan bola-bola konduktor kecil A dan A', digantungkan melalui kawat tipis. Bola yang sama yaitu B, ditempatkan di dekat bola A. Ketika bola A dan bola B bersama-sama disentuh dengan benda yang bermuatan, maka muatan menyebar ke kedua bola (bola A dan B) secara merata. Karena kedua bola A dan B memiliki ukuran yang sama, maka kedua bola tersebut menerima muatan dengan jumlah yang sama. Simbol untuk muatan adalah  $q$ . Oleh karena itu, besarnya muatan pada bola-bola A dan B dapat disimbolkan dengan notasi  $q_A$  dan  $q_B$ . Coulomb menemukan bagaimana gaya antara kedua bola yang bermuatan, A dan B tergantung pada jarak tertentu. Pertama ia dengan hati-hati mengukur besarnya gaya yang diperlukan untuk memutar kawat yang digantung melalui sudut yang diberikan. Dia kemudian menempatkan muatan yang sama pada bola A dan B serta mengubah jarak antara keduanya  $r$ . Gaya menggerakkan A dari posisi diamnya, memutar kawat yang digantung. Dengan mengukur pembelokan A, Coulomb dapat menghitung gaya penolakan. Coulomb menunjukkan bahwa gaya  $F$  berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua pusat bola.

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$



### Lab Mini 6.1

#### Bagaimanakah interaksi antar benda-benda bermuatan?

Pada bagian di depan kalian telah mempelajari interaksi kelistrikan antara dua bahan yang bermuatan listrik. Untuk lebih memahami interaksi kelistrikan antara dua bahan berbeda cobalah kegiatan di bawah ini.

#### Apa yang kamu lakukan

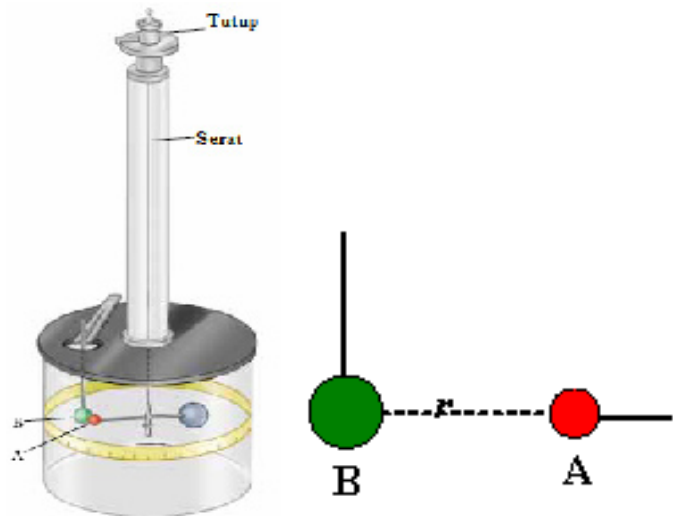
1. Gantungkan salah satu penggaris plastik melalui seutas benang, kemudian gosoklah salah satu ujung penggaris tersebut keras-keras dengan kain wol.
2. Sesaat kemudian, gosoklah penggaris yang lain pada salah satu ujungnya secara keras dengan kain wol, dekatkan pada ujung penggaris pertama yang telah digosok. Amati dan catatlah hasilnya pada tabel data.
3. Dengan cara yang sama, lakukanlah untuk batang kaca yang digosok dengan kain sutera.
4. Sekarang, gosoklah kembali salah satu ujung penggaris plastik yang telah digantung tersebut dengan kain wol, kemudian gosoklah salah satu ujung batang kaca dengan kain sutera dan dekatkan pada ujung penggaris bermuatan tersebut. Amati dan catatlah hasilnya pada tabel data.

#### Analisis

Buatlah tabel data berdasarkan hasil pengamatanmu.

#### Kesimpulan

Buatlah kesimpulan berdasarkan data yang kamu peroleh.



**Gambar 6.10**  
Coulomb menggunakan jenis alat ini untuk mengukur gaya antara dua bola, A dan B. Ia mengamati penyimpangan A dengan menggunakan jarak antara A dan B yang bervariasi.



**Tahukah Kamu???**

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

Dengan bahasamu sendiri, jelaskan apa maksud persamaan di atas?

Untuk menyelidiki bagaimana gaya bergantung pada besarnya muatan, Coulomb harus mengubah muatan bola. Pertama-tama Coulomb memberi muatan A dan B sama seperti sebelumnya. Kemudian Coulomb menambahkan bola lain yang tidak bermuatan, dengan ukuran yang sama dengan B. Ketika bola tersebut disentuh ke bola B, maka kedua bola membagi muatan yang telah ada dengan bola B. Karena keduanya memiliki ukuran yang sama, maka bola B sekarang hanya memiliki separuh muatan semula. Oleh karena itu, muatan pada bola B hanya separuh muatan bola A. Setelah bola lain yang disentuh ke bola B tersebut dijauhkan dari bola B, maka Coulomb menemukan bahwa gaya antara A dan B menjadi separuh dari gaya antara A dan B semula (gaya antara A dan B sebelum adanya bola yang tidak bermuatan). Ia menyimpulkan bahwa gaya  $F$ , berbanding lurus dengan muatan-muatannya.

$$F \propto q_A q_B$$

Setelah melakukan pengukuran yang sama, Coulomb menyimpulkan hasilnya dalam suatu hukum yang disebut Hukum Coulomb yang berbunyi:

*Besarnya gaya antara muatan  $q_A$  dan muatan  $q_B$ , yang dipisahkan oleh jarak  $r$ , adalah berbanding lurus dengan besarnya kedua muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara muatan-muatan tersebut.*

$$F \propto \frac{q_A q_B}{r^2}$$

## Satuan Muatan: coulomb (C)

Muatan suatu benda sangat sulit diukur secara langsung. Akan tetapi, Coulomb menunjukkan bahwa besarnya muatan dapat dikaitkan dengan besarnya gaya. Dengan demikian, ia dapat menentukan besarnya muatan yang terkait dengan besarnya gaya yang dihasilkan. Satuan muatan dalam SI adalah coulomb (C). Satu coulomb adalah muatan dari  $6,25 \times 10^{18}$  elektron atau proton. Ingat bahwa muatan proton dan elektron adalah sama. Muatan yang dihasilkan ledakan petir besarnya sekitar 10 coulomb. Muatan pada satu elektron hanya  $1,60 \times 10^{-19}$  C. Besarnya muatan suatu elektron disebut muatan elementer. Dengan demikian, benda sekecil apapun seperti uang logam pada sakumu mengandung lebih dari satu juta coulomb muatan negatif. Muatan yang dihasilkan dengan jumlah yang sangat besar ini hampir tidak ada efek eksternalnya sebab diimbangi dengan jumlah muatan positif yang sama. Akan tetapi jika muatan tidak seimbang, muatan yang kecilpun seperti  $10^{-9}$  C dapat mengakibatkan gaya yang besar.



Tahukah Kamu???

$$F \propto \frac{q_A q_B}{r^2}$$

Dengan bahasamu sendiri, jelaskan maksud persamaan di atas? Bagaimanakah gaya listrik antara dua muatan, bila jarak antara dua muatan tersebut semakin jauh? Bagaimanakah pengaruh besar dan jenis muatan terhadap gaya listrik yang timbul di antara dua muatan listrik?

### Intisari Subbab



1. Apakah yang disebut dengan listrik statis itu?
2. Muatan listrik statis terjadi di alam. Muatan itu juga dapat dibuat oleh manusia. Berikan satu contoh listrik statis alamiah dan satu contoh listrik statis buatan manusia. Jelaskan bagaimana terjadinya masing-masing muatan tersebut.
3. Adalah lebih mudah bagi elektron untuk pindah melalui udara lembab daripada udara kering. Bagaimana hal ini menjelaskan kenyataan bahwa kamu melihat lebih banyak pengaruh-pengaruh listrik statis di udara kering daripada di udara lembab?
4. Misalkan kamu baru saja mengisi sebuah elektroskop dengan batang gelas bermuatan positif. Hipotesiskan apa yang akan terjadi jika kamu menyentuh lagi elektroskop tersebut dengan benda lain bermuatan positif.
5. **Berpikir Kritis.** Seandainya Anda mengetes hukum Coulomb menggunakan bola plastik bermuatan kecil, bola logam bermuatan besar,  $\frac{1}{r}$  kedua bola tersebut bermuatan positif. Sesuai dengan hukum Coulomb, gaya bergan  $r^2$  ung pada , dengan  $r$  adalah jarak antara kedua pusat bola. Ketika kedua bola didekatkan satu dengan yang lain, gaya listrik lebih



## Kata Kunci IPA

Arus Listrik  
Listrik Dinamis  
Rangkaian tertutup

Kamu telah belajar dari Subbab Listrik Statis bahwa elektron-elektron dapat bergerak atau pindah dari rambut ke sisir, sehingga sisir itu bermuatan negatif. Dapatkah kamu menyalakan sebuah lampu-pijar dengan menempelkan sisir itu pada lampu pijar tersebut? Tentunya tidak dapat, karena lampu itu memerlukan aliran elektron secara terus-menerus agar tetap menyala. Elektron membutuhkan jalan yang tidak putus untuk mengalir dari satu tempat ke tempat lain.

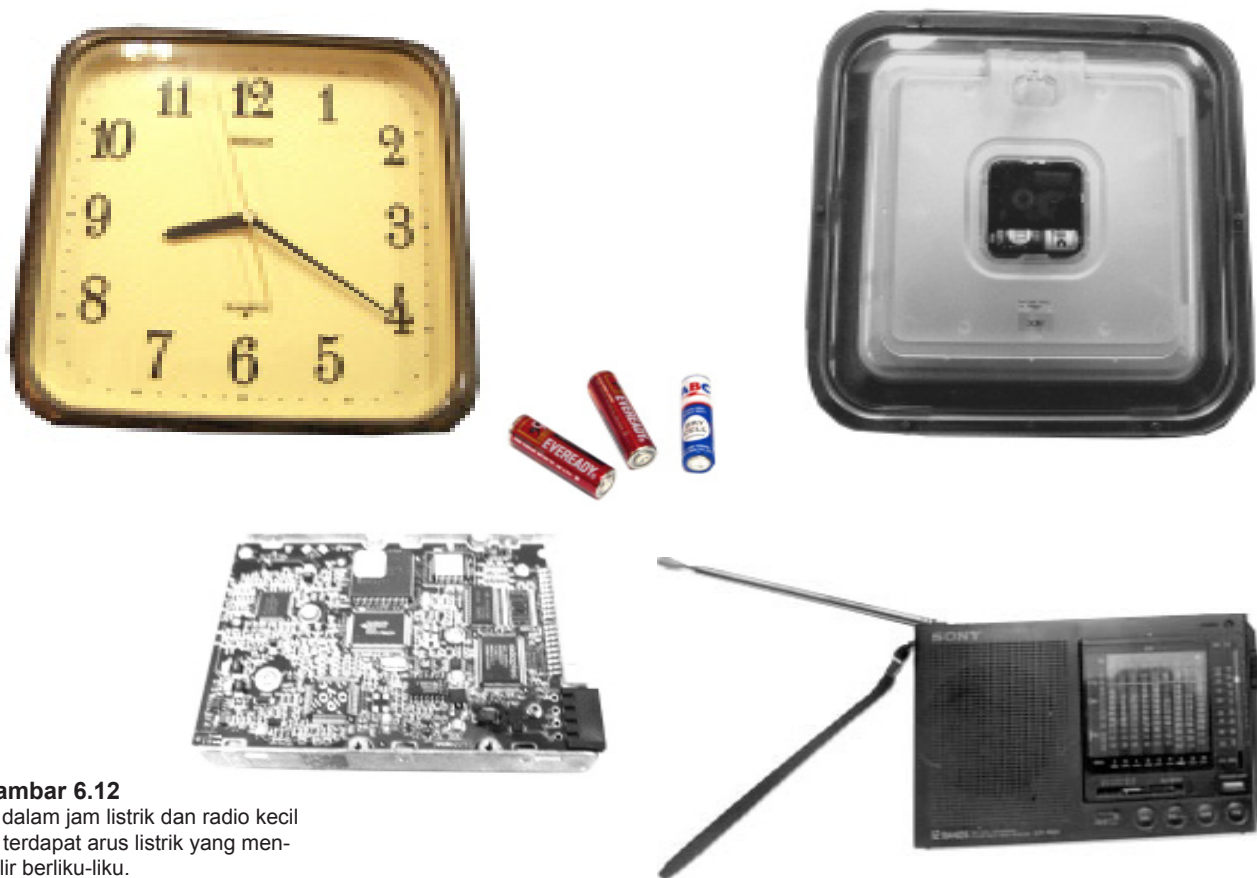
Listrik mempengaruhi kehidupan sehari-hari manusia di seluruh dunia. Sebagian besar dari kita bergantung pada peralatan listrik untuk membuat hidup kita lebih aman, lebih sehat, lebih mudah, dan lebih nyaman. Lampu lalu-lintas, penerangan listrik, radio, dan mobil mainan seperti **Gambar 6.11**, merupakan sebagian kecil peralatan tersebut. Peralatan listrik tersebut diatas dapat bekerja karena adanya arus listrik yang disebabkan oleh aliran elektron dalam sistem rangkaian listrik dalam peralatan listrik. Dapatkah kamu menyebutkan peralatan listrik lain yang membutuhkan listrik?



