

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI REPUBLIK INDONESIA, 2022

Ilmu Pengetahuan Alam
untuk SMP/MTs Kelas IX

Penulis : Cece Sutia, dkk.

ISBN : 978-602-244-787-0 (jil.3)



Bab 4

Listrik, Magnet, dan Sumber Energi Alternatif

Telah tiba era kendaraan listrik yang sebentar lagi akan menggantikan kendaraan berbahan bakar fosil/bensin. Di atas adalah mobil perintis produksi perusahaan ternama Tesla Motor dengan sumber penggerak berupa energi listrik. Mobil listrik memiliki keunggulan utama yaitu tidak menghasilkan emisi gas buang yang dapat merusak lingkungan karena tidak menggunakan motor berbahan bakar bensin yang berasal dari minyak bumi/batu bara. Mobil listrik mengandalkan motor listrik serta baterai untuk menjalankan mesin. Mengapa listrik lebih dipilih daripada bensin? Bagaimana listrik dapat bekerja menghasilkan energi gerak? Mengapa sumber energi listrik lebih ramah lingkungan dan bagaimana upaya untuk menghasilkannya?

Pada bab ini kamu diajak mengenal listrik dan energi alternatif dengan berbagai aktivitas pembelajaran yang menarik. Kemudian di akhir kegiatan di bab kamu ditantang untuk membuat purwarupa mobil listrik sederhana. Ayo pelajari bab ini dengan antusias.

Kata Kunci

- listrik
- magnet
- energi alternatif
- mobil
- teknologi



Pertanyaan apakah yang ingin kalian temukan jawabannya dalam bab ini?

1.
.....
2.
.....

A. Listrik

Kamu tentu mengetahui sumber energi untuk menyalakan lampu di rumah. Bagaimana televisi dapat menyala, dan banyak alat-alat rumah tangga yang memerlukan listrik. Nah, pernahkan kamu kesetrum saat mencolokkan kabel televisi? Kenapa kamu dapat merasakan kejutan dan rasa nyeri saat kesetrum? Apakah setiap benda mengandung listrik? Apakah tubuh manusia juga? Ayo kita bahas satu per satu tentang listrik di dalam kehidupan.

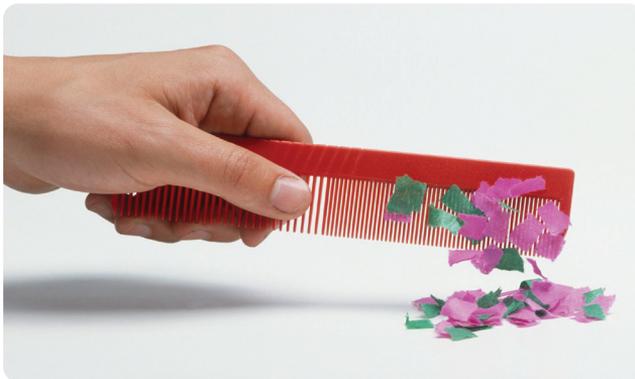
1. Listrik Statis

Saat kamu menyisir atau menggosok-gosokkan sisir plastik ke rambut yang kering, ada beberapa helai rambut yang ketarik lalu berdiri beberapa saat. Atau fenomena lain yaitu ketika potongan kertas kecil menari-nari saat didekatkan dengan lembar plastik mika yang telah digosokkan ke rambut yang kering. Mengapa bisa terjadi demikian? Tentu kamu masih ingat materi Atom dan bagian-bagiannya yang berupa elektron, proton, dan neutron bukan? Kamu juga masih ingat muatan-muatan pada bagian-bagian anggota atom tersebut.

Berdirinya helai rambut dan potongan kertas kecil menari adalah fenomena listrik statis. Listrik statis merupakan peristiwa berpindahnya muatan

listrik dari satu benda ke benda yang lain. Listrik statis dapat terjadi tanpa memerlukan sumber listrik seperti stop kontak listrik. Apakah semua benda dapat memunculkan fenomena listrik statis? Apa saja persyaratannya?

Muatan listrik merupakan muatan dasar yang dimiliki suatu benda, kedua benda yang bermuatan listrik dan saling berdekatan akan mengalami gaya dorong/tarik. Ada dua jenis muatan listrik yaitu: muatan positif dan negatif. Apabila benda bermuatan listrik positif dan benda bermuatan listrik negatif didekatkan maka akan saling tarik menarik. Sebaliknya, jika benda bermuatan listrik positif dan benda bermuatan listrik positif didekatkan, atau benda bermuatan listrik negatif dan benda bermuatan listrik negatif didekatkan, maka keduanya akan saling tolak menolak. Interaksi kedua muatan tersebut merupakan gejala sederhana listrik statis.



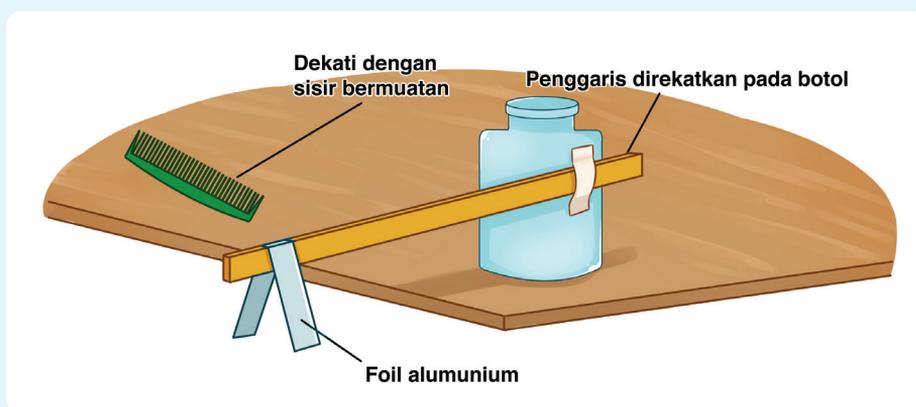
Gambar 4.1 Listrik yang bermuatan negatif (kekurangan elektron) menarik potongan kecil kertas.

Sumber: verywellfamily.com/MikeDunning

Gambar 4.1 adalah contoh dua buah benda yang saling tarik menarik karena perbedaan jumlah muatan listrik pada masing-masing benda tersebut. Sisir bermuatan negatif/kekurangan elektron didekatkan pada potongan kertas yang mengandung muatan positif pada ujung-ujungnya.

Bagaimanakah kita menentukan suatu benda bermuatan negatif atau bermuatan positif? Untuk itu Kamu dapat melakukan **Aktivitas 4.1.** yang mengajak kamu untuk merancang sebuah alat sederhana yang dapat membantu menentukan suatu benda bermuatan listrik negatif atau positif setelah diberikan gangguan seperti digosok-gosokkan. Alat tersebut dikenal dengan nama elektroskop.

Ayo Buat **Aktivitas 4.1**



Gambar 4.2 Elektroskop sederhana untuk menentukan muatan listrik benda.

Pernahkah kamu melihat percikan api dari aspal ketika truk besar melintasi jalanan aspal tersebut? Atau percikan api di rel kereta api ketika ada kereta yang melintasinya? Fenomena munculnya percikan api tersebut disebabkan karena adanya perbedaan jumlah muatan positif dan muatan negatif suatu benda yang merupakan gejala listrik statis.

Adanya gejala listrik statis menginspirasi ilmuwan untuk merancang alat pendeteksi muatan pada suatu benda yang disebut elektroskop. Tujuannya untuk menghindari bahaya dari listrik statis yang mungkin timbul jika fenomena ini tidak diwaspadai dengan baik.

Saat ini elektroskop dapat dibuat dengan mudah oleh siapa saja. Amati gambar elektroskop sederhana di atas kemudian buatlah elektroskop sederhana bersama teman-temanmu. Kemudian ujikan elektroskop buatanmu dengan mendekatkan sisir dan batang kaca bermuatan ke dekat aluminium foil seperti pada gambar. Carilah terlebih dahulu informasi dari berbagai sumber bagaimana cara mendapatkan sisir dan batang

kaca bermuatan. Amati apa yang terjadi pada muatan-muatan di dalam aluminium foil ketika didekatkan dengan sisir bermuatan positif? Mengapa foil aluminium tetap terbuka ketika disentuh sisir bermuatan? Apa yang terjadi pada muatan di dalam foil aluminium ketika didekati batang kaca bermuatan? Diskusikan dengan guru dan teman sekelasmu.

