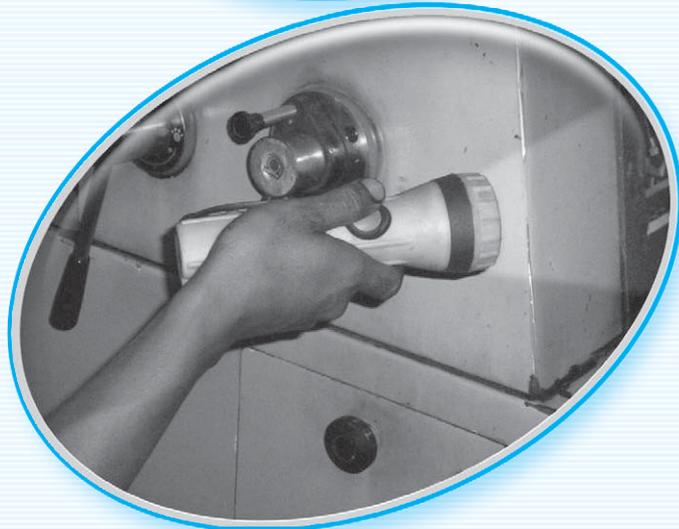


Bab VI

Sumber Arus Listrik dan Energi Listrik

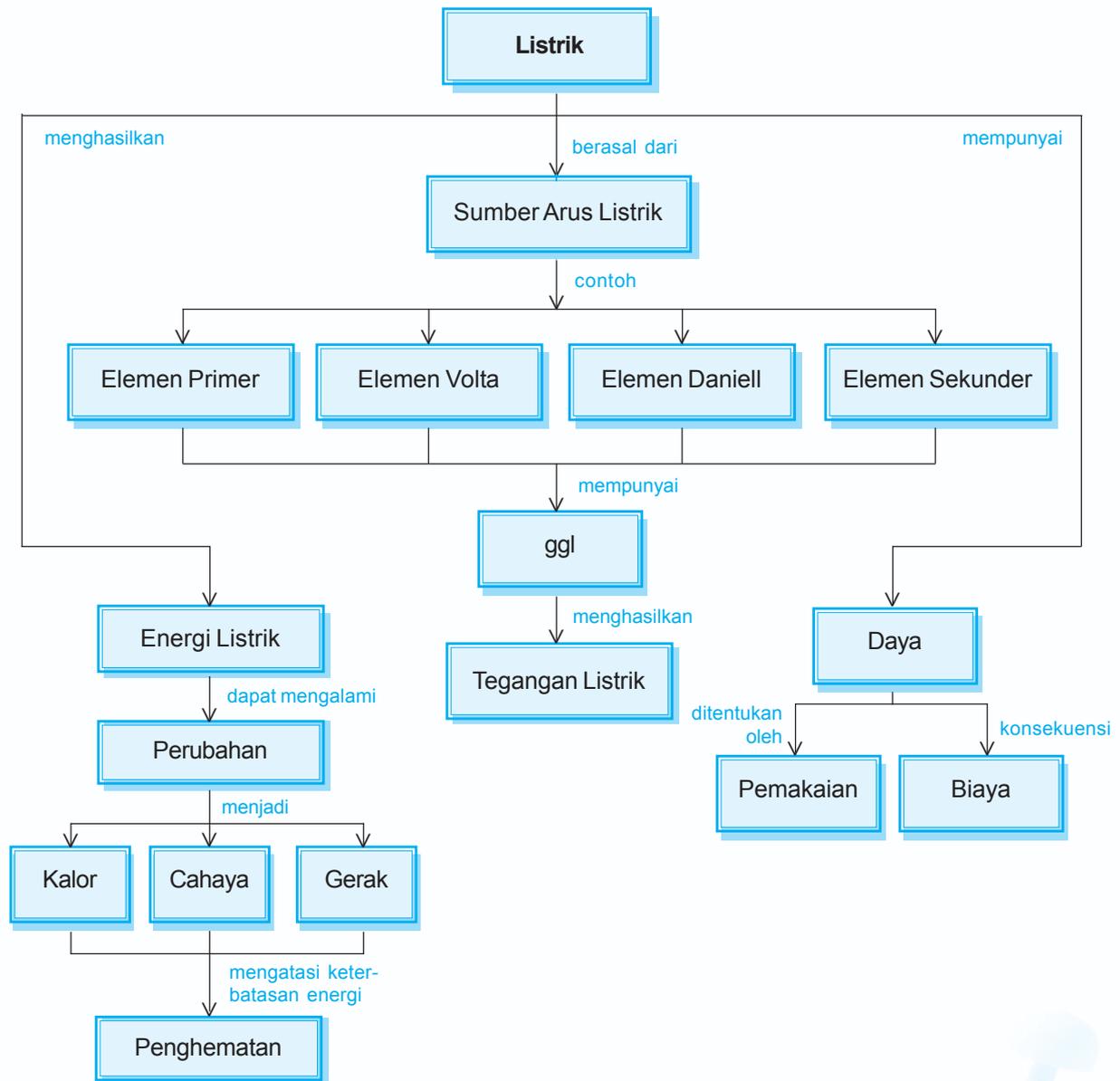


Senter dapat menyala jika dipasang baterai. Bagaimana jika baterainya melemah? Haruskah diganti dengan baterai yang baru? Apakah perbedaan antara baterai dengan akumulator (aki)?

Listrik dapat menyebabkan setrika menjadi panas sehingga dapat digunakan untuk menggosok dan menghaluskan baju. Bagaimana perubahan-perubahan energi listrik?

Konsep listrik dan penerapannya sangat perlu untuk kita pahami. Dalam pembelajaran ini, kamu dapat mendeskripsikan prinsip kerja elemen dalam menimbulkan arus listrik dan hubungan antara energi dengan daya listrik beserta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep



Kata Kunci

- daya
- elemen listrik
- energi listrik



A Sumber Arus Listrik

Dapatkan kamu menyebutkan sumber-sumber arus listrik yang ada di rumahmu? Sumber arus listrik adalah benda-benda yang dapat menghasilkan arus listrik, contohnya baterai, akumulator, elemen Volta, elemen Daniell, dan elemen Weston. Mobil-mobilan dapat bergerak karena memperoleh energi listrik dari baterai, lampu senter dapat digunakan setelah dipasang baterai ke dalamnya.

1. Gaya Gerak Listrik

Semua sumber arus listrik memiliki kemampuan memberikan gaya pada elektron sehingga elektron dari sebuah atom materi dapat bergerak. Gaya dari sumber baterai yang demikian disebut sebagai **gaya gerak listrik (ggl)**.

Gaya gerak listrik sering juga disebut tegangan. Satuan gaya gerak listrik adalah volt (V). Ggl diberi lambang E. Misal pada kulit luar baterai tercantum label 1,5 V, ini menunjukkan besarnya ggl yang dibangkitkan oleh baterai tersebut. Jadi, ggl merupakan beda potensial antara kutub-kutub sebuah sumber listrik (baterai) saat sumber tidak mengalirkan listrik (saklar terbuka).

2. Elemen Primer

Di rumahmu pasti terdapat jam dinding, bukan? Jam dinding dapat berfungsi jika telah diberi baterai. Akan tetapi semakin lama, baterai tersebut akan melemah sehingga akhirnya tidak mampu menghidupkan jam dinding tersebut. Apa yang kamu lakukan? Tentunya kamu harus mengganti baterai jam tersebut dengan baterai baru.

Mengapa arus yang diberikan oleh baterai semakin lama semakin melemah? Hal ini dikarenakan baterai tersebut sudah tidak dapat memberikan gaya gerak listrik. Adakah sumber arus listrik lain yang tidak perlu diganti dan energinya kekal? Berdasarkan kemampuannya memberikan gaya gerak listrik, sumber arus listrik dibedakan menjadi elemen primer dan elemen sekunder. Baterai yang digunakan oleh jam dinding merupakan elemen primer.

Elemen primer merupakan sebuah sumber arus listrik. Elemen primer merupakan sumber arus listrik yang bersifat sekali pakai. Artinya jika sumber arus tersebut sudah habis energinya, kamu tidak dapat mengisi elemen primer. Kamu harus mengganti sumber arus listrik tersebut dengan sumber arus yang baru.

a. Baterai

Tahukah kamu mengapa baterai dapat memberikan arus listrik? Baterai merupakan elemen kering. Jika kamu amati,



Gambar 6.1 Beberapa jenis baterai.



Gambar 6.2 Diagram elemen kering.
Sumber: Microsoft Student 2006



Gambar 6.3 Contoh peralatan yang menggunakan baterai sebagai sumber arus.



Gambar 6.4 Alessandro Volta, penemu elemen volta.
Sumber: Microsoft Student 2006

baterai memiliki dua kutub yaitu kutub positif dan kutub negatif. Kutub positif baterai berupa batang karbon yang ditenamkan ke dalam campuran mangan dioksida (MnO_2) dan amonium klorida (NH_4Cl). Kutub negatif baterai adalah lapisan paling luar yang terbuat dari seng (Zn).

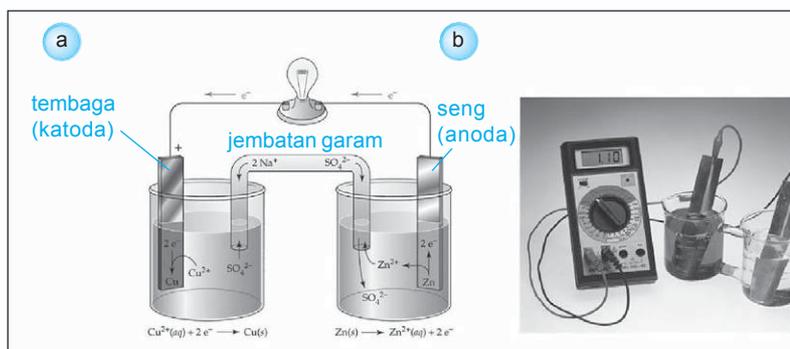
Gambar 6.2 adalah gambar baterai yang mempunyai kutub positif dan kutub negatif. Campuran mangan dioksida berfungsi sebagai zat pelindung elektrolit. Di antara lapisan paling luar yaitu seng berfungsi sebagai kutub negatif dan campuran mangan dioksida terdapat pasta amonium klorida yang berfungsi sebagai elektrolit. Di antara kutub positif dan kutub negatif ini terdapat beda potensial. Beda potensial inilah yang menyebabkan baterai tersebut dapat mengalirkan arus listrik jika dipasangkan secara benar dalam sebuah rangkaian. Suatu saat, karbon dan elektrolit dari baterai akan habis sehingga baterai tersebut tidak dapat menghasilkan arus listrik. Baterai termasuk sumber arus listrik yang tidak dapat diisi ulang.

Dengan adanya arus listrik ini, kamu akan dipermudah memperoleh sumber energi listrik yang dapat dibawa ke mana-mana, sehingga akan lebih mudah dan praktis. Baterai masih banyak digunakan pada jam dinding, radio, lampu senter, dan sebagainya. Pemanfaatan baterai dalam kehidupan sehari-hari ditunjukkan pada **Gambar 6.3**.

Penyempurnaan dari sel seng karbon adalah baterai alkalin. Ukuran, bentuk, dan tegangannya mirip dengan sel seng karbon, tetapi jika digunakan dalam suatu peralatan, sel alkalin dapat bertahan enam atau tujuh kali lebih lama dibanding sel seng karbon biasa. Dalam sel alkalin mengandung elektrolit larutan kalium hidroksida. Pelat logamnya terbuat dari nikel dan senyawa kadmium.

b. Elemen Volta

Elemen volta ini kali pertama ditemukan oleh Alessandro Volta (1745 – 1827) seorang ahli Fisika berkebangsaan Italia. Elemen volta adalah sel elektrokimia yang dapat menghasilkan arus listrik. **Gambar 6.5** memperlihatkan sebuah elemen volta.



Gambar 6.5 a. Diagram elemen volta.
 b. Beda potensial yang dihasilkan oleh elemen volta.
Sumber: www.wpsprehall.com

Elemen volta terdiri atas tabung kaca yang berisi larutan asam sulfat (H_2SO_4) dan sebagai anoda adalah logam Cu (tembaga) sedangkan kutub negatif adalah Zn (seng). Jika elektroda-elektroda seng dan tembaga dimasukkan ke dalam larutan asam sulfat, akan terjadi reaksi kimia yang menyebabkan lempeng tembaga bermuatan listrik positif dan lempeng seng bermuatan listrik negatif. Hal ini menunjukkan bahwa lempeng tembaga memiliki potensial lebih tinggi daripada potensial lempeng seng. Elektron akan mengalir dari lempeng seng menuju lempeng tembaga. Jika kedua lempeng ini dirangkaikan dengan lampu, arus akan mengalir dari lempeng tembaga ke lempeng seng sehingga lampu akan menyala. Namun, aliran arus listrik ini tidak berlangsung lama sehingga lampu akan padam. Hal ini dikarenakan gelembung-gelembung gas hidrogen yang dihasilkan oleh asam sulfat (H_2SO_4) akan menempel pada lempeng tembaga. Gelembung gas hidrogen ini akan menghambat aliran elektron. Kamu telah mengetahui bahwa arus listrik adalah aliran elektron-elektron sehingga jika aliran elektron ini terhambat, tidak akan ada arus yang mengalir. Peristiwa ini disebut polarisasi. Dengan kata lain, polarisasi adalah peristiwa tertutupnya elektroda elemen oleh hasil reaksi yang mengendap pada elektroda tersebut. Namun demikian, ide Volta inilah yang menjadi prinsip dalam pembuatan baterai dan aki.

c. Elemen Daniell

Cara kerja elemen daniell pada dasarnya sama dengan cara kerja elemen volta. Namun pada elemen daniell ditambahkan larutan tembaga sulfat ($CuSO_4$) untuk mencegah terjadi polarisasi, yang dinamakan depolarisator sehingga usia elemen dapat lebih lama. Perhatikan diagram sel daniell pada **Gambar 6.6!**

3. Elemen Sekunder

Tidak seperti elemen primer, elemen sekunder bersifat dapat diperbaharui. Artinya tegangan yang berasal dari elemen sekunder suatu saat akan habis, tetapi kamu masih dapat mengisi elemen tersebut. Contoh elemen sekunder adalah akumulator. Akumulator banyak digunakan dalam kendaraan bermotor seperti sepeda motor dan mobil.

Akumulator disebut juga elemen basah. Akumulator terdiri atas pasangan-pasangan keping timbal dan timbal dioksida. Pasangan ini disebut sel (**Gambar 6.7**). Setiap pasangan timbal dan timbal dioksida ini mampu memberikan tegangan 2 volt. Kapasitas penyimpanan sebuah aki dapat terlihat berupa tulisan angka pada aki. Contoh, pada aki tertulis 12V 40 AH, artinya aki mempunyai ggl 12 volt dan mengalirkan arus listrik 40 ampere selama 1 jam.

Sama seperti pada baterai, akumulator juga mempunyai dua buah kutub, yaitu kutub positif dan kutub negatif. Kutub negatif

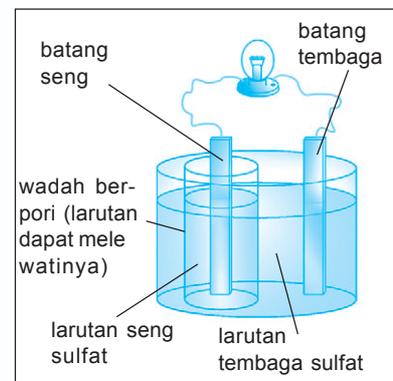
Info Sains

Sel Bahan Bakar

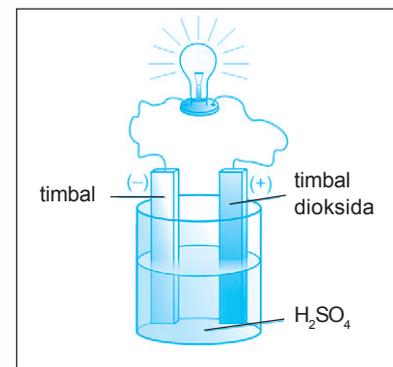
Sel bahan bakar (*fuel cell*) memanfaatkan reaksi kimia untuk menghasilkan arus listrik. Tidak seperti baterai, sel bahan bakar tetap berfungsi selama masih ada pasokan bahan bakar dan oksigen. Bahan bakar dapat berupa hidrogen atau substansi lain yang mengandung hidrogen, misalnya gas alam. Bahan bakar dan oksigen bergabung menghasilkan arus listrik dan air.

Sel bahan bakar tergolong efisien dan tidak menyebabkan polusi. Sel ini dipakai di dalam mesin wahana ruang angkasa untuk memproduksi air bersih, untuk keperluan minum, cuci, dan masak. Sel bahan bakar juga digunakan untuk mencatu daya beberapa tipe kendaraan bermotor listrik.

Sumber: *Ensiklopedia Iptek*



Gambar 6.6 Diagram elemen daniell.



Gambar 6.7 Diagram sebuah sel akumulator.

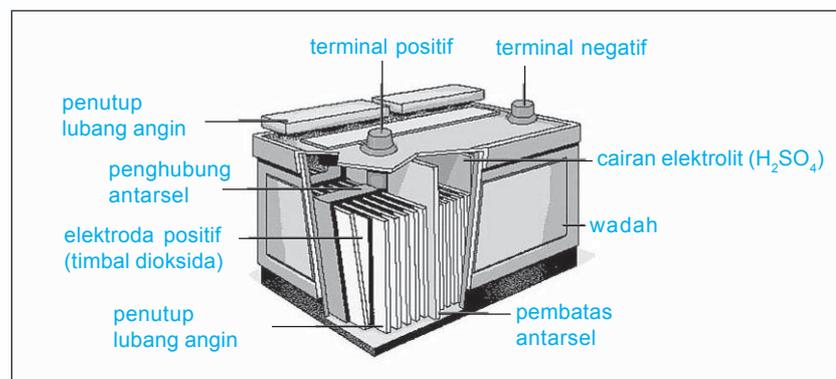
Info Sains

Baterai Handphone

Termasuk elemen apakah baterai pada telepon genggam (*handphone*)?

Baterai pada telepon genggam termasuk elemen sekunder karena baterai tersebut dapat diisi ulang jika tegangannya telah habis.

terletak pada timbal dan kutub positif pada timbal dioksida. Timbal dan timbal dioksida dicelupkan ke dalam larutan elektrolit asam sulfat. Keuntungan pemakaian elemen sekunder misalnya akumulator yaitu dapat diperbaharui. Agar akumulator dapat berfungsi kembali, perlu dimuati oleh sumber arus searah (DC).



Gambar 6.8 Penampang bagian dalam sebuah akumulator.

Sumber: Microsoft Student 2006

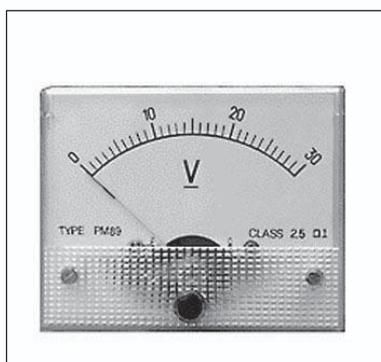
Perubahan energi saat aki digunakan yaitu dari energi kimia menjadi energi listrik. Sedangkan saat pengisian aki terjadi perubahan energi dari energi listrik menjadi energi kimia. Cara pengisian aki adalah sebagai berikut.

- Hubungkan dengan sumber tegangan arus DC yang beda potensialnya lebih tinggi dari aki tersebut.
- Arus yang mengalir kecil sehingga perlu waktu lebih lama. Hal ini bertujuan agar tidak merusakkan sel aki.
- Ukur konsentrasi larutan dengan hidrometer.
- Perhatikan ukuran kapasitas akinya dengan amperejam.

4. Tegangan Listrik

Tegangan listrik adalah beda potensial antara dua buah kutub sumber tegangan. Alat untuk mengukur tegangan disebut voltmeter. Selain tegangan antara kutub-kutub sumber tegangan, setiap alat listrik dalam sebuah rangkaian tertutup akan mempunyai tegangan yang dapat diukur dengan voltmeter. Tegangan ini disebut tegangan jepit. Jadi tegangan jepit merupakan beda potensial antara kutub-kutub sebuah sumber arus listrik ketika sumber mengalirkan arus listrik. Misalkan sebuah sumber 12 V digunakan untuk menyalakan sebuah lampu, ukurlah potensial listrik lampu tersebut dengan cara memasang voltmeter secara paralel dengan lampu. Tegangan yang terbaca pada voltmeter ini merupakan tegangan jepit atau tegangan terpakai oleh alat. Nilai tegangan jepit tergantung pada nilai hambatan bebannya. Makin besar nilai hambatan bahan makin kecil nilai tegangan jepitnya.

Untuk mengetahui cara mengukur tegangan listrik dalam suatu rangkaian listrik, lakukan **Kegiatan 6.1** berikut ini.



Gambar 6.9 Voltmeter, digunakan untuk mengukur tegangan listrik.

Kegiatan 6.1

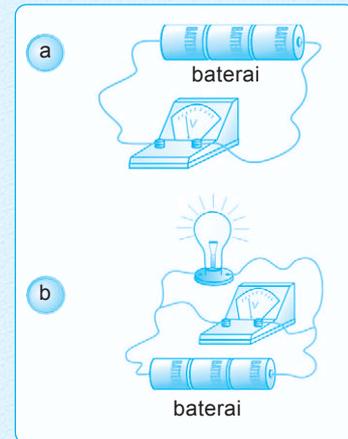
Mengukur Tegangan Listrik

Alat dan Bahan

Tiga buah batu baterai, lampu, voltmeter, serta kabel

Prosedur Kerja

1. Ukurlah tegangan dari sumber tegangan baterai yang disusun secara seri, dengan cara memasang voltmeter pada kedua kutub baterai (gambar a).
2. Catatlah angka yang ditunjukkan voltmeter tersebut.
3. Apakah angka yang ditunjukkan voltmeter sama dengan angka yang tertulis pada baterai?
4. Hubungkan baterai tersebut dengan sebuah lampu.
5. Pasanglah voltmeter secara paralel dengan lampu (gambar b).
6. Ketika rangkaian dalam keadaan tertutup, ukurlah tegangan menggunakan voltmeter.
7. Bandingkan tegangan jepit dan tegangan sumber.
8. Bagaimana kesimpulanmu?



Tugas 6.1

Carilah contoh lain dari sel sekunder, kemudian pelajari bagian-bagiannya dan prinsip kerjanya! Bacakan hasilnya di depan kelas!

Latihan 6.1

1. Apa yang dimaksud elemen primer dan elemen sekunder?
2. Jelaskan cara kerja elemen volta!
3. Apakah perbedaaan antara elemen volta dengan elemen daniell?
4. Apa yang dimaksud tegangan jepit dan GGL?
5. Bagaimana cara mengukur GGL dan tegangan jepit dengan voltmeter?



B Energi Listrik

Dapatkan kamu memberi contoh perubahan energi listrik menjadi bentuk energi lainnya dalam kehidupan sehari-hari? Dalam kehidupan sehari-hari, energi listrik dapat diubah menjadi energi kalor, energi cahaya, dan energi gerak. Nah, agar kamu lebih memahami bagaimana perubahan bentuk energi



Gambar 6.10 Peralatan listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi kalor.



Gambar 6.11 Elemen pemanas pada teko listrik.

listrik dan alat-alat yang memanfaatkan energi listrik, pelajarialah uraian berikut dengan baik.

1. Perubahan Energi Listrik Menjadi Energi Kalor

Perubahan energi listrik menjadi energi kalor dapat kamu amati pada alat-alat seperti setrika listrik, kompor listrik, solder, dan teko listrik. Perhatikan alat-alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kalor pada **Gambar 6.10!**

Tahukah kamu bagian dalam alat-alat tersebut yang dapat menghasilkan energi kalor? Alat-alat tersebut dapat menghasilkan kalor karena memiliki elemen pemanas.

Elemen pemanas merupakan sejenis hambatan listrik. Ketika elemen pemanas dialiri arus listrik selama waktu tertentu, maka sebagian arus listrik ini akan berubah menjadi energi kalor. Adanya energi kalor menyebabkan benda-benda yang berhubungan dengan konduktor elemen pemanas, seperti pakaian pada setrika listrik, bahan makanan pada kompor listrik, timah pada solder, dan air pada teko listrik, akan mengalami kenaikan suhu.

Elemen pemanas biasanya terbuat dari kawat nikrom yang dililitkan pada lempeng isolator tahan panas, seperti asbes mika. Seluruh bagian lilitan ini ditutupi lagi dengan bahan isolator yang tahan panas, seperti keramik. Alat-alat listrik tersebut aman untuk disentuh karena bagian elemen pemanas telah disekat dengan isolator tahan panas. Besarnya kalor yang dihasilkan elemen pemanas tergantung pada panjang kawat, luas penampang kawat, dan jenis kawat.

Tugas 6.2

Carilah informasi mengenai bagian-bagian setrika dan prinsip kerjanya sehingga setrika dapat menghasilkan panas! Buatlah dalam bentuk karya tulis, kemudian diskusikan hasilnya di depan kelas!

2. Perubahan Energi Listrik Menjadi Energi Cahaya

Alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi cahaya adalah lampu. Saat ini ada dua jenis lampu yang banyak digunakan, yaitu lampu pijar dan lampu neon atau lampu tabung.

Lampu pijar terbuat dari bahan filamen yang digulung menyerupai spiral. Filamen ini dipasang dalam bola kaca yang berisi gas nitrogen dan argon. Perhatikan bagian-bagian lampu pijar pada **Gambar 6.12**.

Tahukah kamu bagaimana lampu pijar dapat mengubah energi listrik menjadi energi cahaya? Filamen pada lampu pijar terbuat dari kawat tungsten yang sangat tipis dan digulung menjadi spiral rangkap. Ketika dialiri arus listrik, filamen lampu



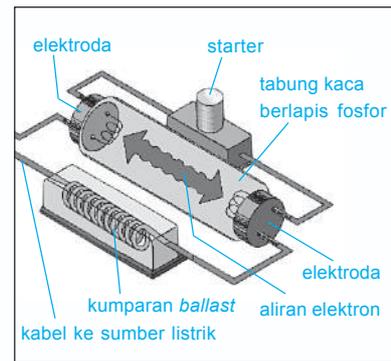
Gambar 6.12 Lampu pijar dan bagian-bagiannya.

ini berpijar sampai berwarna putih sehingga lampu memancarkan cahaya. Selain memancarkan cahaya, sebagian energi listrik yang mengalir melalui filamen lampu ini diubah menjadi kalor. Hal ini menyebabkan lampu pijar terasa panas saat kamu sentuh.

Tungsten dipilih sebagai filamen karena bahan ini tahan panas, titik leburnya mencapai 3.400°C , sehingga tungsten dapat berpijar tanpa melebur. Oleh karena filamen lampu mudah terbakar di udara, maka di dalam bola kaca lampu pijar diisi gas argon dan gas nitrogen. Gas ini tidak bereaksi dengan logam panas sehingga filamen tidak terbakar.

Lampu TL (*tube luminescent*) memiliki cara kerja yang berbeda dengan lampu pijar. Di dalam lampu TL tidak terdapat filamen, seperti pada lampu pijar. Lampu TL terdiri atas tabung kaca yang hampir hampa udara dan berisi uap raksa. Di ujung-ujung lampu TL terdapat elektroda yang diberi beda potensial yang cukup tinggi. Perbedaan beda potensial ini menghasilkan loncatan bunga api listrik di antara kedua elektroda sehingga gas yang ada di dalam lampu TL memancarkan cahaya. Cahaya tersebut mengenai lapisan fosfor yang ada dalam tabung lampu TL sehingga lapisan fosfor memendar dan lampu terlihat mengeluarkan cahaya.

Lampu TL merupakan lampu yang hemat energi. Karena lampu TL dapat mengubah 60% energi listrik menjadi energi cahaya dan 40% lainnya menjadi energi kalor. Hal ini berbeda dengan lampu pijar yang hanya mengubah 10% energi listrik menjadi energi cahaya.

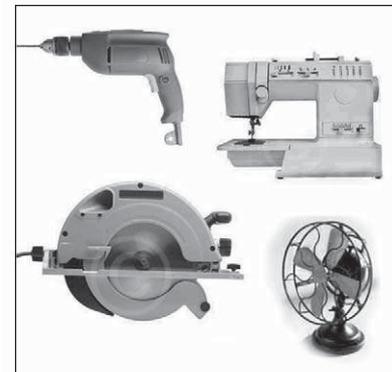


Gambar 6.13 Lampu TL dan bagian-bagiannya.

Sumber: Microsoft Student 2006

3. Perubahan Energi Listrik Menjadi Energi Gerak

Dapatkan kamu menyebutkan alat-alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak. **Gambar 6.14** memperlihatkan alat-alat yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak, di antaranya kipas angin, bor listrik, gergaji listrik, dan mesin jahit listrik. Bagaimana alat-alat tersebut dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak? Alat-alat tersebut dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak dengan bantuan motor listrik. Perubahan energi listrik menjadi energi gerak pada motor listrik dimulai dengan perubahan energi listrik menjadi induksi magnet. Induksi magnet inilah yang menyebabkan poros atau as pada alat-alat listrik bergerak.



Gambar 6.14 Alat-alat yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak.

Latihan 6.2

1. Tuliskan beberapa bentuk energi yang dapat dihasilkan dari energi listrik!
2. Tuliskan alat-alat yang dapat mengubah energi berikut!
 - a. energi listrik menjadi energi kalor
 - b. energi listrik menjadi energi gerak
3. Bagaimanakah cara kerja lampu pijar sehingga dapat menghasilkan listrik?

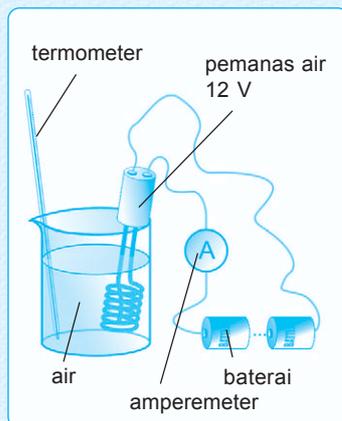
4. Apakah perbedaan antara lampu pijar dan lampu TL? Manakah di antara kedua lampu tersebut yang lebih hemat?
5. Berilah tiga contoh alat listrik yang hemat energi!