**Gambar 6.11**

Mobil mainan ini membutuhkan energi listrik untuk bergerak. Demikian juga halnya sebuah kalkulator dan jam listrik.

Sumber: Dok. Penulis



**Gambar 6.12**  
Di dalam jam listrik dan radio kecil ini terdapat arus listrik yang mengalir berliku-liku.

Sumber: Dok. Penulis

Pernahkah kamu melihat bagian dalam sebuah radio pada saat radio itu dibongkar? Jika pernah, kamu kemungkinan pernah melihat komponen-komponen listrik kecil dari radio itu yang terhubung satu sama lain.

**Gambar 6.12** menunjukkan bagian dalam sebuah jam listrik dan radio kecil. Cara kerja peralatan ini rumit. Para ilmuwan, insinyur, dan teknisi menghabiskan bertahun-tahun untuk mengembangkan peralatan tersebut. Namun aliran listrik di dalam seluruh peralatan tersebut dikendalikan oleh hukum-hukum sederhana yang akan kamu pelajari dalam Subbab ini. Banyak peralatan di sekitarmu yang menggunakan listrik untuk menghasilkan cahaya, panas, atau gerak. Lakukan **Lab Mini 6.2** untuk mengidentifikasi alat-alat tersebut. Bersama teman-temanmu juga lakukan **Kegiatan 6.2** untuk membuat listrik mengalir.



## Lab Mini 6.2

### Mendaftar Peralatan Listrik

Daftarlah peralatan listrik yang kamu gunakan atau pernah kamu lihat. Kelompokkan alat listrik itu menurut kegunaannya, yaitu alat mana yang menghasilkan cahaya, alat mana yang menghasilkan bunyi, alat mana yang menghasilkan panas, alat mana yang menghasilkan gerak, dan lain-lain.





## Membuat Listrik Mengalir

*Dalam penyelidikan ini, kamu akan mencoba menggunakan aliran listrik untuk menyalakan lampu-pijar kecil.*

### Apa yang Kamu Butuhkan

- baterai 1,5 V dengan soketnya, 1 buah
- lampu pijar 2,5 V dengan soketnya, 1 buah
- kawat tembaga berisolasi panjang 20 cm, 2 buah



**Gambar 6.13**

Baterai 1,5 V, soket baterai, lampu pijar 2,5 V, soket lampu, kawat tembaga berisolasi.

Sumber: Dok. Penulis

### Apa yang Kamu Lakukan

1. Hanya dengan menggunakan seutas kawat dan sebuah baterai tanpa soket, cobalah untuk membuat sebuah lampu tanpa soket menyala.
2. Setelah kamu menemukan satu cara untuk membuat lampu itu menyala, pada kegiatan ini gambarlah sketsa rangkaian tersebut!
3. Sekarang rakitlah sebuah rangkaian dengan menggunakan soket baterai dan soket lampu untuk membuat sebuah baterai menyalakan sebuah lampu.
4. Setelah kamu berhasil menyalakan lampu tersebut, ramalkan apa yang terjadi bila kamu melepaskan seutas kawat yang menghubungkan lampu. Ujilah ramalan kamu itu!

### Analisis

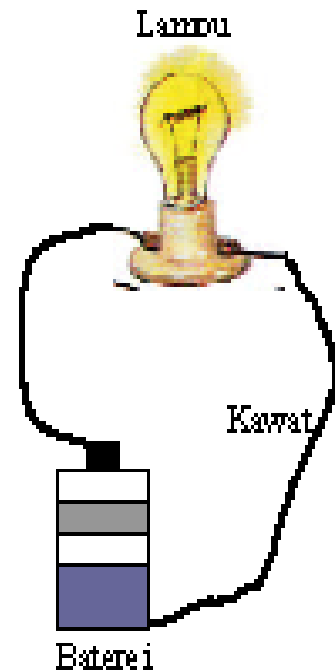
1. Uraikan cara kamu yang telah berhasil menyalakan satu lampu dengan menggunakan seutas kawat dan sebuah baterai.
2. Menurut pendapatmu mengapa lampu itu dapat menyala?
3. Menurut pendapatmu mengapa lampu itu mati pada saat salah satu kawat kamu lepas?

## Rangkaian Sederhana

Dalam kegiatan sebelumnya, kamu telah berhasil membuat suatu rangkaian sederhana. Untuk menyalakan lampu itu, kamu harus membuat suatu jalan tidak putus dengan kawat-kawat, dengan menghubungkan kawat-kawat tersebut dari tiap ujung baterai ke sisi logam lampu yang berbentuk ulir dan ke ujung logam pada dasar lampu seperti ditunjukkan pada **Gambar 6.14**.

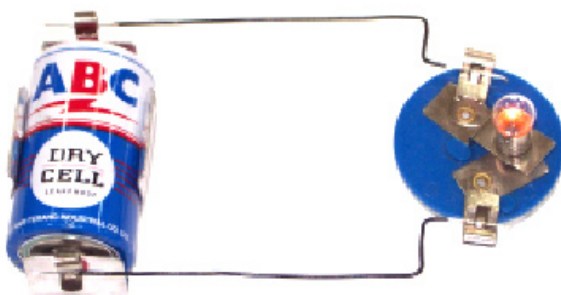
Apa yang kita butuhkan untuk menghasilkan listrik yang dapat menyalakan lampu atau menghidupkan radio? Pertama, membutuhkan kawat penghantar. Kedua, kita membutuhkan baterai sebagai sumber gaya gerak listrik untuk membuat elektron di dalam kawat bergerak. Ketiga, kamu harus melakukan apa yang telah kamu lakukan pada Kegiatan 3.3. Kamu harus menyediakan suatu jalan tidak-putus, berupa **rangkaian tertutup** untuk elektron-elektron. Sebagai contoh, **Gambar 6.15** adalah sebuah rangkaian tertutup. Listrik yang kamu gunakan itu disebut **listrik dinamis**.

Sekarang perhatikan **Gambar 6.16**. Lampu itu tidak menyala karena salah satu kawat tidak terhubung dengan lampu. Suatu rangkaian dengan celah merupakan rangkaian terputus atau **terbuka**. Pada sebuah **rangkaian terbuka** tidak ada jalan untuk elektron mengalir, dan elektron-elektron itu tidak dapat mengalir untuk menyalakan lampu, memutar kipas angin, atau menghidupkan radio.



**Gambar 6.14**

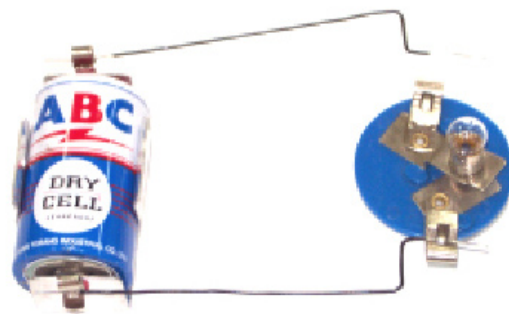
Rangkaian sederhana.



Sumber: Dok. Penulis

**Gambar 6.15**

Apabila lampu menyala, berarti rangkaian itu tertutup.



**Gambar 6.16**

Elektron-elektron tidak mengalir dalam suatu rangkaian terbuka dan lampu tidak menyala.



### Lab Mini 6.3

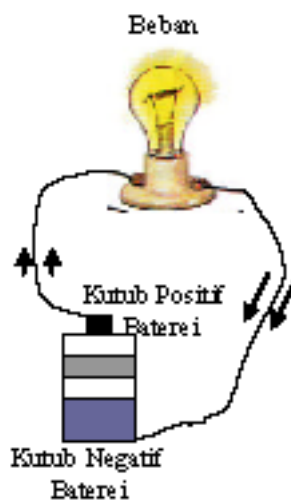
#### Terbuka atau Tertutup?

Disediakan sebuah baterai, sebuah lampu, dan kabel secukupnya. Rakitlah suatu rangkaian terbuka dan suatu rangkaian tertutup. Gambarlah sketsa rangkaian terbuka dan rangkaian tertutup tersebut. Bagaimana kamu dapat mengatakan suatu rangkaian itu terbuka atau tertutup?

Pikirkan kembali tentang kegiatan dengan sisir rambut pada Bab Listrik Statis. Kamu membuat elektron-elektron mengumpul pada sisir tersebut pada saat kamu menggosok sisir tersebut dengan kain wol. Kumpulan elektron pada sisir tersebut merupakan listrik statis, yaitu listrik yang tinggal pada satu tempat.

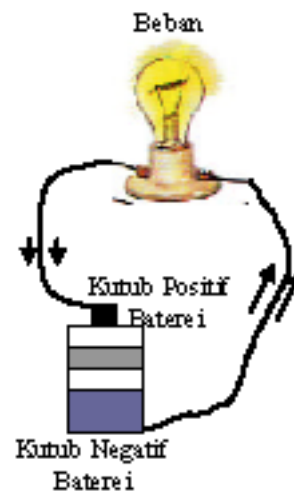
Sekarang perhatikan hasil **Kegiatan 6.2**. Kamu membuat elektron-elektron mengalir mengelilingi suatu rangkaian. Bagaimana arah elektron-elektron mengalir mengelilingi rangkaian tersebut? Elektron mengalir dari suatu tempat yang memiliki lebih banyak elektron, yaitu kutub negatif baterai ke suatu tempat yang memiliki lebih sedikit elektron, yaitu kutub positif baterai. **Gambar 6.17** menunjukkan arus elektron mengalir dari kutub negatif ke kutub positif.

Akibat aliran elektron yang mengelilingi suatu rangkaian, maka timbullah **arus listrik**. Jadi arus listrik adalah elektron-elektron yang mengalir. Para ilmuwan berpikir arus listrik mengalir dari kutub positif baterai ke kutub negatif baterai. Arah arus listrik seperti ini menjadi kesepakatan. Jadi, arah arus elektron berlawanan dengan arah arus listrik. **Gambar 6.18** menunjukkan arah arus listrik tersebut.



**Gambar 6.17**

Arah arus elektron dari kutub negatif ke kutub positif.



**Gambar 6.18**

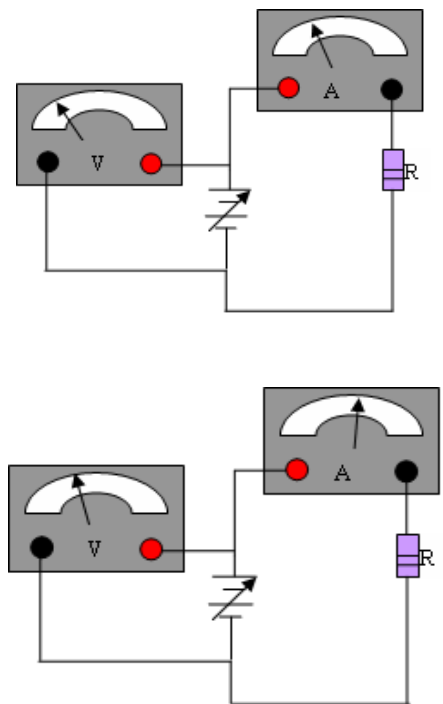
Arah arus listrik dari kutub positif ke kutub negatif

## Hukum Ohm

Hukum Ohm menjelaskan bagaimana beda potensial atau tegangan dari sebuah sumber arus, kuat arus listrik, dan resistansi suatu rangkaian saling terkait.