Pada suhu ruang, jumlah elektron dan proton pada atom-atom di dalam sebuah benda adalah sama, sehingga atom-atom pada benda tersebut tidak bermuatan listrik atau disebut netral. Dapatkah sebuah benda diubah menjadi bermuatan listrik apabila benda tersebut netral? Bagaimana caranya? Tentu kamu sudah mengetahui jawabannya.

Jika kita mengetahui bahwa benda akan tarik-menarik jika memiliki muatan berbeda dan akan saling tolak menolak apabila memiliki muatan sama, maka dapatkah kita menentukan besar kekuatan tarik atau kekuatan tolak kedua benda tersebut? Untuk itu kita memerlukan pemahaman tentang gaya listrik.

2. Gaya Listrik

Orang yang pertama kali menyadari dan merumuskan perhitungan gaya listrik adalah Charles Augustin Coulomb (1736 – 1806) seorang ilmuwan yang berasal dari Perancis. Neraca puntir Coulomb merupakan alat yang ia gunakan untuk menyelidiki hubungan gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menarik dua benda bermuatan listrik terhadap besar muatan listrik dan jaraknya seperti pada **Gambar 4.3**.

Kamu dapat juga melakukan percobaan sederhana untuk dapat menentukan gaya listrik pada benda yang bermuatan. Lakukanlah **Aktivitas 4.2** berikut dengan penuh semangat.



Gambar 4.3 Eksperimen percobaan Coulomb untuk menentukan muatan listrik.

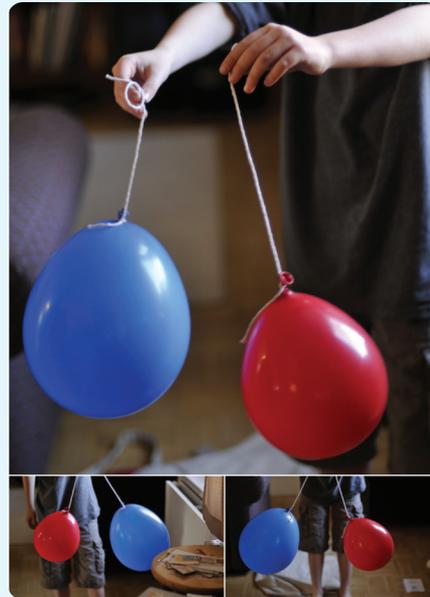
Sumber: www.teylersmuseum.nl/Teylers
· Museum of Wonder, Electrostatic torsion balance, after Coulomb, (1876)



Ayo Buat Aktivitas 4.2

Seperti yang sudah kita pelajari sebelumnya jika muatan positif dan muatan negatif pada suatu benda tidak sama jumlahnya, maka akan timbul gejala listrik statis. Dua benda bermuatan akan saling tarik-menarik atau saling tolak-menolak apabila didekatkan. Tarikan dan tolakan ini kita sebut sebagai gaya listrik. Untuk mengetahui lebih lanjut terkait gaya listrik mari rancang percobaan seperti pada gambar. Amati apa yang terjadi pada kedua balon selama waktu tertentu ketika diletakkan pada jarak yang berbeda-beda.

Catat hasil pengamatanmu pada tabel berikut.



Gambar 4.4 Percobaan menentukan gaya listrik pada dua balon yang bermuatan.

Sumber: [thehamricks.wordpress.com/...](http://thehamricks.wordpress.com/) (2012)

No.	Waktu Menggosok Balon dengan Kain Wol atau Rambut yang Kering	Jarak Statif	Kuat Interaksi Kedua Balon
1.	30 detik	(a) 30 cm	
		(b) 20 cm	
2.	60 detik	(a) 30 cm	
		(b) 20 cm	

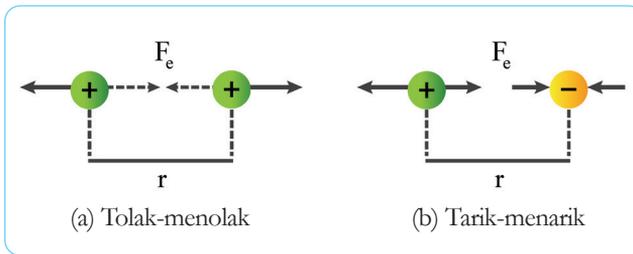
Bagaimana pengaruh variasi jarak kedua statif terhadap interaksi kedua balon? Apakah jarak mempengaruhi besarnya gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menarik kedua balon? Bagaimana pengaruh lamanya waktu menggosok terhadap interaksi kedua balon? Apakah besarnya gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menarik antara kedua balon dipengaruhi oleh besarnya muatan? Diskusikan dengan guru dan teman sekelasmu.

Apakah hasil analisis percobaan kamu pada **Aktivitas 4.2** sama dengan hasil temuan dari Coulomb?

Berdasarkan percobaan dengan menggunakan neraca puntir, Coulomb menyimpulkan bahwa besar gaya listrik antara dua benda bermuatan adalah berbanding terbalik dengan kuadrat jarak kedua muatan atau

$$F = \frac{1}{r^2} \quad (1)$$

Kemudian, sebanding dengan perkalian muatan partikel atau $F = q_1q_2$ dapat dilihat pada **Gambar 4.5**.



Gambar 4.5 Ilustrasi gaya Coulomb pada muatan listrik.

Rumusan Gaya Coulomb (F_c) secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F_c = k \frac{q_1q_2}{r^2} \quad (2)$$

Keterangan:

F_c = gaya Coulomb (Newton)

k = konstanta = $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

r = jarak antara dua muatan (Meter)

q_1 = besar muatan listrik pertama (Coulomb)

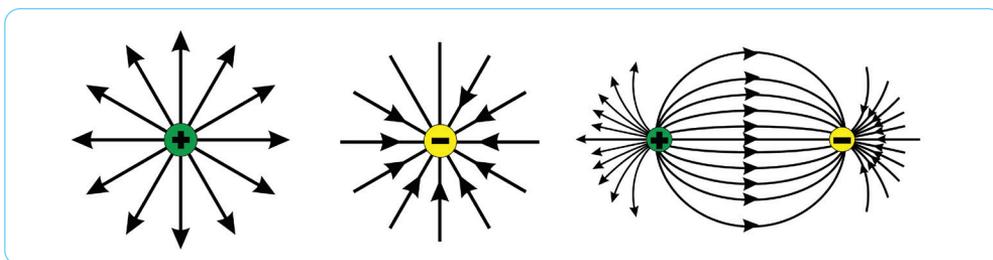
q_2 = besar muatan listrik kedua (Coulomb)

Persamaan 2 menunjukkan bahwa semakin jauh jarak antar benda bermuatan maka gaya listrik yang dirasakan akan semakin kecil.

3. Medan Listrik

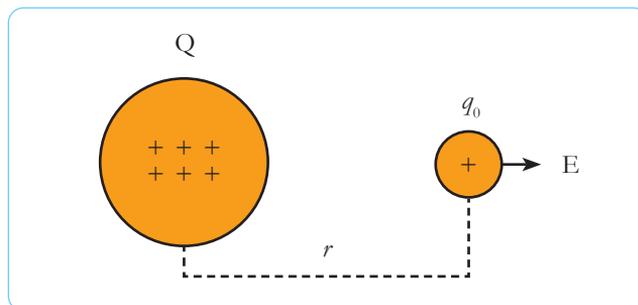
Benda-benda yang ada di permukaan bumi akan ditarik menuju pusat bumi karena memiliki massa yang jauh lebih kecil daripada massa bumi. Hal tersebut ternyata juga terjadi pada muatan-muatan listrik. Muatan-muatan listrik memiliki ‘daerah pengaruh’ yang disebut sebagai medan listrik. Medan listrik dapat didefinisikan sebagai daerah di sekitar benda bermuatan yang menimbulkan pengaruh gaya listrik terhadap benda/muatan lain.

Garis-garis imajiner pada **Gambar 4.6** merupakan ilustrasi medan listrik yang arahnya keluar atau masuk ke dalam muatan. Arah garis gaya listrik ke dalam disepakati untuk menunjukkan muatan negatif dan arah garis medan listrik ke luar disepakati menunjukkan muatan positif.



Gambar 4.6 Garis medan listrik dua muatan.

Untuk mengetahui besar kuat medan listrik muatan Q , sebuah muatan uji positif (q_0) yang muatannya jauh lebih kecil diletakkan di dekat muatan tersebut dengan jarak r seperti pada **Gambar 4.7**.