4. Hubungan Tegangan, Kuat Arus, dan Energi Listrik

Apa yang terjadi ketika lampu 3 volt dihubungkan dengan baterai sebesar 6 volt? Ketika lampu 3 volt dihubungkan dengan sumber tegangan sebesar 6 volt, lampu tersebut akan menyala sangat terang. Sebaliknya, jika lampu tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan 1,5 volt, lampu akan menyala redup. Berdasarkan uraian tersebut, besarnya energi listrik sangat bergantung pada tegangan listrik. Nah, tahukah kamu faktor-faktor lainnya yang memengaruhi besar energi listrik? Mari menyelidiki faktor-faktor yang memengaruhi besarnya energi listrik melalui kegiatan berikut.

Kegiatan 6.2

Menyelidiki Hubungan Antara Tegangan, Kuat Arus, dan Energi Listrik



Alat dan Bahan

Gelas kimia berisi air 200 mL, baterai 6 volt dan 12 volt, pemanas air 12 volt, amperemeter, termometer, stopwatch, dan kabel penghubung.

Prosedur Kerja

1. Susunlah rangkaian percobaan seperti gambar.
2. Ukurlah suhu air mula-mula. Celupkan pemanas listrik ke dalam gelas kimia yang telah diisi air 200 mL, kemudian hubungkan pemanas air dengan baterai 6 volt.
3. Ukurlah waktu yang diperlukan pemanas air untuk memanaskan 200 mL air sehingga suhunya naik sebesar 5° C.
4. Ulangi langkah 1 sampai langkah 3, tetapi pemanas air dihubungkan dengan baterai 12 V, kemudian tuliskan hasil pengamatanmu pada tabel seperti berikut.

Tegangan Baterai (V)	Kuat Arus Listrik (I)	Waktu yang diperlukan (t)	$V \cdot I \cdot t$
6 V			
12 V			

Diskusikanlah pertanyaan berikut untuk mendapatkan kesimpulan!

1. Bagaimana nilai $V \cdot I \cdot t$ jika pemanas air dihubungkan dengan baterai 6 volt ?
2. Bagaimana nilai $V \cdot I \cdot t$ jika pemanas air dihubungkan dengan baterai 12 volt?
3. Berdasarkan kegiatan yang telah kamu lakukan, apakah kesimpulan yang dapat kamu ambil?

Dari **Kegiatan 6.2**, kamu dapat mengamati bahwa besar kuat arus yang melewati pemanas air saat dihubungkan dengan tegangan 12 volt adalah dua kali lebih besar daripada saat pemanas air dihubungkan dengan sumber tegangan 6 volt. Adapun waktu yang dibutuhkan pemanas air saat dihubungkan dengan sumber tegangan 12 volt lebih cepat daripada saat pemanas air dihubungkan dengan sumber tegangan 6 volt. Dari uraian tersebut dapat diperoleh kesimpulan bahwa energi listrik sebanding dengan tegangan listrik (V), kuat arus listrik (I), dan waktu (t). Secara matematis pernyataan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$W = V \cdot I \cdot t \dots\dots\dots (6.1)$$

Kamu telah mempelajari Hukum Ohm yang menyatakan bahwa:

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{atau} \quad V = I \cdot R$$

Sehingga **Persamaan (6.1)** dapat ditulis menjadi:

$$W = V \cdot I \cdot t = V \cdot \left(\frac{V}{R}\right) \cdot t = \frac{V^2}{R} \cdot t \dots\dots\dots (6.2)$$

atau

$$W = V \cdot I \cdot t = (I \cdot R) \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t \dots\dots\dots (6.3)$$

Keterangan:

- W = energi listrik (joule)
- V = tegangan listrik (volt)
- I = kuat arus listrik (ampere)
- t = selang waktu (sekon)
- R = hambatan listrik (ohm)

Contoh

1. Sebuah lampu 220 volt dialiri arus listrik sebesar 5 ampere. Tentukanlah energi listrik yang timbul setelah lampu tersebut dialiri arus listrik selama:
 - a. 10 sekon
 - b. 5 menit

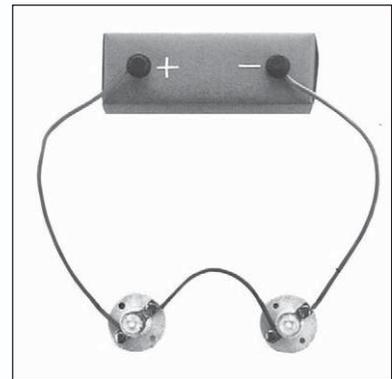
Jawab:

$V = 220$ volt

$I = 5$ ampere

- a. $t = 10$ sekon

$$\begin{aligned} W &= V \cdot I \cdot t \\ &= (220 \text{ volt}) \cdot (5 \text{ A}) \cdot (10 \text{ s}) \\ &= 11.000 \text{ joule} \end{aligned}$$



Gambar 6.15 Lampu menyala redup jika dihubungkan dengan sumber tegangan yang lebih rendah dari tegangan kerjanya.

$$\begin{aligned}
 \text{b. } t &= 5 \text{ menit} = 5 \cdot 60 \text{ sekon} = 300 \text{ sekon} \\
 W &= V \cdot I \cdot t \\
 &= (220 \text{ volt}) \cdot (5 \text{ A}) \cdot (300 \text{ s}) \\
 &= 330.000 \text{ joule}
 \end{aligned}$$

2. Sebuah setrika listrik 220 volt memiliki elemen pemanas 50 ohm. Berapa energi listrik yang dihasilkan setrika tersebut selama 5 menit?

Jawab:

$$\begin{aligned}
 V &= 220 \text{ volt} \\
 R &= 50 \text{ ohm} \\
 t &= 5 \cdot 60 \text{ s} = 300 \text{ s} \\
 W &= \dots ?
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan Persamaan (6.2) diperoleh:

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{V^2}{R} \cdot t \\
 &= \frac{220^2}{50} \cdot 300 \\
 &= 290.400 \text{ joule}
 \end{aligned}$$

3. Energi listrik yang dihasilkan sebuah elemen listrik dengan hambatan 5 ohm dan dialiri arus listrik selama 2 menit adalah 9.600 J. Berapa kuat arus listrik yang mengalir melalui elemen listrik tersebut?

Jawab:

$$\begin{aligned}
 R &= 5 \text{ ohm} \\
 W &= 9.600 \text{ J} \\
 t &= 2 \cdot 60 \text{ s} = 120 \text{ s} \\
 I &= \dots ?
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan Persamaan (6.3) diperoleh:

$$\begin{aligned}
 W &= I^2 \cdot R \cdot t \Leftrightarrow 9.600 = I^2 \cdot 5 \cdot 120 \\
 &\Leftrightarrow I^2 = \frac{9.600}{600} = 16 \\
 &\Leftrightarrow I = \sqrt{16} = 4 \text{ ampere}
 \end{aligned}$$

5. Penghematan Energi

Energi listrik yang kamu nikmati sehari-hari pada umumnya berasal dari bahan bakar fosil, seperti gas, batubara, dan minyak bumi. Ketersediaan bahan bakar fosil tersebut pada umumnya sangat terbatas. Artinya, suatu saat kita akan kehabisan bahan bakar fosil. Oleh karena itu, apa yang harus kamu lakukan agar sumber energi tidak cepat habis? Hal penting yang harus kamu lakukan adalah mulai dengan segera melakukan penghematan energi, termasuk di antaranya penghematan energi listrik.

Nah, tahukah hal-hal apa saja yang dapat kamu lakukan untuk menghemat energi listrik? Hal-hal yang dapat kamu lakukan untuk menghemat energi listrik di rumahmu adalah sebagai berikut.

1. Tidak menyalakan lampu di siang hari.
2. Mematikan televisi jika tidak ditonton.

3. Mematikan alat-alat listrik setelah selesai dipakai.
4. Menggunakan lampu hemat energi seperti lampu neon.
5. Memakai alat-alat listrik yang mempunyai daya rendah.

Setelah kamu memahami bagaimana cara menghemat energi, cobalah kamu praktikkan penghematan energi dalam kehidupan sehari-hari!

Latihan 6.3

1. Sebuah pemanas air dihubungkan ke sumber tegangan 220 V sehingga kuat arus yang mengalir sebesar 5 A. Tentukan energi listrik yang dihasilkan pemanas air setelah:
 - a. 3 sekon
 - b. 2 menit
 - c. 1 jam
2. Sebuah radio yang dihubungkan pada baterai 12 V menghasilkan arus listrik 3 A. Jika energi listrik yang diberikan radio 4.320 J, berapa lama radio tersebut dialiri arus listrik?
3. Suatu arus 2 ampere mengalir selama 1 jam melalui seutas kawat yang memiliki hambatan 100 ohm. Berapakah energi kalor yang dihasilkan?
4. Sebuah setrika listrik 220 volt memiliki elemen pemanas 36 ohm. Berapa energi listrik yang dihasilkan setrika tersebut selama 6 menit?
5. Energi listrik yang dihasilkan sebuah elemen listrik dengan hambatan 6 ohm dan dialiri arus listrik selama 6 menit adalah 1.440 J. Berapa kuat arus listrik yang mengalir melalui elemen listrik tersebut?
6.
 - a. Mengapa energi listrik harus dihemat?
 - b. Jelaskan cara-cara untuk menghemat pemakaian energi listrik!



C Daya Listrik

Pernahkah kamu melihat tulisan pada lampu pijar, seperti 5 watt, 10 watt, atau 60 watt? Atau, pernahkah kamu melihat tulisan pada setrika listrik yang membutuhkan daya 350 watt? Watt merupakan satuan daya listrik. Nah, tahukah kamu apakah daya listrik itu? Daya listrik adalah banyaknya energi listrik yang terpakai setiap sekonnya. Satuan daya listrik adalah watt, 1 watt = 1 joule/sekon. Secara matematis, persamaan daya listrik dinyatakan sebagai berikut.

$$P = \frac{W}{t} \quad \dots\dots (6.4)$$

Keterangan:

- P = daya listrik (watt)
 W = energi listrik (joule)
 t = selisih waktu (sekon)

Satuan daya lainnya:

a. kilowatt (kW), 1 kW = 103 W

b. megawatt (MW), 1 MW = 106 W

Dari Persamaan (6.1) telah diketahui bahwa $W = V \cdot I \cdot t$, sehingga daya listrik dapat juga dituliskan sebagai berikut.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{V \cdot I \cdot t}{t} = V \cdot I \dots\dots\dots (6.5)$$

Dengan mengganti $V = V \cdot I$, diperoleh:

$$P = V \cdot I = (I \cdot R) \cdot I = I^2 \cdot R \dots\dots\dots (6.6)$$

Dengan mengganti , diperoleh:

$$P = V \cdot I = V \cdot \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R} \dots\dots\dots (6.7)$$

Contoh

1. Sebuah radio 150 watt, 220 volt dihubungkan dengan sumber tegangan listrik 220 volt selama 1 menit. Berapa banyak energi listrik yang digunakan?

Jawab:

$$P = 150 \text{ watt}$$

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

$$t = 1 \text{ menit} = 1 \cdot 60 \text{ s} = 60 \text{ s}$$

$$W = \dots ?$$

Dengan menggunakan Persamaan (6.4) diperoleh:

$$P = \frac{W}{t} \Leftrightarrow 150 = \frac{W}{60}$$

$$\Leftrightarrow W = 150 \cdot 60 \\ = 9.000 \text{ J}$$

2. Sebuah sekering dipasang pada tegangan 220 volt menyebabkan arus mengalir sebesar 3 A. Berapa daya sekering tersebut?

Jawab:

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

$$I = 3 \text{ ampere}$$

$$P = \dots ?$$

Dengan menggunakan Persamaan (6.5) diperoleh:

$$P = V \cdot I$$

$$= 220 \cdot 3$$

$$= 660 \text{ watt}$$

3. Sebuah pemanas air mempunyai elemen pemanas dengan hambatan 100 ohm dialiri arus listrik sebesar 5 ampere. Berapakah daya listrik pemanas air tersebut?

Jawab:

$$R = 100 \text{ ohm}$$

$$I = 5 \text{ ampere}$$

$$P = \dots ?$$

Dengan menggunakan Persamaan (6.6) diperoleh:

$$P = I_2 \times R$$

$$= 52 \times 100$$

$$= 2.500 \text{ watt}$$

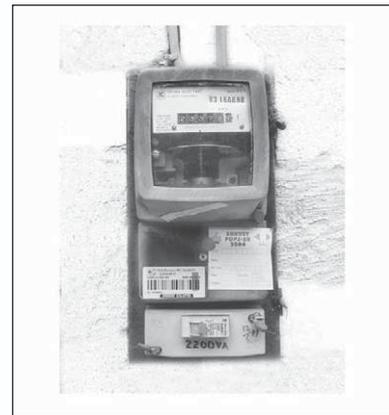
4. Sebuah lampu listrik bertuliskan 40 W, 220V. Apakah artinya?

Jawab:

Lampu bertuliskan 40 W, 220 V artinya lampu tersebut memerlukan daya 40 W atau energi 40 joule/sekon jika dipasang pada tegangan 220 volt.

Setelah kamu memahami hubungan antara daya listrik dengan energi listrik, dapatkah kamu menghitung berapa besarnya biaya pemakaian energi listrik di rumahmu? Energi listrik yang digunakan di rumahmu disuplai oleh PLN. PLN menggunakan kWh meter untuk mengukur penggunaan energi listrik oleh konsumen dalam satuan kilowatt jam (kWh = kilowatt hour). Satu kWh adalah besarnya energi listrik yang digunakan selama 1 jam dengan daya listrik sebesar 1.000 watt.

Pernahkah kamu mengamati kuitansi pembayaran rekening listrik di rumahmu? Perhatikan contoh rekening listrik pada Gambar 6.17 berikut ini.



Gambar 6.16 Salah satu jenis kWh meter yang digunakan untuk mengukur penggunaan energi listrik oleh konsumen.

SURAT KETetapan PAJAK DAERAH (SKPD)		REKENING LISTRIK	
PAJAK PENERANGAN JALAN		KODE PP	KODE KEL
PEMDA		MB	2
<input type="checkbox"/> Kota Surakarta <input type="checkbox"/> Kab. Klaten <input type="checkbox"/> Kab. Karanganyar <input type="checkbox"/> Kab. Sukoharjo <input type="checkbox"/> Kab. Sragen <input type="checkbox"/> Kab. Wonorejo <input type="checkbox"/> Kab. Boyolali		PERIODE PEMBAYARAN	
BULAN: 12-05 NAMA: L. WARSITO		TGL. 06-20	
ALAMAT: KPSUKOREJO RT2 RW16 KADIPIRO 00000 00000		TEMPAT PEMBAYARAN	
NO. PELANGGAN: BS-073095-6		TS/Tunggakan UPJ Manahan	
PAJAK PENERANGAN JALAN % X Rp. 23.945		SUDAH TERIMA DARI: WARSITO NAMA: WARSITO ALAMAT: KPSUKOREJO RT2 RW16 KADIPIRO GARDU TIANG: 040/ZEL -SID -1 NO. PELANGGAN: 520520730953 KADIPI BS-073095-6	
Rp. 2.155		UANG SEJUMLAH: //DUA PULUH ENAM RIBU SEMBILAN RATUS EMPAT PULUH LIMA RUPIAH//	
TERBILANG 5 //DUA RIBU SERATUS LIMA PULUH LIMA RUPIAH//			
PERINCIAN REKENING LISTRIK			
RP. BEBAN 18.000 RP. BLK-1 5.500 RP. BLK-2 445 RK 3.000		ANGGKA KEDUDUKAN METER AKHIR: 476 LALU: 455 FAKTOR: 1 PEMAKAIAN kWh: 20	
RP. TAGIHAN = 29.100		JUMLAH: 26.945	
KASI PENETAPAN		MANAJER	
BEA METERAI LUNAS SESUAI KEPUTUSAN NO. Untuk Pelayanan Gangguan, Hubungi: KOTA 641123, MANAHAN 723237-712913			

Gambar 6.17 Contoh kuitansi rekening listrik.

Nah, agar kamu lebih memahami bagaimana cara menghitung biaya pemakaian listrik di rumahmu, perhatikan contoh soal berikut.

Contoh

Dalam sebuah rumah terdapat 6 buah lampu 25 watt, 2 buah lampu 60 watt, sebuah radio 100 watt, dan sebuah televisi 150 watt yang dinyalakan selama 5 jam setiap harinya. Jika harga 1 kWh sebesar Rp 200,00, berapakah biaya pemakaian listrik selama 1 bulan (30 hari)?

Jawab:

Daya total alat-alat listrik adalah:

$$\begin{aligned} P &= (6 \times 25 \text{ W}) + (2 \times 60 \text{ W}) + (1 \times 100 \text{ W}) + (1 \times 150 \text{ W}) \\ &= 150 \text{ W} + 120 \text{ W} + 100 \text{ W} + 150 \text{ W} \\ &= 520 \text{ W} \end{aligned}$$

Pemakaian selama 1 bulan = 5 jam \times 30 hari = 150 jam.

Energi listrik selama 1 bulan adalah:

$$\begin{aligned} W &= P \times t \\ &= 520 \text{ watt} \times 150 \text{ jam} \\ &= 78.000 \text{ watt jam} \text{ (1 kWh = 1.000 watt jam)} \\ &= 78 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Jadi, biaya listrik yang harus dibayar adalah 78 kWh \times Rp 200,00 = Rp 15.600,00.

Latihan 6.4

1. Berapakah daya sebuah pemanas air yang dialiri arus listrik 4 ampere dari sumber tegangan 220 volt?
2. Sebuah setrika listrik dengan hambatan 150 ohm dialiri arus listrik sebesar 10 ampere. Berapakah daya setrika listrik tersebut?
3. Sebuah alat listrik yang memiliki hambatan 20 ohm dihubungkan dengan sumber tegangan 220 volt. Berapakah daya listrik alat listrik tersebut?
4. Pada sebuah lampu pijar tertulis 100 W, 220 V. Jika lampu pijar tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan 150 volt, tentukan daya listrik yang diserap lampu!
5. Dalam sebuah rumah terdapat 6 buah lampu 25 watt, 3 buah lampu 60 watt, 1 buah televisi 150 watt, 1 buah lemari es 200 watt, dan 1 buah radio 100 watt yang dinyalakan selama 5 jam setiap harinya. Jika harga 1 kWh adalah Rp 250,00, berapakah biaya pemakaian listrik dalam 1 bulan (30 hari)?

Rangkuman

- Gaya gerak listrik atau tegangan adalah gaya dari sumber arus listrik pada elektron sehingga elektron dari sebuah atom materi dapat bergerak.
- Sumber arus listrik dibedakan menjadi elemen primer dan elemen sekunder.
 - a. Elemen primer merupakan sumber arus listrik yang bersifat sekali pakai, misalnya baterai.
 - b. Elemen sekunder merupakan sumber arus listrik yang dapat diperbaharui, misalnya akumulator.

- Tegangan listrik adalah beda potensial antara dua buah kutub sumber tegangan. Alat untuk mengukur tegangan disebut voltmeter.
- Energi listrik dapat diubah menjadi bermacam-macam energi lain yang bermanfaat bagi kehidupan manusia.
 - a. Perubahan energi listrik menjadi energi kalor digunakan pada alat-alat seperti setrika listrik, kompor listrik, solder, dan teko listrik.
 - b. Perubahan energi listrik menjadi cahaya digunakan pada lampu listrik untuk penerangan.
 - c. Perubahan energi listrik menjadi energi gerak digunakan pada alat-alat seperti kipas angin, bor listrik, gergaji listrik, dan mesin jahit listrik.
- Energi listrik sebanding dengan tegangan listrik (V), kuat arus listrik (I), dan waktu (t).

$$W = V \cdot I \cdot t$$

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{atau} \quad V = I \cdot R$$

$$W = V \cdot I \cdot t = V \cdot \left(\frac{V}{R}\right) \cdot t = \frac{V^2}{R} \cdot t$$

$$\text{atau} \quad W = V \cdot I \cdot t = (I \cdot R) \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t$$

- Hal-hal yang dapat dilakukan untuk menghemat energi listrik adalah sebagai berikut.
 - a. Tidak menyalakan lampu di siang hari.
 - b. Mematikan televisi jika tidak ditonton.
 - c. Mematikan alat-alat listrik setelah selesai dipakai.
 - d. Menggunakan lampu hemat energi seperti lampu neon.
 - e. Memakai alat-alat listrik yang mempunyai daya rendah.
- Daya listrik adalah banyaknya energi listrik yang terpakai setiap sekonnya. Satuan daya listrik adalah watt.

$$\text{Dirumuskan: } P = \frac{W}{t}$$

Refleksi

Kamu telah selesai mempelajari materi **Sumber Arus Listrik dan Energi Listrik** dalam bab ini. Sebelum melanjutkan pelajaran bab VII (Semester II), lakukan evaluasi diri dengan menjawab beberapa pertanyaan di bawah ini. Jika semua pertanyaan dijawab dengan 'ya', berarti kamu telah menguasai bab ini dengan baik. Namun jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', kamu perlu mempelajari lagi materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada kesulitan atau ada hal-hal yang sukar dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

1. Apakah kamu dapat menyebutkan berbagai sumber arus listrik dan arus listrik yang dihasilkannya?
2. Dapatkah kamu menjelaskan peranan sistem ekskresi terhadap kesehatan dan gangguan atau kelainan yang dapat terjadi pada sistem ekskresi?
3. Dapatkah kamu memberikan contoh perubahan energi listrik menjadi bentuk energi yang lain yang banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari?

4. Dapatkah kamu menghitung besarnya energi listrik yang melalui suatu hambatan atau peralatan listrik?
5. Apakah kamu dapat menjelaskan cara menghitung daya listrik yang digunakan untuk menjalankan suatu peralatan listrik?
6. Dapatkah kamu memberi contoh penerapan energi dan daya listrik dalam kehidupan sehari-hari dan upaya-upaya untuk menghemat pemakaian energi listrik?

Latih Kemampuan

6

Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Tegangan yang dimiliki sebuah alat listrik disebut
 - a. tegangan jepit
 - b. ggl
 - c. hambatan
 - d. penguat
2. Jika sebuah akumulator polaritasnya semakin tinggi, maka
 - a. arusnya habis
 - b. arusnya tetap
 - c. arusnya bertambah
 - d. ggl berkurang
3. Elemen volta tidak dapat mengalirkan arus dalam waktu yang lama, sebab
 - a. timbul gelembung gas yang menempel pada katoda
 - b. timbul gelembung gas yang menempel pada anoda
 - c. timbul gelembung gas yang menempel pada seng
 - d. asam sulfat menempel pada kutub negatif
4. Untuk mengukur tegangan, sebuah alat ukur voltmeter harus dipasang
 - a. seri
 - b. paralel
 - c. boleh paralel atau seri
 - d. tidak ada aturan
5. Ketika akumulator diisi ulang terjadi perubahan energi dari
 - a. listrik ke mekanik
 - b. mekanik ke listrik
 - c. kimia ke listrik
 - d. listrik ke kimia
6. Beda potensial antara ujung-ujung sumber tegangan disebut
 - a. ggl
 - b. tegangan jepit
 - c. tegangan sekunder
 - d. tegangan primer
7. Berikut adalah termasuk elemen basah, **kecuali**
 - a. elemen volta
 - b. baterai
 - c. akumulator
 - d. elemen daniell
8. Larutan yang digunakan dalam elemen volta adalah
 - a. CuSO_4
 - b. H_2SO_4
 - c. H_2O
 - d. CuCl_2
9. Pada suatu kawat penghantar yang mempunyai beda potensial 10 volt mengalir arus listrik 2 ampere setiap detiknya. Energi kalor yang ditimbulkan adalah sebesar

a. 0,2 J	c. 20 J
b. 5,0 J	d. 40 J
10. Pada sebuah alat listrik yang dihubungkan ke sumber tegangan 220 volt mengalir arus sebesar 0,25 ampere. Besar daya alat listrik tersebut adalah
 - a. 55 watt
 - b. 110 watt
 - c. 165 watt
 - d. 275 watt
11. Sebuah radio dipasang pada tegangan 220 volt sehingga arus yang mengalir melalui radio tersebut adalah 1,5 ampere. Daya radio tersebut adalah

- a. 220 watt
 - b. 330 watt
 - c. 440 watt
 - d. 546 watt
12. Berikut ini yang merupakan tindakan pemborosan pemakaian energi listrik adalah
- a. mengurangi penggunaan peralatan listrik
 - b. menyalakan lampu di siang hari
 - c. membatasi pemakaian peralatan listrik
 - d. memilih peralatan listrik yang mempunyai daya rendah
13. Besar pemakaian listrik di rumahmu diukur dengan menggunakan
- a. voltmeter
 - b. amperemeter
 - c. wattmeter
 - d. meteran
14. Lima buah lampu masing-masing 20 watt dan empat buah lampu masing-masing 100 watt dinyalakan selama 8 jam. Jika harga 1 kWh Rp150,00, biaya pemakaian listrik selama satu bulan adalah
- a. Rp10.000,00
 - b. Rp12.000,00
 - c. Rp15.000,00
 - d. Rp18.000,00
15. Berikut yang tidak merupakan sumber energi alternatif adalah
- a. angin
 - b. panas bumi
 - c. batubara
 - d. sel surya

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. a. Tuliskan sumber arus listrik yang termasuk elemen primer dan elemen sekunder!
b. Jelaskan cara kerja elemen volta dan elemen daniell!
2. Tuliskan faktor-faktor yang mempengaruhi besar energi listrik!
3. Hitunglah energi listrik yang dipakai pada alat-alat berikut!
 - a. Sebuah TV yang dihubungkan pada sumber tegangan 220 V dengan arus 500 mA selama 1 jam.
 - b. Pemanas air dengan hambatan 250 ohm yang menarik arus 2 ampere selama setengah jam.
 - c. Lampu pijar 60 watt yang dinyalakan selama 12 jam.
4. Hitunglah daya listrik pada alat-alat berikut!
 - a. Sebuah pemanas yang memberikan energi 2,75 kJ selama 15 menit.
 - b. Lampu neon 960 ohm yang dihubungkan dengan daya 120 volt.
 - c. Setrika listrik 220 volt yang menarik arus sebesar 3 ampere.
5. Dalam sebuah rumah terdapat 6 buah lampu 10 watt, 5 buah lampu 60 watt, 1 buah televisi 200 watt, 1 buah lemari es 150 watt, 1 buah radio 100 watt, dan 1 buah dispenser 120 watt yang dinyalakan selama 10 jam setiap harinya. Jika harga 1 kWh adalah Rp 225,00, berapakah biaya pemakaian listrik dalam 1 bulan (30 hari)?

Wacana Sains

Sumber Energi dari Sampah

Beberapa kota besar di dunia memecahkan masalah pembuangan limbah dengan membakar sampah menjadi uap untuk pemanasan dan pembangkit tenaga listrik. Kiranya terdapat 50 fasilitas seperti itu di Amerika Serikat. Limbah dapat menghasilkan hampir sebanyak energi yang dikeluarkan batu bara yang dibakar. Batu bara meng-

hasilkan energi panas dari 28 – 38 juta joule per kg. Koran usang yang kering dapat membangkitkan 20 juta joules per kg, sedangkan sisa daging yang dimasak menghasilkan 29 juta joule tiap kg.

Persoalan yang terbesar dari pabrik-pabrik seperti itu adalah polusi udara. Suatu pemecahan yang dipakai oleh sebuah pabrik pembakar sampah di Saugus, Massachusetts, menggunakan alat-alat elektrostatis yang menghapuskan partikel debu dan partikel lain yang keluar dari pipa pembuangan gas dengan memakai daya tarik listrik. Jenis lain dari alat penghapus menggunakan air untuk membersihkan partikel dari asap. Sebagai pengganti pembakaran, sampah dapat diubah secara kimia menjadi suatu bahan bakar gas dengan bantuan bakteri. Tentu saja, ini terjadi di dalam tanah.



Bakteri anaerob, yang tidak memerlukan udara untuk hidup, mengubah limbah menjadi metana. Kadang-kadang tempat sampah seperti ini meledak bila gas terbakar. Perusahaan memanfaatkan gas ini, memprosesnya, dan menjualnya. Proses akan lebih efisien jika logam dan kaca diambil seperti halnya sampah berada dalam pabrik pembakaran sampah dan sampah yang diragikan dalam keadaan terkendali.

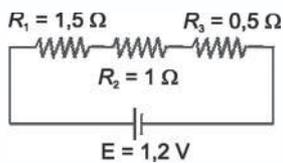
Kotoran juga merupakan sebuah sumber metana yang dapat diperdagangkan. Metana terbukti lebih murah, lebih bersih, dan tidak merusak mesin daripada bensin.