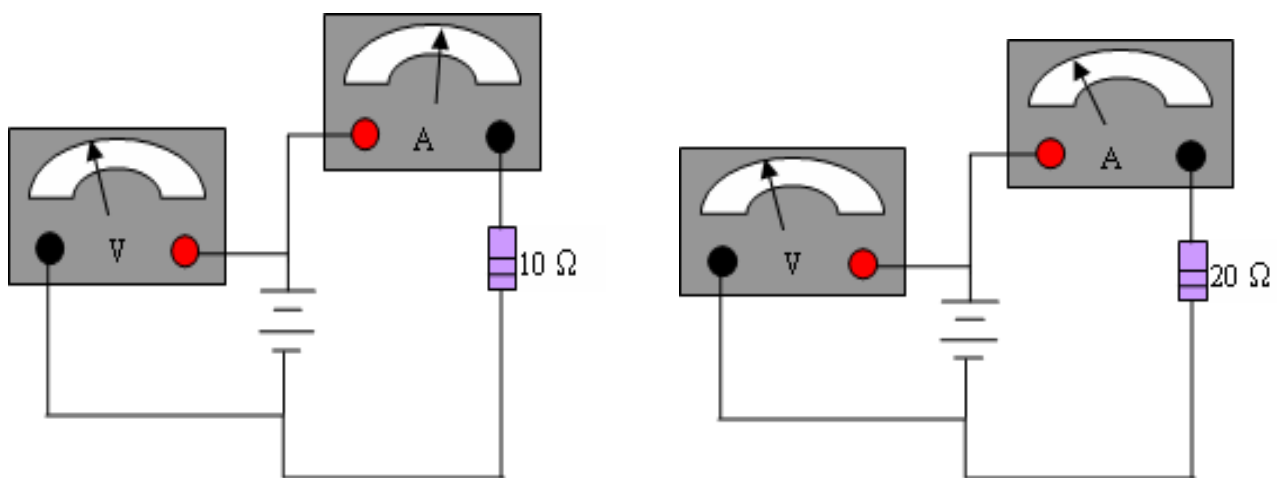
Hukum Ohm menyatakan: jika tegangan pada suatu rangkaian dinaikkan, arus dalam rangkaian akan naik; dan jika tegangan diturunkan, arus akan turun. Contoh, jika tegangan diduakalikan, arus akan menjadi dua kali. Hubungan ini diilustrasikan pada **Gambar 6.19**, dengan meter menunjukkan tegangan dan arus.

Hukum Ohm juga memperlihatkan bahwa jika tegangan dijaga konstan, resistansi penghantar yang lebih kecil akan menghasilkan arus yang lebih besar dan resistansi rangkaian yang lebih besar akan menghasilkan arus yang lebih kecil. Contoh, jika resistansi dinaikkan dua kali dari 10 W menjadi 20 W (**Gambar 6.20**), maka arusnya menjadi setengahnya.



**Gambar 6.19**

Pengaruh tegangan terhadap arus ketika nilai resistansi konstan.



**Gambar 6.20**

Pengaruh resistansi terhadap arus ketika nilai tegangan konstan.

## Rumus untuk Kuat Arus Listrik

Menggunakan hukum Ohm, kuat arus listrik dalam suatu rangkaian dapat ditentukan dengan persamaan:

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

dimana I menyatakan kuat arus, V menyatakan tegangan, dan R menyatakan resistansi atau hambatan.

Untuk resistansi yang tetap, jika tegangan yang diberikan ke rangkaian dinaikkan, arus akan naik; dan jika tegangan diturunkan arus akan turun.

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

V naik, I naik

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

V turun, I turun

Untuk tegangan yang tetap, jika resistansi dalam rangkaian dinaikkan, arus akan turun; dan jika resistansi diturunkan, arus akan naik.

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

R naik, I turun

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

R turun, I naik



### Penggunaan Matematika

Dengan menggunakan persamaan hukum Ohm, kamu dapat menghitung kuat arus dalam ampere jika nilai tegangan dalam volt dan resistansi dalam ohm diketahui.

Dengan menggunakan rumus hukum Ohm, buktikan bahwa arus yang melalui resistor 10 W akan naik ketika tegangan dinaikkan dari 5 V menjadi 20 V.

#### Penyelesaian

Untuk tegangan = 5 V,

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5V}{10\Omega} = 0,5A$$

Untuk tegangan = 20 V,

$$I = \frac{V}{R} = \frac{20V}{10\Omega} = 2A$$

Terlihat bahwa kuat arus naik dari 0,5 A menjadi 2 A.



## Penggunaan Matematika

### Penghitungan Kuat Arus

Sebuah bola lampu dengan hambatan  $6 \text{ ohm}$  dihubungkan dengan aki  $12 \text{ V}$ . Berapakah besar kuat arus listrik yang mengalir melalui bola lampu itu?

#### Langkah-langkah Pemecahan-Masalah:

1. Apa yang diketahui? Hambatan  $R = 6 \Omega$
2. Apa yang ingin diketahui? Tegangan  $V = 12 \text{ V}$
3. Memilih persamaan Kuat arus  $I$
4. Pemecahan:  $I = V/R$   
 $I = 12\text{V}/6 \Omega = 2\text{A}$

### Penghitungan Hambatan

Sebuah baterai  $6 \text{ V}$  digunakan untuk menyalakan sebuah lampu. Arus yang mengalir melalui lampu itu sebesar  $2 \text{ A}$ . Berapakah besar hambatan lampu tersebut?

#### Langkah-langkah Pemecahan Masalah

1. Apa yang diketahui?  
tegangan,  $V = 6 \text{ V}$   
arus,  $I = 2 \text{ A}$
2. Apa yang ingin diketahui?  
hambatan,  $R$
3. Memilih persamaan
4. Pemecahan:  
 $R = V/I$   
 $R = 6 \text{ V}/2\text{A}$   
 $= 3 \Omega$

### Soal Latihan

1. Hitunglah kuat arus yang mengalir melalui sebuah kawat  $6\Omega$  yang dihubungkan baterai  $12 \text{ V}$ . Berapakah kuat arusnya bila kawat itu dihubungkan baterai  $6 \text{ V}$ ?
2. Hitunglah besarnya tegangan yang dibutuhkan untuk mengalirkan arus  $3 \text{ A}$  pada sebuah lampu yang memiliki hambatan  $4 \Omega$ .
3. Empat buah baterai masing-masing memiliki beda potensial  $1,5 \text{ V}$  dihubungkan secara seri. Empat baterai seri tersebut mengeluarkan arus  $2 \text{ A}$  pada saat dihubungkan dengan sebuah lampu. Berapakah



## Jurnal IPA

### Membuat Ramalan Berdasarkan Hukum Ohm

1. Apa yang akan terjadi pada arus listrik dalam sebuah bola-lampu senter apabila kamu mengganti lampu itu dengan lampu yang memiliki hambatan lebih rendah?
2. Apa yang akan terjadi pada arus dalam suatu rangkaian apabila kamu memasang sebuah resistor dengan hambatan besar?
3. Apa yang akan terjadi pada arus dalam suatu rangkaian apabila kamu menambahkan baterai untuk memperbesar tegangan?

## Konduktor dan Isolator

Sebelum mempelajari pengertian konduktor dan isolator, lakukan **Kegiatan 6.3** untuk menguji sifat bahan konduktor dan isolator.



### Kegiatan 6.3

## Penyelidikan Bahan Konduktor dan Isolator

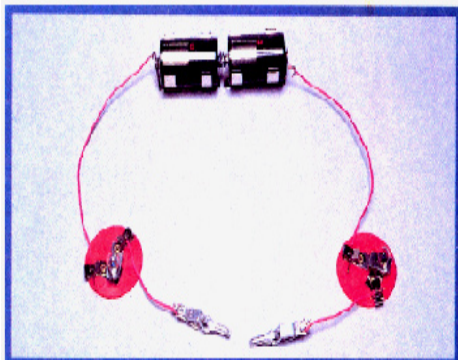
*Bagaimana cara mengetahui apakah suatu bahan termasuk konduktor atau isolator? Pada kegiatan ini kamu akan melakukan penyelidikan apakah suatu bahan termasuk konduktor atau isolator.*

### Apa yang Kamu Butuhkan?

1. Kawat tembaga 20-cm berisolasi, 4 buah
2. Pisau kecil, 1 buah
3. Baterai dan soket baterai, 2 buah
4. Lampu 3 V dan soket lampu, 1 buah
5. Klip buaya, 2 buah
6. Bahan yang diselidiki: kawat tembaga, aluminium foil, batang korek api, karet penghapus, paku, tutup ballpoint plastik, isi pensil, klip kertas, uang logam, diode.

### Apa yang Kamu Lakukan?

1. Rakit sebuah rangkaian uji sederhana seperti ditunjukkan pada **Gambar 6.21**.
2. Sebelum menguji bahan demi bahan, amatilah bahan itu dan ramalkan bahan mana akan menyebabkan lampu menyala dan bahan mana tidak menyebabkan lampu menyala. Tulis ramalanmu tersebut dalam buku catatanmu.
3. Satu per satu ujilah bahan-bahan tersebut dengan menghubungkan penjepit buaya pada tiap-tiap ujung bahan tersebut. A
4. Pada buku catatanmu, buatlah tabel dua kolom. Tulislah "Lampu menyala" pada kolom pertama, dan "Lampu tidak menyala" pada kolom kedua. Pada saat kamu menguji tiap bahan, catat pengamatanmu dengan menuliskan bahan tersebut pada kolom yang benar.



**Gambar 6.21**  
Rangkaian uji sederhana bahan konduktor dan isolator.



## Apa Kegiatan Selanjutnya?

Perhatikan alat-alat listrik yang terdapat di rumah dan di sekolahmu. Menurut pendapatmu kawat-kawat yang terhubung pada alat-alat tersebut dibuat dari bahan apa?

## Konduktor

**Konduktor** adalah suatu bahan yang memungkinkan elektron-elektron bergerak dengan mudah melalui bahan tersebut. Logam seperti tembaga dan perak terbuat dari atom-atom yang tidak memegang secara kuat elektron-elektronnya, sehingga elektron-elektron bergerak dengan mudah melalui bahan yang terbuat dari jenis bahan ini. Oleh karena alasan tersebut, kawat listrik yang pada umumnya terbuat dari tembaga merupakan konduktor yang baik. Perak juga menghantarkan listrik amat baik, namun perak jauh lebih mahal daripada tembaga.

## Isolator

Apakah yang membungkus kawat yang menghubungkan radio dengan stop-kontak di dinding? Kawat itu biasanya dibungkus dengan bahan sejenis plastik, yaitu suatu bahan isolasi. **Isolator** adalah bahan yang tidak memungkinkan elektron-elektron mengalir dengan mudah melalui bahan tersebut. Selain plastik, kayu, karet, dan kaca merupakan isolator yang baik.



**Gambar 6.22**

Contoh-contoh bahan konduktor dan isolator. Yang manakah dari bahan itu merupakan konduktor dan manakah yang merupakan isolator?

Sumber: Dok. Penulis

## Intisari Subbab



1. Jelaskan apa yang dibutuhkan agar dalam suatu rangkaian lampu listrik dapat menyala?
2. Gunakan hukum Ohm untuk menganalisis rangkaian. Jelaskan hubungan antara tegangan dan kuat arus, antara kuat arus dan resistansi dalam suatu rangkaian..
3. Gambarkan suatu rangkaian untuk mengukur beda potensial dan arus listrik pada suatu lampu.
4. Hitunglah arus yang mengalir melalui sebuah kawat  $4 \Omega$  yang ujung-ujungnya dihubungkan pada baterai 12 V. Berapakah besarnya arus bila kawat itu dihubungkan ke baterai 8 V?
5. Suatu rangkaian tertutup dengan satu lampu dihubungkan dengan sumber tegangan. Hitunglah besarnya tegangan tersebut bila amperemeter yang dipasang secara seri dengan lampu menunjuk harga 3 A sedangkan lampu memiliki resistensi  $4 \Omega$ .
6. Empat buah baterai masing-masing memiliki beda potensial 1,5 V dihubungkan secara paralel. Hubungan paralel keempat baterai tersebut dihubungkan dengan sebuah lampusistensinya  $3\Omega$  . Berapakah besar arus yang mengalir dalam lampu tersebut?