Gambar 4.7 Muatan Q didekati Muatan Tes q_0

Berdasarkan hukum Coulomb, muatan q_0 tersebut akan mendapatkan gaya tolak dari muatan Q sebesar,

$$F_c = k \frac{Q(q_0)}{r^2} \quad (3)$$

Kuat medan listrik (E) didefinisikan sebagai besarnya gaya listrik (F) yang bekerja pada satu muatan uji (q_0). Dapat dihitung besarnya kuat medan listrik yang dialami oleh muatan uji tersebut dengan rumus:

$$E = \frac{F}{q_0}$$
$$E = \frac{k \frac{Q(q_0)}{r^2}}{q_0}$$
$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa besar kuat medan listrik pada suatu titik yang berjarak r dari muatan Q adalah:

$$E = \frac{kQ}{r^2} \quad (4)$$

Keterangan:

- E = medan listrik (N/C)
- F = gaya coulomb (Newton)
- q = besar muatan listrik (Coulomb)

4. Potensial Listrik

Jika tangan kamu pernah merasakan kesetrum karena tidak sengaja menyentuh stop kontak, kamu akan merasakan kejutan dan ada sesuatu yang mengalir di tangan bukan? Apakah yang sesungguhnya mengalir tersebut?

Meski tangan termasuk bahan isolator, namun jika diberikan tegangan listrik yang cukup besar maka dapat mengalirkan arus. Aliran yang kamu rasakan saat kesetrum adalah aliran elektron yang berpindah dari stop kontak ke tangan karena perbedaan tegangan listrik atau lebih dikenal dengan beda potensial listrik. Dengan membandingkan besar energi listrik yang diperlukan untuk memindahkan sejumlah muatan listrik, dapat dihitung besarnya beda potensial listrik dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\Delta V = \frac{W}{Q} \quad (5)$$

Keterangan:

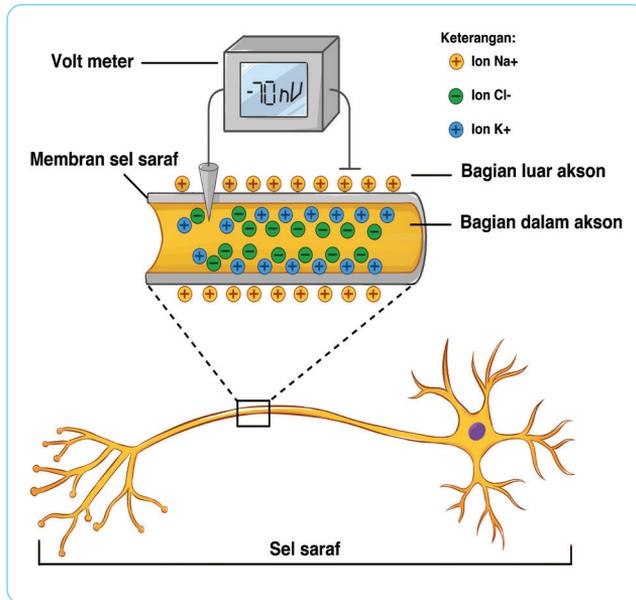
Δ = beda potensial listrik (Volt)

W = energi listrik (Joule)

Q = muatan listrik (Coulomb)

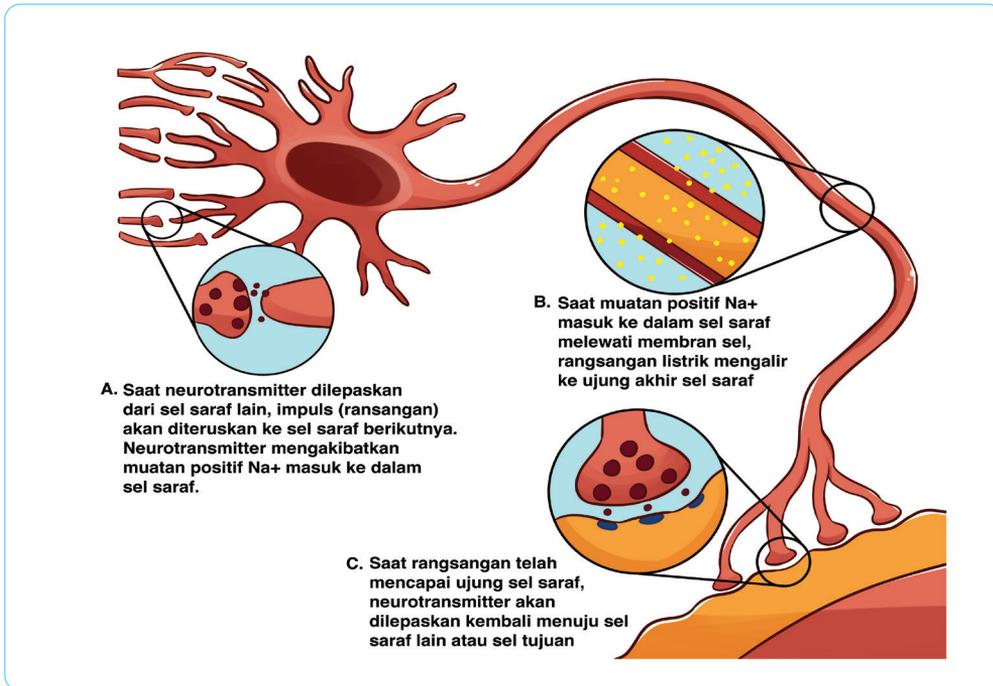
Meski tubuh pada dasarnya termasuk isolator, namun ada bagian tubuh yang secara alamiah memproduksi dan merespon dengan singkat beda potensial listrik. Bagian tersebut adalah kumpulan jaringan-jaringan saraf. Saraf di dalam tubuh dapat menimbulkan dan menyalurkan impuls-impuls (respon-respon singkat) listrik yang kecil. Aliran-aliran listrik kecil di dalam jaringan saraf membawa informasi dari panca indra yang nanti akan diolah di otak.

Biolistrik merupakan bidang ilmu yang mempelajari tentang aliran impuls listrik pada makhluk hidup khususnya manusia. Beda potensial/tegangan pada jaringan saraf berbeda dengan yang kita bayangkan. Listrik pada jaringan saraf bukan listrik yang mengalir seperti pada kabel listrik di rumah-rumah melainkan komposisi ion yang terdapat dalam tubuh.



Gambar 4.8 Ilustrasi muatan listrik pada sel saraf tidak bermyelin.

Setiap manusia memiliki sistem saraf yang dapat mengontrol gerak otot. Sistem saraf terdiri atas sel-sel saraf berfungsi untuk menerima, mengolah, dan mengirim rangsangan atau impuls yang diterima panca indera. Setiap sel saraf terdiri atas 3 bagian, yaitu badan sel saraf, dendrit, dan akson atau neurit. Selain ketiga bagian tersebut, pada sel saraf juga terdapat bagian tambahan berupa selubung myelin. Myelin sebenarnya bukan bagian sel saraf, tetapi terdiri dari sel pembentuk myelin yang berfungsi menyelubungi akson. Berdasarkan keberadaan myelin, terdapat dua macam neuron, yaitu neuron yang berselubung myelin dan neuron yang tidak berselubung myelin.

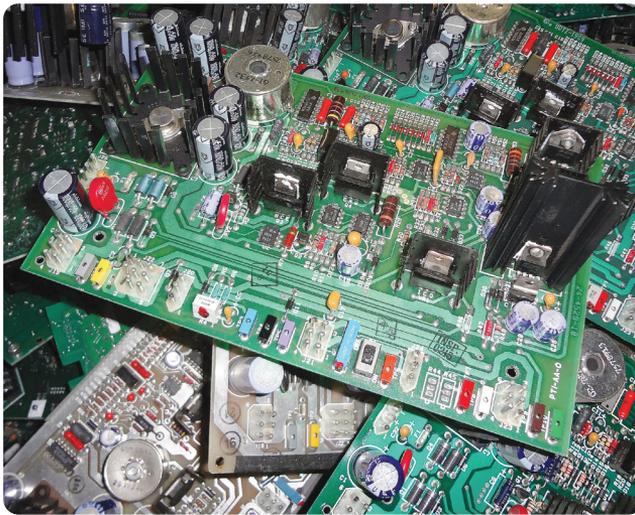


Gambar 4.9 Ilustrasi muatan listrik pada sel saraf tidak bermyelin

5. Listrik Dinamis

Kabel sering kamu lihat pada tiang listrik, pada prinsipnya kabel berfungsi sebagai penghantar listrik dari suatu ujung ke ujung kabel lainnya. Kabel biasanya terbuat dari bahan tembaga atau perak di bagian dalamnya dan dilapisi bahan plastik atau karet di bagian luarnya. Hal tersebut berkaitan dengan kemampuan bahan untuk menghantarkan listrik. Daya hantar listrik yang dimiliki setiap bahan berbeda-beda. Bahan yang paling baik untuk menghantarkan listrik adalah tembaga dan perak, sedangkan plastik dan karet merupakan bahan yang tidak dapat menghantarkan listrik. Berdasarkan kemampuan menghantarkan listrik, benda dibagi menjadi tiga jenis: Pertama adalah Konduktor. Konduktor merupakan bahan yang mampu menghantarkan arus listrik dengan baik. Tembaga, perak, dan emas merupakan contoh dari konduktor listrik. Kedua, Isolator Listrik adalah bahan yang sangat buruk untuk menghantarkan listrik karena di dalam bahan ini elektron sulit mengalir. Contohnya karet, kayu, dan plastik.