Latihan Semester I

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- Fungsi ginjal adalah untuk
 - menawarkan racun
 - menampung urin
 - membentuk glikogen
 - menyaring darah
- Bagian lidah yang paling peka terhadap rasa asam adalah
 - tengah lidah
 - ujung lidah
 - pangkal lidah
 - tepi/pinggir lidah
- Hormon yang dihasilkan alat kelamin wanita adalah
 - estrogen
 - androgen
 - testosteron
 - parathormon
- Berikut merupakan fungsi dari saraf simpatik, *kecuali*
 - mempercepat denyut jantung
 - memperlebar pembuluh darah
 - memperlebar pupil pada mata
 - menurunkan kadar gula dalam darah
- Pada musim kemarau pohon jati menggugurkan daunnya merupakan bentuk adaptasi
 - tingkah laku
 - morfologis
 - fisiologis
 - musim
- Organisme yang dapat berkembangbiak secara vegetatif dan generatif adalah
 - cacing tanah
 - Hydra*
 - belalang
 - bekicot
- Cadangan makanan pada telur burung terdapat pada
 - amnion
 - kuning telur
 - alantois
 - albumen
- Perkembangbiakkan dengan rhizoma terjadi pada tanaman
 - ketela pohon
 - kentang
 - kencur
 - ubi jalar
- Ercis berbiji bulat (BB) disilangkan dengan ercis berbiji keriput (bb). Keturunan pertamanya menghasilkan ercis dengan genotipe
 - BB
 - bb
 - Bb
 - Bk
- Persilangan antara jeruk berbuah besar manis (BBMM) dengan jeruk berbuah kecil masam (bbmm) akan menghasilkan F_1 dengan genotipe
 - BBmm
 - BbMm
 - BbMM
 - bbMM
- Penyakit keturunan pada manusia yang tidak terpaut dengan kromosom seks contohnya
 - hemofilia
 - buta warna
 - anodontia
 - perasa PTC
- Contoh produk bioteknologi konvensional adalah
 - tempe, tape, kecap, dan anggur sari buah
 - asam amino, kecap, vaksin, dan enzim
 - enzim, vaksin, asam amino, dan antibiotika
 - tempe, asam amino, antibiotika, dan cuka
- Pada kultur jaringan, eksplan yang dikulturkan akan tumbuh menjadi massa sel yang belum mengalami diferensiasi yang disebut
 - plantlet
 - kalus
 - totipotensi
 - meristem
- Pernyataan tentang Hukum Coulomb yang tidak benar adalah
 - besarannya dipengaruhi oleh muatan
 - besarannya dipengaruhi oleh jarak
 - besarannya dipengaruhi oleh medium
 - besarannya hanya dipengaruhi oleh salah satu muatan saja
- Muatan listrik sebesar 40 C dipindahkan dari benda 1 ke benda 2. Jika diketahui usaha untuk memindahkan benda tersebut 120 J, beda potensial listrik antara benda 1 dan benda 2 adalah
 - 1 J/C
 - 2 J/C
 - 3 J/C
 - 4 J/C

16. Arus listrik adalah
- besarnya hambatan dalam suatu rangkaian
 - banyaknya muatan yang mengalir per satuan waktu
 - banyaknya elektron dalam suatu atom
 - besarnya beda potensial antara dua titik
17. Besar arus yang mengalir melalui rangkaian gambar di bawah ini adalah



- 0,3 A
 - 0,4 A
 - 2,5 A
 - 4,4 A
18. Gaya gerak listrik dimiliki oleh
- ohmmeter
 - resistor
 - voltmeter
 - sumber tegangan

19. Sebuah elemen volta dikatakan habis jika
- terjadi pengutuban
 - terjadi gelembung
 - cairannya habis
 - elektrodanya habis
20. Berikut ini alat yang menyerap energi listrik paling banyak jika dihubungkan dengan sumber tegangan 220 volt adalah
- pompa listrik 110 watt yang menyala selama setengah jam
 - setrika listrik 350 watt yang menyala selama satu jam
 - TV 80 watt yang menyala 12 jam
 - pemanas air 150 watt yang menyala setengah jam

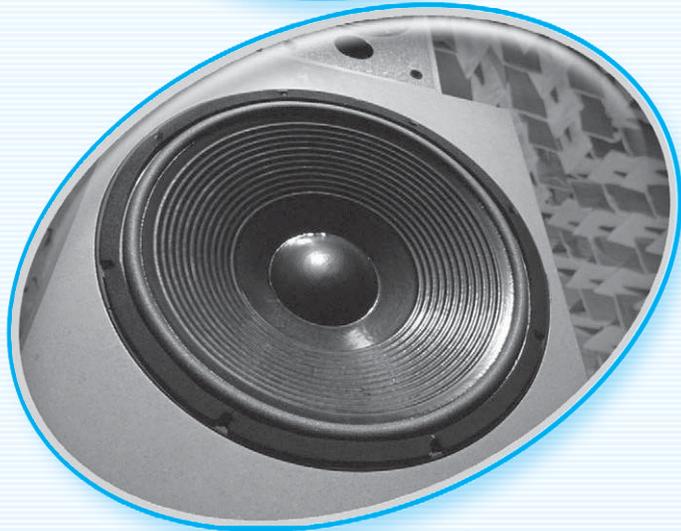
B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar!

- Jelaskan mengapa orang yang tuna netra dapat dengan mudah memahami huruf *Braille*!
- Apa perbedaan dan persamaan sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi?
- Apa yang harus dilakukan oleh suatu makhluk hidup agar kelestarian jenisnya tetap terjaga?
- Jelaskan pembuahan tunggal yang terjadi pada tumbuhan gymnospermae. Apa perbedaannya dengan pembuahan ganda?
- Pada ercis, biji kuning (K) dominan terhadap biji hijau (k). Biji bulat (B) dominan terhadap biji keriput (b). Bila ercis yang berbiji kuning bulat homozigot disilangkan dengan ercis berbiji hijau keriput homozigot, semua keturunan pertamanya (F1) berbiji kuning bulat. Buatlah diagram perkawinan jika keturunan pertama itu dikawinkan sesamanya. Tentukan pula perbandingan fenotipe dan genotipe pada F2.
- Jelaskan prinsip dari kultur jaringan tumbuhan. Jenis tumbuhan apakah yang sering diperbanyak dengan kultur jaringan?
- Jelaskan apa yang dimaksud dengan istilah-istilah berikut ini!
 - medan listrik
 - beda potensial listrik
 - hubungan singkat atau korsleting
 - gaya gerak listrik
- Tuliskan contoh-contoh aplikasi rangkaian seri dan rangkaian paralel!
- Jelaskan cara kerja elemen Volta dan elemen Daniell!
- Sebuah lemari es dinyalakan rata-rata 6 jam sehari. Lemari es tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan 220 volt dan membutuhkan arus sebesar 2,5 A. Jika harga 1 kWh Rp150,00, Berapakah biaya pemakaian energi listrik selama sebulan (30 hari)!

Semester II

Bab VII

Kemagnetan

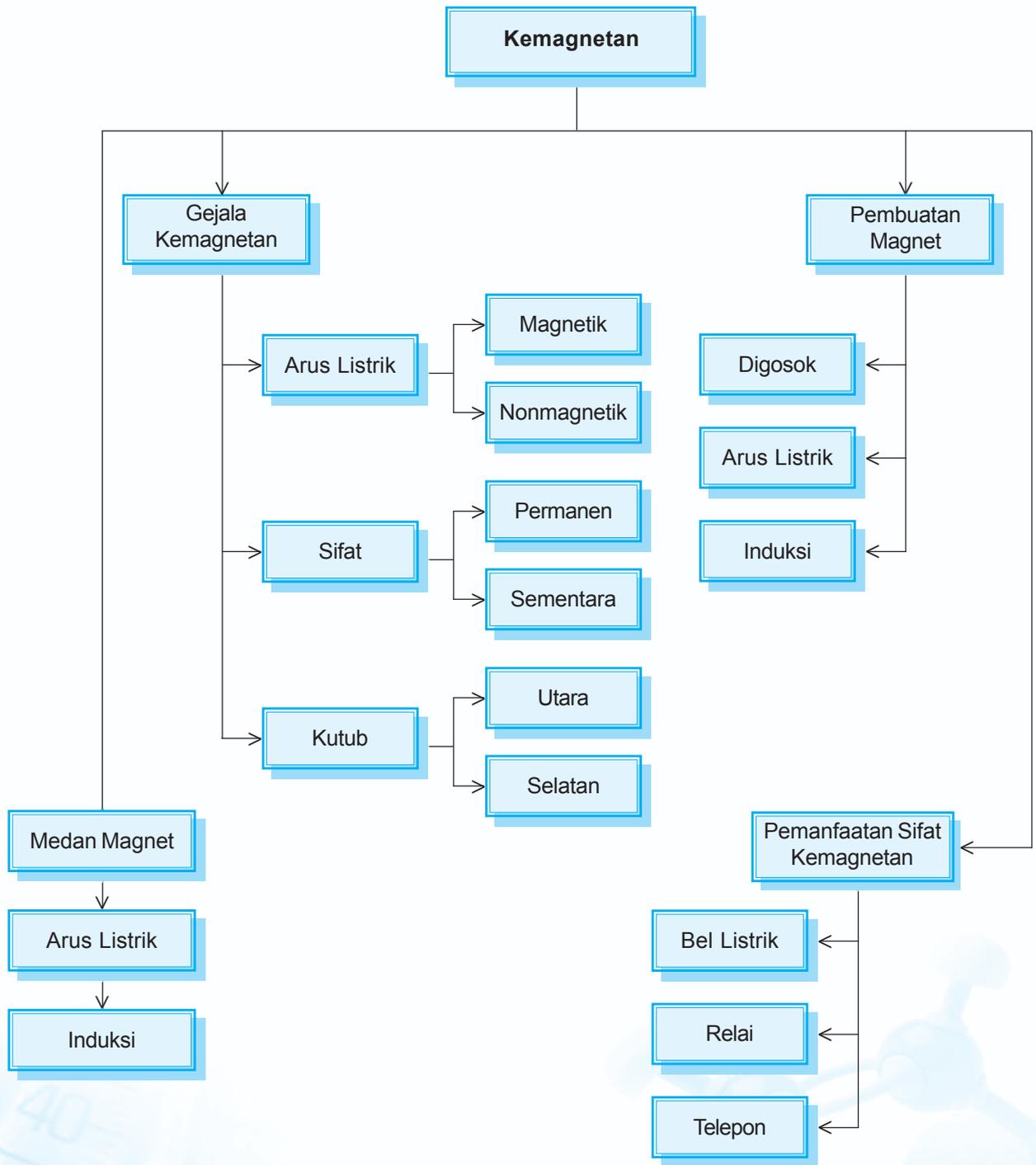


Kompas adalah alat penunjuk arah yang menggunakan magnet sebagai bahan utamanya. Mengapa jarum kompas selalu menunjuk arah utara dan selatan?

Sekarang, banyak sekali alat yang diciptakan dengan memanfaatkan sistem kemagnetan seperti alat penghasil suara yang biasa digunakan untuk mendengarkan musik. Bagaimana prinsip kerja alat-alat yang menggunakan sistem kemagnetan?

Mari kita pahami konsep kemagnetan dan penerapannya. Dalam pembelajaran bab ini, kamu dapat menvelediki gejala kemagnetan, cara membuat magnet, dan mendeskripsikan pemanfaatan kemagnetan dalam produk teknologi.

Peta Konsep



Kata Kunci

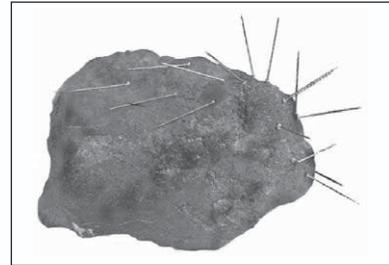
- gaya Lorentz
- induksi
- kompas
- magnet

A. Gejala Kemagnetan

Pada beberapa abad yang lalu, kira-kira 600 SM, bangsa Yunani telah menemukan batuan di daerah Magnesia yang dapat menarik potongan besi dan baja. Batu inilah yang saat ini dikenal dengan nama **magnet**, seperti ditunjukkan pada **Gambar 7.1**.

Pada **Gambar 7.1**, kamu dapat mengamati bahwa magnet dapat menyebabkan paku-paku di sekitarnya yang terbuat dari besi menempel. Gaya yang menarik dan menyebabkan paku-paku tersebut menempel dinamakan **gaya magnetik**.

Secara sederhana, **kemagnetan** dapat diartikan sebagai tarikan sebuah magnet pada bahan-bahan magnetik. Tahukah kamu apa saja yang termasuk bahan magnetik itu? Mari kita selidiki dengan melakukan kegiatan berikut!



Gambar 7.1 Batu yang dapat menarik potongan besi, kemudian disebut magnet.

Kegiatan 7.1

Menyelidiki Bahan-Bahan Magnetik

Alat dan bahan:

Sebuah magnet, peniti, karet penghapus, penjepit kertas (klip), sendok, kertas, pensil, pulpen, jarum, penggaris, dan paku payung.

Prosedur kerja:

Dekatkan benda-benda tersebut pada magnet, kemudian amatilah benda apa saja yang tertarik magnet. Catat hasilnya dalam tabel.

Nama Benda	Tertarik Magnet	Tidak Tertarik Magnet
peniti
karet penghapus
penjepit kertas (klip)
sendok
kertas
pensil
pulpen
jarum
penggaris
paku payung



Diskusikanlah pertanyaan berikut untuk mendapatkan kesimpulan!

1. Benda apa saja yang termasuk bahan magnetik?
2. Benda apa saja yang termasuk bukan bahan magnetik?

Dari **Kegiatan 7.1**, kamu dapat mengamati bahwa **benda magnetik** adalah benda yang dapat ditarik oleh magnet, seperti peniti, penjepit kertas, jarum, dan paku payung. Benda magnetik biasanya terbuat dari besi, baja, kobalt, dan nikel. Adapun benda-benda yang tidak dapat ditarik magnet dinamakan **benda nonmagnetik** atau **benda bukan magnetik** seperti penghapus, sendok, kertas, pensil, pulpen, dan penggaris. Benda nonmagnetik biasanya terbuat dari tembaga, aluminium, plastik, karet, dan kayu.

Berdasarkan kemampuan menyimpan sifat magnetiknya, bahan magnetik dapat digolongkan menjadi magnet permanen dan magnet sementara.

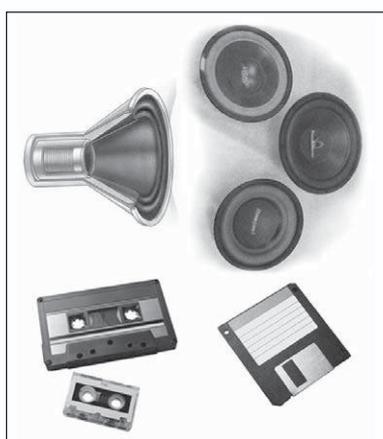
Magnet permanen merupakan magnet yang tetap mempertahankan kekuatannya untuk jangka waktu yang lama. Magnet permanen digunakan dalam berbagai alat pengukur, antara lain voltmeter, galvanometer, alat perekam kardioGRAF, kompas magnet, magnetometer. Magnet permanen juga digunakan dalam peralatan seperti pengeras suara (*loudspeaker*), pita kaset, dan disket.

Nah, tahukah kamu bahan apa saja yang dapat dibuat menjadi magnet permanen? Magnet permanen dapat dibuat dari logam-logam keras seperti baja dan logam campuran besi, nikel, dan kobalt. Logam-logam keras ini sukar dijadikan magnet. Tetapi setelah menjadi magnet, logam-logam keras ini mampu menyimpan sifat magnetiknya dalam jangka waktu yang lama.

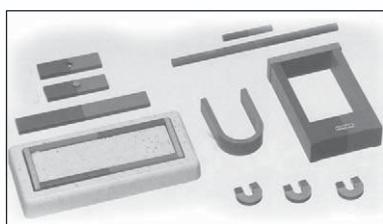
Magnet sementara dapat dibuat dari logam-logam lunak, seperti besi dan logam paduan nikel. Logam-logam lunak ini lebih mudah dijadikan magnet, tetapi sifat magnetnya pun mudah hilang atau memiliki sifat magnet yang sementara. Oleh karena itu, magnet sementara biasa digunakan dalam bel listrik, motor listrik, dan generator listrik.

Dapatkan kamu menyebutkan jenis-jenis magnet? Magnet terdiri atas beberapa jenis. Berdasarkan bentuknya, magnet dibedakan atas magnet batang, magnet silinder, magnet U, magnet ladang, dan magnet jarum. Macam-macam magnet ini ditunjukkan pada **Gambar 7.3**.

Kamu dapat mengamati bahwa magnet mempunyai dua buah kutub yang disebut kutub magnet. Kutub-kutub ini dinamakan **kutub utara** (berwarna merah) dan **kutub selatan** (berwarna hitam). Perhatikan **Gambar 7.4**! Pernahkah kamu memperhatikan jarum kompas? Jika kamu memberikan gangguan pada kompas sehingga jarum kompas bergerak atau berputar? Apakah jarum kompas selalu menunjukkan arah yang sama ketika berhenti berputar? Arah mana saja yang ditunjuk jarum kompas? Ketika jarum kompas berhenti, selalu ke arah utara dan selatan. Nah, tahukah kamu mengapa hal tersebut dapat terjadi? Untuk menyoledikinya, mari kita lakukan kegiatan berikut!



Gambar 7.2 Alat-alat yang menggunakan magnet permanen.



Gambar 7.3 Macam-macam magnet.



Gambar 7.4 Kompas.

Kegiatan 7.2

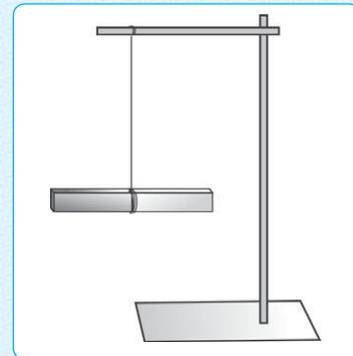
Menentukan Kutub Utara dan Kutub Selatan Magnet

Alat dan bahan:

Sebuah magnet batang, penyangga, dan benang.

Prosedur kerja:

1. Ikatlah magnet batang tepat di bagian tengah dengan kuat.
2. Gantungkanlah magnet batang tersebut. Biarkan magnet batang berputar bebas.
3. Setelah magnet berhenti berputar, perhatikan arah kedua ujung magnet dan catat.
4. Putarlah kembali magnet tersebut. Setelah berhenti berputar, perhatikan kembali arah kedua ujung magnet dan catat.



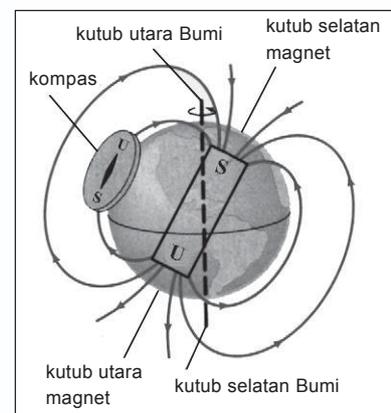
Diskusikanlah pertanyaan berikut untuk mendapatkan kesimpulan!

1. Apakah ujung-ujung magnet selalu menunjukkan arah yang sama?
2. Menunjuk ke arah manakah ujung-ujung magnet tersebut?
3. Apakah kesimpulan dari hasil percobaan di atas?

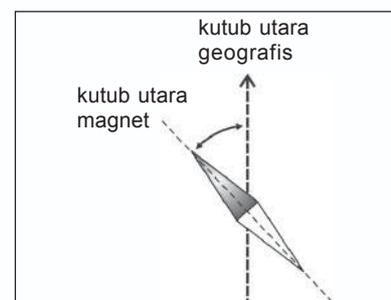
Dari **Kegiatan 7.2**, kamu dapat mengamati bahwa ujung-ujung magnet selalu mengarah ke utara dan selatan bumi. Ujung magnet yang mengarah ke utara bumi dinamakan **kutub utara magnet**, sedangkan ujung magnet yang mengarah ke selatan bumi dinamakan **kutub selatan magnet**. Sifat magnet yang selalu menunjuk ke arah utara dan selatan ini dimanfaatkan dalam kompas sebagai penunjuk arah.

Dari **Gambar 7.5** kamu dapat mengamati bahwa Bumi memiliki sifat magnetik, sehingga Bumi dapat dianggap sebagai magnet raksasa. Hal inilah yang menyebabkan jarum kompas selalu menunjuk arah yang sama walaupun setelah diberikan gangguan, yaitu arah utara-selatan.

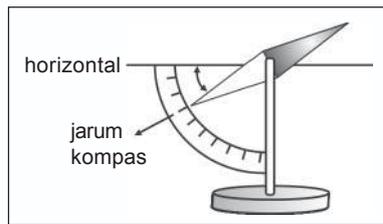
Kamu juga dapat mengamati bahwa kutub utara dari magnet bumi terdapat di dekat kutub selatan bumi dan kutub selatan magnet bumi terdapat di dekat kutub utara bumi. Kutub-kutub magnet bumi tidak tepat berhimpit dengan kutub-kutub bumi. Hal tersebut menyebabkan jarum kompas tidak tepat menunjuk arah utara-selatan bumi, tetapi sedikit menyimpang. Sudut penyimpangan ini dinamakan **sudut deklinasi**, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 7.6**. Besarnya sudut deklinasi di berbagai tempat di permukaan bumi tidaklah sama dan selalu berbeda dari tahun ke tahun. Sudut deklinasi dikatakan positif apabila kutub utara magnet jarum kompas menyimpang ke timur atau ke kanan, sedangkan sudut deklinasi negatif sebaliknya.



Gambar 7.5 Bumi memiliki sifat magnetik.

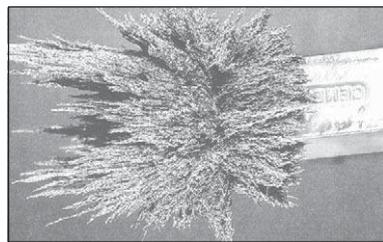


Gambar 7.6 Sudut deklinasi.



Gambar 7.7 Sudut inklinasi.

Jika kamu memerhatikan jarum kompas, jarum kompas tidak pernah terletak mendatar atau tidak pernah sejajar dengan bidang horizontal. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Jarum kompas tidak pernah sejajar bidang horizontal karena garis-garis gaya magnetik Bumi tidak sejajar dengan permukaan Bumi, tetapi membentuk kemiringan terhadap arah horizontal. Nah, sudut yang dibentuk oleh jarum kompas terhadap bidang horizontal ini disebut **sudut inklinasi**. Perhatikan Gambar 7.7. Sudut inklinasi positif bila kutub utara jarum kompas menyimpang ke bawah terhadap arah horizontal, sedangkan inklinasi negatif sebaliknya.



Gambar 7.8 Gaya magnetik terbesar terletak di kutub magnet.

Tahukah kamu di manakah letak gaya magnet yang paling kuat? Perhatikan Gambar 7.8!

Jika sebuah magnet batang didekatkan pada serbuk-serbuk besi, serbuk-serbuk besi tersebut sebagian besar akan menempel di sekitar ujung-ujung magnet. Jadi, gaya magnetik terbesar terdapat di kutub magnet.

Nah, tahukah kamu apa yang terjadi ketika kutub sebuah magnet didekati oleh kutub magnet lain? Agar kamu mengetahuinya, mari kita selidiki melalui kegiatan berikut.

Kegiatan 7.3

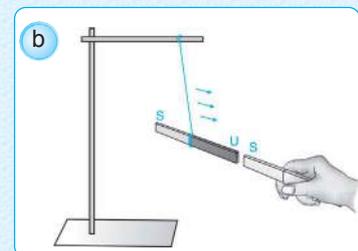
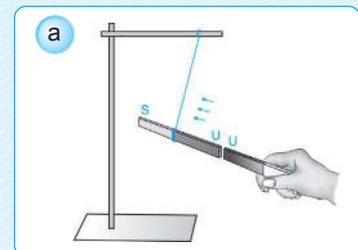
Menyelidiki Sifat Kutub Sebuah Magnet jika Didekatkan dengan Kutub Magnet Lainnya

Alat dan bahan:

Dua buah magnet batang, benang, dan penyangga.

Prosedur kerja:

1. Tandai kutub utara dan kutub selatan kedua magnet tersebut.
2. Gantungkan salah satu magnet batang pada penyangga.
3. Dekatkan kutub utara magnet yang kedua dengan kutub utara magnet yang digantung. Perhatikan gambar (a). Amati apa yang terjadi.
4. Dekatkan kutub selatan magnet yang kedua dengan kutub utara magnet yang digantung. Perhatikan gambar (b). Amati apa yang terjadi.



Diskusikanlah pertanyaan berikut untuk mendapatkan kesimpulan!

1. Apakah yang terjadi ketika kutub magnet yang sama didekatkan?
2. Apakah yang terjadi ketika kutub magnet yang berbeda didekatkan?
3. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?

Dari **Kegiatan 7.3**, kamu dapat mengamati jika kutub utara magnet yang kedua didekatkan dengan kutub utara magnet yang digantung, kedua kutub magnet tersebut akan saling tolak-menolak. Adapun jika kutub selatan magnet yang kedua didekatkan dengan kutub utara magnet yang digantung, kedua kutub magnet tersebut akan saling tarik menarik. Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa dua kutub magnet yang sejenis akan tolak-menolak, sedangkan dua kutub magnet yang berlawanan akan tarik-menarik.

Latihan 7.1

1. Apakah bahan magnetik itu? Berikan contoh beberapa bahan magnetik!
2. a. Tuliskan bahan-bahan yang dapat dibuat menjadi magnet permanen
b. Tuliskan bahan-bahan yang tidak dapat ditarik magnet!
3. a. Mengapa jarum kompas selalu menunjuk arah utara-selatan?
b. Bagaimanakah cara menentukan kutub utara dan kutub selatan magnet?
4. Apakah yang terjadi jika kutub utara magnet didekatkan dengan kutub selatan magnet? Jelaskan!
5. a. Apakah sudut deklinasi itu?
b. Apakah sudut inklinasi itu?
c. Jelaskan perbedaan deklinasi positif dan inklinasi positif!



B. Membuat Magnet

Bahan-bahan yang dapat dibuat menjadi magnet adalah kelompok bahan-bahan yang bersifat magnetik, seperti baja dan besi. Ada tiga cara untuk membuat magnet, yaitu dengan cara menggosok, mengalirkan arus listrik, dan induksi magnetik. Agar kamu lebih memahami cara membuat magnet, pelajari uraian berikut ini dengan baik!

1. Membuat Magnet dengan Menggosok

Tahukah kamu bagaimana cara membuat sebuah baja atau besi menjadi magnet? Mari kita lakukanlah kegiatan berikut!

Kegiatan 7.4

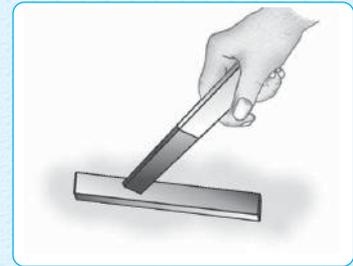
Membuat Magnet dengan Menggosok

Alat dan bahan:

Sebuah magnet batang, satu batang besi dan beberapa buah jarum.

Prosedur kerja:

1. Peganglah magnet batang, kemudian gosokkan ujung magnet tersebut pada sepanjang permukaan batang besi dalam satu arah saja. Lakukan selama lima menit. Perhatikan gambar.
2. Dekatkan batang besi yang telah digosok magnet batang dengan jarum. Amatilah apa yang terjadi.
3. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?



Batang besi atau baja yang telah digosok selama beberapa menit dengan magnet batang akan menjadi magnet. Kutub magnet yang dihasilkan di ujung batang besi atau baja yang digosok selalu berlawanan dengan kutub magnet yang menggosoknya.

2. Membuat Magnet dengan Mengalirkan Arus Listrik

Tahukah kamu bagaimana cara membuat magnet dengan menggunakan arus listrik? Mari mencoba membuat magnet dengan menggunakan arus listrik melalui kegiatan berikut!

Kegiatan 7.5

Membuat Magnet dengan Cara Mengalirkan Arus Listrik

Alat dan bahan:

Sebuah paku yang panjangnya 5 cm, dua buah baterai, beberapa batang jarum, dan kawat penghantar secukupnya.

Prosedur kerja:

1. Lilitkan kawat pada sebuah paku. Kemudian, hubungkan kedua ujung kawat dengan kutub positif dan negatif baterai. Perhatikan gambar di samping.
2. Dekatkan paku yang telah dililit kawat tersebut dengan jarum. Amatilah apa yang terjadi.
3. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?



Gambar 7.9 Paku yang menempel pada magnet dapat menjadi magnet.

Dari **Kegiatan 7.5**, kamu dapat mengamati bahwa paku dapat dibuat menjadi magnet dengan cara diberi arus listrik melalui kawat yang dililitkan pada paku. Magnet yang dibuat dengan menggunakan arus listrik dinamakan dengan elektromagnet.

3. Membuat Magnet dengan Cara Induksi

Pernahkah kamu mendekatkan beberapa batang paku pada magnet? Apa yang terjadi jika kamu mendekatkan paku yang sudah menempel pada magnet dengan paku lainnya?

Dari **Gambar 7.8**, kamu dapat mengamati bahwa paku dapat dibuat menjadi magnet dengan cara didekatkan pada sebuah magnet kuat. Cara membuat magnet dengan cara mendekatkan

batang baja atau besi pada sebuah magnet kuat dinamakan **induksi magnetik**. Nah, agar lebih paham bagaimana cara membuat magnet dengan cara induksi, mari kita lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 7.6

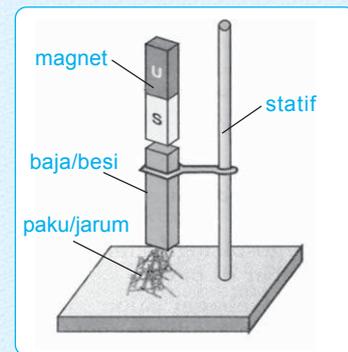
Membuat Magnet dengan Cara Induksi Magnetik

Alat dan bahan:

Sebuah magnet kuat, statif, sebatang baja, sebatang besi, dan beberapa batang paku/jarum.

Prosedur kerja:

1. Letakkan sebatang baja/besi pada statif secara vertikal seperti pada gambar di samping.
2. Letakkan beberapa paku/jarum di bawah batang baja/besi. Perhatikan apakah paku/jarum dapat ditarik oleh batang baja/besi.
3. Letakkan magnet kuat di atas batang baja/besi. Perhatikan apakah paku/jarum dapat ditarik oleh batang baja/besi tersebut. Jauhkan magnet dan amatilah apa yang terjadi.
4. Kesimpulan apa yang dapat kamu ambil?



Dari **Kegiatan 7.6**, kamu dapat mengamati bahwa batang besi dan batang baja yang didekatkan pada magnet dapat menarik jarum. Jika batang besi dan baja yang telah menjadi magnet dijauhkan dari magnet, maka besi akan segera kehilangan sifat magnetiknya. Adapun batang baja tetap dapat mempertahankan sifat magnetiknya. Hal ini menunjukkan bahwa besi hanya dapat dijadikan magnet sementara, sedangkan baja dapat dijadikan magnet permanen.