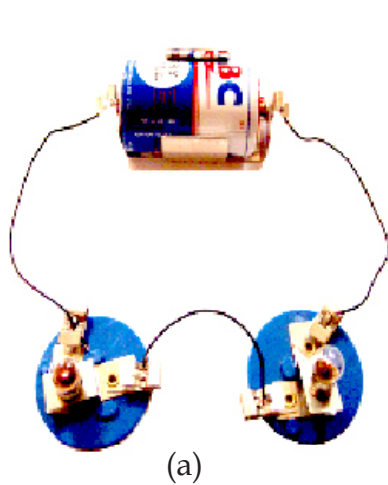


Untuk memulai belajar tentang rangkaian listrik, lakukan **Kegiatan 6.4**.

**Kata Kunci IPA**  
Rangkaian seri  
Rangkaian paralel



## Menyelidiki rangkaian seri dan paralel



(a)



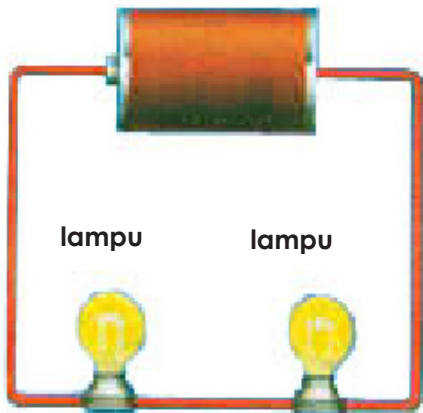
(b)

1. Buatlah rangkaian seperti gambar (a) dan (b)
2. Bandingkan, lampu pada rangkaian manakah yang menyala lebih terang?
3. Lepaslah salah satu bola lampu. Apa yang terjadi pada rangkaian (a) dan (b)?
4. Bila terdapat multimeter, ukurlah kuat arus yang melalui lampu pada rangkaian (a) dan (b). Ukur pula tegangan pada masing-masing lampu. Perhatian: ketika memasang alat ukur listrik, konsultasikan terlebih dahulu rangkaianmu kepada gurumu.

### Diskusi dan Analisis

Diskusikan dengan teman-temanmu, apa penyebab terjadinya beberapa perbedaan pada rangkaian (a) dan (b)?

## Rangkaian Seri



Gambar 6.23

Rangkaian ini menunjukkan dua lampu pijar dirangkai secara seri.

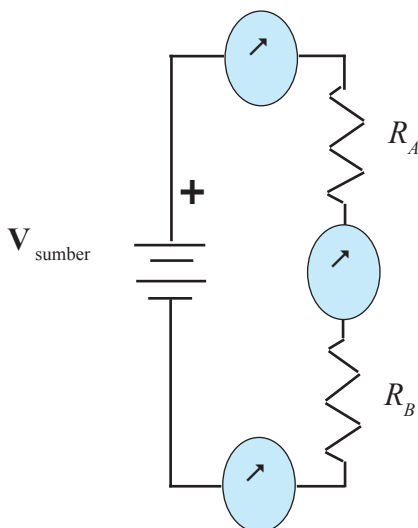
Rangkaian lampu seperti gambar (a) pada **Kegiatan 6.4**, atau sebagaimana ditunjukkan oleh **Gambar 6.23** disebut rangkaian seri. Karena bagian-bagian dari suatu rangkaian seri disambung satu setelah yang lain, besarnya arus yang mengalir sama untuk seluruh bagian rangkaian. Apabila kamu menghubungkan tiga amperemeter ke dalam rangkaian tersebut seperti ditunjukkan pada **Gambar 6.24**, ketiga amperemeter itu akan menunjukkan harga yang sama.

Apa yang terjadi jika salah satu bagian rangkaian seri terputus? Dalam rangkaian seri arus listrik hanya mempunyai satu jalan yang dapat dilewati. Karena itu apabila ada bagian yang terputus, berarti rangkaian dalam keadaan terbuka dan arus pasti tidak mengalir. Apakah hal ini sesuai dengan hasil pengamatanmu?

## Bagaimana Cara Bekerjanya Lampu Senter?

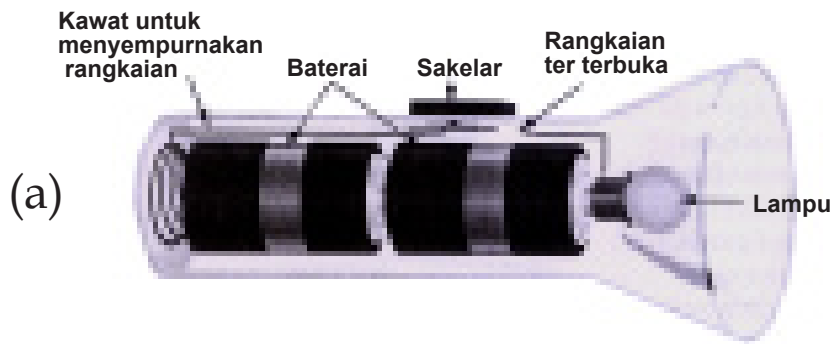
Banyak lampu senter menggunakan dua sel kering yang dihubungkan seri seperti ditunjukkan pada **Gambar 6.25**, bagian-bagian yang membentuk rangkaian lampu senter adalah baterai, konduktor, lampu pijar, dan sakelar.

Perhatikan **Gambar 6.25.a**. Mendorong sakelar ke belakang menciptakan suatu rangkaian terbuka. Tidak ada arus mengalir. Senter itu mati. Perhatikan **Gambar 6.25.b**. Mendorong sakelar ke depan menciptakan suatu rangkaian tertutup. Arus mengalir dari salah satu ujung baterai ke lampu. Filamen di dalam lampu menjadi sangat panas dan memijar. Lampu senter menyala.



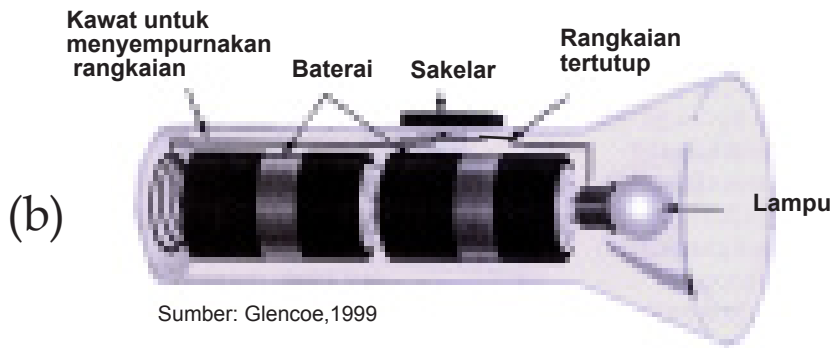
Gambar 6.24

Ketiga amperemeter itu menunjukkan bahwa dalam suatu rangkaian seri, arus di mana-mana dalam rangkaian itu sama besar.



**Gambar 6.25.a**

Sakelar didorong ke be-lakang. Rangkaian terbuka. Lampu senter mati.



**Gambar 6.25.b**

Sakelar didorong ke depan. Rangkaian tertutup. Lampu senter hidup.

Sumber: Glencoe, 1999

Arus mengelilingi rangkaian dengan mengalir melalui kawat menuju ujung lain baterai itu. Mendorong sakelar itu kembali ke kedudukan terbuka akan membuka rangkaian dan mematikan lampu tersebut.

## Berapakah Besar Tegangan dan Kuat Arus dalam Rangkaian Seri?

Pada **Gambar 6.23**, dalam rangkaian seri, besar tegangan sumber,  $V_{sumber}$ , adalah sama dengan jumlah tegangan pada lampu A dan B,

$$V_{sumber} = V_A + V_B$$

Karena arus  $I$  yang melalui lampu-lampu tersebut sama besar, maka  $V_A = IR_A$  dan  $V_B = IR_B$ . Oleh karena itu,  $V_{sumber} = IR_A + IR_B$  atau  $V_{sumber} = I(R_A + R_B)$ . Arus yang mengalir melalui rangkaian tersebut dapat dihitung dengan rumus berikut ini.

$$I = \frac{V_{sumber}}{R_A + R_B}$$

Persamaan ini berlaku untuk setiap jumlah hambatan seri, tidak hanya dua seperti **Gambar 6.24** di atas. Arus yang sama akan tetap mengalir bila satu resistor tunggal,  $R$ , mempunyai hambatan yang sama dengan jumlah hambatan dua lampu tersebut. Hambatan seperti itu disebut hambatan ekuivalen rangkaian atau sirkuit tersebut. Untuk hambatan seri, **hambatan ekuivalen** sama dengan jumlah seluruh hambatan yang dihubungkan seri.

$$R = R_A + R_B \quad \text{untuk dua hambatan yang dihubungkan seri, dan}$$

$$R = R_A + R_B + R_C \quad \text{untuk tiga hambatan yang dihubungkan seri, dan seterusnya.}$$

Perhatikan bahwa hambatan ekuivalen selalu lebih besar daripada setiap hambatan tunggal yang dihubungkan seri tersebut. Oleh karena itu, jika tegangan baterai tidak berubah, penambahan lebih banyak alat secara seri selalu menurunkan arus tersebut. Untuk menghitung arus,  $I$ , yang mengalir dalam suatu rangkaian seri, pertama-tama hitunglah hambatan ekuivalen,  $R$ , dan kemudian gunakan persamaan berikut ini untuk menghitung  $I$ .

$$I = \frac{V_{\text{sumber}}}{R}$$



## Penggunaan Matematika

### Contoh

Resistor  $20 \Omega$ , resistor  $30 \Omega$ , dan resistor  $10 \Omega$  dihubungkan secara seri pada ujung-ujung baterai  $90 \text{ V}$ . Berapakah hambatan ekuivalen rangkaian tersebut? Berapakah besar arus dalam rangkaian tersebut? Hitunglah beda potensial pada ujung-ujung masing-masing resistor tersebut!

## Langkah-langkah Penyelesaian

### Apa yang diketahui?

$R_A = 20 \Omega$ ,  $R_B = 30 \Omega$ , dan  $R_C = 10 \Omega$  dirangkai seri

$$V_{\text{sumber}} = 90 \text{ V}$$

### Apa yang ditanyakan?

- hambatan pengganti,  $R$
- kuat arus,  $I$
- beda tegangan pada tiap hambatan,  $V_A$ ,  $V_B$ , dan  $V_C$

### Jawab

- Menentukan hambatan pengganti ketiga resistor

$$R = 20 \Omega + 30 \Omega + 10 \Omega$$

$$R = 60 \Omega$$

- Menentukan kuat arus pada rangkaian

$$I = \frac{V_s}{R} = \frac{90}{60} = 1,5 \text{ A}$$

- Menentukan beda potensial pada tiap hambatan

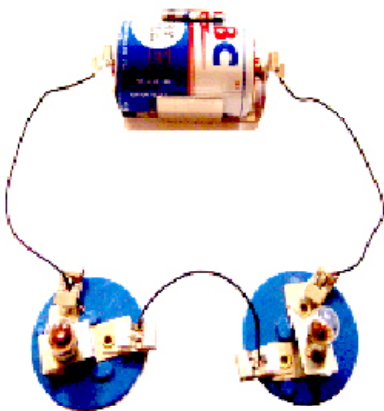
$$V_A = I \times R_A = 1,5 \text{ A} \times 20 \Omega = 30 \text{ V}$$

$$V_B = I \times R_B = 1,5 \text{ A} \times 30 \Omega = 45 \text{ V}$$

$$V_C = I \times R_C = 1,5 \text{ A} \times 10 \Omega = 15 \text{ V}$$

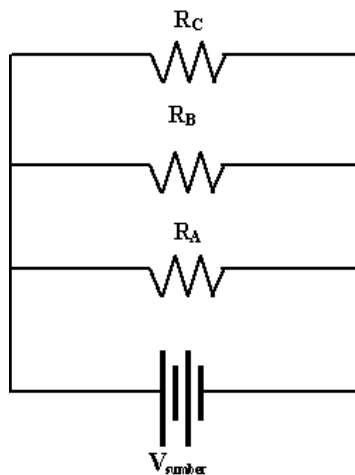
### Soal Latihan

1. Dua buah hambatan, masing-masing sebesar  $40 \Omega$  dan  $70 \Omega$  dirangkai seri dan dihubungkan dengan beda potensial  $220 \text{ V}$ . Tentukan hambatan penggantinya, kuat arus pada rangkaian, dan beda potensial pada tiap-tiap hambatan.
2. Resistor  $100 \Omega$ ,  $600 \Omega$ , dan  $300 \Omega$  dirangkai seri dan dihubungkan dengan beda potensial  $5 \text{ V}$ . Berapakah hambatan penggantinya? Berapakah kuat arus yang melalui hambatan tersebut?