Tipe yang ketiga adalah bahan Semikonduktor. Salah satu sifat dari bahan ini adalah jika berada pada suhu tinggi bersifat sebagai konduktor, sementara pada suhu rendah bersifat sebagai isolator. Karbon, silikon, dan germanium merupakan contoh bahan semikonduktor listrik. Pada bidang elektronika, karbon biasa digunakan untuk membuat transistor yang kemudian disusun menjadi rangkaian listrik terpadu seperti pada **Gambar 4.10** yang serupa dengan bagian dalam mesin televisi di rumah kamu.



Gambar 4.10 Beberapa Jenis Semikonduktor: Resistor, Diode, Transistor, dan IC (*integrated circuit*/rangkaian listrik terpadu).

Sumber: pixabay.com/Joshua Robins

Ketiga jenis bahan tersebut sesungguhnya dibedakan berdasarkan kemampuan untuk menghantarkan listrik. Kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan listrik akan semakin baik apabila hambatan jenis bahan tersebut semakin kecil. Beberapa nilai hambatan jenis bahan dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1. Hambatan Jenis Bahan

Bahan	Hambatan Jenis pada Suhu 20°C ($\Omega \text{ m}$)
Konduktor	
Aluminium	$2,82 \times 10^{-8}$
Tembaga	$1,72 \times 10^{-8}$
Emas	$2,44 \times 10^{-8}$
Besi	$9,71 \times 10^{-8}$
Konstantan	49×10^{-8}
Nikrom	100×10^{-8}
Platina	$10,6 \times 10^{-8}$
Perak	$1,59 \times 10^{-8}$
Tungsten	$5,65 \times 10^{-8}$
Semikonduktor	
Karbon (grafit)	$3,5 \times 10^{-5}$
Germanium (murni)	5×10^{-4}
Silikon (murni)	$6,4 \times 10^2$
Isolator	
Kaca	$10^{10} - 10^{14}$
Kuarsa	$7,5 \times 10^{17}$

Besar hambatan setiap jenis kawat yang panjangnya satu satuan panjang per satu satuan luas penampang disebut hambatan jenis (ρ).

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (6)$$

Keterangan:

R = hambatan kawat (Ω)

ρ = hambatan jenis kawat (Ωm)

L = panjang kawat (m)

A = luas penampang kawat (m^2)

6. Arus Listrik

Kita telah mengetahui bahwa elektron mengalir dari benda yang kelebihan muatan elektron/kekurangan proton (berpotensi rendah) ke benda yang kekurangan elektron/kelebihan proton (berpotensi tinggi) atau dengan kata lain dari kutub negatif ke kutub positif. Sedangkan arus listrik disepakati adalah arus yang mengalir karena pada ujung-ujung rangkaian ada perbedaan potensi listrik dari sumber tegangan. Arus listrik berkebalikan dari aliran elektron, yaitu mengalir dari potensi tinggi ke potensi rendah.

Pada rangkaian listrik tertutup, dapat ditentukan besar arus listrik yang mengalir pada rangkaian dengan menghitung besar muatan listrik yang mengalir pada rangkaian setiap detiknya. Hal ini dikarenakan dalam suatu rangkaian tertutup besar arus listrik yang mengalir sebanding dengan besarnya muatan listrik yang mengalir pada setiap detik, atau secara matematis besar arus listrik ditulis sebagai berikut.

$$i = \frac{q}{t} \quad (7)$$

Keterangan:

i = arus listrik (Ampere)

q = muatan listrik (Coulomb)

t = waktu (detik)

Pada rangkaian listrik tertutup, pembawa muatan listrik adalah elektron sehingga besarnya muatan ditentukan oleh jumlah elektron, yaitu:

$$q = N \cdot e$$

Sehingga:

$$i = \frac{N \cdot e}{t}$$

Keterangan:

i = Arus listrik (Ampere)

N = jumlah muatan listrik

e = muatan elektron (Coulomb)

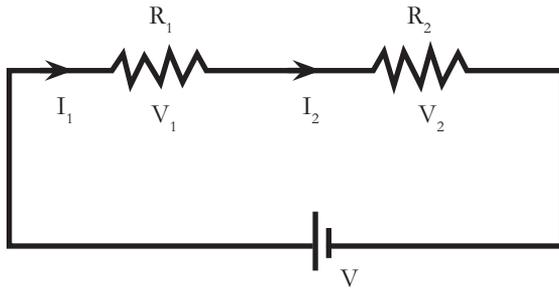
t = waktu (detik)

7. Rangkaian Listrik

Rangkaian listrik yang tidak memiliki percabangan kabel disebut dengan rangkaian seri. Tidak adanya percabangan kabel pada rangkaian listrik seri mengakibatkan aliran listrik akan terputus jika salah satu ujung kabel terputus, sehingga tidak ada arus yang mengalir di dalam rangkaian dan seluruh lampu akan mati. Sedangkan rangkaian listrik yang memiliki percabangan kabel, disebut dengan rangkaian paralel. Jika salah satu ujung kabel terputus, maka arus listrik akan tetap mengalir pada kabel lainnya yang masih terhubung dan beberapa lampu lainnya akan tetap menyala.

8. Rangkaian Hambatan Listrik Seri

Pada rangkaian seri, kuat arusnya bernilai sama tetapi tegangannya berbeda-beda, rangkaian seri dapat dilihat pada **Gambar 4.11**.



Gambar 4.11 Rangkaian seri hambatan listrik.

$$I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

$$V_1 \neq V_2 \neq \dots \neq V_n$$

$$V_s = I_s \cdot R_s$$

$$V_s = (I_1 \cdot R_1) + (I_2 \cdot R_2) + \dots + (I_n \cdot R_n)$$

karena

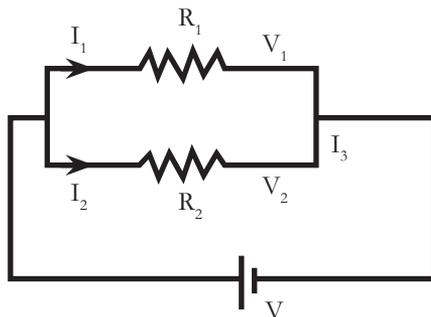
$$I_s = I_1 = I_2$$

maka, R_s

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

9. Rangkaian Hambatan Listrik Paralel

Pada rangkaian paralel, tegangan listrik bernilai sama tetapi besar kuat arusnya berbeda, rangkaian paralel dapat dilihat pada **Gambar 4.12**.



Gambar 4.12 Rangkaian paralel hambatan listrik.

$$V_1 = V_2 = \dots = V_n$$

$$I_1 \neq I_2 \neq \dots \neq I_n$$

$$I_p = I_1 + I_2$$

$$I_p = \frac{V_p}{R_p} + \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2}$$

karena

$$V_p = V_1 = V_2$$

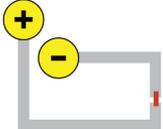
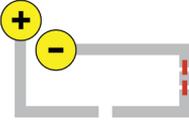
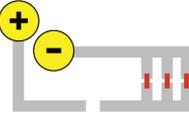
maka,

$$R_p = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Untuk menguji bentuk rangkaian listrik, kamu dapat melakukan **Aktivitas 4.3** berikut dengan penuh semangat.

Ayo Buat Aktivitas 4.3

Baterai 	Aluminium foil 	Kabel penghubung 
Lampu LED 	Lakban 	Pensil 
 1. Rangkaian seri dengan 1 LED	 2. Rangkaian seri dengan sakelar dan 2 LED	 3. Rangkaian paralel dengan sakelar dan 3 LED

Hampir setiap saat kita menggunakan rangkaian listrik dalam peralatan sehari-hari. Mulai dari telepon genggam, setrika, hingga lemari es. Salah satu rangkaian listrik terpenting yang kita gunakan setiap hari adalah rangkaian listrik untuk menerangi rumah dengan lampu.