Setelah kamu memahami cara membuat magnet, dapatkan sifat magnetik suatu benda yang telah menjadi magnet dihilangkan? Mari menyelidikinya melalui kegiatan berikut!

Kegiatan 7.7

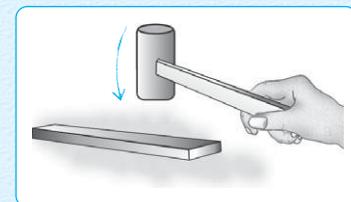
Menyelidiki Cara Menghilangkan Sifat Magnetik Suatu Benda

Alat dan bahan:

Sebatang baja yang telah menjadi magnet dari hasil **Kegiatan 7.6**, palu, dan beberapa batang jarum.

Prosedur kerja:

1. Pukul batang baja yang telah menjadi magnet dengan menggunakan palu beberapa kali. Perhatikan gambar di samping.
2. Dekatkan batang baja tersebut dengan jarum. Amati apa yang terjadi.
3. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?



Dari **Kegiatan 7.7**, kamu dapat mengamati bahwa sifat magnetik suatu benda dapat dihilangkan dengan cara dipukul-pukul. Selain dengan cara dipukul-pukul, sifat magnetik suatu benda dapat juga dihilangkan dengan cara dibakar.

Mengapa besi dan baja dapat menjadi magnet dan sifat magnetik dapat hilang jika dipukul-pukul? Jika sebuah magnet batang dipotong menjadi beberapa bagian, maka bagian-bagian tersebut merupakan magnet baru dan masing-masing bagian mempunyai kutub utara dan kutub selatan. Jika magnet batang tersebut dipotong-potong terus-menerus menjadi bagian yang lebih kecil, akan didapat bagian terkecil yang disebut **magnet elementer**. Teori magnet elementer dikemukakan oleh **Weber**, yang intinya adalah sebagai berikut.

- Sebuah magnet dapat dibagi-bagi menjadi magnet yang lebih kecil dalam cacah tak terhingga. Magnet kecil ini dinamakan *magnet elementer*.
- Benda/zat, terutama besi dan baja, terdiri atas magnet elementer-magnet elementer.
- Pada benda yang bersifat magnet, susunan magnet elementernya teratur dan membentuk arah yang sama. Sedangkan pada benda yang tidak bersifat magnet, susunan magnet elementernya tidak teratur.
- Magnet elementer pada besi mudah bergerak, sedangkan magnet elementer pada baja sukar bergerak. Karena itulah, magnet yang terbuat dari besi bersifat sementara, sedangkan magnet yang terbuat dari baja bersifat tetap.

Ketika batang baja yang telah menjadi magnet dipukul-pukul, atom-atom magnet berputar lebih kuat sehingga mengganggu keteraturan magnet-magnet elementer. Hal inilah yang menyebabkan benda tersebut kehilangan sifat magnetiknya.

Latihan 7.2

- Jelaskan cara membuat magnet dengan cara digosok!
- Bagaimanakah cara membuat magnet dengan menggunakan arus listrik?
- Apakah induksi magnetik itu?
- Bagaimana cara menghilangkan sifat magnetik suatu benda?
- Jelaskan mengapa sifat kemagnetan pada sebatang magnet dapat hilang!



C. Medan Magnet

Jika kamu mendekatkan dua batang magnet, maka akan terjadi gaya tarik-menarik atau tolak menolak antara kedua magnet tersebut.

1. Pengertian Medan Magnet

Gaya tarik-menarik atau tolak menolak antara dua magnet terjadi karena di sekitar magnet terdapat medan magnetik. Nah, apakah medan magnetik itu? Mari menyelidiki medan magnetik di sekitar magnet melalui kegiatan berikut!

Kegiatan 7.8

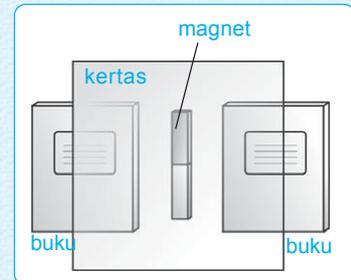
Menyelidiki Medan Magnetik di Sekitar Magnet

Alat dan bahan:

Serbuk besi secukupnya, magnet batang, selembar karton, dan dua buah buku tebal.

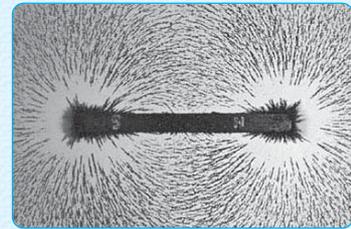
Prosedur kerja:

1. Letakkan magnet batang di antara dua buah buku tebal, kemudian sisipkan selembar karton di atasnya.
2. Taburkan serbuk-serbuk besi secara merata di atas karton. Perhatikan gambar.
3. Ketuklah karton secara perlahan-lahan beberapa kali. Perhatikan pola yang dibentuk oleh serbuk-serbuk besi.



Jawablah pertanyaan berikut untuk mendapatkan kesimpulan!

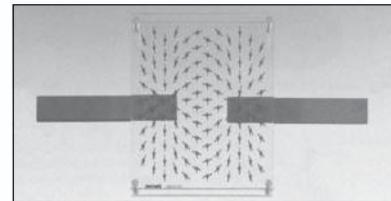
1. Apakah serbuk-serbuk besi tersebut membentuk sebuah pola? Pola apakah yang terbentuk?
2. Di daerah manakah serbuk-serbuk besi paling banyak berkumpul?
3. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?



Dari **Kegiatan 7.8** kamu dapat mengamati bahwa ketika serbuk-serbuk besi ditaburkan di atas karton yang di bawahnya terdapat magnet batang, serbuk-serbuk besi tersebut akan membentuk sebuah pola garis-garis lengkung. Pola garis-garis lengkung yang terbentuk ini merupakan pola garis-garis medan magnetik yang disebut garis gaya magnetik. Nah, ruang di sekitar magnet yang mengalami gaya magnetik dinamakan medan magnetik. **Medan magnet** adalah daerah di sekitar magnet yang menyebabkan sebuah muatan yang bergerak di sekitarnya mengalami suatu gaya. Medan magnet tidak dapat dilihat, namun dapat dijelaskan dengan mengamati pengaruh magnet pada benda lain, misalnya pada serbuk besi. Perhatikan **Gambar 7.11**.

Dengan mengamati garis gaya magnetik pada **Kegiatan 7.8**, dapat kita simpulkan sebagai berikut.

1. Garis-garis gaya magnetik selalu keluar dari kutub utara magnet dan masuk ke kutub selatan magnet.
2. Garis-garis gaya magnetik tidak pernah saling berpotongan dengan garis-garis gaya magnetik lain yang berasal dari magnet yang sama.
3. Daerah yang garis-garis gaya magnetiknya rapat menunjukkan medan magnetik yang kuat, sedangkan daerah yang garis-garis gaya magnetiknya kurang rapat menunjukkan medan magnetik yang lemah. Pada **Gambar 7.11** kamu dapat melihat bahwa medan magnetik paling kuat terdapat di kutub-kutub magnet.

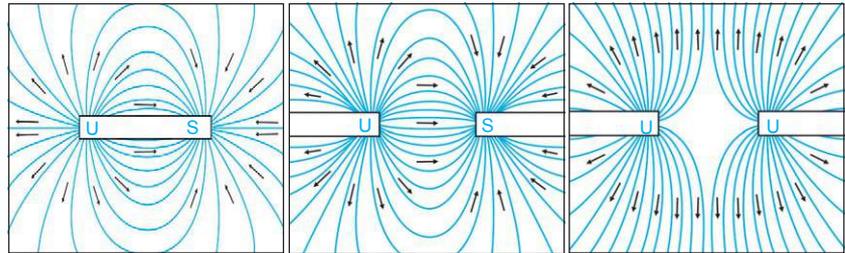


Gambar 7.10 Garis gaya magnetik.



Gambar 7.11 Medan magnetik paling kuat terdapat di kutub-kutub magnet.

Beberapa contoh garis gaya magnet dengan arahnya ditunjukkan pada **Gambar 7.12**.



Gambar 7.12 Garis-garis gaya magnet.

Nah, setelah kamu memahami medan magnetik di sekitar magnet, tahukah kamu bagaimana sifat medan magnetik di sekitar kawat bermuatan arus listrik? Mari menyelidikinya melalui kegiatan berikut!

Kegiatan 7.9

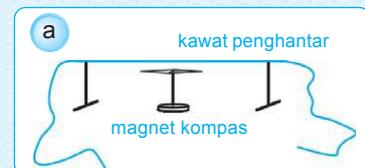
Menyelidiki Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus Listrik

Alat dan bahan:

Kompas, kawat tembaga, dan dua buah baterai.

Prosedur kerja:

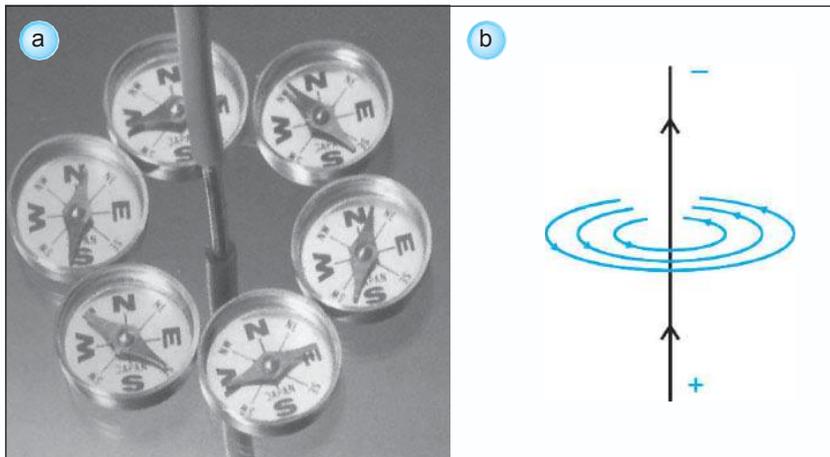
1. Dekatkan kompas pada kawat yang belum dihubungkan dengan baterai. Apakah kedudukan jarum kompas tersebut berubah? Perhatikan gambar (a).
2. Hubungkan kawat tembaga dengan baterai, kemudian dekatkan dengan kompas. Apakah kedudukan jarum kompas berubah? Ke arah manakah jarum kompas menyimpang? Perhatikan gambar (b).
3. Ubahlah arah arus listrik yang mengalir dengan mengubah kedudukan kutub baterai, kemudian dekatkan dengan kompas. Apakah kedudukan jarum kompas berubah? Ke arah manakah jarum kompas menyimpang? Perhatikan gambar (c).
4. Apakah kesimpulan dari kegiatan di atas?



Dari **Kegiatan 7.9**, kamu dapat mengamati bahwa medan magnetik di sekitar kawat yang dialiri arus listrik dapat memengaruhi kedudukan jarum kompas. Ketika arah arus listrik diubah dengan mengubah kedudukan kutub baterai, maka arah penyimpangan jarum kompas pun turut berubah. Sehingga dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Arah garis gaya magnetik tergantung pada arah arus listrik yang mengalir pada kawat penghantar.
2. Medan magnetik terdapat di sekitar kawat penghantar yang dialiri arus listrik.

Bagaimanakah arah medan magnetik dari sebuah kawat yang dialiri arus listrik? Perhatikan **Gambar 7.13**. Di sekitar kawat penghantar berarus listrik terdapat medan magnet yang diselidiki oleh **Hans Christian Oersted**.



Gambar 7.13 a. Arah medan magnetik di sekitar kawat berarus listrik.
b. Diagram arah arus dan medan magnet di sekitar kawat berarus listrik.

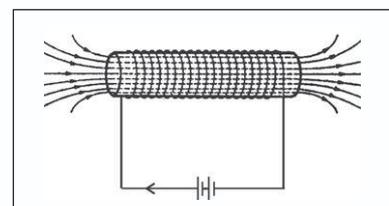
Arah medan magnetik dari sebuah kawat yang dialiri arus listrik dapat ditentukan dengan menggunakan kaidah tangan kanan Oersted, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 7.14**. Arah arus listrik ditunjukkan dengan ibu jari dan garis gaya magnetik ditunjukkan dengan keempat jari tangan.

Tahukah kamu bagaimana cara memperbesar medan magnetik? Medan magnetik yang dihasilkan oleh sebuah kawat penghantar sangatlah lemah, untuk menghasilkan medan magnetik yang cukup kuat dapat digunakan kumparan berarus listrik. Kumparan bersifat sebagai magnet yang kuat ini disebut sebagai elektromagnet. Elektromagnet memiliki sifat kemagnetan sementara. Jika arus listrik diputuskan, sifat kemagnetannya segera hilang. Mengapa kumparan berarus listrik dapat menghasilkan medan magnetik yang kuat? Kumparan berarus listrik dapat menghasilkan medan magnetik yang kuat karena setiap lilitan pada kumparan menghasilkan medan magnetik yang akan diperkuat oleh lilitan lainnya. Semakin banyak lilitan suatu kumparan, medan magnetik yang dihasilkannya semakin besar. Pola garis gaya magnetik yang dihasilkan oleh kumparan yang dialiri arus listrik ditunjukkan pada **Gambar 7.15**.

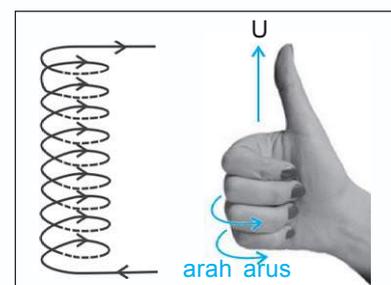
Untuk menentukan kutub magnet pada kumparan berarus listrik, digunakan aturan genggam tangan kanan. Perhatikan **Gambar 7.16**. Kutub utara ditunjukkan oleh arah ibu jari, arah arus pada kumparan sama dengan arah genggam keempat jari.



Gambar 7.14 Arah medan magnetik ditentukan dengan menggunakan kaidah tangan kanan.



Gambar 7.15 Medan magnetik di sekitar kumparan yang dialiri arus listrik.



Gambar 7.16 Arah kutub magnet pada kumparan berarus.

Latihan 7.3

1. Jelaskan sifat-sifat garis gaya magnet!
2. Jelaskan pengertian medan magnetik!
3. Jelaskan kaidah tangan kanan Oersted!
4. Di manakah letak medan magnetik yang paling kuat?
5. Jelaskan cara menentukan arah kutub magnet pada kumparan berarus listrik!

2. Gaya Lorentz

Gaya Lorentz adalah gaya yang dialami sebuah penghantar yang dialiri arus listrik dalam suatu medan magnetik yang sangat kuat. Nah, agar lebih paham tentang gaya Lorentz, mari kita lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 7.10

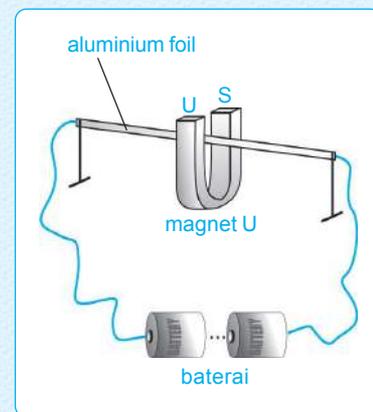
Menyelidiki Gaya yang Dialami oleh Penghantar Berarus dalam Medan Magnetik

Alat dan bahan:

Pita yang terbuat dari aluminium foil, magnet U, kabel, saklar, dan empat buah baterai 1,5 volt.

Prosedur kerja:

1. Letakkan pita aluminium foil di antara kutub utara-selatan magnet U, kemudian hubungkanlah ujung-ujung pita aluminium dengan kutub positif dan negatif baterai. Perhatikan gambar di samping.
2. Tekan saklar sehingga arus listrik mengalir pada pita aluminium foil. Amatilah perubahan yang terjadi.
3. Ulangi kegiatan di atas dengan:
 - a. mengubah arah arus (kutub-kutub baterai ditukar)
 - b. mengubah arah medan magnet (kutub-kutub magnet ditukar)
4. Apakah kesimpulan dari percobaan di atas?



Dari **Kegiatan 7.10**, kamu dapat mengamati bahwa arah gaya Lorentz (F) selalu tegak lurus terhadap kuat arus (I) dan medan magnetik (B).

Untuk memudahkan mengingat arah gaya Lorentz yang dialami penghantar ketika dialiri arus listrik dalam medan magnet digunakanlah kaidah tangan kanan, seperti ditunjukkan

pada **Gambar 7.17**. Arah arus listrik (I) ditunjukkan oleh ibu jari, arah medan magnetik (B) ditunjukkan oleh jari telunjuk, dan gaya Lorentz ditunjukkan oleh jari tengah.

Besar gaya Lorentz bergantung pada besar medan magnetik, besar arus listrik yang mengalir, panjang kawat penghantar, dan sudut yang terbentuk antara arus listrik dan medan magnetik. Secara matematis gaya Lorentz didefinisikan dengan persamaan sebagai berikut.

$$F = B \times I \times l \times \sin \theta \dots\dots (7.1)$$

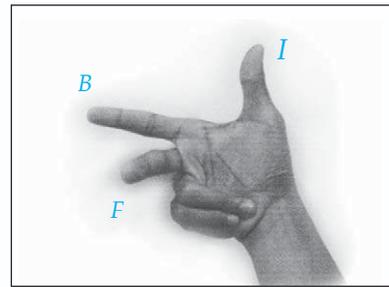
Keterangan:

- F = gaya Lorentz (Newton)
- B = medan magnetik (tesla)
- I = kuat arus listrik (ampere)
- l = panjang kawat penghantar (meter)
- θ = sudut antara arah arus listrik dan arah medan magnetik

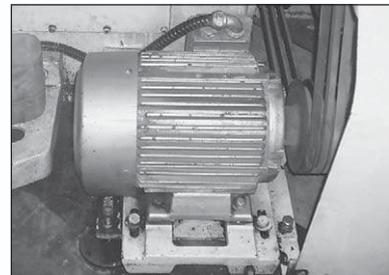
Setelah kamu memahami gaya Lorentz, tahukah kamu bagaimana penerapan gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari? Prinsip gaya Lorentz dimanfaatkan dalam motor listrik.

Apakah motor listrik itu? Perhatikan salah satu jenis motor listrik pada **Gambar 7.18**. Motor listrik adalah alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak.

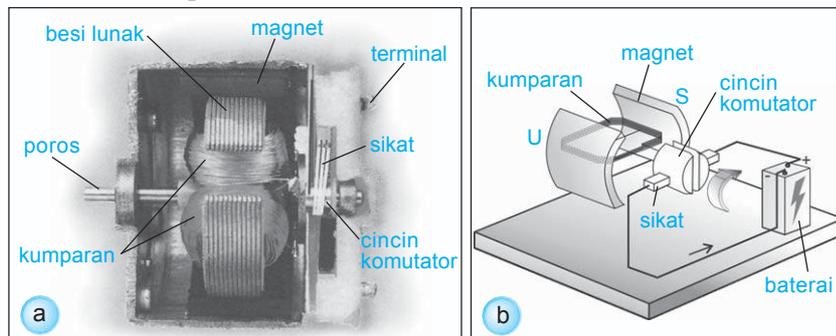
Bagaimanakah cara kerja motor listrik sehingga dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak? Perhatikan skema motor listrik pada **Gambar 7.19**!



Gambar 7.17 Arah gaya Lorentz (F) terhadap kuat arus listrik (I) dan medan magnetik (B).



Gambar 7.18 Salah satu jenis motor listrik yang sering digunakan untuk menjalankan alat-alat industri ringan.



Gambar 7.19 a. Bagian-bagian dari motor listrik.
b. Skema motor listrik DC.

Ketika kumparan yang ada dalam daerah medan magnetik dialiri arus listrik, kumparan tersebut menghasilkan gaya Lorentz yang menyebabkan kumparan berputar pada suatu sumbu. Setelah berputar setengah putaran atau sekitar 180° , komutator akan mengubah arah arus yang mengalir pada kumparan sehingga arahnya berlawanan dengan arah arus semula. Hal ini menyebabkan gaya Lorentz berubah sebesar 180° dan kumparan meneruskan putarannya hingga satu putaran penuh. Setelah berputar satu putaran penuh, komutator tersebut kembali mengubah arah arus dalam kumparan sehingga kumparan kembali berputar pada sumbunya. Proses ini terus berulang sehingga motor listrik pun terus berputar.

Tugas

Carilah peralatan listrik yang menggunakan prinsip kerja gaya Lorentz, kemudian diskusikan dengan teman-temanmu!

Latihan 7.4

1. Jelaskan apa yang dimaksud gaya Lorentz!
2. Tuliskan faktor-faktor yang memengaruhi besar dan arah gaya Lorentz!
3. Jelaskan kaidah tangan kanan untuk menentukan arah gaya Lorentz pada sebuah penghantar yang dialiri arus listrik dalam suatu medan magnetik yang sangat kuat!
4. Sebutkan bagian-bagian yang ada pada motor listrik!
5. Jelaskan prinsip kerja motor listrik!



D. Pemanfaatan Sifat Kemagnetan



Gambar 7.20 Alat pengangkat rongsokan logam.

Pernahkah kamu melihat alat untuk mengangkat rongsokan logam? Perhatikan **Gambar 7.20**!

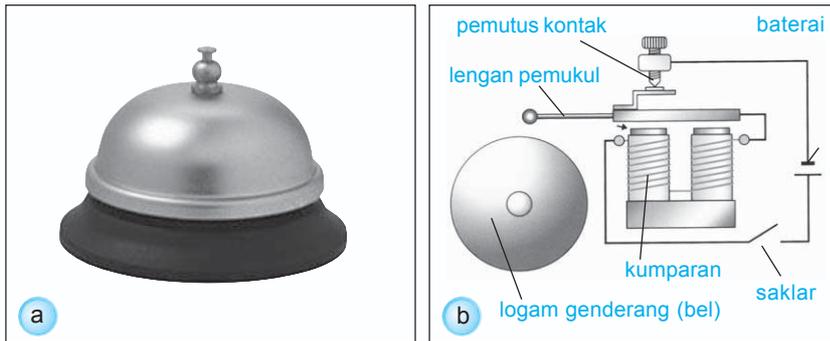
Bagaimana rongsokan logam dapat diangkat oleh mesin pengangkat rongsokan? Mesin pengangkat rongsokan menggunakan prinsip elektromagnet untuk mengangkat logam-logam rongsokan. Hal tersebut dapat terjadi karena baja yang terdapat di dalam alat tersebut dililit kumparan, kemudian dialiri arus listrik sehingga baja tersebut menjadi magnet.

Selain digunakan dalam alat pengangkat rongsokan logam, prinsip elektromagnet digunakan juga dalam bel listrik, relai, dan telepon.

1. Prinsip Elektromagnet dalam Bel Listrik

Pernahkah kamu melihat bel listrik? Perhatikan skema bel listrik pada **Gambar 7.21**. Bel listrik terdiri atas beberapa bagian, yaitu sebagai berikut.

- a. Besi berbentuk huruf U yang dililit kawat berfungsi sebagai magnet ketika diberi arus listrik.
- b. Interruptor yang berfungsi sebagai pemutus arus.
- c. Jangkar besi lunak yang dihubungkan dengan pegas baja.
- d. Besi yang berfungsi sebagai bel.
- e. Saklar tekan.
- f. Baterai sebagai sumber tegangan.



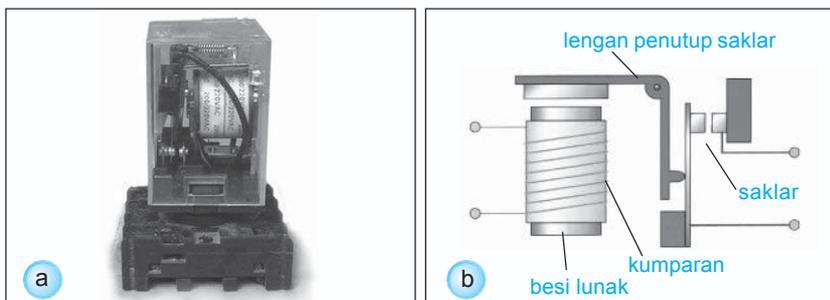
Gambar 7.21 a. Bel listrik.
b. Skema bel listrik.

Nah, setelah kamu mengetahui bagian-bagian bel listrik, tahukah kamu bagaimana cara bel listrik tersebut bekerja? Ketika saklar ditekan, arus listrik dari baterai mengalir melalui interuptor lalu menuju pegas baja dan akhirnya sampai di kumparan. Ketika kumparan dialiri arus listrik, kumparan tersebut menjadi magnet (elektromagnet) dan menarik jangkar besi lunak sehingga jangkar tersebut memukul bel dan menghasilkan bunyi. Sesaat setelah jangkar besi lunak ditarik oleh elektromagnet, arus listrik yang mengalir melalui interuptor terputus. Terhentinya arus listrik yang mengalir menuju kumparan menyebabkan kumparan kehilangan sifat kemagnetannya sehingga pegas baja menarik jangkar besi lunak pada keadaan semula. Setelah kembali ke kedudukan semula, interuptor terhubung kembali dengan arus listrik dari baterai sehingga kumparan menjadi magnet dan proses yang sama akan terulang kembali. Proses ini terjadi secara berulang-ulang sehingga bel terus menghasilkan bunyi sampai saklar kembali ditekan untuk memutuskan arus dari baterai.

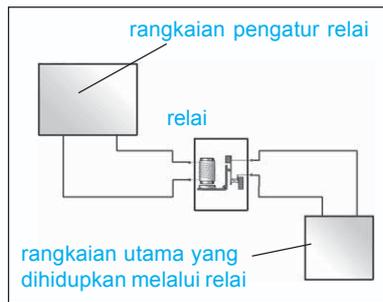
2. Prinsip Elektromagnet dalam Relai

Relai adalah alat elektronika yang dapat menghubungkan atau memutuskan arus listrik yang besar dengan memanfaatkan arus listrik yang kecil. Relai merupakan saklar yang bekerja dengan menggunakan prinsip elektromagnet.

Pernahkah kamu melihat sebuah relai? Perhatikan bentuk relai dan skema relai pada **Gambar 7.22!**



Gambar 7.22 a. Relai.
b. Skema relai.



Gambar 7.23 Pada relay terdapat dua rangkaian terpisah.

Bagaimana relay memanfaatkan prinsip elektromagnetik sehingga relay dapat berfungsi sebagai saklar? Ketika ada arus lemah yang mengalir melalui kumparan, inti besi lunak akan menjadi magnet. Setelah menjadi magnet, inti besi tersebut menarik jangkar besi lunak sehingga kontak saklar akan terhubung dan arus listrik kuat dapat mengalir. Kontak saklar akan terputus jika arus lemah yang masuk melalui kumparan diputuskan.

Pada relay terdapat dua buah rangkaian yang terpisah. Rangkaian pertama adalah rangkaian yang menghubungkan arus lemah dengan elektromagnet pada relay. Rangkaian kedua adalah rangkaian yang memanfaatkan kontak saklar pada relay untuk memutuskan atau menghubungkan arus listrik kuat yang terhubung dengan alat listrik lainnya, seperti motor listrik atau lampu.

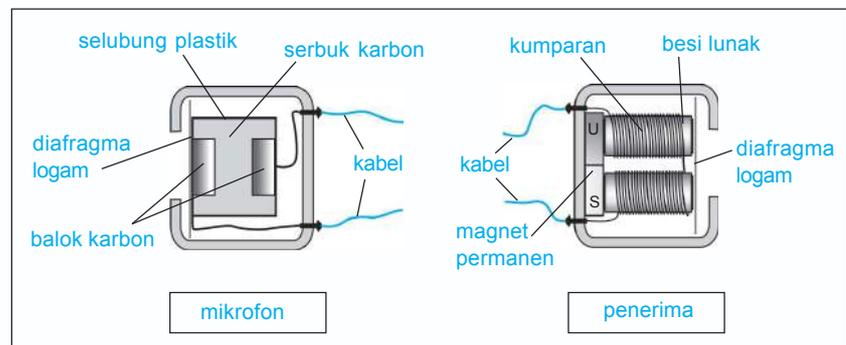
3. Prinsip Elektromagnet dalam Telepon



Gambar 7.24 Telepon

Apakah bagian-bagian yang terdapat dalam telepon sehingga telepon dapat mengirimkan suara? Telepon terdiri atas dua bagian utama, yaitu pesawat pengirim dan pesawat penerima. Telepon bekerja dengan cara mengubah gelombang suara menjadi getaran-getaran listrik. Bagaimanakah hal tersebut dapat terjadi? Ketika kamu berbicara pada pesawat pengirim melalui mikrofon, tekanan suaramu menekan diafragma aluminium sehingga serbuk-serbuk karbon tertekan. Akibatnya, hambatan serbuk karbon berubah-ubah sesuai dengan tekanan suaramu. Perubahan hambatan ini menyebabkan besarnya arus yang mengalir melalui rangkaian ikut berubah mengikuti perubahan tekanan suara. Perubahan besar arus yang mengalir tersebut diubah menjadi sinyal yang akan dikirimkan ke pesawat penerima.

Pada pesawat penerima, sinyal listrik diubah kembali menjadi tekanan-tekanan suara. Akibatnya, diafragma besi yang ada dalam pesawat penerima terdorong dan menghasilkan tekanan suara yang sama dengan tekanan suara yang dikirimkan mikrofon. Perhatikan **Gambar 7.25!**



Gambar 7.25 Skema mikrofon dan penerima pada pesawat telepon.

Latihan 7.5

1. Sebutkan bagian-bagian yang terdapat dalam bel listrik!
2. Jelaskan prinsip kerja bel listrik!
3. Jelaskan fungsi interuptor pada bel listrik!
4. Jelaskan prinsip kerja relai!
5. Sebutkan bagian utama telepon!