## Rangkaian Paralel



**Gambar 6.26**  
Rangkaian paralel tiga bola lampu

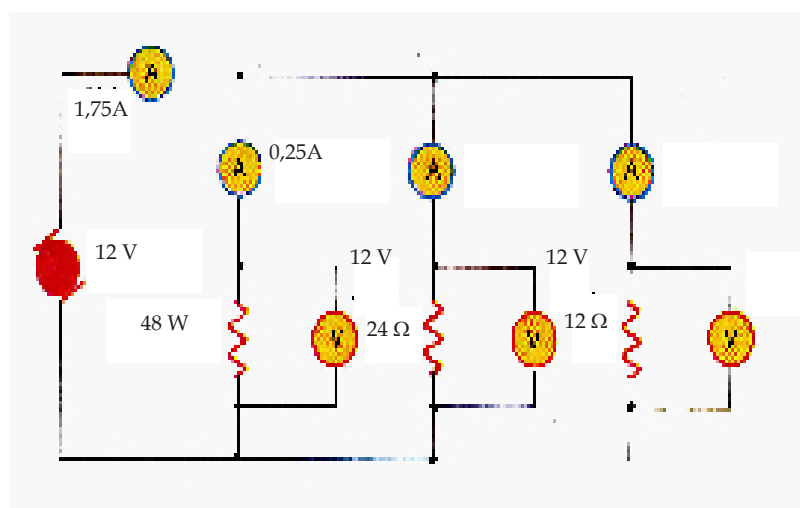
Perhatikan rangkaian yang ditunjukkan pada gambar (b) **Kegiatan 6.4**. Pada rangkaian tersebut, arus listrik dari baterai dapat melalui setiap lampu. Suatu rangkaian, dimana ada beberapa jalan berbeda yang dapat dialiri arus disebut rangkaian paralel.

Pada **Gambar 6.26** tiga buah resistor disusun secara paralel dan ujung-ujung ketiga resistor dihubungkan secara bersama-sama ke sumber tegangan, sehingga arus memiliki tiga jalan yang berbeda untuk melewati tiap-tiap resistor.

Berapakah arus yang melalui tiap-tiap resistor? Ini bergantung pada hambatan setiap resistor. Sebagai contoh yaitu pada **Gambar 6.27**, beda potensial setiap resistor adalah 12 V. Arus yang melalui sebuah resistor diberikan oleh  $I = V/R$ , sehingga kita dapat menghitung arus yang melalui resistor  $48 \Omega$  adalah  $I = (12 \text{ V}) / (48 \Omega) = 0,25 \text{ A}$ . Kuat arus yang melalui dua resistor yang lain, dapat dihitung dengan cara yang sama.

Apakah yang akan terjadi jika hambatan  $12 \Omega$  diambil dari rangkaian? Apakah arus yang melewati hambatan  $48 \Omega$  berubah? Apakah arus hanya bergantung pada beda potensial dan hambatannya? Apakah kasus ini juga sama jika dilakukan pada hambatan  $24 \Omega$ . Cabang sebuah rangkaian paralel tidak bergantung satu dengan yang lain. Lampu yang lain tetap menyala, meskipun salah satu lampu dilepas.

Kuat arus total pada rangkaian paralel merupakan jumlah dari kuat arus masing-masing jalur. Kuat arus total pada rangkaian **Gambar 6.27** adalah  $(0,25 \text{ A} + 0,5 \text{ A} + 1 \text{ A}) = 1,75 \text{ A}$ .



**Gambar 6.27**

Dalam sebuah rangkaian paralel, kebalikan, resistansi total adalah sama dengan jumlah kebalikan tiap resistansi.

Hambatan pengganti pada rangkaian **Gambar 6.27** dapat ditentukan dengan persamaan :

$$R = \frac{V}{I} = \frac{12V}{1.75A} = 6.86\Omega$$

**Catatan:** hambatan ini adalah lebih kecil daripada hambatan tiap-tiap resistor dari ketiga resistor yang dihubungkan secara paralel dalam rangkaian tersebut. Penempatan dua atau lebih resistor dalam rangkaian paralel, selalu mengurangi besar hambatan pengganti pada rangkaian tersebut. Hambatan tersebut menurun karena setiap resistor baru menambah jalur arus baru, dan meningkatkan arus total karena beda potensial tidak berubah.

Untuk menghitung hambatan pengganti pada rangkaian paralel, pertama-tama kita harus tahu bahwa arus total adalah jumlah arus yang melalui cabang.

Jika  $I_A$ ,  $I_B$ , dan  $I_C$  adalah arus yang melalui cabang dan  $I$  adalah arus total, maka  $I = I_A + I_B + I_C$ .

Beda potensial diantara ujung-ujung tiap-tiap resistor adalah sama, sehingga arus yang melalui tiap-tiap resistor, misalnya  $R_A$  dapat ditentukan dari  $I_A = V/R_A$ . Dengan demikian:

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_A} + \frac{V}{R_B} + \frac{V}{R_C}$$

Dengan membagi kedua sisi dengan  $V$ , maka diperoleh sebuah persamaan untuk hambatan pengganti tiga resistor paralel, yaitu:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C}$$



### Penggunaan Matematika

#### Contoh

Resistor  $4\Omega$ , resistor  $6\Omega$ , dan resistor  $12\Omega$  dihubungkan secara paralel pada ujung-ujung baterai  $3V$ . Berapakah hambatan ekuivalen rangkaian tersebut? Berapakah besar arus dalam rangkaian tersebut?

## Langkah-langkah Penyelesaian

### Apa yang diketahui?

$R_A = 4 \Omega$ ,  $R_B = 6 \Omega$ , dan  $R_C = 12 \Omega$  dirangkai paralel

$V_{\text{sumber}} = 3 \text{ V}$

### Apa yang ditanyakan?

- hambatan pengganti,  $R$
- kuat arus,  $I$

### Jawab

Menentukan hambatan pengganti ketiga resistor

$$\begin{aligned}\frac{V}{R} &= \frac{V}{R_A} + \frac{V}{R_B} + \frac{V}{R_C} \\ &= \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{12\Omega} \\ &= \frac{3}{12\Omega} + \frac{2}{12\Omega} + \frac{1}{12\Omega} \\ &= \frac{6}{12\Omega} \\ R &= \frac{12\Omega}{6} = 2\Omega\end{aligned}$$

Menentukan kuat arus pada rangkaian

$$I = \frac{V_s}{R} = \frac{3\text{V}}{2\Omega} = 1,5\text{A}$$

### Soal Latihan

1. Dua buah hambatan, masing-masing sebesar  $10 \Omega$  dan  $15 \Omega$  dirangkai paralel dan dihubungkan dengan beda potensial  $9 \text{ V}$ . Tentukan hambatan penggantinya dan kuat arus pada rangkaian.
2. Resistor  $12 \Omega$ ,  $15 \Omega$ , dan  $20 \Omega$  dirangkai seri dan dihubungkan dengan beda potensial  $12 \text{ V}$ . Berapakah hambatan penggantinya? Berapakah kuat arus yang melalui hambatan tersebut?





1. Apakah yang dimaksud arus listrik? Di manakah arus listrik dapat terjadi?
2. Apakah rangkaian tertutup itu?
3. Menurut hukum Ohm, apa yang terjadi jika kuat arus dalam sebuah rangkaian diperkecil?
4. Pada sebuah rangkaian terdapat hambatan 400 ohm. Jika tegangan sumbernya 12 Volt, berapa miliampere kuat arus yang terjadi dalam rangkaian itu?
5. Tiga buah hambatan, 20 ohm, 30 ohm, dan 50 ohm dirangkai seri dengan sumber tegangan 12 Volt. Tentukan hambatan pengganti dan kuat arus pada rangkaian tersebut.
6. Resistor 60 ohm, 40 ohm, dan 20 ohm dirangkai paralel dengan beda tegangan 10 V. Tentukan hambatan pengganti dan kuat arus pada rangkaian tersebut.



### **Bina Keterampilan**

#### **Membandingkan**

Bandingkan rangkaian seri dan paralel untuk menemukan perbedaannya. Agar sistematis tampilkan hasil perbandinganmu tersebut dalam sebuah tabel.

**Kata Kunci IPA**  
Gaya Gerak Listrik  
Baterai

Kamu tentunya mempunyai banyak pengalaman dalam memanfaatkan listrik. Setiap waktu kamu menghidupkan lampu, radio, televisi, kendaraan bermotor, atau menyalakan lampu senter, ini semua memanfaatkan listrik. Bagaimana listrik dapat mengalir? Untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut, lakukan **Kegiatan 6.5** di bawah ini.



**Kegiatan 6.5**

## Manakah yang terbalik?

### Apa yang Kamu Butuhkan

Dua buah senter, masing-masing lengkap dengan 3 buah baterai.

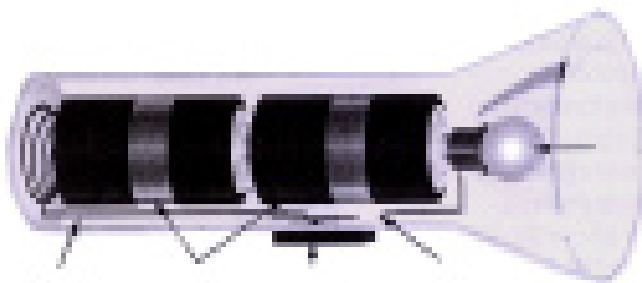
### Apa yang kamu lakukan?

1. Masukkan 3 buah baterai secara bergantian pada senter 1 dengan susunan tiap-tiap kepala baterai dimasukkan lebih dahulu.
2. Masukkan 3 buah baterai lain pada senter 2, dengan susunan sebagaimana pada prosedur 1, namun 1 buah baterai yang terakhir dimasukkan “dibalik”.
3. Hidupkan kedua senter tersebut secara bergantian dengan menggerakkan saklar pada posisi hidup (*on*).

**Catatan:** disarankan menggunakan baterai yang di sekitar bagian positifnya terbuat dari isolator.

### Analisis

1. Mengapa senter 1 hidup, tetapi senter 2 tidak hidup?
2. Apabila ketiga baterai pada senter 2 sekarang dikeluarkan dan disusun sebagaimana susunan pada prosedur 2, kemudian ujung-ujungnya dihubungkan pada sebuah lampu melalui kabel,



## Baterai

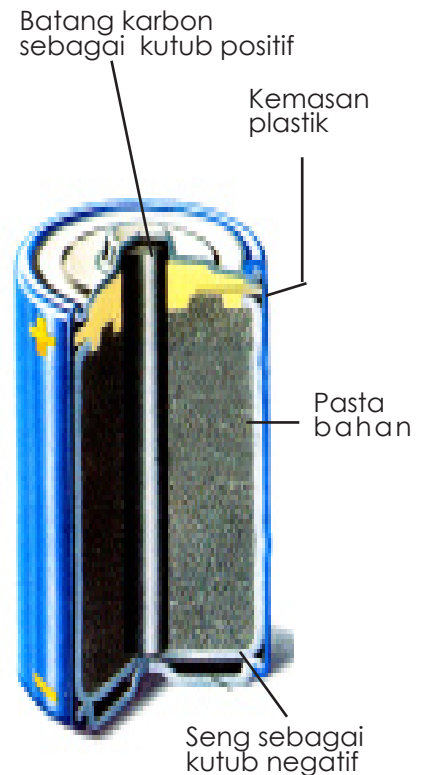
Pernahkah kamu memperhatikan bahwa sebuah tape putarannya melambat setelah memainkan musik beberapa jam? Kamu kemungkinan juga pernah memperhatikan lampu senter yang cahayanya redup setelah digunakan lama. Barangkali kamu menganggap baterai-baterainya habis dan harus diganti. Beberapa peralatan listrik dapat dihubungkan ke stop-kontak listrik di dinding atau dapat menggunakan baterai untuk energi yang dibutuhkan untuk menjalankannya. Bagaimana baterai memungkinkan peralatan tersebut bekerja?