Suatu hari, kamu diminta untuk merancang rangkaian listrik di rumah barumu. Rangkaian listrik yang diinginkan adalah rangkaian listrik untuk menyalakan beberapa lampu sekaligus hanya dengan satu saklar.

Sebelum merancang, mari lakukan percobaan sederhana berikut. **Membuat rangkaian listrik dengan goresan pensil sebagai penghantarnya.** Siapkan alat dan bahan terlebih dahulu. Kemudian buatlah rangkaian 1, 2 dan 3 seperti pada gambar. Gunakan aluminium foil sebagai saklar penghubung untuk rangkaian 2 dan 3.

Amati nyala lampu LED pada masing-masing rangkaian. Rangkaian mana yang sesuai dengan yang kamu inginkan untuk rumah barumu.

10. Sumber Arus Listrik

Listrik adalah energi, sehingga sesuai dengan hukum kekekalan energi untuk menghasilkan energi listrik perlu adanya alat yang dapat mengubah energi lain menjadi energi listrik. Secara umum, sumber arus listrik terdiri dari dua jenis, yaitu sumber arus bolak-balik (AC) dan sumber arus searah (DC).

Tabel 4.2. Jenis Sumber Arus Listrik

Jenis Sumber Arus Listrik	Sumber Arus	Proses Perubahan Energi
DC (<i>direct current</i>)	Elemen volta	Kimia → listrik
	Elemen kering (baterai)	Kimia → listrik
	Akumulator (ACCU)	Kimia → listrik
	Solar sel	Kalor → listrik
	Dinamo DC	Gerak → listrik
AC (<i>alternating current</i>)	Dinamo AC	Gerak → listrik
	Generator	Gerak → listrik

Elemen volta, baterai, dan akumulator adalah sumber arus DC yang dihasilkan dari reaksi kimia, sehingga disebut juga sebagai **elektrokimia**. Berdasarkan dapat atau tidaknya diisi ulang, sumber arus listrik dibedakan menjadi elemen primer dan elemen sekunder. Sebutan bagi sumber arus listrik yang tidak dapat diisi ulang ketika energinya habis adalah **Elemen primer**, contohnya seperti baterai kering dan elemen volta. Sebutan bagi sumber arus listrik yang dapat diisi ulang ketika energinya habis adalah **Elemen sekunder**, contohnya seperti akumulator dan baterai Li-ion yang digunakan pada telepon genggam atau kamera.

11. Daya Listrik

Besarnya energi listrik yang mengalir atau diserap dalam sebuah rangkaian atau sirkuit listrik setiap detik disebut dengan daya listrik. Sedangkan jika dilihat dari konsep usaha, pengertian daya listrik yaitu besarnya usaha dalam memindahkan muatan per satuan waktu atau jumlah energi listrik yang dipakai setiap detik.

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

Keterangan:

P = Daya listrik (Watt)

E = Energi listrik (Joule)

t = waktu (detik)

Daya listrik dapat dikonversi/diubah menjadi energi gerak pada mesin mobil listrik. Energi listrik yang tersimpan di dalam baterai, akan dikeluarkan untuk menggerakkan mesin sehingga mobil dapat berjalan. **Gambar 4.13** menunjukkan baterai yang digunakan mobil listrik untuk menyimpan energi listrik.



Gambar 4.13 Baterai pada mobil listrik.

Sumber: 3u.com/3uTools

Mari Uji Kemampuan Kalian

1. Apakah petir termasuk fenomena listrik statis? Jika iya, dapatkan kamu menjelaskannya secara sederhana terjadinya petir!
2. Dapatkah kamu menyebutkan contoh dari bahan-bahan konduktor dan isolator yang ada di sekitar rumah/sekolah.

B. Magnet

Perkembangan peradaban manusia erat kaitannya dengan penemuan magnet. Berbagai peralatan yang biasa kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari banyak memanfaatkan magnet sebagai komponen utamanya seperti speaker, telepon, televisi, bel rumah. Akan tetapi tahukah kamu apa yang dimaksud dengan magnet? Dari manakah magnet berasal? Apakah sifat kemagnetan suatu bahan dapat hilang? Atau, apakah magnet dapat kita buat? Agar dapat menjawab semua permasalahan tersebut, mari pelajari materi selanjutnya dengan penuh semangat!

1. Sejarah Magnet

Sejak zaman dahulu telah diketahui beberapa bijih mineral atau batuan warna metalik bersifat menarik partikel besi. Mineral atau batuan itu disebut magnetik atau batuan bermuatan. Seorang filosof Yunani bernama Thales, yang hidup pada abad VI SM merupakan orang pertama yang mengamati

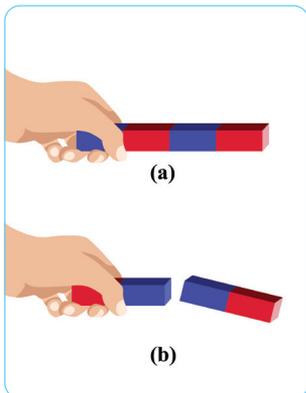
sifat biji besi. Akan tetapi, kemungkinan sebelum itu pun telah banyak diketahui. Setelah masa Thales, batuan bermuatan itu sering disebut dalam tulisan kuno. Batu bermuatan itu disebut dengan magnet, kata magnet berasal dari bahasa Greek “magnítis líthos” yang berarti “batu magnesita” juga berarti sebuah wilayah di Asia kecil, tempat ditemukannya banyak endapan magmatik.

Magnet terbuat dari logam seperti besi dan baja. Magnet memiliki berbagai bentuk dan dinamakan sesuai dengan bentuknya, seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 4.14**.



Gambar 4.14 Contoh magnet U dan magnet batang.

Sumber: canstockphoto.com/merzavka

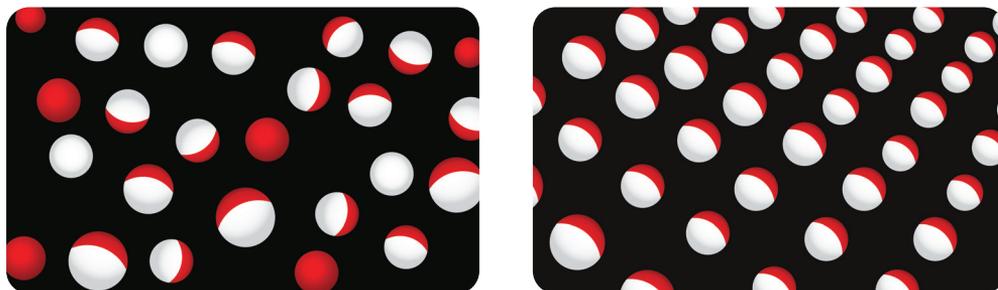


Gambar 4.15 Interaksi antar dua kutub magnet (a) beda jenis dan (b) sejenis.

Magnet selalu memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Kutub-kutub yang sejenis akan saling tolak menolak bila didekatkan, sedangkan kutub-kutub yang berbeda jenis akan saling tarik-menarik bila didekatkan. Kutub-kutub ini selalu ada pada setiap magnet walaupun magnet tersebut dipotong menjadi beberapa bagian magnet kecil. Perhatikan interaksi dua magnet pada **Gambar 4.15**!

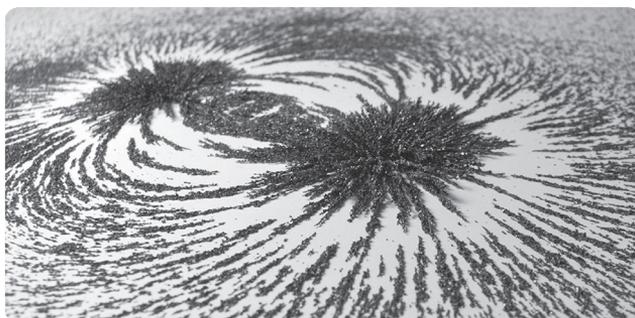
Dari manakah kekuatan magnet berasal? Apa bedanya gaya magnet dengan gaya listrik? Mari mengingat kembali materi tentang gaya listrik! Gaya listrik berasal dari adanya interaksi antara muatan listrik, sedangkan gaya magnet berasal dari adanya interaksi antara kutub-kutub magnet yang ditimbulkan oleh gerakan muatan listrik (elektron) pada benda.