Rangkuman

- Kemagnetan adalah tarikan yang ditimbulkan magnet pada benda-benda magnetik. Tarikan tersebut dinamakan gaya magnetik.
- Ujung-ujung magnet selalu menunjuk kutub utara dan kutub selatan magnet yang arahnya sedikit menyimpang dari kutub-kutub bumi. Sudut penyimpangan disebut sudut deklinasi, sedangkan sudut antara kutub magnet dengan arah horisontal disebut sudut inklinasi.
- Bahan-bahan yang bersifat magnetik dapat dibuat menjadi magnet dengan tiga cara, yaitu digosok, dialiris arus listrik, dan induksi elektromagnetik.
- Medan magnet adalah daerah di sekitar magnet yang menyebabkan sebuah muatan bergerak di sekitarnya mengalami suatu gaya. Medan magnetik ditandai dengan garis gaya magnetik yang berarah dari kutub utara menuju kutub selatan.
- Gaya Lorentz adalah yang dialami sebuah penghantar yang dialiri arus listrik dalam suatu medan magnetik. Arah gaya Lorentz ditentukan dengan kaidah tiga jari tangan kanan (ibu jari, telunjuk, jari tengah) yang saling tegak lurus.
- Sifat kemagnetan antara lain dimanfaatkan dalam alat pengangkat rongsokan logam, bel listrik, relai, dan telepon.

Refleksi

Kamu telah selesai mempelajari materi **Kemagnetan** dalam bab ini. Sebelum melanjutkan pelajaran bab VIII, lakukan evaluasi diri dengan menjawab beberapa pertanyaan di bawah ini. Jika semua pertanyaan dijawab dengan 'ya', berarti kamu telah menguasai bab ini dengan baik. Namun jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', kamu perlu mempelajari lagi materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada kesulitan atau ada hal-hal yang sukar dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

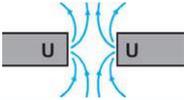
1. Apakah kamu dapat menjelaskan dan memberi contoh gejala kemagnetan?
2. Dapatkah kamu menjelaskan cara membuat magnet dan menghilangkannya?
3. Dapatkah kamu menjelaskan pengertian medan magnet dan menunjukkan arah garis gaya magnet pada berbagai jenis magnet?
4. Apakah kamu mengetahui gaya Lorentz? Bilamanakah gaya itu muncul dan bagaimana menghitung besar dan arahnya?
5. Dapatkah kamu menyebutkan contoh-contoh penggunaan magnet dan gejala kemagnetan pada alat-alat yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari?

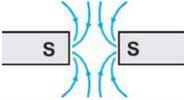
I. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

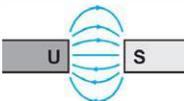
- Kelompok bahan yang termasuk bahan magnetik adalah
 - besi, emas, dan perak
 - kuningan, timah, dan karet
 - baja, besi, dan kobalt
 - emas, aluminium, dan tembaga
- Medan magnet yang paling besar dari sebuah magnet batang terdapat di
 - bagian tengah
 - bagian kutub-kutubnya
 - seluruh bagian magnet
 - bagian sisi-sisinya
- Gambar di bawah menunjukkan tiga buah magnet batang. Jika C kutub utara, B dan C tolak-menolak, serta D dan E tarik-menarik, jenis kutub magnet pada A dan F adalah

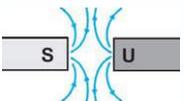
A	B	C	D	E	F
---	---	---	---	---	---

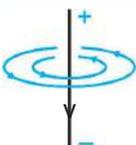
 - A dan F sama-sama kutub selatan
 - A dan F sama-sama kutub utara
 - A kutub selatan, F kutub utara
 - A kutub utara, F kutub selatan
- Berikut ini yang termasuk bahan non-magnetik adalah
 - besi
 - kobalt
 - tembaga
 - nikel
- Bahan yang paling tepat untuk inti elektromagnetik adalah
 - tembaga
 - besi lunak
 - baja
 - kuningan
- Bahan yang paling tepat untuk membuat jarum kompas adalah
 - tembaga
 - besi lunak
 - baja
 - kuningan
- Arah garis-garis gaya magnet yang tidak benar ditunjukkan pada gambar

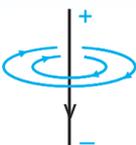
a. 

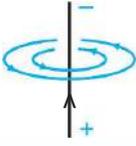
c. 

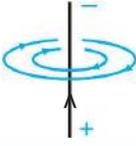
b. 

d. 
- Berikut ini adalah cara membuat magnet, **kecuali**
 - dialiri arus listrik
 - digosok dengan magnet permanen
 - dibakar
 - diinduksi magnet kuat
- Paku yang menempel pada magnet dapat menarik paku lain di dekatnya. Kejadian tersebut dinamakan
 - inklinasi
 - deklinasi
 - induksi
 - elektromagnet
- Menghilangkan kemagnetan dari sebuah batang baja dapat dilakukan dengan cara
 - dipanaskan
 - dipukul-pukul dengan palu
 - dibakar
 - diberi arus listrik
- Menurut Oersted, arah medan magnet di sekitar kawat berarus listrik yang benar adalah

a. 

c. 

b. 

d. 

12. Arah garis gaya magnetik pada medan magnet adalah
 - a. dari timur ke barat
 - b. dari muatan positif ke muatan negatif
 - c. dari kutub selatan ke kutub utara
 - d. dari kutub utara ke kutub selatan
13. Berikut yang menyebabkan jarum kompas selalu menunjukkan arah utara dan selatan adalah
 - a. magnet jarum kompas sangat ringan sehingga mudah ditarik oleh magnet bumi
 - b. adanya gaya tarik menarik antara jarum kompas dengan magnet bumi
 - c. jarum kompas terbuat dari bahan nonmagnetik
 - d. jarum kompas dapat mengikuti arah mata angin
14. Elektromagnet dapat dibuat dengan cara
 - a. mengalirkan arus listrik pada batang besi
 - b. memasukkan batang besi ke dalam medan magnetik
 - c. melilit batang besi dengan kawat penghantar
 - d. melilit batang besi dengan kawat yang dialiri arus listrik
15. Prinsip kerja mikrofon telepon adalah
 - a. mengubah getaran listrik menjadi gelombang mekanik
 - b. mengubah getaran listrik menjadi gelombang suara
 - c. mengubah gelombang suara menjadi getaran-getaran listrik
 - d. mengubah gelombang suara menjadi gelombang mekanik

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar!

1. Jelaskan perbedaan antara magnet permanen dan magnet sementara!
2. Ada empat buah kutub magnet A, B, C, dan D. Kutub A menarik kutub B, kutub B menolak kutub C, dan kutub C menarik kutub D. Jika C adalah kutub utara, tentukanlah jenis kutub-kutub lainnya!
3. Jelaskan bagian-bagian yang terdapat dalam bel listrik beserta fungsinya!
4. Dapatkah inti besi pada bel listrik digantikan dengan baja? Jelaskan pendapatmu!
5. Jelaskan prinsip kerja telepon!

Wacana Sains

Kutub Utara Magnet Bumi Bergeser

Bumi adalah magnet raksasa yang memiliki dua kutub sehingga kompas dapat selalu menunjuk arah utara dan selatan. Meskipun demikian letak kutub-kutubnya tidak selalu tetap. Menurut para ilmuwan, kutub utara magnet Bumi bergerak dari Kanada ke Siberia secara signifikan.

Kutub-kutub magnet adalah bagian Bumi yang dibentuk oleh besi cair dalam inti Bumi. Letak dan arahnya berbeda dengan kutub geografis yang merupakan sumbu putaran Bumi.

Para ilmuwan telah lama mengetahui bahwa kutub magnet Bumi bergerak ke lokasi yang berbeda. Meskipun demikian, mengapa pergerakan ini terjadi masih belum diketahui. "Ini mungkin bagian dari pergerakan normal dan secara bertahap akan kembali ke Kanada," kata Joseph Stoner, seorang ahli paleomagnetik dari Oregon State University dalam pertemuan *American Geophysical Union*.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kekuatan magnet Bumi menurun 10 persen dalam 150 tahun terakhir. Sedangkan analisis terbaru Stoner menunjukkan bahwa selama periode tersebut, kutub utara magnet juga bergerak sejauh 1.100 kilometer dari Kutub Utara. Meskipun demikian, kemungkinan hilangnya sifat magnetik sangatlah kecil.

Kutub utara magnet Bumi pertama kali ditemukan pada 1831 dan ketika diukur kembali pada 1904, para peneliti menemukan bahwa letaknya telah bergerak sejauh 50 kilometer. Menurut para peneliti Oregon, tingkat pergerakan kutub magnet itu meningkat seabad terakhir dibandingkan abad-abad sebelumnya.

Selama berabad-abad, pemandu arah yang menggunakan kompas harus belajar untuk menyesuaikan perbedaan antara arah utara magnet dengan arah utara geografis Bumi. Sebab, sebuah kompas akan menunjuk arah utara magnetik bukannya arah Kutub Utara. Sebuah kompas yang membaca arah utara di Oregon, misalnya, menunjukkan arah 1,7 derajat sebelah timur kutub utara.

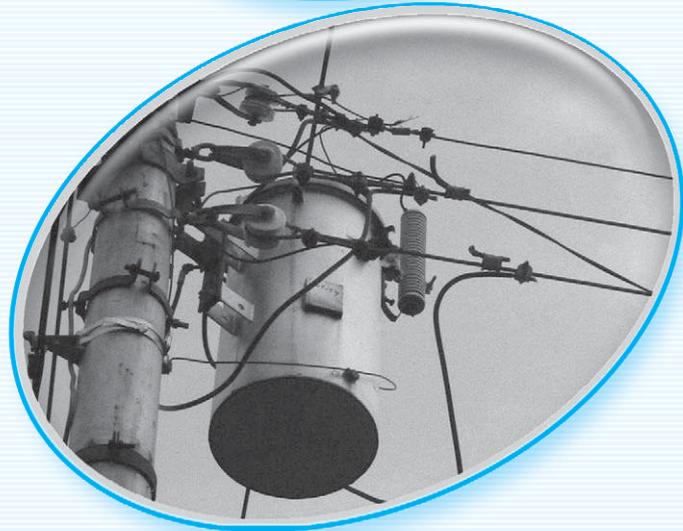
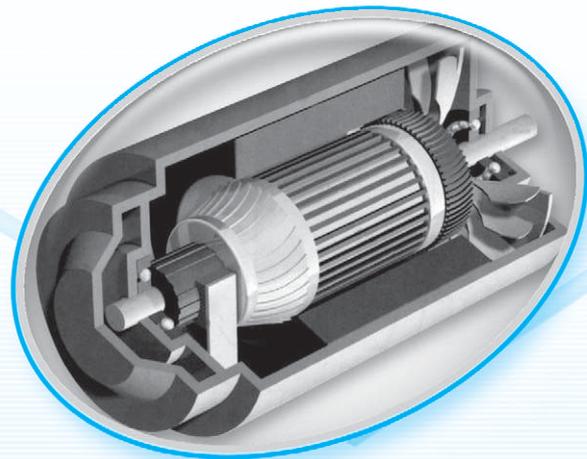
Untuk mengetahui pergerakan kutub magnet Bumi, Stoner dan para ilmuwan lainnya mempelajari endapan yang direkam dari beberapa danau di Arktik. Endapan-endapan tersebut merekam medan magnetik Bumi pada waktu tertentu. Para ilmuwan menggunakan detektor karbon untuk melacak perubahan medan magnetnya.

Dengan cara itulah mereka menemukan bahwa arah utara magnet berubah secara signifikan dalam 1.000 tahun terakhir. Perubahannya bergerak antara Kanada bagian utara dan Siberia, tapi kadang-kadang ke arah yang berbeda.

Sumber: *www.teknologi.com*

Bab VIII

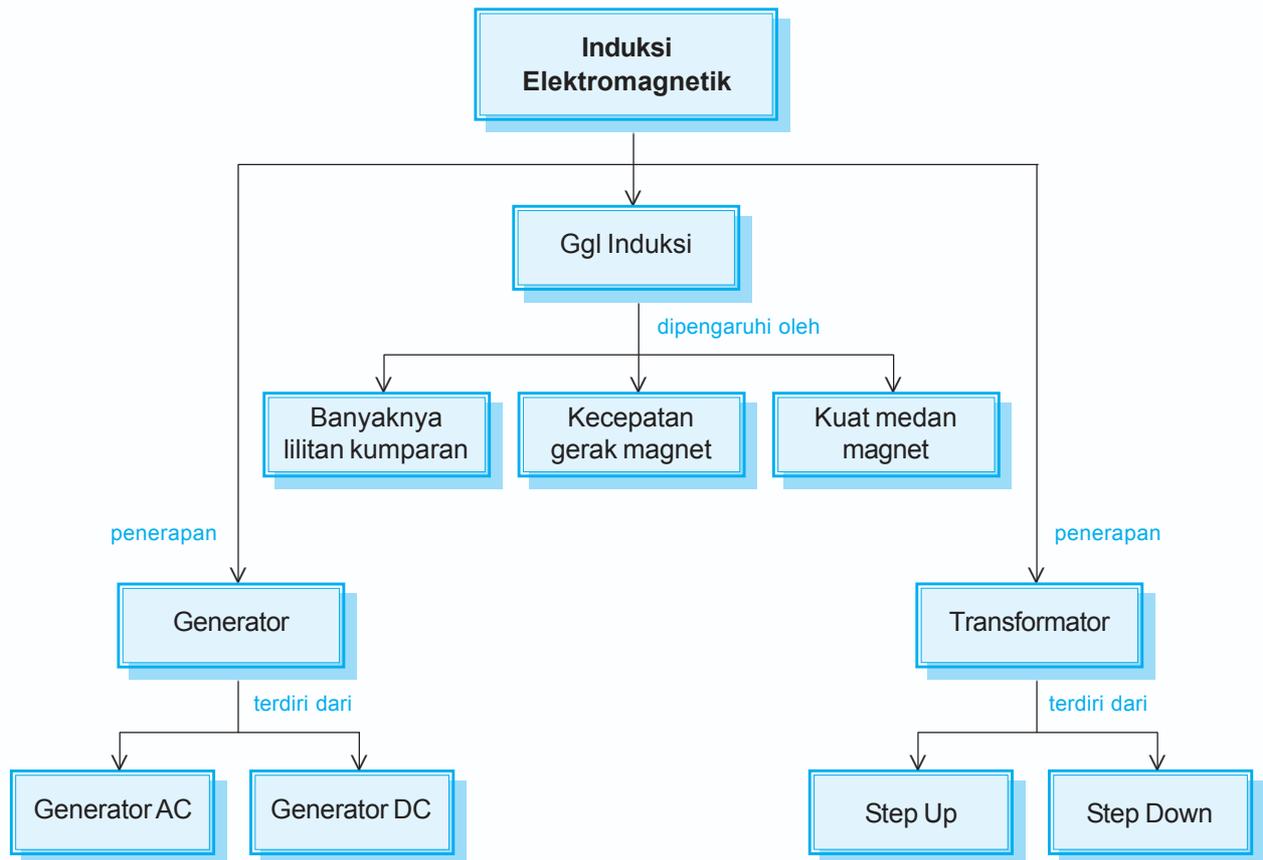
Induksi Elektromagnetik



Tenaga listrik dapat dibangkitkan dengan generator. Apa hubungannya generator dengan induksi elektromagnetik? Arus listrik bagaimana yang dapat dihasilkan beberapa tang listrik ada yang dipasang alat yang disebut transformator. Apa gunanya transformator.

Mari kita pahami penerapan konsep kemagnetan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam pembelajaran bab ini, kamu dapat menjelaskan prinsip kerja beberapa alat berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik.

Peta Konsep



Kata Kunci

- generator
- induksi
- ggl
- transformator



A. Gaya Gerak Listrik Induksi

Agar dapat memahami bagaimana terjadinya induksi elektromagnetik, mari kita lakukan percobaan **Faraday** pada kegiatan berikut!

Kegiatan 8.1

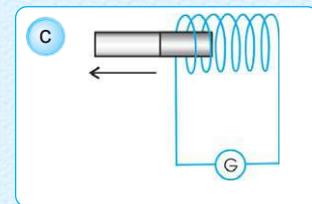
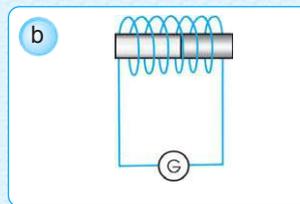
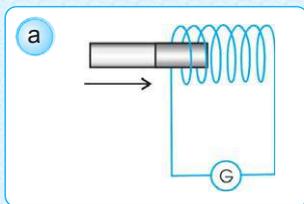
Percobaan Faraday

Alat dan bahan:

Sebuah kumparan yang mempunyai lilitan banyak, sebuah galvanometer, dan sebuah magnet batang.

Prosedur kerja:

1. Hubungkan ujung-ujung kumparan dengan galvanometer.
2. Gerakkan kutub utara magnet batang ke dalam kumparan (Gambar a). Amatilah jarum galvanometer.
3. Diamkan magnet batang beberapa saat di dalam kumparan (Gambar b). Amatilah jarum galvanometer.
4. Keluarkan kutub utara magnet batang dari kumparan (Gambar c). Amatilah jarum galvanometer.
5. Ulangi langkah 2 sampai langkah 4 dengan mengganti kutub utara dengan kutub selatan. Amatilah gerakan jarum galvanometer.



Jawablah pertanyaan berikut untuk menarik kesimpulan!

1. Apakah jarum galvanometer menyimpang ketika kamu menggerakkan magnet memasuki kumparan? Ke arah manakah jarum galvanometer menyimpang?
2. Apakah jarum galvanometer menyimpang ketika magnet batang diam di dalam kumparan?
3. Apakah jarum galvanometer menyimpang ketika kamu menarik magnet keluar dari kumparan? Ke arah manakah jarum galvanometer menyimpang?
4. Apa yang terjadi dengan jarum galvanometer ketika kamu mengganti kutub utara dengan kutub selatan magnet batang, kemudian menggerakkan ke dalam kumparan?
5. Apakah kesimpulan dari percobaan Faraday di atas?

Dari **Kegiatan 8.1** kamu dapat mengamati bahwa ketika kamu menggerakkan kutub utara magnet batang ke dalam kumparan, jarum galvanometer menyimpang. Akan tetapi ketika kamu mendiamkan magnet batang beberapa saat, jarum galvanometer kembali menunjuk ke angka nol atau tidak menyimpang. Jarum galvanometer kembali menyimpang ketika

Tokoh Sains

Michael Faraday



Michael Faraday (1791-1867), adalah seorang ahli fisika dan kimia asal Inggris. Penemuannya yang terkenal adalah induksi elektromagnetik dan hukum elektrolisis.

Penelitian awal Faraday adalah pada bidang kimia, di bawah bimbingan Sir Humphry Davy dan berhasil menemukan dua jenis karbon klorida dan benzena. Dalam penelitiannya, Faraday juga berhasil mencairkan beberapa jenis gas.

Pada tahun 1821, Faraday menyelidiki medan magnet di sekitar konduktor yang dialiri arus listrik yang pertama kali diketahui oleh Hans Christian Oersted pada tahun 1819. Pada tahun 1831 Faraday menemukan induksi elektromagnetik dan menunjukkan timbulnya arus induksi pada suatu kumparan akibat adanya arus listrik pada kumparan yang lain. Pada waktu yang sama, Faraday juga sukses mengadakan penelitian dalam bidang elektrolisis.

Sumber: Microsoft Encarta.

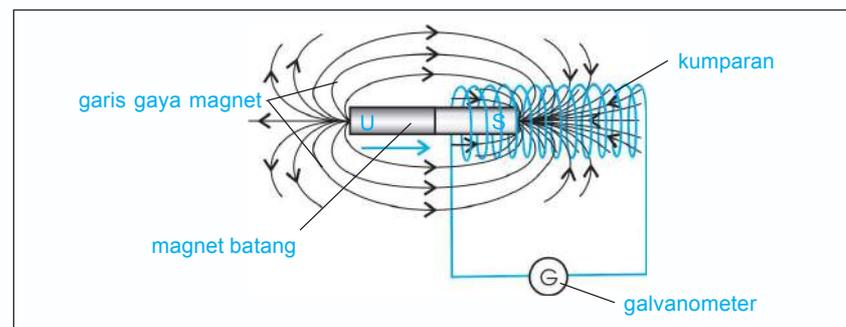
kamu menggerakkan kutub utara magnet batang keluar dari kumparan yang berlawanan arah dengan ketika kamu menggerakkan kutub utara magnet batang ke dalam kumparan.

Saat kamu mengganti kutub utara dengan kutub selatan magnet kemudian digerakkan masuk ke dalam kumparan, maka jarum galvanometer menyimpang dengan arah yang sama ketika kamu mengeluarkan kutub utara magnet batang keluar kumparan.

Apa yang menyebabkan jarum galvanometer menyimpang? Jarum galvanometer menyimpang karena adanya arus listrik yang mengalir dalam kumparan. Arus listrik ini mengalir karena timbulnya beda potensial di ujung kumparan saat kamu menggerakkan kutub magnet batang masuk atau keluar dari kumparan.

Beda potensial yang disebabkan oleh perubahan jumlah garis gaya magnetik yang menembus kumparan dinamakan **gaya gerak listrik induksi** atau **ggl induksi**.

Apakah penyebab timbulnya ggl induksi? Perhatikan **Gambar 8.1!**



Gambar 8.1 Garis gaya magnetik akan bertambah jika magnet batang digerakkan mendekati kumparan.

Ggl induksi timbul ketika magnet batang digerakkan masuk atau keluar kumparan. Ketika magnet batang digerakkan mendekati kumparan, jumlah garis gaya magnetik yang menembus kumparan bertambah. Sebaliknya, ketika magnet batang dijauhkan dari kumparan, jumlah garis gaya magnetik yang menembus kumparan akan berkurang. Jika magnet batang terus-menerus digerakkan masuk dan keluar kumparan, jumlah garis gaya magnetik yang menembus kumparan terus berubah. Perubahan jumlah garis gaya magnetik yang menembus kumparan menyebabkan beda potensial di ujung-ujung kumparan berbeda pula. Timbulnya beda potensial di ujung-ujung kumparan menyebabkan arus listrik mengalir di dalam kumparan. Arus listrik yang disebabkan oleh perubahan jumlah garis gaya magnetik yang memotong kumparan dinamakan **arus induksi**.

Besarnya gaya gerak listrik atau tegangan yang menimbulkan arus listrik pada percobaan Faraday sebanding dengan laju perubahan fluks magnetik yang melalui kumparan. Kesimpulan tersebut jika dituliskan secara matematis adalah sebagai berikut.

$$E_i = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \dots\dots\dots (8.1)$$

Keterangan:

- N = jumlah lilitan
- $\Delta\Phi$ = fluks magnetik (Weber atau Wb)
- Δt = perubahan waktu/selang waktu (sekon)
- E_i = ggl induksi (volt)
- Tanda negatif menunjukkan arah gaya gerak listrik (ggl)

Contoh

Sebuah kumparan dengan 3.000 lilitan, terjadi perubahan fluks magnetik 1.500 Wb selama selang waktu 2 sekon. Hitunglah besar ggl induksinya!

Jawab:

- $N = 3.000$
- $\Delta\Phi = 1.500 \text{ Wb}$
- $\Delta t = 2 \text{ sekon}$
- $E_i = \dots ?$

$$\begin{aligned} E_i &= -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \\ &= -3.000 \cdot \frac{1.500}{2} \\ &= -2,25 \cdot 10^6 \end{aligned}$$

Jadi di dalam kumparan tersebut timbul ggl induksi sebesar $2,25 \times 10^6$ volt (tanda – menunjukkan arah ggl).

Nah, apa yang terjadi ketika jumlah lilitan dalam kumparan ditambah? Jika jumlah lilitan dalam kumparan diperbanyak, jarum galvanometer akan menyimpang lebih jauh. Hal ini menunjukkan bahwa arus listrik induksi yang mengalir melalui kumparan meningkat dan ggl induksi bertambah besar.

Selain dengan memperbanyak jumlah lilitan, ggl induksi dapat bertambah lebih besar jika kecepatan magnet yang memasuki kumparan dipercepat.

Jadi, besar kecilnya ggl induksi bergantung pada tiga faktor berikut.

1. Banyaknya lilitan kumparan.
2. Kecepatan gerak keluar-masuk magnet ke dalam kumparan.
3. Kuat magnet batang yang digunakan.

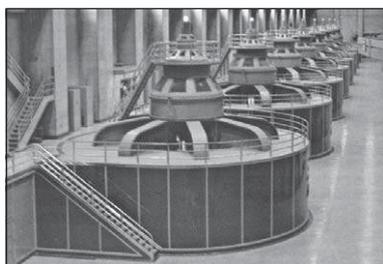
Dari **Kegiatan 8.1**, kamu dapat mengamati bahwa jarum galvanometer menyimpang ke kanan ketika kamu menggerakkan kutub utara magnet batang memasuki kumparan, dan jarum galvanometer menyimpang ke kiri ketika kamu menggerakkan kutub utara magnet batang keluar kumparan. Jika kamu terus menggerakkan magnet batang keluar-masuk kumparan, jarum galvanometer akan menyimpang ke kanan dan ke kiri secara berulang. Hal ini membuktikan bahwa arus listrik dalam kumparan mengalir dalam dua arah, arus listrik

seperti ini dinamakan arus listrik bolak-balik atau arus AC (*Alternating Current*). Sama halnya seperti arus listrik yang berubah-ubah, polaritas tegangan pada ujung-ujung kumparan pun ikut berubah-ubah. Tegangan yang polaritasnya selalu berubah-ubah dinamakan tegangan listrik bolak-balik.

Kegiatan 8.2

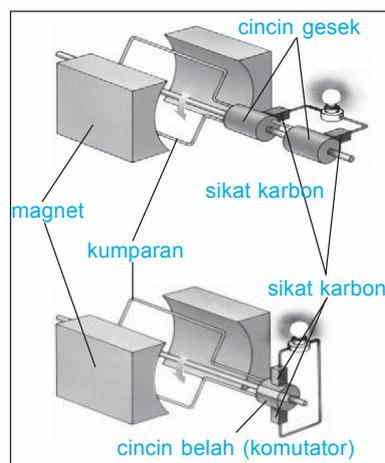
1. Apa yang dimaksud dengan arus induksi?
2. Apa yang dimaksud dengan gaya gerak listrik induksi?
3. Apakah yang dimaksud dengan arus listrik bolak-balik itu?
4. Jelaskan faktor-faktor yang memengaruhi besar kecilnya ggl induksi!
5. Sebuah kumparan memiliki 100 lilitan. Jika dalam selang waktu 2 sekon terjadi GGL induksi 400 volt, berapakah perubahan fluks magnetik yang terjadi dalam rangkaian tersebut?

B. Generator



Gambar 8.2 Generator mengubah energi kinetik menjadi energi listrik.

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer



Gambar 8.3 a. Generator arus bolak-balik.
b. Generator arus searah.

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer

Alat-alat elektronika, seperti televisi, setrika, radio, lemari es, dan lampu memerlukan energi listrik dapat bekerja. Nah, listrik dihasilkan oleh mesin pembangkit listrik yang dinamakan generator atau dinamo. Apakah generator itu? **Generator** adalah mesin yang mengubah energi kinetik atau energi gerak menjadi energi listrik.

Generator menghasilkan arus listrik induksi dengan cara memutar kumparan di antara celah kutub utara-selatan sebuah magnet. Jika kumparan diputar, jumlah garis gaya magnetik yang menembus kumparan akan berubah-ubah sesuai dengan posisi kumparan terhadap magnet. Perubahan jumlah garis gaya magnetik inilah yang menyebabkan timbulnya ggl induksi di ujung-ujung kumparan sehingga menghasilkan energi listrik.

Ada dua jenis generator, yaitu generator arus bolak-balik yang disebut juga **alternator** dan generator arus searah. Tahukah kamu perbedaan antara generator arus bolak-balik dan generator arus searah? Perbedaan generator arus bolak-balik dengan generator arus searah hanyalah pada bentuk cincin yang berhubungan dengan kedua ujung kumparan. Pada generator arus bolak-balik terdapat dua buah cincin, dengan tiap cincin berhubungan dengan tiap ujung kumparan. Pada generator arus searah hanya terdapat sebuah cincin yang terbelah di tengahnya yang dinamakan cincin belah atau komutator. Perhatikan perbedaan antara generator arus searah dan generator arus bolak-balik pada **Gambar 8.3!**

Nah, agar kamu lebih memahami prinsip kerja generator arus bolak-balik dan generator arus searah pelajailah uraian berikut dengan baik!

1. Generator Arus Bolak-Balik

Perhatikan prinsip kerja dari suatu generator arus bolak-balik sederhana pada **Gambar 8.4!** Ujung-ujung kumparan yang berada di dalam medan magnetik terhubung pada cincin 1 dan cincin 2 yang ikut berputar jika kumparan diputar. Cincin-cincin tersebut terhubung dengan sikat karbon A dan B. Kedua sikat karbon ini tidak ikut berputar bersama cincin dan kumparan.

Ketika kumparan berputar, terjadi arus listrik induksi pada kumparan. Arus induksi ini mengalir melalui sikat karbon sehingga lampu menyala. Saat posisi kumparan tegak lurus terhadap arah medan magnetik, arus induksi berhenti mengalir sehingga lampu padam. Beberapa saat setelah kumparan melanjutkan putarannya, arus listrik induksi kembali mengalir dalam kumparan tetapi dengan arah yang berbeda sehingga lampu kembali menyala.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa generator arus bolak-balik menghasilkan arus bolak-balik yang dinamakan arus AC (*alternating current*). Grafik arus bolak-balik yang dihasilkan generator arus bolak-balik dapat dilukiskan pada **Gambar 8.5**.

2. Generator Arus Searah

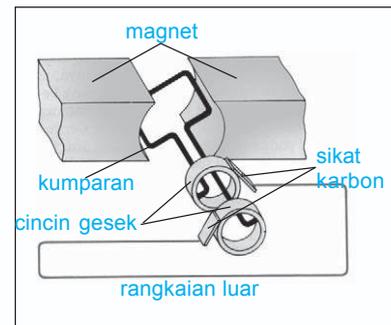
Perhatikan prinsip kerja generator arus searah pada **Gambar 8.6!** Generator arus searah hanya memiliki satu cincin yang terbelah di tengahnya yang dinamakan komutator. Salah satu belahan komutator selalu berpolaritas positif dan belahan komutator lainnya berpolaritas negatif. Hal ini menyebabkan arus listrik induksi yang mengalir hanya memiliki satu arah saja, yaitu dari komutator berpolaritas positif menuju sikat karbon, lampu, dan kembali ke komutator berpolaritas negatif. Arus listrik yang mengalir dalam satu arah saja dinamakan arus listrik searah atau *direct current* (DC). Grafik arus searah yang dihasilkan generator arus searah ditunjukkan pada **Gambar 8.7**.