### Baterai Sel Kering

Baterai yang paling kamu kenal dan banyak digunakan adalah baterai sel kering. Perhatikan sel kering yang ditunjukkan pada **Gambar 6.28**. Wadah atau kemasan seng dari sel kering tersebut membungkus pasta bahan kimia lembab dengan sebuah batang karbon padat dipasang di tengah. Batang karbon bekerja sebagai kutub positif dan wadah seng sebagai kutub negatif. **Sel kering** dapat bekerja sebagai sebuah pompa elektron karena sel tersebut mempunyai beda potensial antara terminal positif dan negatif. Apakah yang menyebabkan beda potensial ini?

Apabila dua kutub sebuah sel kering dihubungkan dalam suatu rangkaian, seperti dalam sebuah lampu senter, maka terjadi reaksi kimia yang melibatkan batang karbon, seng, dan beberapa bahan kimia di dalam pasta tersebut. Sebagai hasilnya, batang karbon tersebut kekurangan elektron dan menjadi bermuatan positif (+), sehingga membentuk kutub positif (+) sel kering tersebut.

Elektron-elektron yang mengumpul pada seng, membuat seng kelebihan elektron dan menjadi kutub negatif (-) sel kering tersebut. Perbedaan potensial antara dua terminal tersebut menyebabkan arus mengalir melalui suatu rangkaian tertutup, seperti pada saat



Sumber: Glencoe, 1999

**Gambar 6.28**

Bagian-bagian penting sebuah sel kering.



### Jurnal IPA

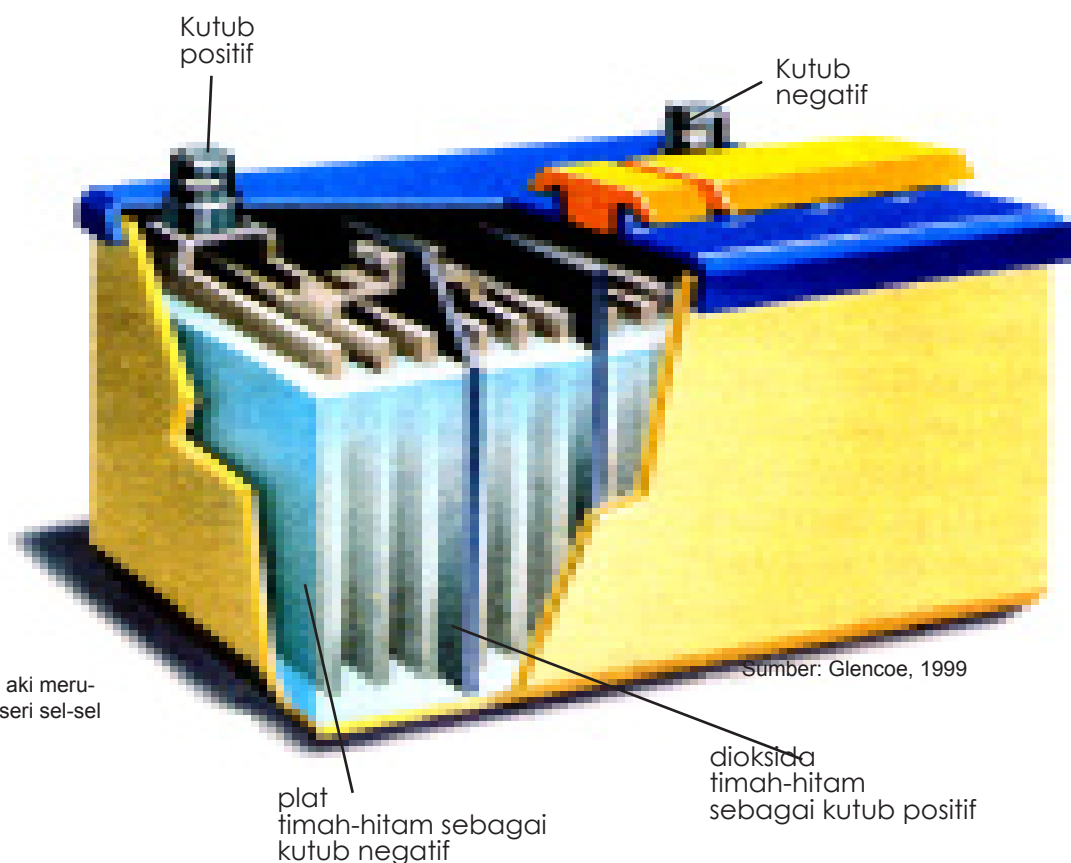
Carilah informasi tentang baterai yang digunakan pada *handphone* (HP). Bagaimana prosesnya sehingga bila diisi kembali.

Kamu dapat menghubungkan secara seri dua sel atau lebih menjadi satu untuk menghasilkan tegangan lebih tinggi. Dapatkah kamu menyebutkan sebuah alat listrik di rumah atau di sekolahmu yang memerlukan lebih dari satu sel kering untuk menjalankannya.

## Baterai Sel Basah

Baterai dapat juga berupa hubungan seri sel basah. **Sel basah**, seperti ditunjukkan pada **Gambar 6.30**, berisi dua plat yang terbuat dari logam yang berbeda yang dicelupkan di dalam suatu larutan asam sulfat.

Pernahkah kamu memperhatikan sel basah atau yang lazim juga disebut aki di bawah tutup mesin sebuah mobil? Kebanyakan aki mobil, terdiri dari rangkaian seri enam sel basah terbuat dari plat timah hitam dan dioksida timah hitam yang tercelup dalam larutan asam sulfat. Reaksi kimia dalam tiap-tiap sel menghasilkan suatu beda potensial sekitar 2 V. Apabila di dalam sebuah aki terdapat 6 sel basah, maka secara keseluruhan aki tersebut memberikan potensial total sebesar 12 V. Pada saat mobil berjalan, dinamo mobil membantu mengisi ulang aki sehingga beda potensial aki tersebut menjadi tidak habis.



**Gambar 6.30**

Accumulator atau aki merupakan hubungan seri sel-sel basah.

Sumber: Glencoe, 1999

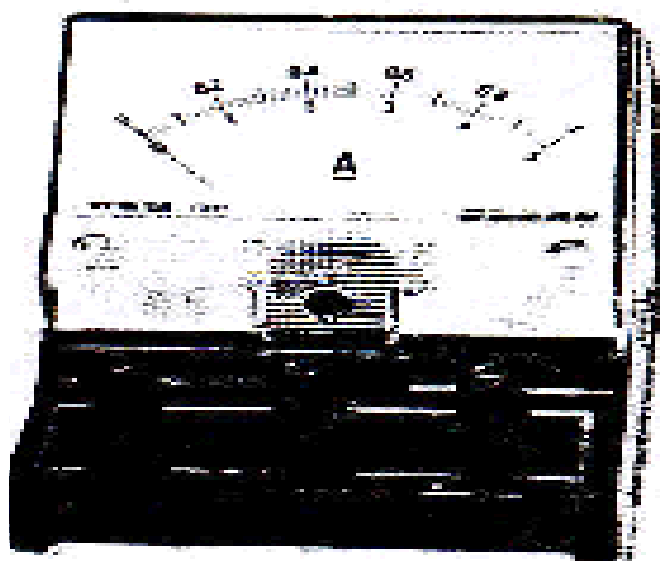
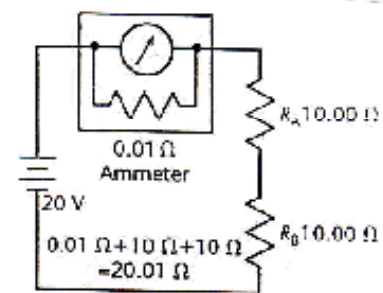


## Mengukur Kuat Arus dan Tegangan

Sebuah ampermeter digunakan untuk mengukur kuat arus dalam suatu cabang atau suatu bagian dalam suatu rangkaian. Apabila Anda ingin mengukur kuat arus yang melalui hambatan, Anda harus menempatkan ampermeter secara seri dengan hambatan. Karena itu arus dalam rangkaian akan turun jika hambatan ammeter dinaikkan, maka hambatan sebuah ampermeter sebaiknya sangat kecil.

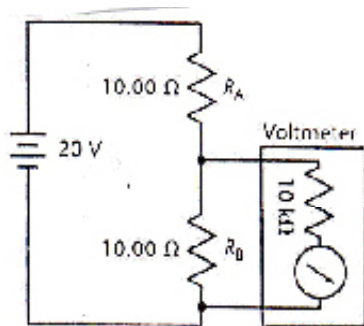
**Gambar 6.31** menunjukkan sebuah ampermeter ideal, hambatan nol pada meter ditempatkan secara paralel dengan hambatan  $0,01 \Omega$ . Hambatan ampermeter jauh lebih kecil daripada nilai hambatan luar. Arus akan menurun dari  $1,0 \text{ A}$  menjadi  $0,9995 \text{ A}$ . Alat lainnya dikenal sebagai voltmeter, yang digunakan untuk mengukur tegangan yang melewati beberapa bagian dalam suatu rangkaian. Untuk menentukan tegangan yang melewati sebuah hambatan, hubungkan voltmeter secara paralel dengan hambatan. Hambatan suatu voltmeter sebaiknya sangat besar, sehingga memungkinkan perubahan arus dan tegangan dalam rangkaian kecil.

Perhatikan rangkaian seperti diperlihatkan pada **Gambar 6.32**. Sebuah ciri khusus voltmeter yang ideal terdiri atas hambatan nol pada meter yang disusun seri dengan hambatan  $10 \text{ kW}$ . Ketika hambatan ini dihubungkan paralel dengan  $R_B$ , hambatan pengganti gabungannya jauh lebih kecil daripada  $R_B$  saja. Jadi, hambatan total rangkaian menurun, sehingga menaikkan arus.  $R_A$  tidak berubah,



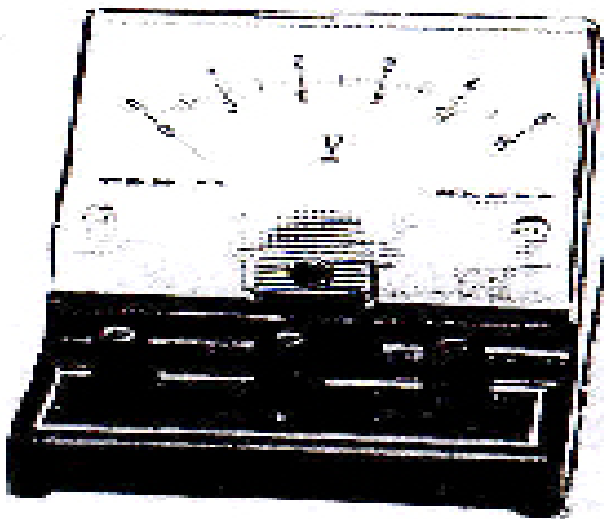
**Gambar 6.31**

Sebuah ampermeter untuk mengukur arus, selalu ditempatkan secara seri dalam suatu rangkaian



**Gambar 6.32**

Voltmeter laboratorium untuk mengukur beda potensial. Voltmeter dirangkai secara paralel.



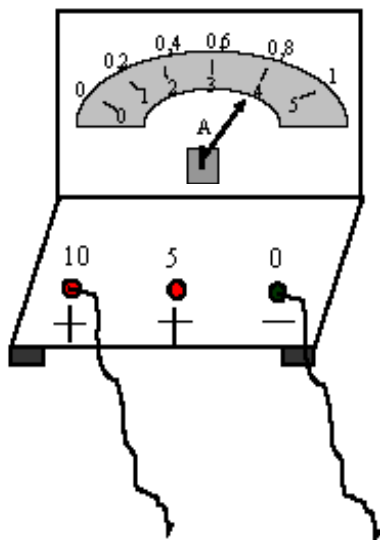
tetapi arus tetap naik, sehingga menaikkan tegangan yang melewati RA. Karena voltmeter dihubungkan dengan ujung-ujung hambatan RB, maka tegangan antara ujung-ujung hambatan RB tersebut menjadi lebih menurun. Hambatan yang besar pada voltmeter memperkecil tegangan. Menggunakan voltmeter dengan hambatan 10.000 W merubah tegangan antara ujung-ujung RB dari 10 V menjadi 9,9995 V. Multimeter elektronik modern hambatannya sangat besar yakni 107 W dan menghasilkan perubahan tegangan yang sangat kecil.