Pada **Gambar 4.16(a)**, kutub utara dan kutub selatan partikel elementer magnet pada benda tersebut tersebar secara acak, sehingga benda tidak memiliki sifat magnet. Pada beberapa jenis logam tertentu, seperti besi dan baja, sejumlah elementer magnet dapat disusun berbaris pada arah tertentu hingga benda bersifat sebagai magnet pada **Gambar 4.16(b)**.



Gambar 4.16 (a) Atom tersusun secara acak, dan (b) atom tersusun secara teratur.

Bagaimana cara mendeteksi medan magnet di sekitar benda? Bagaimana kamu dapat membedakan besar medan magnet jika magnet yang kita pelajari pada bab ini berbentuk jarum, batang, dan tapal kuda (U)? Daerah di sekitar magnet yang dapat mempengaruhi magnet atau benda lain disebut medan magnet. Pola-pola yang dibentuk oleh pasir besi pada gambar 4.17 merupakan bentuk garis gaya magnet yang digunakan untuk menggambarkan medan magnet. Medan magnet terbesar terletak pada ujung-ujung kutub magnet. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya pasir besi yang ditarik oleh ujung-ujung kutub magnet (garis-garis gaya magnetnya sangat rapat). Apakah kamu menemukan pola seperti pada **Gambar 4.17**?



Gambar 4.17 Pola serbuk besi yang ditebarkan di sekitar magnet batang.

Sumber: news.berkeley.edu/Kara Manke (2018)



Sumber: vox.com/Zoran Milich

Tahukah kamu apa itu sampah elektronik? Benar sekali! Barang-barang elektronik bekas yang sudah tidak dipakai lagi oleh pemiliknya disebut sebagai sampah elektronik. Sampah elektronik di dunia jumlahnya terus bertambah. PBB memprediksi jumlah sampah elektronik pada tahun 2030 akan mencapai 74 juta ton. Hal ini akan semakin memburuk karena banyak negara di dunia yang belum memiliki kebijakan nasional yang mengatur tentang sampah elektronik termasuk Indonesia. Padahal pada tahun 2019 jumlah sampah elektronik di Indonesia mencapai 1.618 kilo ton dan tidak satu pun didaur ulang.

Melihat permasalahan di atas, kamu ditugaskan untuk menjalankan pabrik daur ulang dan bertanggung jawab atas divisi pemrosesan baja yang berharga. Sayangnya, sampah yang ada tidak dipilah dengan baik oleh petugas kebersihan. Plastik, aluminium, baja, kertas semuanya menumpuk menjadi satu.

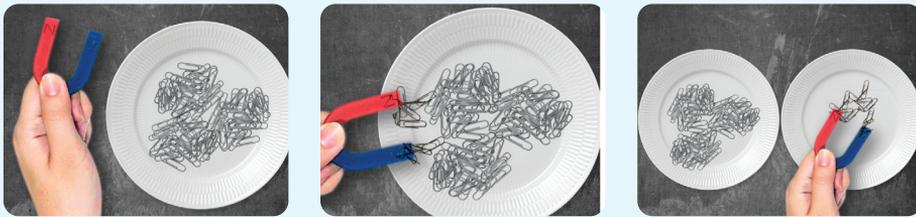
Kamu harus menemukan metode untuk mengambil besi dari tumpukan sampah tersebut agar dapat diproses dengan benar dibawa ke pabrik daur ulang untuk mewujudkan tujuan pembangunan berkelanjutan. Sesuai tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) nomor 11 untuk menjadikan kota dan pemukiman manusia aman, tangguh, inklusif, dan berkelanjutan. Serta nomor 12 untuk memastikan pola konsumsi dan produksi yang berkelanjutan.

Untuk menguji seberapa efektif metode pemisahan sampah yang kamu rancang, lakukanlah aktivitas pengujian berikut.

Ayo Buat **Aktivitas 4.4**

Pisahkan sampah-sampah besi

Dekatkan berbagai jenis magnet berdasarkan bentuknya ke atas tumpukan ratusan klip kertas, potongan kertas, potongan plastik dan potongan kayu. Jangan lupa untuk mencatat hasil pengujian kemudian buatlah laporannya dalam bentuk tabel dan grafik.



Sumber: www.nicepng.com; www.pngaaa.com; www.psdgraphics.com

Tabel 4.3 Jumlah Klip Kertas yang Berhasil Dipindahkan Tiap Magnet

	Magnet 1	Magnet 2	Magnet 3	Gabungan Magnet 1, 2, 3
Percobaan 1				
Percobaan 2				
Percobaan 3				
Percobaan 4				
Rata-rata				

Grafik 1. Jumlah rata-rata klip kertas yang berhasil dipindahkan tiap magnet terhadap jenis magnet.

Grafik 2. Jumlah rata-rata klip kertas yang berhasil dipindahkan masing-masing magnet pada setiap percobaan

Presentasikan hasil pengujian di depan teman-teman dan guru, benda apa saja yang berhasil dipindahkan oleh magnet? Magnet mana yang mampu memindahkan klip kertas paling banyak? Apakah dengan menggabungkan magnet mampu meningkatkan kekuatan magnet? Sesuailah hasil pengujiannya dengan hipotesismu?

2. Perkembangan Elektromagnet

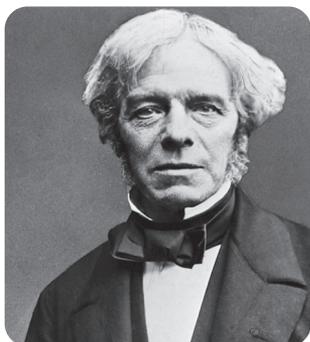


Gambar 4.18 Hans Christian Oersted.

Sumber: [nationalmaglab.org/...](http://nationalmaglab.org/)

Pada tahun 1820, Hans Christian Oersted menemukan bahwa kawat dapat menolak jarum kompas apabila dialiri arus listrik. Hal ini menunjukkan bahwa di sekitar kawat berarus timbul medan magnetik.

Kemudian pada tahun 1821, Michael Faraday membuat suatu penemuan penting. Dua tahun sebelumnya Oersted telah menemukan bahwa jarum magnet kompas biasa dapat menyimpang jika arus listrik dialirkan dalam kawat yang tidak berjauhan. Hal ini membuat Michael Faraday menyimpulkan bahwa, jika magnet didekatkan, yang akan bergerak adalah kawat yang dialiri listrik. Berdasarkan dugaan ini, Michael Faraday berhasil membuat suatu skema yang menjelaskan bahwa kawat akan terus-menerus berputar berdekatan dengan magnet sepanjang arus listrik dialirkan ke kawat. Sesungguhnya penemuan Faraday ini merupakan motor listrik pertama, suatu skema pertama membuat sesuatu benda bergerak dengan menggunakan arus listrik. **Meskipun masih sangat primitif, penemuan Michael Faraday ini merupakan “nenek moyang” dari semua motor listrik yang digunakan dunia saat ini.**



Gambar 4.19 Michael Faraday.

Sumber: theguardian.com/Hulton-Deutsch/Corbis via Getty Images

Penemuannya membuat suatu benda bergerak dengan menggunakan arus listrik adalah pembuka jalan yang luar biasa untuk penemuan-penemuan motor listrik selanjutnya. Namun masih terbatas dalam kegunaan praktisnya karena belum ada metode untuk menggerakkan arus listrik selain dari baterai kimia sederhana yang ada pada saat itu. Faraday yakin, pasti ada suatu cara penggunaan magnet untuk menggerakkan listrik, dan beliau terus-menerus mencari jalan bagaimana menemukan metode tersebut.

Namun pada tahun 1831, Faraday menemukan bahwa apabila magnet dilalui lewat sepotong kawat, arus akan mengalir di kawat sedangkan magnet bergerak. Keadaan ini disebut “pengaruh

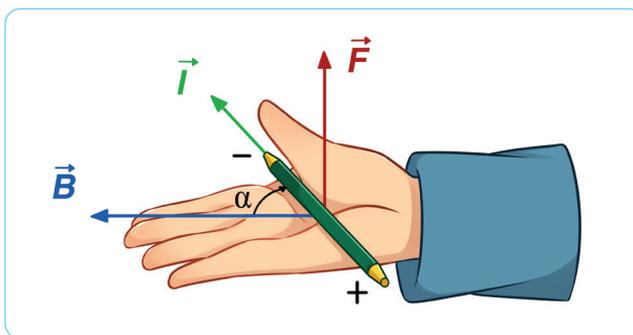
elektromagnetik” dan penemuan ini disebut “Hukum Faraday” yang dikenal dengan penemuan Faraday yang terpenting dan terbesar. Jadi gagasan elektromagnetik adalah prinsip kerja dari kendaraan listrik, yang mengubah menjadi energi gerak atau sebaliknya.