Dari uraian yang telah kamu pelajari, pada generator terdapat dua bagian. Bagian yang pertama dinamakan *rotor*, yaitu bagian-bagian generator yang bergerak, seperti kumparan dan cincin konduktor. Bagian yang kedua dinamakan *stator*, yaitu bagian-bagian generator yang tidak bergerak, seperti magnet dan sikat.

Contoh generator sederhana adalah dinamo sepeda. Dinamo sepeda mengandung kumparan kawat yang berputar di antara dua magnet. Ketika berputar, roda sepeda akan memutar kumparan di antara dua magnet tetap.

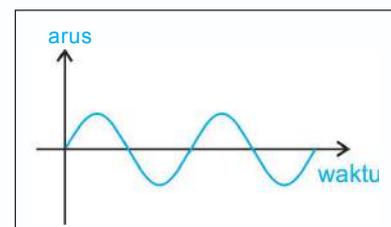
Tugas

Carilah informasi cara kerja dinamo beserta gambar penampang dinamo sepeda lengkap dengan bagian-bagiannya!

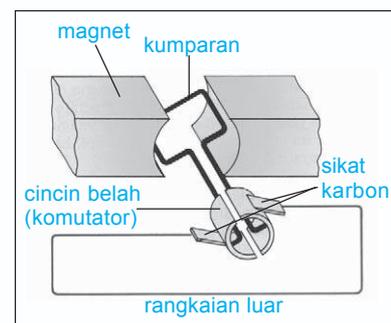


Gambar 8.4 Prinsip kerja generator arus bolak-balik.

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer

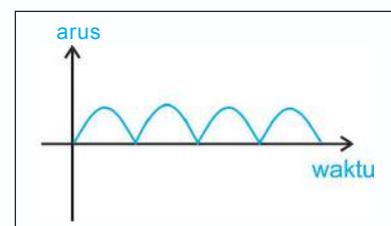


Gambar 8.5 Grafik arus bolak-balik yang dihasilkan generator arus bolak-balik.



Gambar 8.6 Prinsip kerja generator arus searah.

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer

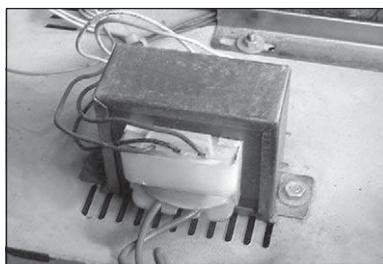


Gambar 8.7 Grafik arus searah yang dihasilkan generator arus searah.

Latihan 8.1

1. Apakah generator itu?
2. Jelaskan perbedaan antara generator arus bolak-balik dan generator arus searah!
3. Jelaskan prinsip kerja dari sebuah generator!
4. Gambarkan grafik arus listrik yang dihasilkan oleh generator arus bolak-balik dan generator arus searah!
5. Apakah rotor dan stator itu? Jelaskan!

C. Transformator



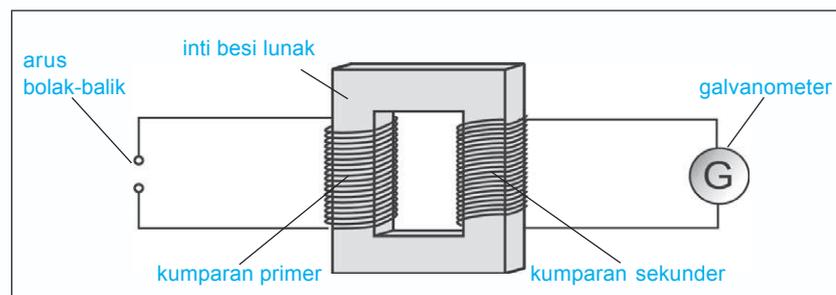
Gambar 8.8 Transformator.

Pernahkah kamu memperhatikan berapa besar tegangan yang dibutuhkan oleh sebuah radio agar dapat menyala? Jika sebuah radio membutuhkan tegangan sebesar 9 volt, apa yang harus dilakukan agar radio dapat menyala dengan baik jika tegangan yang disediakan PLN sebesar 220 volt? Untuk mengubah tegangan PLN sebesar 220 volt menjadi 9 volt kamu dapat menggunakan transformator atau sering disingkat trafo. Nah, pernahkah kamu melihat transformator? Perhatikan transformator pada **Gambar 8.8!**

1. Prinsip Kerja Transformator

Transformator terdiri atas pasangan kumparan primer dan sekunder yang terpisah dan dililitkan pada inti besi lunak yang terbuat dari plat besi yang disusun berlapis-lapis.

Prinsip dasar transformator adalah berdasarkan percobaan yang dilakukan pertama kali oleh Faraday. Perhatikan skema rangkaian percobaan Faraday berikut ini!



Gambar 8.9 Skema rangkaian percobaan Faraday.

Pada **Gambar 8.9**, kamu dapat mengamati bahwa rangkaian primer terdiri atas kumparan primer yang dililitkan di sebelah kiri inti besi dan dihubungkan dengan sebuah aki. Rangkaian sekunder terdiri atas kumparan sekunder yang dililitkan di sebelah kanan inti besi dan dihubungkan dengan sebuah galvanometer.

Nah, ketika arus mengalir melalui kumparan primer, arus listrik yang mengalir pada kumparan primer berubah dari nol ke nilai tetapnya. Arus listrik tersebut menghasilkan garis-garis

gaya magnetik. Sesuai dengan kaidah tangan kanan, arus listrik ini akan menghasilkan garis-garis gaya magnetik yang memotong kumparan sekunder. Karena arus listrik dalam rangkaian primer selalu berubah-ubah dari nol ke nilai tetapnya, garis-garis gaya magnetik yang memotong kumparan sekunder pun berubah-ubah dari nol ke nilai tetapnya. Perubahan garis gaya magnetik yang memotong kumparan sekunder akan membangkitkan ggl induksi pada ujung-ujung kumparan sekunder. Dengan adanya arus listrik induksi yang mengalir melalui galvanometer, jarum galvanometer akan menyimpang, misalnya ke kanan. Setelah beberapa saat, garis gaya magnetik sudah tetap sehingga ggl induksi pada ujung-ujung kumparan kembali menjadi nol.

Ketika arus yang mengalir melalui kumparan primer diputuskan, arus listrik yang mengalir pada kumparan sekunder akan berkurang dari nilai tetapnya menuju ke nol. Hal ini menyebabkan garis-garis gaya magnetik yang memotong kumparan sekunder juga berkurang dari nilai tetapnya menuju nol. Perubahan garis-garis gaya magnetik yang memotong kumparan sekunder ini menyebabkan timbulnya ggl induksi di ujung-ujung kumparan dengan polaritas yang berlawanan dengan ggl induksi yang dihasilkan sebelumnya. Hal ini menimbulkan arus induksi dengan arah yang berlawanan dengan arah arus induksi sebelumnya sehingga jarum galvanometer juga menyimpang ke arah kiri.

Transformator biasanya digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik arus AC. Hal ini dapat dilakukan dengan cara membedakan jumlah lilitan dari kumparan primer dan kumparan sekunder. Bagaimana hubungan antara jumlah lilitan, kuat arus dan besar tegangan dalam transformator?

Pada transformator, perbandingan tegangan sama dengan perbandingan banyaknya lilitan. Secara matematis hubungan antara tegangan dan banyaknya lilitan dituliskan sebagai berikut.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad \dots\dots (8.2)$$

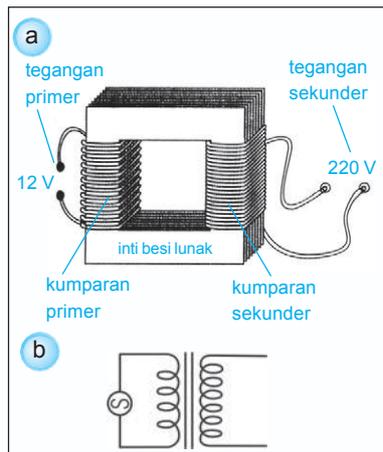
Keterangan:

- V_p = tegangan pada kumparan primer
- V_s = tegangan pada kumparan sekunder
- N_p = banyaknya lilitan kumparan primer
- N_s = banyaknya lilitan kumparan sekunder

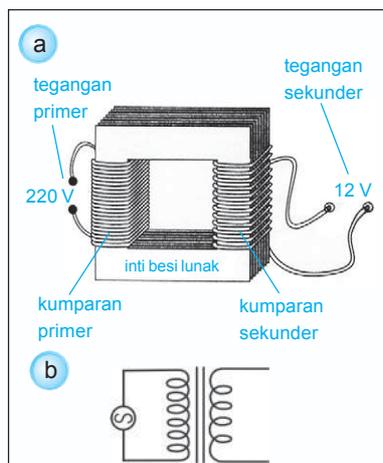
Dari **Persamaan (8.2)** dapat dikatakan bahwa besarnya tegangan berbanding lurus dengan banyaknya lilitan.

Jika besarnya tegangan dan kuat arus listrik pada kumparan primer dinyatakan dengan V_p dan I_p , maka besar daya listrik pada kumparan primer (P_p) adalah sebagai berikut.

$$P_p = V_p \cdot I_p \quad \dots\dots (8.3)$$



Gambar 8.10 a. Trafo step up.
b. Simbol trafo step up.



Gambar 8.11 a. Transfo step down.
b. Simbol trafo step down.

Jika besarnya tegangan dan kuat arus listrik pada kumparan sekunder dinyatakan dengan V_s dan I_s , maka besar daya listrik pada kumparan sekunder (P_s) adalah sebagai berikut.

$$P_s = V_s \cdot I_s \quad \dots\dots (8.4)$$

Berdasarkan tegangan listrik yang dihasilkan, trafo dibedakan menjadi dua macam, yaitu trafo *step up* dan trafo *step down*.

Trafo step up adalah trafo yang menghasilkan tegangan arus AC lebih tinggi. Bentuk dan simbol trafo *step up* ditunjukkan pada **Gambar 8.10**. Sedangkan ciri-ciri trafo *step up* adalah sebagai berikut.

- a. $N_p < N_s$
- b. $V_p < V_s$
- c. $I_p > I_s$

Trafo step down adalah trafo yang menghasilkan tegangan arus AC lebih rendah. Simbol trafo *step down* ditunjukkan pada **Gambar 8.11**. Sedangkan ciri-ciri trafo *step down* adalah sebagai berikut.

- a. $N_p > N_s$
- b. $V_p > V_s$
- c. $I_p < I_s$

Pada transformator ideal, efisiensi transformator dapat dianggap 100%, hal ini berarti daya yang hilang dalam transformator dapat diabaikan sehingga daya listrik pada kumparan primer dapat diteruskan seluruhnya menuju kumparan sekunder. Dengan pengertian tersebut dapat diperoleh:

$$P_p = P_s \Leftrightarrow V_p \cdot I_p = V_s \cdot I_s \quad \dots\dots (8.5)$$

Sehingga hubungan antara besarnya tegangan dan besarnya arus listrik dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} \quad \dots\dots (8.6)$$

Perbandingan tegangan pada **Persamaan (8.6)** sama dengan perbandingan tegangan pada **Persamaan (8.2)** sehingga hubungan antara arus listrik dengan banyaknya lilitan dapat diperoleh sebagai berikut.

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \quad \dots\dots (8.7)$$

Contoh

Sebuah radio memerlukan tegangan 9 volt dari catu daya 220 volt.

- a. Jika kumparan primer trafo memiliki 440 lilitan, berapakah jumlah lilitan yang dimiliki kumparan sekunder?
- b. Jika arus 110 mA mengalir melalui radio, berapakah arus yang ditarik dari catu daya 220 volt?

Jawab:

a. Dengan menggunakan **Persamaan (8.2)** diperoleh:

$$\begin{aligned}\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} &\Leftrightarrow \frac{220 \text{ V}}{9 \text{ V}} = \frac{440}{N_s} \\ \Leftrightarrow N_s &= \frac{9 \text{ V}}{220 \text{ V}} \times 440 \\ &= 18\end{aligned}$$

Jadi jumlah lilitan kumparan sekunder adalah 18 lilitan.

b. Dengan menggunakan **Persamaan (8.6)** diperoleh:

$$\begin{aligned}\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} &\Leftrightarrow \frac{220 \text{ V}}{9 \text{ V}} = \frac{110 \text{ mA}}{I_p} \\ \Leftrightarrow I_p &= \frac{9 \text{ V}}{220 \text{ V}} \times 110 \text{ mA} \\ &= 4,5 \text{ mA}\end{aligned}$$

Jadi arus yang mengalir pada kumparan primer adalah 4,5 mA.

Pada transformator energi listrik yang keluar selalu lebih kecil daripada energi listrik yang masuk. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Di kelas VII, kamu telah mempelajari hukum kekekalan energi. Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi energi hanya dapat diubah dari satu bentuk energi ke bentuk energi lainnya. Nah, hukum kekekalan energi ini juga berlaku pada transformator.

Pernahkah kamu menggunakan transformator? Ketika kamu selesai menggunakan transformator, coba kamu pegang bagian besi yang terisolasi. Apa yang kamu rasakan? Ketika kamu memegang bagian besi yang terisolasi setelah transformator digunakan, kamu akan merasakan panas. Hal ini membuktikan bahwa sebagian energi pada transformator diubah menjadi energi panas sehingga energi listrik yang keluar dari transformator selalu lebih kecil daripada energi yang masuk ke transformator. Timbulnya energi panas pada transformator tidak dapat dihindari.

Perbandingan antara daya listrik yang keluar dari transformator dan daya listrik yang masuk ke transformator disebut **efisiensi transformator**. Nilai efisiensi transformator dinyatakan dalam persentase. Efisiensi transformator dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\% \dots\dots\dots (8.8)$$

Keterangan:

- η = efisiensi transformator
- P_s = daya listrik kumparan sekunder
- P_p = daya listrik kumparan primer

Karena daya listrik sama dengan hasil kali tegangan dan kuat arus listrik, efisiensi transformator dapat juga dinyatakan sebagai berikut.

$$\eta = \frac{V_s \cdot I_s}{V_p \cdot I_p} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8.9)$$

Keterangan:

- η = efisiensi transformator
- V_s = tegangan sekunder (volt)
- V_p = tegangan primer (volt)
- I_s = arus pada kumparan sekunder (ampere)
- I_p = arus pada kumparan primer (ampere)

Contoh

Sebuah transformator menghasilkan daya sebesar 180 watt. Berapakah efisiensi transformator tersebut jika daya masukannya sebesar 200 watt?

Jawab:

Dengan menggunakan **Persamaan (8.8)** diperoleh:

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\% = \frac{180}{200} \times 100\% = 90\%$$

Jadi efisiensi transformator tersebut adalah 90%.

2. Penggunaan Transformator

Setelah kamu memahami prinsip kerja transformator, tahukah kamu bagaimana penerapan prinsip transformator dalam kehidupan sehari-hari? Agar kamu memahaminya pelajailah uraian berikut dengan baik!

Transformator *step down* atau transformator yang tegangan sekundernya lebih kecil daripada tegangan primernya sering digunakan dalam alat-alat elektronik, seperti radio, televisi, CD player, *tape*, dan lain-lain. Alat-alat ini membutuhkan tegangan listrik cukup rendah, yaitu antara 3 V – 20 V arus searah (DC). Jika kamu perhatikan, alat-alat listrik tersebut sering dihubungkan langsung dengan listrik PLN yang mempunyai tegangan 220 V arus bolak-balik (AC). Mengapa peralatan tersebut tidak rusak/terbakar? Di dalam peralatan elektronik tersebut terdapat transformator *step down* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik. Selain transformator, juga terdapat unit penyearah tegangan, sehingga arus bolak-balik (AC) pada listrik PLN dapat berubah menjadi arus searah (DC) yang diperlukan peralatan elektronik tersebut.

Transformator *step up* atau transformator yang tegangan sekundernya lebih besar daripada tegangan primernya banyak digunakan dalam pesawat televisi atau monitor komputer untuk menghasilkan tegangan yang sangat tinggi. Tegangan ekstra tinggi ini diperlukan untuk mengaktifkan tabung sinar katoda (CRT). Jika CRT diberi tegangan ekstra tinggi, akan terpancar



Gambar 8.12 Peralatan elektronik komputer dan radio tape menggunakan transformator step down untuk menurunkan tegangan listrik.

Sumber: Dokumen Penerbit

elektron. Pancaran elektron yang terus menerus dengan intensitas yang berubah-ubah akan diterima pada layar pesawat televisi sebagai gambar bergerak.

Transformator *step up* juga digunakan pada lampu TL (lampu neon) untuk menaikkan tegangan listrik. Tegangan tinggi ini dihubungkan ke elektroda lampu TL diberi tahanan tinggi, akan terpancar elektron. Pancaran elektron akan menumbuk gas yang ada dalam tabung sehingga menghasilkan sinar ultra-violet. Sinar ini akan memancar ke segala arah dan menumbuk lapisan fosfor pada dinding kaca tabung, sehingga menghasilkan sinar putih yang terang.

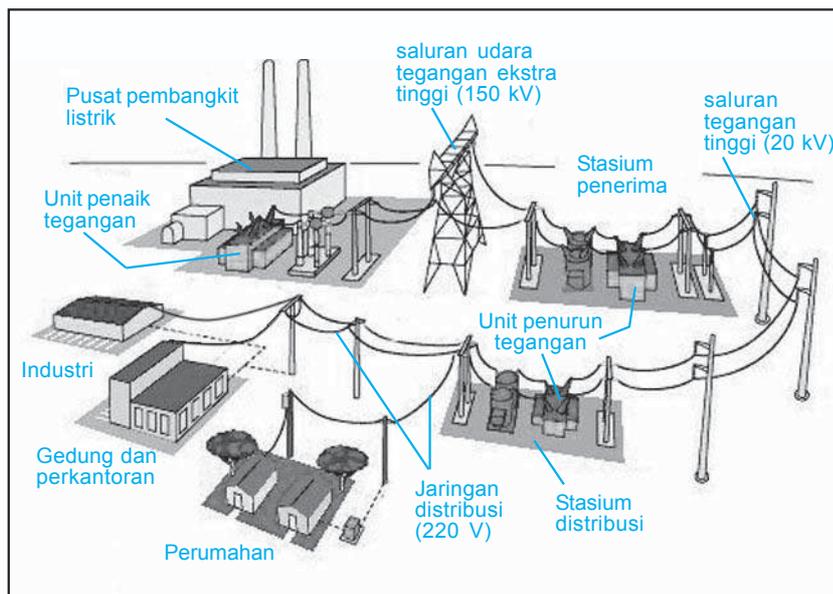
Pada kendaraan bermotor, transformator *step up* digunakan dalam koil untuk menaikkan tegangan listrik. Tegangan listrik ekstra tinggi ini disalurkan ke busi sehingga menghasilkan loncatan bunga api di dalam ruang bakar. Loncatan bunga api akan membakar bahan bakar yang telah dicampur dengan udara, sehingga timbul ledakan yang mendorong piston untuk bergerak. Gerakan piston kemudian diubah menjadi gerak berputar untuk menjalankan kendaraan bermotor.

Selain digunakan dalam alat elektronika, transformator juga sering digunakan dalam penyaluran listrik dari pusat pembangkit sampai ke rumah-rumah atau sering disebut transmisi daya listrik jarak jauh. Perhatikan **Gambar 8.14!**



Gambar 8.13 Monitor komputer menggunakan transformator step up untuk menaikkan tegangan guna mengaktifkan tabung sinar katoda (CRT).

Sumber: Dokumen Penerbit



Gambar 8.14 Diagram transmisi daya listrik jarak jauh.

Sumber: imadudd1n.files.wordpress.com

Pembangkit listrik umumnya terletak jauh dari perkotaan dan pemukiman. Di pusat pembangkit tenaga listrik, dihasilkan listrik dengan arus yang besar namun tegangannya tidak terlalu tinggi (sekitar 3.000 volt). Untuk keperluan transmisi listrik jarak jauh, tegangan listrik dinaikkan menggunakan trafo step-up menjadi 150.000 volt. Mengapa penyaluran listrik jarak jauh harus menggunakan tegangan tinggi?



Gambar 8.15 Penyaluran listrik dari pusat pembangkit hingga ke rumah-rumah menggunakan kabel-kabel yang dibentangkan di udara.

Di negara kita, PLN menyalurkan daya listrik dari pusat pembangkit hingga ke rumah-rumah dengan menggunakan kabel-kabel yang dibentangkan di udara. Panjang kabel ini dapat mencapai ratusan kilometer. Hal ini dapat menimbulkan hambatan yang sangat besar sehingga energi listrik banyak yang hilang. Perhatikan **Gambar 8.15!**

Nah, untuk mengurangi hilangnya energi listrik, harus diusahakan agar arus listrik yang mengalir melalui kabel listrik sekecil mungkin. Untuk menghasilkan arus listrik yang kecil, pembangkit listrik harus menghasilkan tegangan yang besar. Hal ini sesuai dengan persamaan:

$$P = V \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{P}{V} \dots\dots\dots (8.10)$$

Daya yang hilang di perjalanan (transmisi) dapat dihitung dengan rumus:

$$P_{\text{hilang}} = I^2 \times R \dots\dots\dots (8.11)$$

Dari **Persamaan (8.9)**, kamu dapat mengamati bahwa untuk mempertahankan daya listrik dan memperkecil arus listrik, maka tegangan listrik harus dinaikkan (karena nilai V berbanding terbalik dengan nilai I). Berdasarkan uraian tersebut, maka PLN menyalurkan listrik setelah tegangannya dinaikkan menggunakan transformator *step up* agar arus listrik yang dialirkan kecil sehingga mengurangi energi yang hilang. Transformator ini menaikkan tegangan yang dihasilkan oleh generator besar di pusat pembangkit menjadi sekitar 150.000 volt. Selain itu dapat memperkecil energi listrik yang hilang dalam perjalanan, arus listrik yang rendah dapat ditransmisikan melalui kawat yang kecil sehingga biaya pengadaan sarana transmisi listrik menjadi lebih murah. Listrik tegangan tinggi ini kemudian disalurkan menuju kota-kota yang letaknya jauh dari pusat pembangkit.



Gambar 8.16 Unit penurun tegangan listrik PLN yang menyalurkan dan mengatur tegangan listrik dari pusat pembangkit untuk digunakan di perumahan dan perkantoran.

Sebelum masuk kota, tegangan listrik diturunkan kembali dengan menggunakan trafo *step-down* di gardu induk menjadi sebesar 20.000 volt. Sebelum disalurkan ke industri atau rumah tangga pelanggan, tegangan listrik kembali diturunkan dengan trafo *step-down* di gardu listrik menjadi sebesar 220 volt. Untuk keperluan menurunkan tegangan listrik ini diperlukan transformator *step down*.

Tugas

Carilah pemanfaatan transformator *step up* dan transformator *step down* lainnya dalam kehidupan sehari-hari. Kamu dapat mencari informasinya melalui perpustakaan, koran-koran, majalah, dan internet! Informasi yang kamu peroleh dibuat dalam bentuk karya tulis, dan bacakan hasilnya di depan kelas!

Latihan 8.2

1. Apakah transformator itu?
2. Jelaskan prinsip kerja transformator!
3. Sebuah transformator digunakan untuk mengubah 240 volt AC ke 12 volt AC. Jika kumparan primer transformator memiliki 1.000 lilitan, berapa jumlah lilitan yang diperlukan dalam kumparan sekunder?
4. Sebuah transformator memiliki 300 lilitan dalam kumparan primernya dan 75 lilitan dalam kumparan sekundernya. Jika arus dalam kumparan sekunder adalah 20 A, berapakah arus listrik dalam kumparan primer?
5. Jelaskan pemanfaatan transformator dalam menyalurkan energi listrik dari pusat pembangkit ke rumah-rumah!

Rangkuman

- Gaya gerak listrik induksi atau ggl induksi Beda potensial yang disebabkan oleh perubahan jumlah garis gaya magnetik yang menembus kumparan.
- Jadi, besar kecilnya ggl induksi bergantung pada tiga faktor berikut.
 - a. Banyaknya lilitan kumparan.
 - b. Kecepatan gerak keluar-masuk magnet ke dalam kumparan.
 - c. Kuat magnet batang yang digunakan.
- Generator adalah mesin yang mengubah energi kinetik atau energi gerak menjadi energi listrik. Ada dua jenis generator, yaitu generator arus bolak-balik yang disebut juga alternator dan generator arus searah.
- Generator arus bolak-balik menghasilkan arus bolak-balik yang dinamakan arus AC (*Alternating Current*), sedangkan Generator arus searah menghasilkan arus searah yang dinamakan arus DC (*Direct Current*)
- Transformator terdiri atas pasangan kumparan primer dan sekunder yang terpisah dan dililitkan pada inti besi lunak yang terbuat dari plat besi yang disusun berlapis-lapis. Pada transformator, perbandingan tegangan sama dengan perbandingan banyaknya lilitan.

Dirumuskan:
$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

- Besar daya listrik pada kumparan primer dan kumparan sekunder suatu transformator adalah sebagai berikut.

Pada kumparan primer: $P_p = V_p \cdot I_p$ dan pada kumparan sekunder: $P_s = V_s \cdot I_s$
- Berdasarkan tegangan listrik yang dihasilkan, trafo dibedakan menjadi trafo *step up* dan trafo *step down*.
- Efisiensi transformator adalah perbandingan antara daya listrik yang keluar dari transformator dan daya listrik yang masuk ke transformator.

Dirumuskan:
$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\% = \frac{V_s \cdot I_s}{V_p \cdot I_p} \times 100\%$$

Refleksi

Kamu telah selesai mempelajari materi **Induksi Elektromagnetik** dalam bab ini. Sebelum melanjutkan pelajaran bab IX, lakukan evaluasi diri dengan menjawab beberapa pertanyaan di bawah ini. Jika semua pertanyaan dijawab dengan 'ya', berarti kamu telah menguasai bab ini dengan baik. Namun jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', kamu perlu mempelajari lagi materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada kesulitan atau ada hal-hal yang sukar dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

1. Apakah kamu dapat menjelaskan pengertian induksi elektromagnetik dan pengaruhnya?
2. Dapatkah kamu menjelaskan faktor yang mempengaruhi besar induksi elektromagnetik?
3. Dapatkah kamu menyebutkan contoh-contoh alat yang bekerjanya memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik?
4. Apakah yang kamu ketahui tentang generator? Dapatkah kamu menyebutkan jenis-jenis generator dan menjelaskan cara kerjanya?
5. Apakah transformator itu? Dapatkah kamu menjelaskan cara kerjanya dan menghitung besar efisiensinya?

Latih Kemampuan

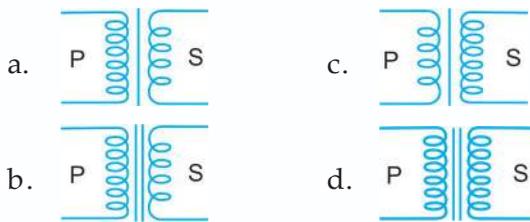
8

Kerjakan di buku tugasmu!

I. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Pembentukan arus listrik oleh suatu perubahan medan magnet disebut
 - a. induksi magnet
 - b. transformator
 - c. gaya elektromagnet
 - d. induksi elektromagnetik
2. Di bawah ini yang **bukan** kegunaan induksi elektromagnetik adalah
 - a. membangkitkan gaya gerak listrik induksi
 - b. mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah
 - c. menimbulkan arus induksi
 - d. mengubah energi gerak menjadi energi listrik
3. Alat yang tidak menggunakan prinsip induksi elektromagnetik adalah
 - a. alternator
 - b. dinamo
 - c. transformator
 - d. kapasitor
4. Pada generator terjadi perubahan energi
 - a. potensial menjadi energi listrik
 - b. panas menjadi energi listrik
 - c. gerak menjadi energi listrik
 - d. kimia menjadi energi listrik
5. Fungsi utama sebuah transformator *step up* adalah
 - a. mengubah arus DC ke arus AC
 - b. mengubah arus AC ke arus DC
 - c. meningkatkan arus listrik
 - d. meningkatkan tegangan listrik
6. Komponen yang **bukan** bagian dari sebuah generator adalah
 - a. medan magnet
 - b. cincin luncur
 - c. sikat-sikat
 - d. resistor
7. Kumparan yang didekati dan dijauhi magnet menghasilkan arus. Arus induksi yang muncul adalah
 - a. arus AC
 - b. arus DC
 - c. arus searah
 - d. tidak tentu
8. Ggl induksi yang diinduksikan dalam suatu kumparan kawat yang diputar dalam suatu medan magnet tidak bergantung pada
 - a. hambatan kumparan
 - b. kecepatan putaran
 - c. banyaknya lilitan kumparan
 - d. kuat medan magnetik

9. Pada gambar berikut ini yang merupakan simbol trafo *step up* adalah



10. Sebuah transformator sederhana memiliki 20 lilitan pada kumparan primer dan 80 lilitan pada kumparan sekunder. Jika kumparan primer diberi tegangan 4 V, tegangan pada kumparan sekunder adalah

- 4 V
- 16 V
- 100 V
- 240 V

11. Pada sebuah transformator, jumlah lilitan primer dan sekunder masing-masing 1.000 lilitan dan 250 lilitan. Jika kuat arus primer 0,5 A, maka besar kuat arus sekunder adalah

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

12. Sebuah transformator memiliki jumlah lilitan primer dua kali lebih banyak daripada lilitan sekunder, digunakan untuk mengubah 220 volt AC menjadi 110 volt AC. Jika arus dalam kumparan sekunder adalah 4 A, maka arus primer adalah

- 1 A
- 2 A
- 8 A
- 16 A

13. Magnet batang yang dilewatkan melalui kumparan kawat, maka arus induksi dalam kumparan paling besar pada saat

- magnet digerakkan dengan cepat dan berada dalam kumparan dalam waktu singkat
- magnet digerakkan secara perlahan-lahan dan cukup lama berada dalam kumparan
- kutub selatan magnet memasuki kumparan
- kutub utara magnet memasuki kumparan

14. Perbandingan daya keluaran dan daya masukan transformator dinamakan

- transformator ideal
- efisiensi transformator
- persentase daya
- efektivitas transformator

15. Daya pada kumparan primer dari sebuah transformator *step up* adalah 300 watt. Jika daya pada kumparan sekunder 225 watt, efisiensi transformator tersebut adalah

- 25%
- 30%
- 75%
- 85%

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar!