## Pembacaan Nilai Arus Listrik pada Amperemeter

Langkah pembacaan harga arus listrik yang terukur pada ammeter adalah: (1) membaca skala yang ditunjuk oleh jarum penunjuk, (2) membagi harga yang ditunjuk oleh skala tersebut dengan harga skala maksimum, (3) mengalikan hasil bagi pada langkah (2) tersebut dengan harga batas ukur yang dipilih. Sebagai contoh, perhatikan ilustrasi Gambar 6.33. Apabila batas ukur yang di pilih 10 A, berarti harga maksimum adalah 10 A maka harga arus listrik yang terukur oleh amperemeter adalah:

$$(4/5) \times 10 \text{ A} = 8 \text{ A}$$

$$\text{atau } (0,8/1) \times 10 \text{ A} = 8 \text{ A}$$



Sumber: Dok. Penulis

**Gambar 6.33**

Pembacaan skala amperemeter.

## Pembacaan Nilai Tegangan Listrik pada Voltmeter

Pembacaan nilai tegangan listrik yang terukur pada voltmeter dilakukan dengan cara membagi nilai yang ditunjuk oleh jarum penunjuk dengan skala maksimum yang sesuai pada voltmeter dan mengalikannya dengan batas ukur yang dipilih. Sebagai contoh, perhatikan ilustrasi **Gambar 6.34**. Apabila batas ukur yang di pilih 15 V, maka nilai tegangan listrik yang terukur oleh voltmeter adalah

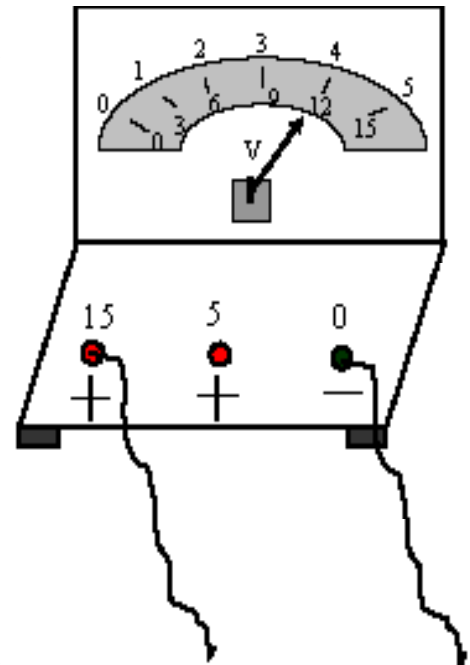
$$(12/15) \times 15 \text{ V} = 12 \text{ V}$$

atau

$$(4/5) \times 15 \text{ V} = 12 \text{ V}$$

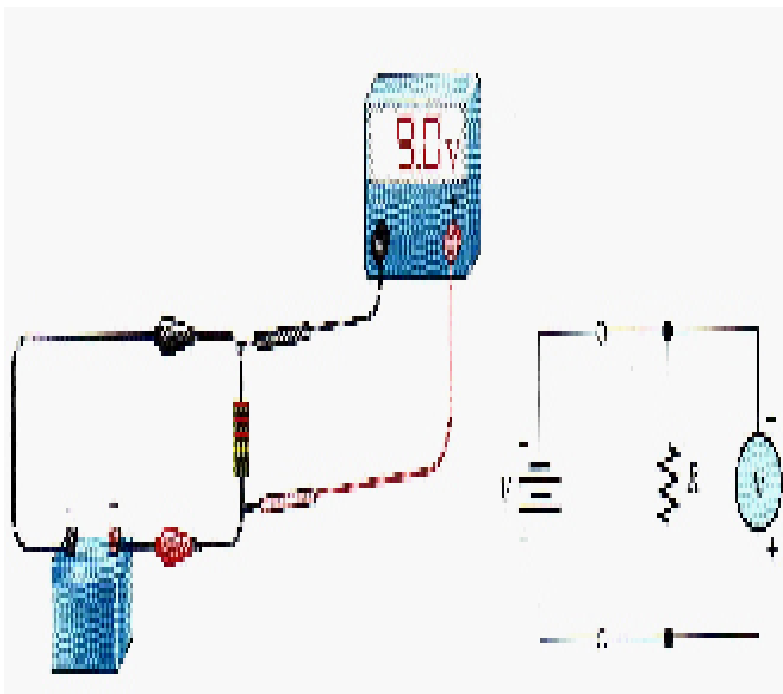
## Mengukur Tegangan

Untuk mengukur tegangan hubungkan volt meter pada komponen yang tegangannya akan diukur. Hubungan demikian merupakan hubungan paralel. Terminal negatif meter harus dihubungkan ke sisi negatif dari rangkaian dan terminal positif meter harus dihubungkan ke sisi positif rangkaian. **Gambar 6.35** memperlihatkan sebuah voltmeter yang dihubungkan untuk mengukur tegangan pada resistor.



Sumber: Dok. Penulis.

**Gambar 6.34**  
Pembacaan skala voltmeter



**Gambar 6.35**  
Contoh Hubungan Voltmeter untuk mengukur tegangan pada rangkaian sederhana.



**Kata-kata IPA**  
Daya listrik  
Energi  
Kilo watt Jam

Bila kamu memiliki sebuah radio tape, maka kamu harus menyisihkan sebagian uang sakumu untuk membeli baterai yang dibutuhkan radio kesenanganmu tersebut, karena energi listrik yang dihasilkan baterai yang digunakan oleh radio tape lama-kelamaan akan semakin habis, sehingga kamu perlu menggantinya. Berapa sebenarnya daya listrik yang dibutuhkan radiomu itu? Lakukan kegiatan penyelidikan di bawah ini.

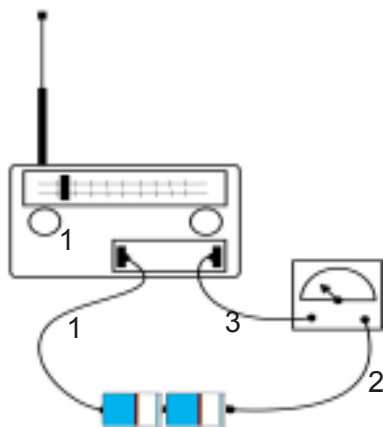


## Kegiatan 6.6

### Berapa besar daya yang dibutuhkan untuk menghidupkan sebuah radio tape?

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Keluarkan baterai dari sebuah radio tape. Hubungkan satu ujung kabel kesatu ke baterai tersebut dengan bantuan selotip atau karet gelang.
2. Hubungkan ujung lain kabel tersebut pada salah satu sambungan baterai dengan benar pada radio tersebut. Hubungkan satu ujung kabel kedua pada salah satu terminal amperemeter dan ujung yang lain ke baterai.
3. Gunakan kabel ketiga untuk menghubungkan terminal lain amperemeter tersebut ke sambungan baterai yang lain pada radio tersebut.
4. Hidupkan radio itu dan ukurlah arus tersebut dengan mencatat penunjukkan jarum amperemeter tersebut.
5. Tentukan tegangan baterai yang digunakan. Apabila digunakan dua baterai seri, jangan lupa menjumlahkan tegangan kedua baterai tersebut untuk mendapatkan tegangan total.



Gambar 6.36

Cara menghitung daya listrik sebuah radio tape.

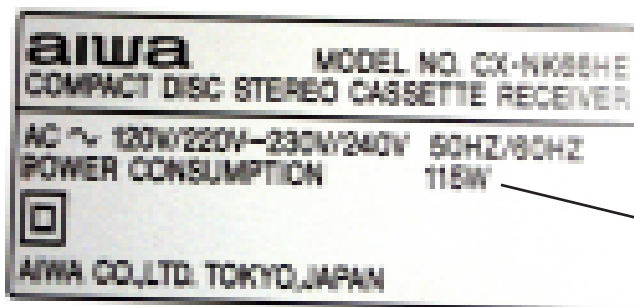
#### Analisis

1. Gunakan tegangan dan arus untuk menghitung daya listrik dalam watt.
2. Akankah kamu mengharapkan penggunaan daya berubah bila radio itu dihidupkan pada volume suara yang berbeda? Jika memungkinkan, cobalah ini. Kapan penggunaan daya paling besar?

## Daya Listrik

Apa yang kamu pikirkan pada saat mendengar kata *daya*? Daya memiliki banyak arti yang berbeda. Pada Bab Energi dan Usaha, kamu membaca bahwa daya adalah kemampuan melakukan usaha. Listrik dapat melakukan usaha untuk kita. Energi listrik dengan mudah diubah menjadi jenis energi lain. Sebagai contoh, daun-daun sebuah kipas angin dapat berputar dan mendinginkan kamu pada saat energi listrik diubah menjadi energi mekanik. Setrika listrik mengubah energi listrik menjadi energi panas. **Daya listrik** adalah laju energi listrik diubah menjadi bentuk energi lain.

Tiap alat listrik yang berbeda menggunakan energi yang berbeda. Alat-alat listrik sering diiklankan dengan menunjukkan pemakaian dayanya, yang bergantung pada jumlah energi yang dibutuhkan tiap-tiap alat tersebut untuk menjalankannya. Elemen pemanas listrik dalam setrika listrik dan pemanas air listrik memiliki daya listrik besar. Namun, alat-alat tersebut tidak dihidupkan terus-menerus. Alat-alat yang dihidupkan lama bahkan sering terus-menerus, seperti almari es, umumnya menggunakan lebih banyak energi. **Tabel 3.1** menunjukkan kebutuhan daya dari beberapa alat listrik, dan **Gambar 6.37** menunjukkan sebuah label dengan informasi daya.



**Gambar 6.37**

Kebanyakan alat listrik memiliki label yang menunjukkan berapa banyak daya yang digunakan.

## Penghitungan Daya

Daya listrik dinyatakan dalam satuan **watt** (W) atau **kilowatt** (kW). Jumlah daya yang digunakan oleh sebuah alat listrik berbanding lurus dengan beda potensial dan kuat arus listriknya, dan dapat dihitung dengan cara mengalikan beda potensial dengan arus.

$$P = V \times I$$

dimana: P = daya (watt)

V = tegangan (volt)

I = arus listrik (ampere)

**Satu watt** daya dihasilkan apabila arus satu ampere mengalir melalui suatu rangkaian dengan beda potensial satu volt. Perhatikan lagi **Tabel 6.1**. Alat listrik manakah yang memerlukan daya listrik paling besar untuk menjalankannya? Kamu dapat menjawab pertanyaan tersebut dengan memperhatikan jumlah watt yang tertulis untuk alat tersebut pada kolom penggunaan daya.

**Tabel 6.1 Energi yang Digunakan oleh Alat-alat Listrik Rumah Tangga**

Alat Listrik	Lama Pemakaian (Jam/hari)	Penggunaan Daya (watt)	Penggunaan Energi(kWh/hari)
Pengering rambut	0,25	1000	0,25
Oven microwave	0,50	700	0,35
Stereo	2,5	109	0,27
Almari es/freezer	10,00	615	6,15
Televisi (berwarna)	3,25	200	0,65
Lampu-pijar 100-watt	6	100	0,60
Lampu neon 40-watt	1	40	0,04

Contoh soal di bawah ini menunjukkan kepada kamu bagaimana menghitung penggunaan daya listrik untuk suatu alat listrik. Perhitungan ini dapat dilakukan dengan mudah jika kamu mengetahui harga-harga arus dan tegangan.



## Penggunaan Matematika

### Contoh Soal:

Pada sebuah kalkulator mengalir arus sebesar 0,01 A. Kalkulator tersebut bekerja dengan beda potensial 9 V. Berapakah daya yang digunakan kalkulator tersebut?

### Langkah-langkah Pemecahan Masalah:

1. Apa yang diketahui?  
 arus,  $I = 0,01$  A   beda potensial,  $V = 9$  V
2. Apa yang tidak diketahui?  
 daya,  $P$
3. Memilih persamaan.  
 $P = V \times I$
4. Pemecahan:  
 $P = 9 \text{ V} \times 0,01 \text{ A} = 0,09 \text{ W}$

**Kerjakanlah soal-soal berikut ini untuk melatih penghitungan daya.**

### Soal-soal Latihan

1. Sebuah lampu bekerja dengan arus sebesar 0,625 A dan beda potensial 220 V. Berapakah daya yang digunakan lampu tersebut?
2. Sebuah kompor listrik menggunakan daya 500 W, bekerja pada sumber tegangan adalah 220 V. Berapakah besar arus yang mengalir melalui kompor tersebut?
3. Setrika listrik adalah salah satu pengguna daya listrik utama di rumah-tangga. Apabila setrika listrik itu menggunakan daya 600W dan dihubungkan pada tegangan 220 V, berapakah arus yang mengalir di dalam setrika listrik itu?
4. Arus yang mengalir melalui sebuah lampu-pijar adalah 0,75 A dan beda potensial antara ujung-ujung lampu tersebut 100 V. Berapakah besar daya yang dibutuhkan oleh lampu tersebut?
5. Berapa besar arus yang mengalir melalui sebuah lampu 100 W, apabila lampu itu dihubungkan pada sumber tegangan 220 V?