3. Gaya Magnet/ Gaya Lorentz

Lorentz adalah sebuah bentuk gaya yang diambil dari nama belakang seorang ahli fisika Belanda yang bernama Hendrik Antoon Lorentz. Ahli fisika asal negeri kincir angin ini meneliti tentang sebuah interaksi penghantar berarus yang diletakkan di dalam sebuah medan magnet. Hasil dari penelitian tersebut, ia berhasil menemukan sebuah gaya yang kemudian disebut dengan gaya Lorentz. Gaya inilah yang kemudian banyak bermanfaat untuk menggerakkan motor listrik untuk berbagai keperluan seperti kipas angin, blender, dan lain sebagainya.

4. Menentukan Arah Gaya Lorentz

Untuk menentukan arah gaya Lorentz dapat kita gunakan kaidah tangan kanan atau kaidah putaran sekrup.



Gambar 4.20 Arah gaya Lorentz menggunakan kaidah tangan kanan.

Besar gaya Lorentz sebanding dengan kuat medan magnet, arus listrik, dan panjang kawat. Bila kedudukan gaya, kuat medan magnet dan arus listrik saling tegak lurus, maka besarnya gaya Lorentz dapat

diperoleh dengan menggunakan rumus seperti yang ada di bawah ini. Rumus ini berlaku untuk panjang kawat 1 meter.

Besar gaya Lorentz dapat dihitung dengan rumus:

$$F = i \cdot l \cdot B \sin \theta$$

Keterangan:

F = gaya Lorentz (Newton)

i = kuat arus listrik (Ampere)

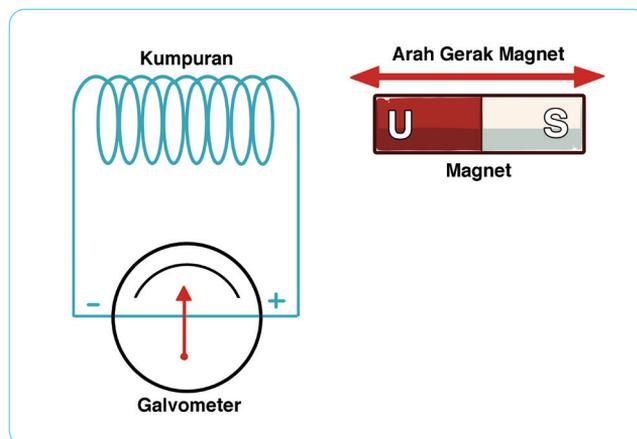
l = panjang kawat (meter)

B = kuat medan magnet (Wb/m^2) atau Tesla (T)

θ = sudut antara arah I dan B

5. Induksi Elektromagnetik

Induksi elektromagnetik merupakan fenomena munculnya arus listrik akibat perubahan fluks magnetik. Proses induksi elektromagnetik melibatkan konduktor yang diletakan dengan posisi tertentu dan medan magnet. Cara lainnya adalah konduktor yang digerakan di dalam medan magnet yang tetap. Hal tersebut menyebabkan kehadiran tegangan atau gaya gerak listrik (GGL) pada konduktor. Berikut merupakan ilustrasi induksi elektromagnetik yang dihasilkan dengan menggerakkan sebuah magnet ke dalam kumparan kawat berarus:



Gambar 4.21 Arah Induksi elektromagnetik oleh magnet.

Susunan magnet dan kabel di atas merupakan percobaan induksi elektromagnetik yang dilakukan oleh Michael Faraday pada tahun 1830. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa energi listrik dapat diproduksi menggunakan medan magnet, dan bukan hanya berasal dari baterai. Dari sini ia mengemukakan hukum Faraday dalam induksi elektromagnetik, yaitu setiap perubahan medan magnet pada kumparan akan menyebabkan gaya gerak listrik (GGL) yang diinduksi oleh kumparan tersebut. Tegangan GGL induksi di dalam rangkaian tertutup sebanding dengan kecepatan perubahan fluks terhadap waktu yang dapat dirumuskan menjadi

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

Keterangan:

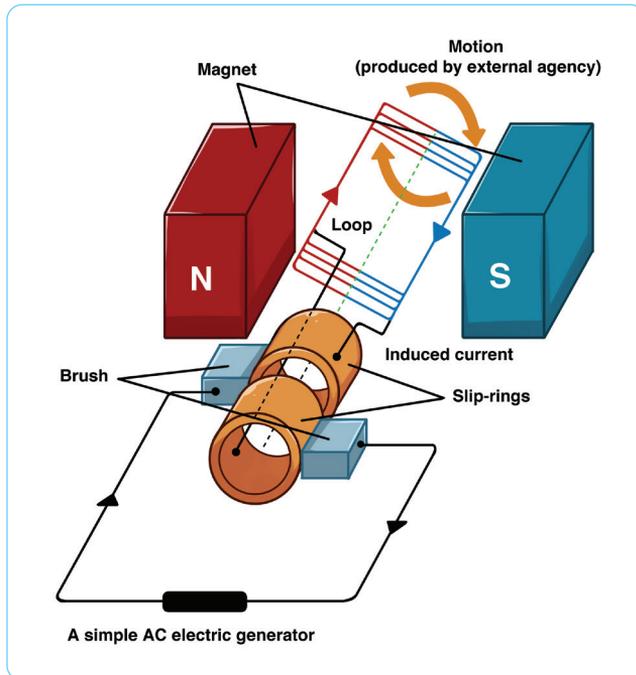
- ε = merupakan GGL induksi (Volt)
- N = jumlah lilitan kumparan
- $\Delta\Phi$ = perubahan fluks magnetik (Weber)
- Δt = selang waktu (s)

Tanda negatif menunjukkan arah gaya gerak listrik (GGL) induksi berdasarkan hukum Lorentz.

6. Generator

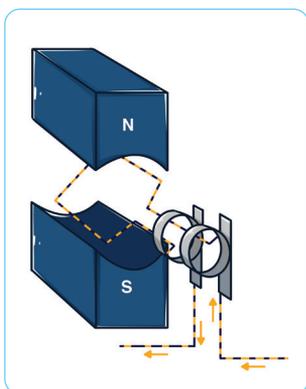
Mesin dengan energi gerak (mekanik) yang kemudian mampu menghasilkan energi listrik (elektrik) disebut dengan Generator. Generator memiliki sumber energi gerak yang bermacam-macam, misalnya pada listrik tenaga angin, generator mampu bergerak karena adanya angin yang menggerakkan kincir untuk berputar. Sama halnya dengan listrik pembangkit tenaga air yang memanfaatkan aliran air untuk menggerakkan kincir sehingga dapat berputar. Pada generator, sumber tenaga untuk menggerakkan adalah dari proses pembakaran menggunakan diesel sehingga menghasilkan listrik.

Gambar 4.22 Generator elektrik AC sederhana.



Perlu diingat bahwa generator tidak mampu memproduksi listrik, hanya mengubah bentuk energi ke bentuk lain. Prinsipnya adalah memanfaatkan energi gerak sesuai hukum faraday yaitu:

“apabila terjadi perubahan medan magnet yang terhubung ke sebuah kawat loop tertutup maka akan menimbulkan gaya gerak listrik”



Gambar 4.23 Cara kerja generator.

7. Cara Kerja Generator

Pada dasarnya gaya gerak listrik didapatkan dari memanfaatkan perubahan magnet. Sumber untuk mendapatkan energi kinetik tersebut bisa berasal dari kincir angin yang memanfaatkan hembusan angin, kincir air yang memanfaatkan aliran air hingga mesin yang menggunakan bahan bakar diesel.

8. Bagian-Bagian Generator

Untuk mengubah energi kinetik menjadi listrik diperlukan komponen utama generator sebagai berikut:

- **Rangka stator** yaitu badan utama atau body generator yang terbuat dari baja kuat.
- **Stator** adalah bagian yang menempel pada rangka generator dan terdapat lilitan stator yang mempunyai fungsi sebagai induksi gaya gerak listrik.
- **Rotor** adalah komponen generator yang berputar, terdapat kutub magnet dengan lilitan yang terbuat dari tembaga.
- **Slip ring** berbentuk menyerupai cincin terdapat 2 buah dan ikut berputar dengan rotor dan poros generator, terbuat dari tembaga atau kuningan sebagai bahan utamanya. Komponen inilah yang mempunyai peran untuk mentransfer listrik dari motor.