- Apakah perbedaan antara generator AC dan generator DC?
- Jelaskan penyebab terjadinya induksi elektromagnetik!
- Sebuah transformator didesain untuk menghasilkan tegangan 12 V dari suatu catu daya 220 V. Transformator tersebut memiliki 1.200 lilitan pada kumparan primernya.
 - Berapakah jumlah lilitan pada kumparan sekunder?
 - Hitunglah kuat arus pada kumparan primer jika pada kumparan sekundernya mengalir arus sebesar 2A!
- Sebuah transformator digunakan untuk mengubah tegangan 220 V menjadi 110 V.
 - Termasuk jenis apakah transformator yang digunakan?
 - Hitung perbandingan jumlah lilitan primer dan lilitan sekundernya.
 - Jika jumlah lilitan primer 400, berapakah jumlah lilitan sekundernya?
- Jelaskan pemanfaatan transformator *step up* dan transformator *step down* dalam kehidupan sehari-hari!

Generator "Pisang"

Para insinyur *University of Queensland* di Brisbane, Australia, mereka berharap dapat membangun sebuah pembangkit listrik berbahan bakar pisang. Ide itu muncul setelah mereka melihat berlimpahnya pisang yang baru dipanen. Pisang tersebut sebagian besar tidak dapat masuk toko buah karena ukurannya terlalu kecil.

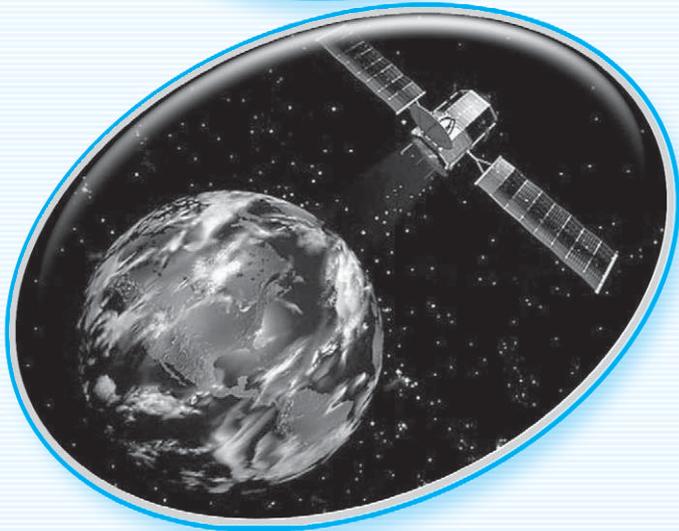
Bill Clarke, dosen teknik *University of Queensland* telah berhasil membangkitkan listrik dari pisang di laboratorium. Teknologi yang digunakan Clarke terbilang sederhana. Ia hanya memasukkan pisang-pisang ke dalam peti penampungan yang tertutup rapat. Pisang-pisang tersebut akan terdekomposisi sehingga menghasilkan gas metana. Kemudian gas yang dihasilkan menjadi sumber tenaga untuk turbin yang menghasilkan listrik.

Kelemahan teknologi ini adalah membutuhkan pisang yang banyak untuk menghasilkan sedikit listrik. Contohnya diperlukan 60 kg pisang untuk menyalakan alat elektronik rumah tangga sekitar 1.000 watt selama 30 jam. Untuk pengembangan komersial diperlukan pengujian lebih lanjut.

Sumber: *Koran Tempo*, Rabu 1 September 2004

Bab IX

Tata Surya

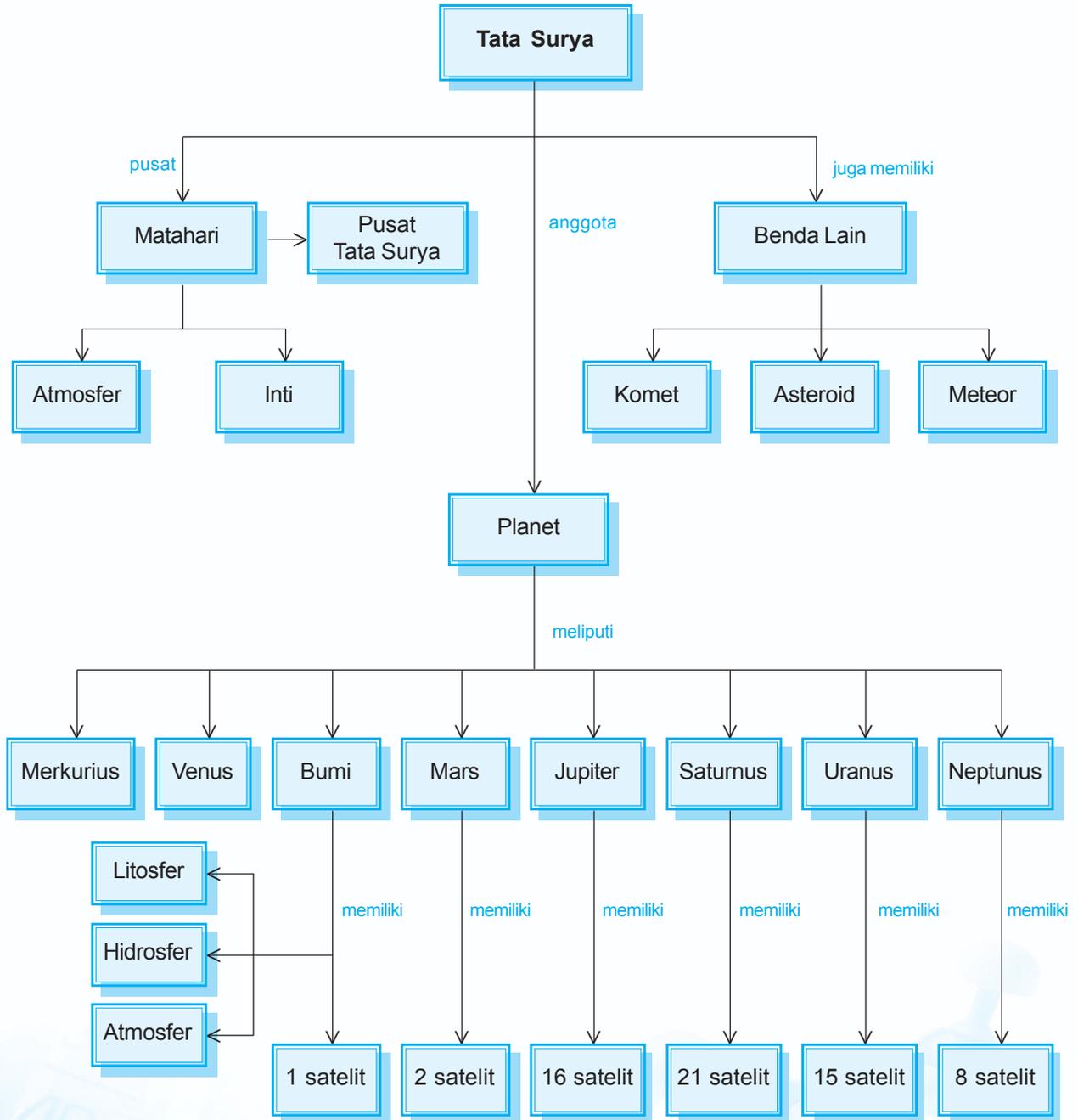


Matahari adalah sebuah bintang yang paling dekat dari bumi. Apakah peranan matahari dalam sistem tata surya kita? Mengapa semua planet mengitarinya?

Satelit dibuat manusia untuk berbagai keperluan. Seperti halnya bulan, satelit bergerak mengitari bumi. Bagaimana hal ini dapat terjadi? Apakah sebenarnya satelit itu?

Mari kita pahami sistem tata surya dan proses yang terjadi di dalamnya. Dalam pembelajaran bab ini, kamu dapat mendeskripsikan karakteristik sistem tata surya, matahari sebagai bintang, bumi sebagai planet, serta gerak edar planet dan satelit beserta pengaruh interaksinya.

Peta Konsep



Kata Kunci

- matahari
- planet
- tata surya



A. Anggota Tata Surya

Seandainya kamu berada di dalam ruang angkasa yang jaraknya berjuta-juta kilometer, kamu akan melihat Bumi ini seperti bola kecil sekali yang bergerak mengelilingi sebuah bintang. Bintang tersebut adalah Matahari. Selain Bumi, terdapat planet-planet lain yang mengelilingi Matahari. Tidak hanya Bumi yang mengelilingi Matahari, tetapi planet-planet lain, satelit, asteroid, dan meteor juga mengelilingi Matahari. Semua benda-benda langit menjadi satu kesatuan dan membentuk sebuah sistem yang sangat teratur. Sistem ini disebut **tata surya**.

Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai benda-benda langit, mari kita pelajari apa saja yang menjadi anggota dari tata surya!

Tugas 9.1

Selain Matahari, di alam semesta ini masih terdapat bintang-bintang yang lain. Sebutkan beberapa di antaranya! Carilah referensi buku di perpustakaanmu!

1. Matahari

Matahari adalah pusat tata surya. Matahari merupakan sebuah bintang yang paling dekat dengan bumi. Seperti bintang lainnya, Matahari merupakan sebuah benda panas yang tersusun oleh berbagai gas yang bertekanan tinggi.

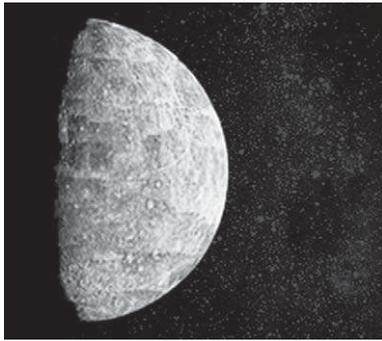
Dibandingkan dengan bintang-bintang lain dalam galaksi kita, ukuran Matahari adalah sedang. Namun demikian, Matahari adalah raksasa jika dibandingkan dengan planet yang terbesar sekali pun. Diameter Matahari 109 kali diameter Bumi, yaitu 1,4 juta km. Walaupun Matahari itu berbentuk gas, beratnya lebih dari 300.000 kali berat Bumi. Suhu permukaannya $\pm 5.000^{\circ}\text{C}$. Energi panas yang dipancarkan Matahari memungkinkan terjadinya kehidupan di Bumi. Selain itu, tanpa pemantulan cahaya Matahari, kita tidak dapat melihat anggota-anggota lain dari tata surya, kecuali komet dan meteor.

2. Planet

Planet-planet merupakan benda terbesar dalam tata surya setelah Matahari, kecuali beberapa satelit yang diameternya sebanding dengan planet Merkurius. Berdasarkan jarak planet-planet ini dari Matahari, planet-planet dapat diurutkan. Urutan planet itu adalah Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus.

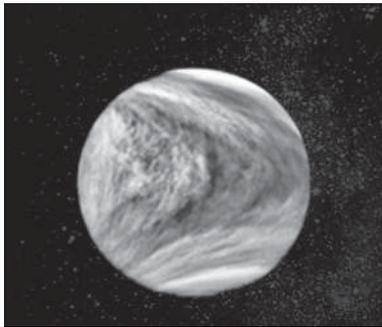


Gambar 9.1 Matahari merupakan sumber energi utama di Bumi.



Gambar 9.2 Planet Merkurius.

Sumber: Microsoft Encarta



Gambar 9.3 Planet Venus.

Sumber: Microsoft Encarta



Gambar 9.4 Planet Bumi.

Sumber: Microsoft Encarta



Gambar 9.5 Planet Mars.

Sumber: Microsoft Encarta

a. Merkurius

Merkurius adalah planet yang paling dekat matahari. Dari planet ini, Matahari terlihat dua kali lebih besar daripada yang terlihat di Bumi. Permukaan Merkurius sangat panas dan kering. Suhu permukaan Merkurius dapat mencapai 427°C pada tengah hari dan -184°C pada tengah malam. Permukaan Merkurius mempunyai sejumlah kawah atau lubang ledakan yang terjadi akibat tabrakan dengan meteor dan komet.

Gravitasi pada permukaan planet Merkurius adalah sekitar sepertiga gravitasi pada permukaan Bumi.

b. Venus

Planet kedua dari Matahari adalah planet Venus. Walaupun jaraknya dari matahari dua kali jarak Merkurius, tetapi planet Venus adalah yang terpanas dalam tata surya. Lapisan atmosfer yang tebal seperti awan putih menyelubungi permukaannya. Awan putih ini terdiri dari karbon dioksida yang terjadi akibat pembakaran asam sulfat panas oleh gunung-gunung berapi. Awan ini menghalangi pemantulan panas Matahari, sehingga menyebabkan suhu menjadi sangat panas. Suhu siang hari dapat mencapai lebih dari 500°C .

Permukaan planet Venus terdiri dari dataran rendah yang rata dan dataran tinggi yang berbentuk oleh gunung api dan aliran lahar. Dipercaya bahwa gunung berapi terus meletus di planet ini.

Venus sering disebut bintang pagi atau bintang senja karena sering terlihat berkilauan dari bumi pada pagi atau senja hari.

c. Bumi

Planet ketiga dari Matahari adalah planet Bumi. Karena jaraknya dari matahari, adanya atmosfer yang bersifat melindungi, dan suatu campuran bahan kimia organik yang tepat mengakibatkan Bumi adalah satu-satunya planet dalam tata surya yang dapat mendukung kehidupan.

Bumi juga satu-satunya planet mempunyai unsur (seperti air) yang dapat berupa gas, cairan, dan padat. Bumi adalah suatu planet yang dinamis, yang secara konstan mendaur ulang dirinya sendiri.

d. Mars

Planet Mars adalah planet keempat dari matahari. Besar planet ini setengah dari ukuran Bumi. Satu hari di Mars hampir sama lamanya dengan satu hari di Bumi. Mars mempunyai dua bulan yang mungkin dapat menangkap asteroids. Belahan selatannya adalah suatu permukaan tua yang stabil dengan banyak orang kawah atau lubang ledakan, sedangkan belahan utaranya menjaga arus lahar dari gunung berapi dahsyat yang paling besar dalam sistem tata surya.

Planet Mars adalah planet yang paling mirip dengan Bumi, sehingga para ilmuwan terus melakukan serangkaian penelitian apakah memungkinkan bagi manusia untuk hidup di planet ini.

e. Jupiter

Planet kelima dari matahari adalah Jupiter, yang merupakan planet paling besar dalam tata surya. Ukuran planet Jupiter dua kali dari gabungan semua planet lain dalam tata surya. Atmosfer Jupiter terdiri dari hidrogen dan helium, serta mempunyai awan dari amoniak dan kristal es.

Sistem Jupiter dan satelit-satelitnya menyerupai miniatur tata surya. Planet Jupiter mempunyai hari yang paling pendek dibanding planet-planet lain karena periode rotasi planet Jupiter ini hanya kurang lebih 10 jam. Malam hari pada planet Jupiter adalah jauh dari gelap, langit terlihat terang oleh banyaknya bulan.



Gambar 9.6 Planet Jupiter.

Sumber: *Microsoft Encarta*

f. Saturnus

Planet Saturnus adalah planet keenam dari matahari. Planet ini dikelilingi oleh beribu-ribu cincin yang terbentuk dari partikel-partikel es dan batu karang yang kecil yang diperkirakan merupakan bekas peninggalan dari suatu satelit terdahulu yang telah hancur oleh suatu benturan dengan satelit yang lain.

Dalam tata surya, planet Saturnus mempunyai urutan kedua terbesar setelah planet Jupiter. Meskipun demikian, kepadatan planet Saturnus sangat rendah sedemikian hingga planet dahsyat ini bisa mengapung di atas air. Hal ini diperkirakan karena planet Saturnus berisi kebanyakan gas helium dan hidrogen. Planet ini juga dapat menghasilkan panas sendiri akibat sparasi gas.



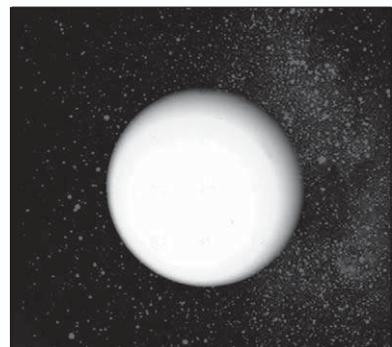
Gambar 9.7 Planet Saturnus.

Sumber: *Microsoft Encarta*

g. Uranus

Planet Uranus adalah urutan ketujuh dari Matahari. Yang membedakan planet Uranus dari planet-planet yang lain adalah bahwa salah satu kutubnya menghadap ke Matahari. Satu teori menyatakan bahwa hal ini diakibatkan planet Uranus ditabrak oleh suatu objek besar, sehingga bergeser ke sisinya. Sedangkan objek yang menabraknya hancur dan bekas peninggalannya membentuk awan uap air batu-batu di sekitar Uranus yang membentuk cincin tipis.

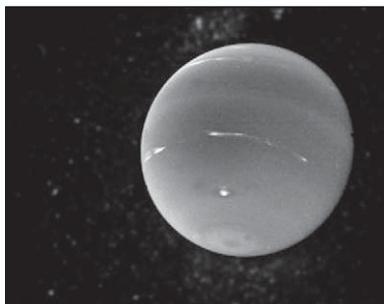
Ada teori lain yang menyatakan bahwa cincin tipis yang menyelubungi planet Uranus terbentuk akibat salah satu satelinya dihantam oleh meteor. Seperti Neptunus, kebanyakan dari Uranus adalah suatu samudra air yang kotor yang tecampur gas metana dan amoniak. Atmosfernya yang terdiri dari helium dan hidrogen memperlihatkan suatu jejak gas metana yang memberi warna hijau kebiru-biruan pada planet ini.



Gambar 9.8 Planet Uranus.

Sumber: *Microsoft Encarta*

h. Neptunus



Gambar 9.9 Planet Neptunus.
Sumber: Microsoft Encarta

Planet terjauh dari Matahari adalah Neptunus. Keadaan planet Neptunus hampir sama dengan planet Uranus. Kedua planet ini sering disebut planet kembar. Neptunus adalah planet dalam tata surya yang paling berangin. Pada planet ini dapat terjadi badai sangat besar yang mencapai sepuluh kali kekuatan suatu angin topan di Bumi, hampir cukup untuk memecahkan tembok suara. Apa yang menyebabkan badai besar ini menjadi salah satu misteri yang besar dari planet Neptunus.

Ukuran planet Neptunus empat kali ukuran Bumi dan sedikit lebih kecil dibanding planet Uranus. Pada planet Neptunus mungkin tidak terdapat batasan-batasan antara lapisan-lapisannya. Planet ini mempunyai suatu inti yang kecil dari batu karang dan dikelilingi oleh suatu samudra bercampur dengan lumpur dan material berbatu. Atmosfernya yang terdiri dari helium dan hidrogen. Seperti pada Uranus, sedikit gas metana memberikan warna hijau kebiru-biruan pada planet ini.

Sebelum tanggal 15 Agustus 2006, satu lagi benda langit yang dipercaya sebagai planet dalam sistem tata surya adalah Pluto. Dahulu Pluto dikenal sebagai planet yang paling kecil dan paling jauh dari Matahari. Tetapi, berdasarkan keputusan akhir sidang umum IAU (*International Astronomical Union*) ke-26 yang diselenggarakan di kota Praha, Republik Ceko, Pluto bukan lagi dianggap sebagai planet. Para ahli yang mengikuti sidang umum tersebut menganggap Pluto sebagai objek trans-Neptunian, bukan sebagai planet dalam tata surya.

Gerakan planet-planet mengitari Matahari disebabkan oleh adanya gaya gravitasi. Secara umum, **hukum gravitasi** mengatakan bahwa benda-benda yang memiliki massa akan tarik-menarik yang besarnya berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Semakin besar jaraknya semakin kecil gaya tariknya dan semakin kecil jaraknya semakin besar gaya tariknya. Gaya gravitasi Matahari dirumuskan sebagai berikut.

$$F = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} \quad \dots\dots\dots (9.1)$$

Keterangan:

- G = konstanta gravitasi
- m = massa planet
- M = massa Matahari
- r = jarak planet dengan Matahari
- F = gaya gravitasi Matahari

Gaya gravitasi Matahari mampu membuat lintasan planet berbentuk elips. Perhatikan gambar lintasan-lintasan planet di dalam tata surya. Untuk memahami perbandingan antarplanet, perhatikan **Tabel 9.1**.

Tabel 8.1 Tabel data perbandingan planet-planet berdasarkan jari-jari dan jarak rata-rata ke Matahari.

Planet	Diameter Rata-Rata (km)	Jarak Rata-Rata dari Matahari (km)	Massa (kg)	Periode Rotasi	Periode Revolusi
Merkurius	4.862	58 juta	$3,29 \times 10^{23}$	59 hari	88 hari
Venus	12.190	108 juta	$4,90 \times 10^{24}$	-243 hari	225 hari
Bumi	12.725	149,6 juta	$5,98 \times 10^{24}$	23,9 jam	365 hari
Mars	6.780	228 juta	$6,58 \times 10^{23}$	24,6 jam	687 hari
Jupiter	142.860	779 juta	$1,90 \times 10^{27}$	9,8 jam	11,9 tahun
Saturnus	120.000	1.428 juta	$5,68 \times 10^{26}$	10,2 jam	29,5 tahun
Uranus	50.100	2.875 juta	$8,97 \times 10^{25}$	-10,8 jam	84 tahun
Neptunus	48.600	4.500 juta	$1,02 \times 10^{26}$	15,8 jam	164,8 tahun

Setiap planet mengitari Matahari dalam sebuah lintasan elips yang disebut orbit planet. Orbit segenap planet hampir pada bidang yang sama.

Johannes Kepler (1571–1630) telah meneliti gerak planet-planet dalam mengelilingi Matahari, kemudian merumuskannya dalam Hukum Kepler.

Hukum I Kepler

Lintasan setiap planet berbentuk elips dan Matahari terletak di salah satu fokus elips.

Hukum II Kepler

Dalam waktu yang sama, planet menempuh bidang yang luasnya sama.

Hukum III Kepler

Kuadrat periode revolusi planet berbanding lurus dengan pangkat tiga jarak planet terhadap Matahari.

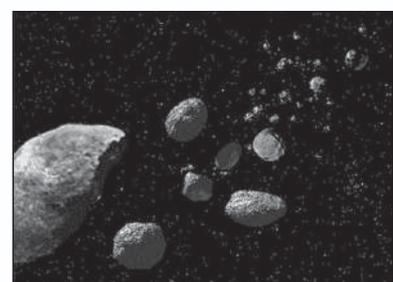


Gambar 9.10 Johannes Kepler.
Sumber: Microsoft Encarta

3. Asteroid

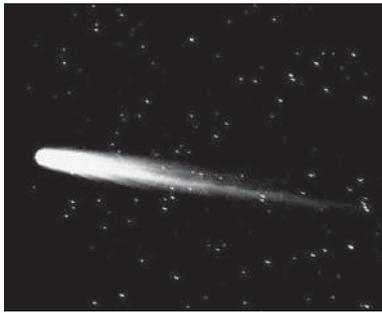
Menurut **Titus Bode**, ada daerah kosong antara Mars dan Jupiter. Para ahli astronomi pada masa Bode yakin bahwa ada sebuah planet yang belum diketahui di antara kedua benda itu. Untuk menelitinya, pada tanggal 1 Januari 1801, seorang ahli astronomi Italia, **Giuseppi Piazzi** menemukan sebuah benda langit dalam ruang angkasa di antara orbit Mars dan Jupiter. Kemudian, benda ini dinamakan Ceres yang diketahui mempunyai diameter sekitar 1.000 km. Lambat laun daerah kosong di antara Mars dan Jupiter ditemukan benda-benda kecil lain yang mirip planet.

Sekarang telah ditemukan lebih dari seribu benda-benda kecil seperti ini dan ditaksir seluruhnya lebih dari 5.000 buah. Benda langit ini dikenal sebagai planet kecil atau asteroid.



Gambar 9.11 Benda-benda kecil atau asteroid yang jumlahnya ribuan.

4. Komet



Gambar 9.12 Komet Halley terlihat dari Bumi setiap 76 tahun sekali. Ekor komet selalu menjauhi Matahari.

Di antara berbagai anggota keluarga Matahari yang paling aneh ialah komet. Komet tidak tunduk pada berbagai hukum yang menguasai kesembilan planet dan beribu-ribu asteroid. Komet bukannya bergerak di dalam orbit yang hampir sirkuler pada arah yang tunggal, tetapi berputar sekeliling Matahari dalam bentuk elips yang memanjang luar biasa dan ke setiap arah. Komet berada sedemikian jauh dari Matahari sehingga tidak kelihatan meskipun dengan menggunakan teleskop terbesar yang dimiliki manusia. Dahulu, orang menganggap bahwa beberapa komet berasal jauh dari luar tata surya, kemudian mendekati Matahari dan ketika meninggalkan Matahari komet tidak akan kembali lagi. Sekarang, secara umum telah disepakati bahwa komet termasuk anggota keluarga Matahari.

Pada saat mula-mula ditemukan, komet biasanya tampak sebagai benda yang suram dan terpecah. Pusatnya merupakan bagian yang terpadat. Bagian padat ini disebut sebagai **inti**. Daerah mirip tudung yang mengelilingi inti disebut **koma**. Pada saat komet mendekati Matahari, koma menjadi lebih cerah. Pada jarak sekitar 160 juta km dari Matahari, beberapa komet menunjukkan zat berkabut yang mengalir dan menjauhi Matahari serta membentuk ekor. Ekor ini tampak terdiri atas gas yang sangat tipis yang bersinar dengan menyerap dan memantulkan cahaya Matahari yang jatuh di atasnya. Komet dipaksa menjauhi Matahari oleh tekanan angin Matahari. Banyak komet tidak pernah mengembangkan ekor. Komet-komet itu akan tetap menjadi benda yang kabur.

5. Meteor



Gambar 9.13 Meteorit.

Orang percaya bahwa komet mungkin pecah menjadi partikel-partikel yang kadang-kadang terlihat memasuki atmosfer Bumi sebagai meteor. Besar meteor berkisar dari pecahan yang tidak lebih besar dari kepala jarum sampai batu raksasa yang beratnya berton-ton. Kamu dapat mengetahui adanya meteor dengan melihat cahaya cerah yang dihasilkan oleh benturan meteor dengan atmosfer Bumi. Kebanyakan meteor hancur setelah membentur atmosfer. Namun beberapa di antaranya mendarat di Bumi dan disebut meteorit.

6. Satelit

Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus mempunyai satelit atau bulan yang berputar mengelilingi planet-planet tersebut. Dari hasil pengamatan para astronom baru-baru ini, mungkin Pluto mempunyai satelit.

Jumlah satelit setiap planet berbeda-beda. Perhatikan satelit alamiah dari planet-planet di tata surya pada **Tabel 9.2!**

Tabel 9.2 Daftar nama dan jumlah satelit alamiah dalam tata surya.

No	Planet	Nama Satelit	Jumlah Satelit
1	Merkurius	-	0
2	Venus	-	0
3	Bumi	Bulan	1
4	Mars	Phobos dan Demos	2
5	Jupiter	Metis, Andrastea, Almathea, Thebe, Io, Europa, Ganymede, Calistio, Leda, Himalia, Lysithea, Elara, Aananke, Carme, Pasiphea, Sinope, dan 3 lagi belum ada namanya.	16
6	Saturnus	Atlas, 1980 S27, 1980 S26, Euphemetheus, Janus, Mimas, Coorbital, Encelandus, Tethys, Telesto, Calypso, Dione, Dione coorbital, 1980 S5, 1980 S6, Rhea, Titan, Hyperion, Lapetus, Phoebe.	21
7	Uranus	Ariel, Umbriel, Titania, Oberon, Miranda, Puck, Cordelia, Ophelia, Bianca, Cresida, Desemona, Juliet, Portia, Rosalin, Belinda.	15
8	Neptunus	Triton, Nereid, Naiad, Thalasa, Despina, Galatea, Larissa, Proteus.	8

Latihan 9.1

1.
 - a. Apa yang dimaksud tata surya?
 - b. Sebutkan benda-benda langit anggota tata surya!
2.
 - a. Jelaskan hubungan antara gravitasi Matahari dengan jarak planet ke Matahari!
 - b. Mengapa planet-planet beredar mengelilingi Matahari?
3.
 - a. Mengapa Matahari digolongkan sebagai bintang?
 - b. Dari mana Matahari memperoleh energinya?
 - c. Sebutkan dan jelaskan lapisan-lapisan Matahari!
4.
 - a. Jelaskan terjadinya siang dan malam!
 - b. Jelaskan peranan Matahari dalam kehidupan di Bumi!
5. Mengapa beberapa bintang yang sebenarnya lebih besar daripada Matahari tetapi tidak terlihat?

B. Matahari

Di subbab sebelumnya telah disinggung mengenai Matahari. Matahari merupakan sebuah bintang dan pusat tata surya. Bintang adalah benda langit yang memiliki cahaya sendiri. Planet-planet tidak disebut bintang karena planet-planet tidak mempunyai cahaya sendiri. Jika planet-planet tampak bercahaya, cahaya tersebut merupakan pantulan dari Matahari.