## Energi Listrik

Mengapa hemat energi merupakan sikap hidup yang perlu ditumbuhkan? Hampir semua energi listrik dihasilkan dari sumber daya alam, yang terbatas jumlahnya. Energi listrik tidak gratis, kamu harus membayar untuk mendapatkan energi listrik. Seluruh listrik yang digunakan di rumahmu diukur dengan alat yang disebut meter listrik.

Kamu mungkin pernah memperhatikan bahwa meter listrik di rumahmu memiliki piringan yang berputar cepat pada saat kamu banyak menggunakan listrik dan berhenti pada saat tidak ada pemakaian listrik. Jumlah energi listrik yang kamu pergunakan bergantung pada daya yang dibutuhkan oleh alat-alat listrik di rumahmu dan berapa lama alat listrik itu digunakan. Sebagai contoh, kamu dapat menghitung jumlah energi yang digunakan sebuah almari es dalam satu hari dengan mengalikan daya yang dibutuhkan dengan jumlah waktu almari es itu menggunakan daya.

Satuan energi listrik adalah **joule (J)** **kilowatt-jam (kWh)**. Satu joule sama dengan satu watt (W) daya yang digunakan selama satu detik. Satu kilowatt-jam sama dengan 1000 watt daya yang digunakan selama satu jam. Perusahaan listrik memberikan rekening tagihan kepadamu setiap bulan untuk tiap kilowatt-jam daya yang kamu gunakan. Kamu dapat menghitung besar tagihan itu dengan mengalikan jumlah energi yang dipakai dengan harga tiap kilowatt-jam. **Tabel 6.2** menunjukkan beberapa contoh biaya menjalankan alat-alat listrik.

$$\begin{aligned} \text{energi} &= \text{daya} \times \text{waktu} \\ \text{kWh} &= \text{kW} \times \text{h} \\ W &= P \times t \end{aligned}$$

Tabel 6.2 Energi yang Digunakan Alat-alat Rumah-tangga

	Pengering Rambut	Stereo	TV Berwarna
Rata-rata daya dalam watt (watt)	1.000	109	200
Jam penggunaan tiap hari (jam)	0,25	3	2,5
Jam penggunaan tiap bulan (jam)	7,5	90	75
Watt-jam tiap bulan(watt-jam)	7.500	9.810	15.000
Penggunaan kWh tiap bulan(kWh)	7,5	9,81	15
Tarif per kWh (Rp)	200	200	200
Rekening per bulan (Rp)	1,500	1862	3.000



## Penggunaan Matematika

### Penghitungan Energi Listrik

#### Contoh Soal

Sebuah lemari es adalah salah satu pengguna daya listrik utama di rumah-tangga. Apabila lemari es ini menggunakan 300 W dan dijalankan 20 jam tiap hari, berapa banyak energi (dalam kWh) digunakan dalam satu hari? Bila tarif listrik per kWh Rp. 500. Berapakah rekening listrik yang harus dibayar selama 1 bulan?

#### Langkah-langkah Pemecahan-Masalah:

1. Apakah yang diketahui?  $\text{daya, } P = 300 \text{ W} = 0,3 \text{ kW}$   
 $\text{waktu, } t = 20 \text{ jam}$
2. Apakah yang tidak diketahui?  $\text{energi, } E$
3. Memilih persamaan.  $E = P \times t$
4. Pemecahan:  $E = 0,3 \text{ kW} \times 20 \text{ jam} = 6 \text{ kWh}$   
Jadi rekening listrik =  $6 \times 30 \times \text{Rp. } 500,- = \text{Rp. } 90.000,-$

#### Soal Latihan

Sebuah lampu-pijar 100W dihidupkan selama 5,5 jam. Berapa kilowatt-jam energi yang digunakan?

## Intisari Subbab



1. Apakah daya listrik itu?
2. Sebuah televisi menggunakan arus 3 A pada tegangan 220 V. Televisi itu dihidupkan selama 2 jam. Hitunglah daya yang digunakan dalam kW dan energi digunakan dalam kWh.
3. **Berpikir Kritis:** Berdasarkan data pada **Tabel 3-2** berapa kWh energi yang akan dibutuhkan untuk menikmati sistem suara stereo setiap hari untuk bulan Mei? Berapa rekening listrik yang harus dibayar bila tarif tiap kWh adalah Rp 200,-?



## Rangkuman



### A. Muatan Listrik

1. Listrik statis merupakan kumpulan muatan-muatan listrik di dalam suatu benda
2. Di dalam konduktor listrik elektron mudah bergerak bila ujung-ujung konduktor di hubungkan dengan sumber tegangan sedangkan di dalam isolator tidak.
3. Sebuah elektroskop terdiri dari dua daun logam yang digantung di dalam suatu tabung yang bergerak bila dialiri muatan.
4. Petir terjadi ketika elektron-elektron di bagian bawah awan mengalir di antara awan dan tanah yang bermuatan positif.

### B. Arus Listrik

5. Energi potensial yang tersimpan di dalam sebuah elektron berkurang selama elektron mengalir di dalam rangkaian
6. Sel kering (baterei) menghasilkan beda potensial di dalam suatu rangkaian sehingga menyebabkan elektron mengalir.
7. Hukum menyatakan bahwa  $V = I R$
8. Arus mengalir dalam satu lintasan di dalam rangkain seri. Di dalam rangkaian paralel arus terpecah ke dalam setiap cabang di dalam rangkaian.

### C. Daya dan Energi Listrik

9. Daya listrik menyatakan besarnya energi yang dialirkan setiap satuan waktu.
10. kilowatt-jam sama dengan 1000 watt daya yang digunakan selama satu jam.



## Evaluasi



### Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata IPA berikut dengan pernyataan di bawahnya.

- |                  |                   |  |
|------------------|-------------------|--|
| a. Rangkaian     | i. kilowatt-jam   | 1. Disebabkan muatan-muatan listrik di dalam sebuah benda    |
| b. Konduktor     | j. Hukum Ohm      | 2. mengerjakan gaya pada suatu muatan listrik                |
| c. Arus          | k. Petir          | 3. suatu bahan dimana elektron mudah bergerak dengan mudah   |
| d. Sel Kering    | l. Beda Potensial | 4. suatu alat yang digunakan untuk mendeteksi muatan listrik |
| e. Medan listrik | m. Resistansi     | 5. lintasan tertutup dimana elektron mengalir                |
| f. Daya listrik  | n. Rangkaian seri |  |
| g. Elektroskop   | o. Listrik statis |  |
| h. isolator      | p. Sel basah      |  |

6. dua plat terbuat dari logam atau campuran logam berbeda dalam larutan elektrolit.
7. Menahan aliran elektron di dalam konduktor
8. Terjadi bila elektron mengalir di antara awan dan bumi.
9. Energi listrik yang dikonversikan ke bentuk energi lain tiap satuan waktu
10. Mengkaitkan tegangan dengan resistansi dan arus
15. Menghubungkan suatu benda bermuatan ke Bumi dengan maksud mengosongkan muatan benda itu ke dalam Bumi disebut
  - a. pemuatan
  - b. engaliran
  - c. pentanahan
  - d. induksi
16. Petir menunjukkan suatu pengosongan ....
  - a. proton
  - b. elektron
  - c. neutron
  - d. inti atom

---

### Pengecekan Konsep

---

*Pilihlah kata atau ungkapan untuk melengkapi kalimat atau jawaban pertanyaan tersebut.*

11. Suatu benda menjadi bermuatan positif apabila benda itu ....
  - a. kehilangan elektron-elektron
  - b. kehilangan proton-proton
  - c. menerima elektron-elektron
  - d. menerima neutron-neutron
12. Apabila dua muatan negatif didekatkan satu sama lain, dua muatan itu akan ....
  - a. tolak-menolak
  - b. tarik-menarik
  - c. tidak tarik-menarik atau tolak menolak
  - d. pengosongan ke tanah
13. Apabila sebuah atom kehilangan sebuah elektron, maka atom itu akan
  - a. bermuatan positif
  - b. bermuatan negatif
  - c. tetap netral
  - d. menjadi isotop
14. Sebuah contoh isolator yang baik adalah
  - a. tembaga
  - b. kayu
  - c. perak
  - d. air garam
17. Listrik statis bergerak dari satu tempat ke tempat lain karena..
  - a. elektron-elektron tertarik ke elektron-elektron lain
  - b. energi potensial tertarik ke energi kinetik
  - c. elektron-elektron tertarik ke kutub magnetik alamiah Bumi
  - d. elektron-elektron tertarik ke muatan-muatan positif
18. Suatu rangkaian listrik memerlukan ....
  - a. suatu sumber elektron, suatu jalan untuk elektron-elektron, dan suatu sakelar tertutup
  - b. suatu sumber proton, suatu jalan untuk elektron-elektron, dan suatu sakelar tertutup.
  - c. suatu sumber proton, suatu jalan elektron, dan suatu sakelar terbuka
  - d. suatu sumber elektron, suatu jalan untuk elektron-elektron, dan suatu sakelar terbuka

19. Perbedaan energi potensial per unit muatan antara dua elektrode diukur dalam ....
- ampere
  - coulomb
  - ohm
  - volt
20. Perbedaan energi yang dibawa elektron-elektron pada titik-titik berbeda dalam suatu rangkaian akan menentukan.....
- tegangan
  - tahanan
  - arus
  - daya

---

### Pemahaman Konsep

---

*Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dalam buku catatanmu dengan menggunakan kalimat lengkap.*

- Sebutkan perbedaan listrik statis dan listrik dinamis.
- Apakah perbedaan elektron-elektron konduktor dan elektron-elektron isolator?
- Apakah yang menyebabkan elektron-elektron mengalir melalui suatu rangkaian?
- Bagaimanakah terjadinya petir?
- Bagaimanakah hubungan antara hambatan dan beda potensial dengan besar arus yang mengalir dalam suatu rangkaian?

---

### Berpikir Kritis

---

- Penangkal petir merupakan konduktor yang dihubungkan ke tanah dan diletakkan di atas atap bangunan. Bagaimanakah penangkal petir tersebut melindungi bangunan dari petir?
- Jelaskan bagaimana sebuah elektroskop dapat digunakan untuk mengenali suatu benda bermuatan negatif!
- Sebuah mobil mainan mempunyai arus 1,5 A dan mempunyai hambatan 2 ohm. Berapakah tegangan yang dibutuhkan oleh mainan itu?
- Arus yang mengalir melalui sebuah alat listrik yang dihubungkan ke sumber 220 V adalah 1 A. Berapa kilowatt-jam energi listrik yang digunakan alat tersebut selama 4 jam?
- Kamu diminta untuk menghubungkan sebuah pesawat stereo, sebuah televisi, sebuah tape, dan sebuah lampu dalam satu rangkaian. Rangkaian manakah yang akan kamu pilih, paralel atau seri? Bagaimana kamu dapat mencegah suatu kebakaran akibat hubungan singkat? Jelaskan jawabanmu.
- Bermain sepakbola dan berdiri di bawah pohon tinggi selama hujan bercampur petir adalah berbahaya. Mengapa kegiatan ini berbahaya pada saat ada petir?

---

## Pengembangan Keterampilan

---

1. **Penginterpretasian data:** Perhatikan pemakaian daya alat-alat listrik pada **Tabel 6-2** dan hitunglah arus yang digunakan tiap-tiap alat dari sumber 220V. Alat manakah menyerap arus paling banyak?
2. **Pengklasifikasian :** Buat suatu daftar 10 alat listrik yang pernah kamu lihat. Klasifikasikan alat-alat tersebut menurut jenis sumber arusnya.
3. **Merancang Eksperimen:** Rancanglah sebuah eksperimen untuk menguji perubahan arus dan tegangan dalam suatu rangkaian apabila baterai dengan tegangan yang sama dirangkai secara seri. Apakah hipotesismu? Identifikasi yang mana diantara arus tegangan, dan jenis rangkaian yang merupakan variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol.