Ada berbagai macam ukuran dari generator AC tergantung dengan kebutuhan. Misalnya generator PLTA yang mempunyai ukuran besar karena kapasitasnya hingga ribuan kilowatt. Contoh sederhana yaitu pada dinamo sepeda yang ada pada bagian depan berfungsi untuk menyalakan lampu.

C. Energi Alternatif/ Terbarukan

Mengapa saat ini banyak bermunculan mobil-mobil/kendaraan yang digerakkan dengan energi listrik? Kenapa saat ini rumah-rumah atau jalan-jalan banyak dipasang lampu-lampu berdaya rendah? Mengapa banyak sekali seruan-seruan untuk menghemat energi? Tahukah kamu sumber-sumber energi apa saja yang dapat digunakan dalam jangka panjang? Jenis energi tersebut dikenal sebagai sumber energi alternatif atau energi terbarukan.

1. Sumber Listrik Tenaga Angin

Pembangkit Listrik Tenaga Angin mengubah energi angin menjadi energi listrik melalui sebuah turbin angin.



Gambar 4.24 Pembangkit listrik tenaga angin.

Sumber: pixabay.com/Ed White

2. Komponen-Komponen dan Cara Kerja PLTA

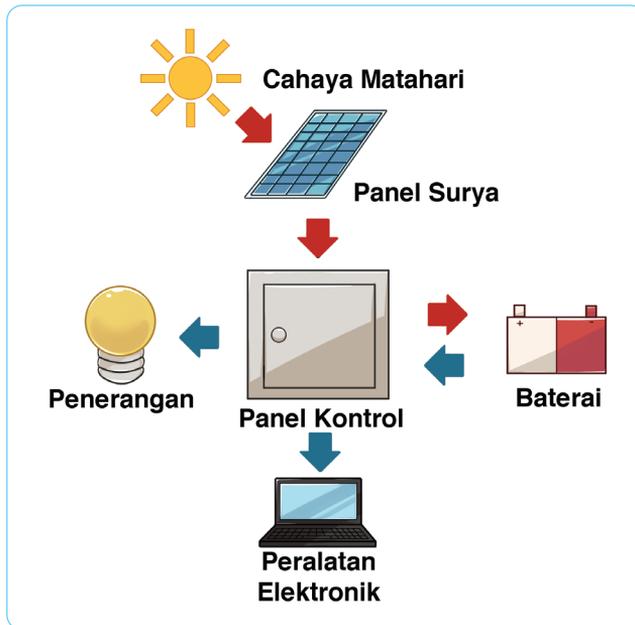
Pertama, angin akan memutar bilah turbin. Kemudian bilah turbin ini akan memutar sebuah generator, lalu menghasilkan listrik. Lengkapnya, sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Angin bisa terdiri dari satu buah turbin angin atau beberapa turbin angin yang gaya listriknya digabungkan dan disalurkan ke satu unit penyalur listrik. Gaya listrik kemudian dialirkan melalui kabel transfusi dan didistribusikan ke rumah-rumah, kantor, sekolah, dan gedung lainnya.

3. Sel Surya

a. Pengertian Sel Surya (*Solar Cell*) dan Prinsip Kerjanya

Sel Surya atau Solar Cell adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic. Efek Photovoltaic ini ditemukan oleh Henry Becquerel

pada tahun 1839. Efek Photovoltaic adalah suatu fenomena munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau *Solar Cell* sering disebut juga dengan Sel Photovoltaic (PV).



Gambar 4.25 Sel Surya.

Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Sel Surya atau *Solar Cell* ini juga memiliki kaki Positif dan kaki Negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik sama seperti Dioda Foto (Photodiode),

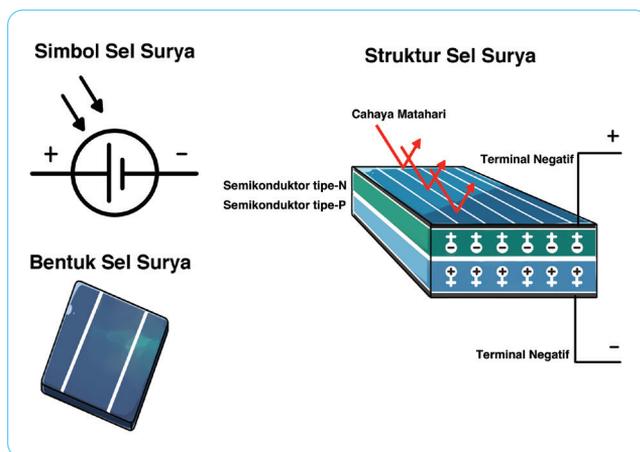
Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Dioda Foto (Photodiode) yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan luas Sel Surya tersebut menjadikan perangkat Sel Surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan Tegangan dan Arus yang lebih kuat dari Dioda Foto pada umumnya. Contohnya adalah sebuah

Sel Surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon mampu menghasilkan tegangan setinggi 0,5V dan arus setinggi 0,1A saat terkena (*expose*) cahaya matahari.

Saat ini telah banyak perangkat Sel Surya yang diaplikasikan ke berbagai macam penggunaan, mulai dari sumber listrik untuk kalkulator, mainan, pengisi baterai, hingga ke pembangkit listrik dan bahkan sebagai sumber listrik untuk menggerakkan satelit yang mengorbit bumi.

b. Struktur Dasar dan Simbol Sel Surya (*Solar Cell*)

Berikut ini adalah Struktur Dasar, bentuk dan Simbol Sel Surya (*Solar Cell*).



Gambar 4.26 Struktur dasar dan simbol sel surya.

4. Tenaga Nuklir

Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir atau PLTN adalah sebuah pembangkit daya termal yang menggunakan satu atau beberapa reaktor nuklir sebagai sumber panasnya. Prinsip kerja sebuah PLTN hampir sama dengan sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Uap atau PLTU karena menggunakan uap bertekanan tinggi untuk memutar turbin, dan putaran turbin inilah yang diubah menjadi energi listrik. Perbedaan antara

PLTN dan PLTU ialah sumber yang digunakan untuk menghasilkan panas. Sumber panas dari sebuah PLTN adalah Uranium. Reaksi pembelahan (fisi) inti Uranium menghasilkan energi panas yang sangat besar.



Gambar 4.27 Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir.

Sumber: [istockphoto.com/jotily](https://www.istockphoto.com/jotily)
istockphoto

Daya sebuah PLTN berkisar antara 40 Mwe sampai mencapai 2000 MWe, dan untuk PLTN yang dibangun pada tahun 2005 sebaran dayanya dari 600 MWe sampai 1200 MWe. Hingga tahun 2015 terdapat 437 PLTN yang beroperasi di dunia, yang secara keseluruhan menghasilkan daya sekitar 1/6 dari energi listrik dunia. Sampai saat ini, sekitar 66 unit PLTN sedang dibangun di berbagai negara, antara lain Tiongkok 28 unit, Rusia 11 unit, India 7 unit, Uni Emirat Arab 4 unit, Korea Selatan 4 unit, Pakistan dan Taiwan masing-masing 2 unit.



Gambar 4.28 Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir Uni Emirat Arab.

Sumber: [middleeastmonitor.com/Middle East, News, UAE](https://www.middleeastmonitor.com/Middle-East-News-UAE)

PLTN dikategorikan berdasarkan jenis reaktor yang digunakan. Akan tetapi pada pembangkit yang memiliki beberapa unit reaktor yang terpisah memungkinkan untuk menggunakan jenis reaktor yang berbahan bakar seperti Uranium dan Plutonium.



Mari Uji Kemampuan Kalian

1. Carilah klipings berita dari sumber-sumber energi terbarukan lainnya!
2. Lakukan analisis mengapa sumber energi tersebut dapat berlangsung lama dalam penggunaannya!
3. Dapatkah kamu menyebutkan sumber-sumber energi alternatif yang berpotensi besar yang ada di daerah tempat tinggalmu!

Proyek Akhir Bab

Pada tahun 2040, sel surya menjadi sumber energi terbarukan yang paling efektif dan terjangkau untuk memenuhi kebutuhan listrik dunia. Kalian diminta untuk merancang mobil bertenaga surya yang ramah lingkungan. Buatlah rancangan yang inovatif dan efisien. Rancangan ini akan dilombakan di tingkat dunia. Ayo, bersama kelompokmu, buatlah rancangan mobil bertenaga surya terbaik untuk membawa nama Indonesia ke kancah internasional.