Ukuran matahari sebagai sebuah bintang dalam galaksi tergolong sedang saja. Banyak bintang lain yang ternyata lebih besar, lebih berat, lebih panas, dan lebih cerah daripada Matahari. Matahari tampak jauh lebih besar dan lebih cerah karena letaknya jauh lebih dekat pada Bumi daripada bintang lainnya. Jarak Matahari dari Bumi kira-kira 149.600.000 km. Matahari merupakan bintang yang paling dekat dengan Bumi. Sebagai perbandingan adalah bintang Alpha Centauri yang jaraknya 4×10^{13} km.

1. Energi Matahari

Sumber energi Matahari berasal dari reaksi fusi, yaitu penggabungan inti-inti atom Hidrogen membentuk inti-inti atom Helium. Akibat reaksi kimia pada inti Matahari, maka terjadi pengurangan massa Matahari yang berubah menjadi energi Matahari. Oleh **Albert Einstein**, besarnya energi dirumuskan:

$$E = m \times c^2 \quad \text{..... (9.2)}$$

Keterangan:

E = energi Matahari (joule)

m = massa yang hilang (kg)

c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

Energi Matahari ini dipancarkan ke segala arah. Bumi memperoleh sumber kehidupan dari Matahari. Tidak mungkin di Bumi ada kehidupan tanpa adanya energi Matahari. Oleh karena itu Matahari merupakan sumber energi Bumi.

2. Lapisan-Lapisan Matahari

Matahari tersusun oleh beberapa daerah yang berbeda, yaitu atmosfer Matahari, fotosfer, dan inti Matahari. Atmosfer Matahari terdiri atas dua lapisan. Lapisan sebelah dalam disebut **kromosfer** atau **bola warna**. Lapisan ini menjulang sejauh 12.000 km di atas permukaan Matahari. Lapisan atas atau sebelah luar terdapat **korona** atau **mahkota**. Korona ini membentuk lingkaran cahaya putih indah yang mengelilingi keseluruhan Matahari dan menyorotkan pita cahaya yang panjangnya berjuta-juta kilometer ke arah ruang angkasa.

Info Sains

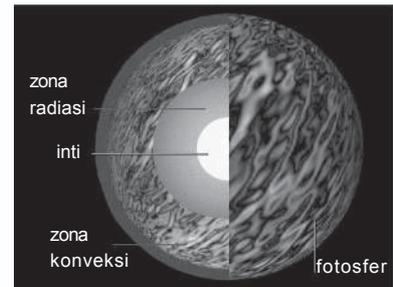
Dapatkah mencapai Matahari?

Untuk saat ini, tidak mungkin manusia dapat mencapai Matahari mengingat jarak Matahari yang sangat jauh. Diperlukan bahan bakar yang sangat banyak pergi dan pulang ke Matahari. Selain itu, suhu Matahari pun sangat tinggi. Tidak ada benda berbentuk padat di Bumi yang tahan dengan panas di Matahari.

Kita biasanya tidak dapat melihat kromosfer dan korona. Efek atmosfer kita sendiri serta cahaya yang menyilaukan dari fotosfer merintangi kita untuk melihatnya. Akan tetapi, ketika terjadi gerhana Matahari total, atmosfer Matahari akan terlihat.

Untuk mengamati korona, kamu tidak harus menunggu saat gerhana. Kamu dapat melihatnya melalui sebuah teleskop khusus yang disebut **koronagraf** yang dapat menghasilkan suatu gerhana Matahari buatan.

Fotosfer merupakan lapisan yang menyelubungi lapisan inti Matahari. Suhu pada lapisan ini $\pm 6.000^{\circ}\text{C}$. Inti Matahari merupakan lapisan terdalam, tempat berlangsungnya reaksi inti.



Gambar 9.14 Lapisan-lapisan Matahari.

Latihan 9.2

1. Mengapa Matahari digolongkan sebagai bintang?
2. Dari mana Matahari memperoleh energinya?
3. Sebutkan dan jelaskan lapisan-lapisan Matahari!
4. Mengapa beberapa bintang yang sebenarnya lebih besar daripada Matahari tetapi tidak terlihat?
5. Jelaskan peranan Matahari dalam kehidupan di Bumi!



C. Bumi

Kamu pasti sering mendengar bahwa Bumi itu bulat. Sebenarnya bentuk Bumi tidak bulat sempurna, tetapi pepat pada kedua kutubnya dan agak mengembung di sekitar khatulistiwa.

Diameter Bumi dari kutub utara ke kutub selatan adalah 12.700 km, sedangkan diameter sepanjang ekuator adalah 12.750 km. Perbedaan panjang 50 km ini sangat kecil. Jika Bumi digambarkan dengan sebuah bola yang berdiameter 18 cm, jari-jari kutub, yaitu jarak garis lurus dari pusat Bumi ke salah satu kutub hanya akan berkurang $\frac{1}{32}$ cm dari jari-jari ekuator, yaitu jarak garis lurus dari pusat ke sebuah titik pada ekuator Bumi.

Untuk lebih memahami mengenai Bumi dan hal-hal yang berkaitan dengan Bumi, mari kita pelajari uraian berikut!

1. Bagian-Bagian Bumi

Bumi terdiri atas tiga bagian, yaitu udara, air, dan bagian padat atau seperti yang dikatakan seorang ilmuwan, atmosfer, hidrosfer, dan litosfer.

Atmosfer adalah udara yang mengelilingi Bumi, terdiri atas sekitar 78% nitrogen, 21% oksigen, dan 1% gas-gas lain, termasuk uap air, debu, dan karbon dioksida.

Lapisan bawah dari selubung udara adalah troposfer. Dalam bahasa Yunani *tropos* berarti "berubah". Troposfer merupakan daerah tempat perubahan-perubahan besar terjadi yaitu suhu, tekanan, dan kadar uap air. Walaupun sebagian besar perubahan atmosfer relatif terjadi di dekat Bumi, troposfer meluas sampai suatu ketinggian sekitar 10 km. Pada batas luar troposfer terdapat zona pemisah antara troposfer dan lapisan lainnya.

Lapisan selanjutnya adalah stratosfer yang merupakan zona angin aneh yang dikenal sebagai aliran jet. Pada aliran jet ini aliran udara sangat kuat dan bergerak cepat, dapat mencapai kecepatan 400 km/jam. Suhu di dalam stratosfer naik dari tingkat bawah -60°C pada ketinggian 10 km sampai ke tingkat atas 0°C pada ketinggian 40 km.

Lapisan selanjutnya adalah termosfer. Daerah udaranya sangat tipis karena terbuka oleh radiasi dari ruang angkasa dan Matahari. Pada ketinggian 400 km atau lebih terdapat eksosfer yang dipandang sebagai pinggiran atmosfer yang paling luar.

2. Rotasi dan Revolusi Bumi

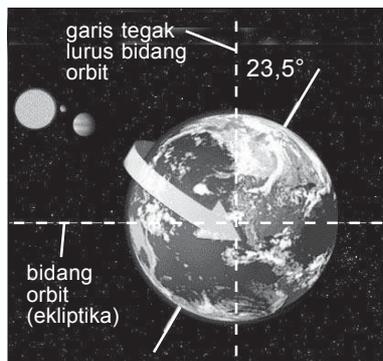
Bumi melakukan dua rotasi sekaligus, yaitu rotasi terhadap sumbunya dan rotasi terhadap Matahari (disebut revolusi Bumi). Kamu tidak dapat merasakan rotasi Bumi ini karena adanya gaya gravitasi Bumi. Arah rotasi Bumi adalah dari barat ke timur. Waktu yang diperlukan Bumi untuk melakukan rotasi pada sumbunya yaitu 1 hari atau 23 jam 56 menit 4,09 detik, kemudian dibulatkan menjadi 24 jam.

Rotasi Bumi menyebabkan berbagai peristiwa. Di antaranya adalah menyebabkan terjadinya siang dan malam, gerak semu harian benda langit, terjadi pemampatan bentuk Bumi di daerah kutub dan penggembungan di daerah ekuator, pembelokan arah angin, menyebabkan terjadinya perbedaan waktu untuk tempat-tempat yang berbeda derajat bujurnya.

Revolusi Bumi adalah gerak Bumi mengelilingi Matahari. Periode revolusi Bumi adalah 1 tahun, yaitu 365,25 hari atau $365 \frac{1}{4}$ hari. Revolusi Bumi menyebabkan beberapa peristiwa, yaitu gerak semu Matahari, pergantian musim, perubahan lamanya siang dan malam, dan terlihatnya rasi bintang yang berbeda-beda dari bulan ke bulan.

Ketika berevolusi, Bumi tidak tegak lurus terhadap bidang ekliptika, melainkan miring dengan arah yang sama dan membentuk sudut $23,5^{\circ}$. Oleh karena itu terdapat empat kedudukan Bumi pada orbitnya, yaitu sebagai berikut

- Tanggal 21 Maret sampai dengan 21 Juni. Kutub utara Bumi makin condong ke arah Matahari, sedangkan kutub selatan Bumi makin condong menjauhi Matahari. Akibatnya, belahan Bumi utara mengalami musim semi, sedangkan belahan Bumi selatan mengalami musim gugur.



Gambar 9.15 Poros Bumi miring $23,5^{\circ}$ terhadap garis tegak lurus bidang orbit (ekliptika).

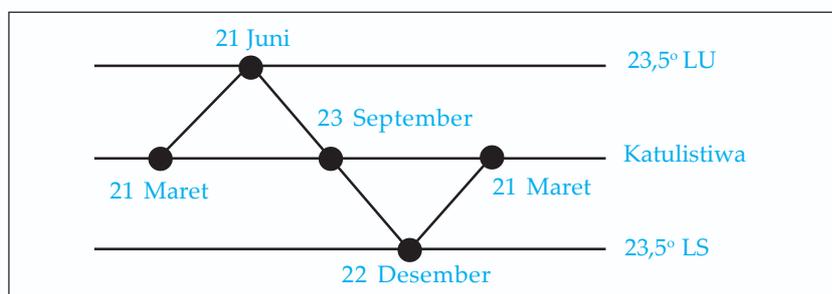
- b. Tanggal 21 Juni sampai dengan 23 September. Kutub selatan menjauhi Matahari, sedangkan kutub utara makin dekat dengan Matahari. Matahari tidak terbenam selama 24 jam di kutub utara, sedangkan kutub selatan tetap malam sepanjang hari. Akibatnya, belahan Bumi utara mengalami musim panas, sedangkan belahan Bumi selatan mengalami musim dingin.
- c. Tanggal 23 September sampai dengan 22 Desember. Belahan Bumi utara mengalami siang lebih lama daripada malamnya, sedangkan di kutub selatan sebaliknya. Kutub utara Bumi condong menjauhi Matahari sehingga mengalami musim gugur, sedangkan kutub selatan makin condong ke Matahari sehingga mengalami musim semi.
- d. Tanggal 22 Desember sampai dengan 21 Maret. Kutub selatan makin condong ke arah Matahari sehingga mengalami musim panas. Sebaliknya, kutub utara mengalami musim dingin karena letaknya makin jauh dari Matahari.

Perubahan kedudukan Bumi terhadap orbitnya mengakibatkan terjadinya pergantian musim seperti yang dijelaskan di atas. Perbedaan musim di belahan Bumi dirangkum pada **Tabel 9.3**.

Tabel 9.3 Perbedaan empat musim di belahan Bumi

Waktu	Belahan Bumi Utara	Belahan Bumi Selatan
21 Maret – 21 Juni	Musim semi	Musim gugur
21 Juni – 23 Sep	Musim panas	Musim dingin
23 Sep – 22 Des	Musim gugur	Musim semi
22 Des – 21 Maret	Musim dingin	Musim panas

Kedudukan Matahari setiap tahunnya seolah-olah bergeser dari katulistiwa (21 Maret) ke garis balik utara, yaitu $23,5^\circ$ LU (21 Juni), kemudian kembali ke katulistiwa (23 September), menuju ke garis balik selatan $23,5^\circ$ LS (22 Desember) dan akhirnya kembali lagi ke katulistiwa (21 Maret). Gerak inilah yang disebut gerak semu Matahari.



Gambar 9.16 Diagram gerak semu matahari tahunan.

3. Satelit Bumi (Bulan)

Telah disinggung sebelumnya bahwa Bumi mempunyai sebuah satelit yaitu Bulan. Bulan mengelilingi Bumi pada suatu orbit. Bulan merupakan benda langit terdekat dari Bumi.

Tokoh Sains

Bambang Hidayat



Prof. Dr. Bambang Hidayat (lahir di Kudus, Jawa Tengah, pada 18 September 1934), adalah seorang astronom Indonesia. Pendidikan menengah dilaluinya di SMP II Semarang dan SMA Bag. B Semarang. Bambang masuk FMIPA UI di Bandung tahun 1953. Pada tahun 1954 Bambang diangkat menjadi asisten pengamatan bintang ganda visual menggunakan teropong Zeiss Besar, di Observatorium Bosscha, Lembang. Pada tahun 60-an, Bambang ikut memasang teropong jenis mutakhir pada saat itu, yakni teropong tipe Schmidt di Lembang. Pada tahun 1968, Bambang diberi kehormatan untuk dapat memimpin Observatorium Bosscha dan Departemen Astronomi ITB. Tahun 1983 atas penunjukan Menteri Negara Riset dan Teknologi, Kepala BPPT, Prof. Habibie, Bambang ditugasi menjabat sebagai ketua panitia nasional pengembangan elektronika antariksa dan teleskop radio.

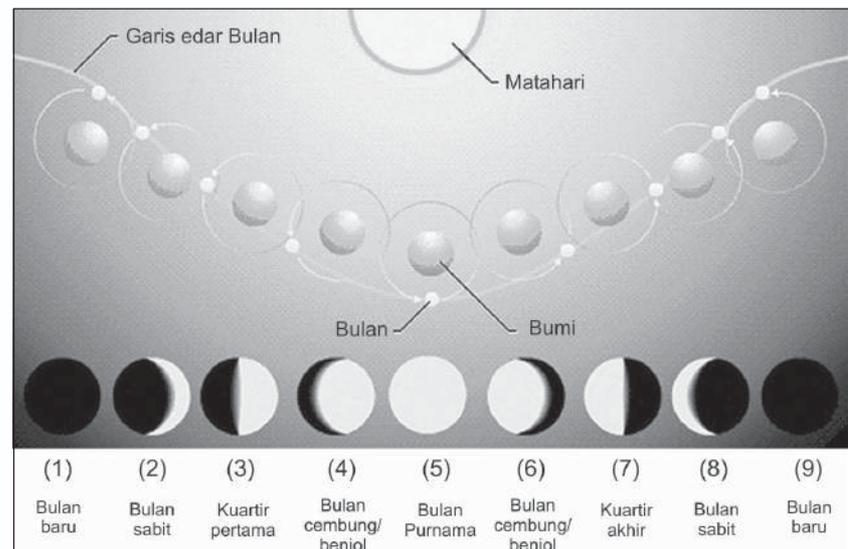


Gambar 9.17 Bulan, satelit Bumi.

Berbeda dengan Bumi, Bulan tidak mempunyai atmosfer sehingga permukaan Bulan berhubungan langsung dengan luar angkasa. Oleh karena itu di Bulan tidak ditemukan kehidupan karena tidak tersedianya udara dan air.

Dalam peredarannya, Bulan melakukan tiga gerakan sekaligus yaitu rotasi, revolusi, dan bersama-sama dengan Bumi mengitari Matahari. Periode rotasinya sama dengan periode revolusinya. Rotasi Bulan memiliki dua macam periode. Periode pertama adalah **periode sideris/bulan sideris**, periode ini mengacu ke satu bintang jauh selain Matahari. Satu bulan sideris kira-kira 27,3 hari. Periode kedua adalah **periode sinodis** yang mengacu ke Matahari. Satu bulan sinodis kira-kira 29,5 hari.

Amati Bulan setiap hari pada malam hari, maka kamu akan melihat bentuk bulan yang berubah-ubah setiap malam. Bentuk bulan yang tampak berbeda ketika kamu lihat dari Bumi disebut fase Bulan. Kedudukan Bulan selama berevolusi dapat kamu amati pada **Gambar 9.18** berikut ini.



Gambar 9.18 Fase Bulan yang berubah setiap hari.

Sumber: Microsoft Encarta 2006

a. Kedudukan 1

Saat kedudukan Matahari, Bulan, dan Bumi dalam satu garis lurus. Bagian Bulan yang menghadap Bumi tidak mendapat sinar Matahari sehingga Bulan tidak dapat dilihat. Kedudukan ini disebut Bulan baru/Bulan muda.

b. Kedudukan 2

Separuh bagian Bulan yang menghadap Bumi hanya kira-kira seperempatnya yang terkena sinar Matahari, sehingga yang terlihat Bulan berbentuk sabit yang disebut Bulan sabit.

c. Kedudukan 3

Separuh bagian Bulan yang menghadap Bumi, kira-kira setengahnya terkena sinar Matahari, sehingga Bulan tampak setengah lingkaran. Kedudukan ini disebut kuartir pertama.

d. Kedudukan 4

Sepuluh bagian Bulan yang menghadap Bumi, kira-kira tiga perempatnya terkena sinar Matahari, sehingga yang terlihat Bulan berbentuk cembung.

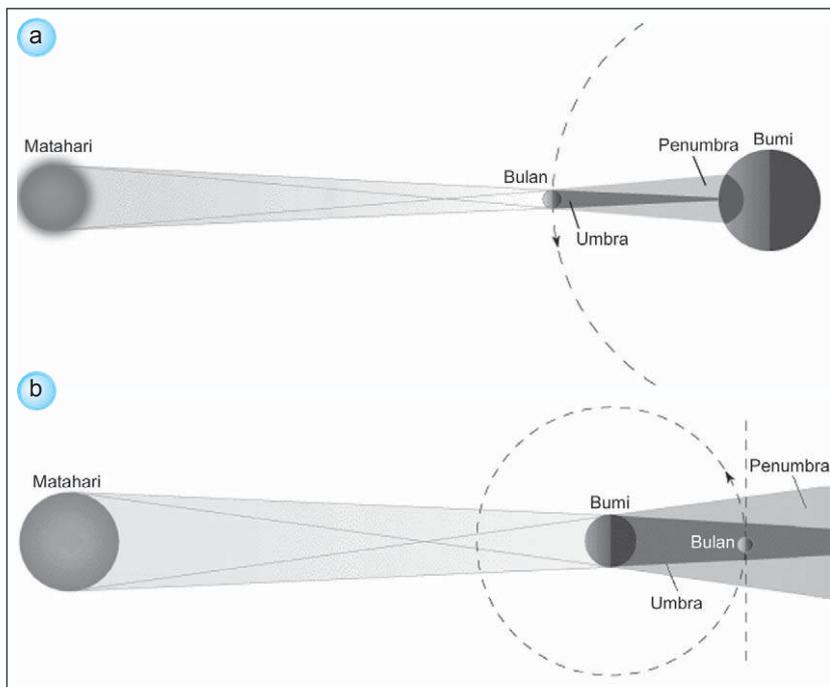
e. Kedudukan 5

Sepuluh bagian Bulan yang menghadap Bumi semuanya terkena sinar Matahari, sehingga disebut Bulan purnama.

4. Gerhana Bulan dan Gerhana Matahari

Karena Bumi dan Bulan bersama-sama mengelilingi Matahari, pada suatu saat kedudukan Bumi, Bulan, dan Matahari akan sejajar. Jika Bumi berada di antara Matahari dan Bulan maka cahaya Matahari ke Bumi akan terhalangi. Kejadian ini disebut dengan **gerhana Bulan**. Sebaliknya, jika bulan berada di antara Bumi dan Matahari maka sebagian daerah di Bumi tidak mendapat sinar Matahari. Kejadian ini dinamakan **gerhana Matahari**.

Terjadinya gerhana Bulan dan gerhana Matahari ditunjukkan pada **Gambar 9.19**.



Gambar 9.19 a. Proses terjadinya gerhana Matahari.
b. Proses terjadinya gerhana Bulan.

5. Pasang Surut Air Laut

Tahukah kamu apa yang dimaksud pasang surut air laut? Pasang adalah keadaan ketika air laut naik dan surut adalah keadaan di mana permukaan air laut turun. Tahukah kamu apa penyebabnya? Pasang surut air laut terutama karena gravitasi Bulan meskipun juga dipengaruhi gravitasi Matahari. Hal ini



Gambar 9.20 Laut selalu mengalami pasang dan surut bergantian.

Sumber: Microsoft Encarta

karena jarak Bumi lebih dekat ke Bulan daripada jarak bumi ke Matahari. Ingat bahwa gaya gravitasi pada dua buah benda besarnya berbanding terbalik dengan kuadrat jarak benda tersebut.

Karena gravitasi Bulan ini, lautan akan tertarik sehingga menimbulkan air pasang. Ketika jarak Bumi dan Bulan menjauh, gaya gravitasi Bulan akan menurun. Hal ini mengakibatkan laut akan surut. Pasang besar terjadi saat Bulan dan Matahari menghasilkan gaya tarik (gaya gravitasi) yang segaris. Hal ini terjadi saat Bulan purnama dan Bulan baru.

6. Satelit Buatan

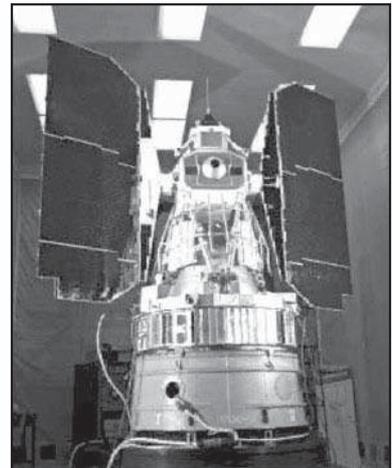
Apakah yang dimaksud dengan satelit buatan? Satelit buatan adalah pesawat buatan manusia yang diorbitkan pada orbit tertentu untuk mengitari sebuah planet. Ada berbagai macam satelit, yaitu satelit komunikasi, satelit penelitian, satelit penelitian sumber daya Bumi, satelit navigasi, satelit militer, dan satelit cuaca atau meteorologi. Semua satelit tersebut digunakan untuk membantu manusia memperoleh informasi mengenai Bumi atau planet-planet lain.

- a. Satelit komunikasi, digunakan untuk menunjang kelancaran komunikasi baik menggunakan radio, telepon, maupun TV. Satelit ini juga digunakan untuk menyiarkan informasi-informasi pendidikan, kesehatan, dan hiburan ke seluruh permukaan Bumi sehingga dapat menjangkau daerah-daerah terpencil. Ada dua macam satelit komunikasi, yaitu satelit pemantul dan satelit pengulang. Satelit pemantul, berfungsi sebagai pemantul (*reflektor*) bagi sinyal-sinyal mikro dari stasiun pemancar Bumi. Satelit pengulang, berfungsi sebagai penguat dan memantulkan kembali sinyal yang diterimanya. Satelit jenis ini memiliki alat pemancar ulang yang dinamakan *transponder*. Contoh satelit komunikasi adalah satelit Telstar, Sinkron, Palapa, Molniya, Intelsat, dan lain-lain.

Satelit Palapa adalah satelit komunikasi milik Indonesia. Satelit Palapa pertama kali diluncurkan tahun 1976. Indonesia telah meluncurkan tiga generasi satelit Palapa, yaitu generasi A (Palapa A-1 dan Palapa A-2), generasi B (Palapa B-1, Palapa B-2, Palapa B-2P, Palapa B-2R, dan Palapa B-4), dan generasi C (Palapa C-1 dan lanjutannya). Satelit Palapa dapat menjangkau wilayah ASEAN dan Asia Pasifik.

- b. Satelit penelitian, digunakan untuk meneliti keadaan luar angkasa seperti matahari, planet-planet, bintang, komet-komet, dan benda-benda angkasa luar lainnya. Contoh satelit ini adalah satelit seri Pegasus yang berfungsi melaporkan kebocoran atmosfer yang disebabkan oleh benturan meteorit dan satelit seri Explorer yang berfungsi memberikan data tentang radiasi, medan magnet, dan gelombang radio di angkasa.

- c. Satelit sumber daya alam, dibuat dengan tujuan untuk memetakan bentuk-bentuk permukaan Bumi, membantu menemukan lokasi sumber-sumber mineral termasuk persediaan kandungan minyak, dan memetakan kegiatan geologi dengan harapan dapat mengembangkan sistem dini bahaya gempa Bumi. Contoh satelit ini adalah satelit Landsat dan satelit Vanguard. Satelit Landsat mengorbit Bumi dan mencatat gambar-gambar Bumi, kemudian dikirim ke Bumi. Dengan menggunakan komputer, sinyal elektronik ini diubah menjadi gambar-gambar visual yang dapat kita mengerti.
- d. Satelit navigasi, digunakan untuk membantu pelayaran dan penerbangan apabila sulit menentukan posisi karena cuaca yang buruk. Navigator yang mengalami kesulitan menghubungi satelit navigasi yang mengorbit. Satelit akan menjawab melalui radio tentang posisi kapal, sehingga navigator dapat mengetahui posisi kapal secara tepat. Contoh satelit jenis ini adalah satelit Transit dan Transit IB.
- e. Satelit militer, merupakan satelit yang diluncurkan untuk kepentingan militer dan memata-matai negara-negara musuh. Contoh satelit ini adalah satelit Midas milik USA yang dapat melihat peluncuran peluru kendali melalui penggunaan alat inframerah. Rusia juga memiliki satelit Cosmos yang dapat mengambil gambar lapangan udara, pabrik amunisi, dan tempat peluncuran peluru kendali.
- f. Satelit cuaca atau sering disebut satelit meteorologi, digunakan untuk memantau data cuaca, musim, angin, awan, dan temperatur. Contoh satelit meteorologi adalah satelit Tiros, Nimbus, dan Goes milik Amerika Serikat.



Gambar 9.21 Satelit Nimbus.

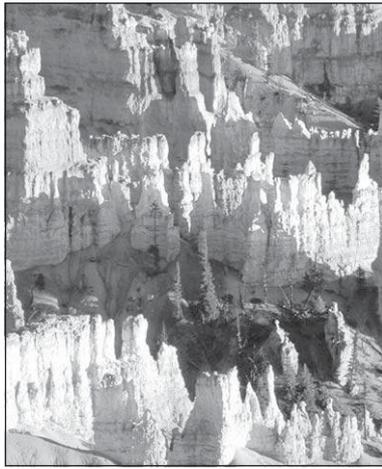
Sumber: Microsoft Encarta

7. Struktur Permukaan Bumi

Keadaan permukaan setiap planet berbeda-beda, begitu pula dengan planet Bumi. Pada bagian ini kamu akan mempelajari bagaimana karakteristik planet Bumi tempat kita tinggal. Bumi terdiri dari tiga bagian utama yaitu litosfer, hidrosfer, dan atmosfer.

Dalam bahasa Yunani litosfer berarti lapisan batuan. Litosfer disebut juga kulit Bumi atau kerak Bumi. Pada bagian ini terdapat bentuk tonjolan dan lekukan. Bagian litosfer yang menonjol membentuk benua dan pulau, sedangkan bagian yang rendah ditempati air sehingga membentuk laut. Secara umum permukaan Bumi terdiri atas permukaan daratan dan permukaan dasar laut.

Di permukaan daratan terdapat bagian-bagian Bumi lain yang disebut dataran, perbukitan dan pegunungan. Pembagian daratan ini berdasarkan pada ketinggian relatif daerah-daerah tersebut dari permukaan laut.



Gambar 9.22 Erosi menyebabkan pelapukan batuan, sehingga membentuk relief yang unik.

Pada lapisan litosfer terjadi proses-proses akibat kondisi lingkungan. Proses tersebut antara lain sebagai berikut.

a. Pelapukan Batuan

Bagian Bumi tempat kita tinggal adalah daratan. Tanah tempat kita tinggal selain digunakan sebagai tempat tinggal, juga digunakan untuk bercocok tanam. Tanah sangat diperlukan manusia. Tahukah kamu bagaimana tanah terbentuk?

Tanah terbentuk dari proses pelapukan yang berjalan terus menerus. Pelapukan dapat terjadi melalui proses organik, mekanik, dan kimiawi. Pelapukan organik merupakan pelapukan dengan bantuan tumbuhan dan hewan. Sebagai contohnya tumbuhan lumut di batuan akan mengakibatkan retaknya batuan tersebut.

Pelapukan juga dapat terjadi melalui proses mekanik yang dipengaruhi beberapa faktor, di antaranya temperatur, erosi oleh air, erosi oleh gletser, dan erosi oleh angin.

Pada siang hari, suhu Bumi tinggi dan pada malam hari suhunya turun. Perubahan suhu ini berpengaruh pada batuan. Batuan tersebut akan memuai dan mengerut. Di dalam batuan terdapat kandungan mineral yang berbeda dan koefisien muainya berbeda pula. Karena mineral-mineral tersebut mengalami pemuaian yang berbeda, mengakibatkan batuan ini memuai secara tidak merata. Akibatnya batuan akan retak dan mineral-mineralnya dapat terkikis oleh angin atau air. Pada akhirnya butiran-butiran batuan ini akan diendapkan di suatu tempat membentuk tanah.

Proses kimia pada batuan pun memegang andil dalam proses pelapukan. Reaksi-reaksi kimia yang terjadi antara mineral-mineral batuan dan zat-zat kimia mengakibatkan batuan-batuan tersebut melemah dan mengakibatkan batuan tersebut melapuk.

b. Pemanasan Global

Selain kejadian-kejadian yang terjadi pada lapisan litosfer, lapisan atmosfer mengalami peristiwa yang berpengaruh pada kelangsungan hidup di Bumi. Di antara peristiwa-peristiwa ini adalah pemanasan global.

Sinar Matahari yang menuju Bumi, tidak seluruhnya diserap oleh permukaan Bumi, tetapi sebagian dipantulkan oleh lapisan atmosfer yang terdiri atas gas dan debu. Karena aktivitas di Bumi, gas-gas baru dihasilkan oleh aktivitas tersebut, contohnya produksi gas karbon monoksida. Gas ini akan naik hingga mencapai atmosfer. Di atmosfer, gas-gas ini bereaksi dengan gas-gas pada lapisan atmosfer yang disebut lapisan ozon. Karena reaksi ini lapisan ozon menjadi rusak sehingga menimbulkan kebocoran.

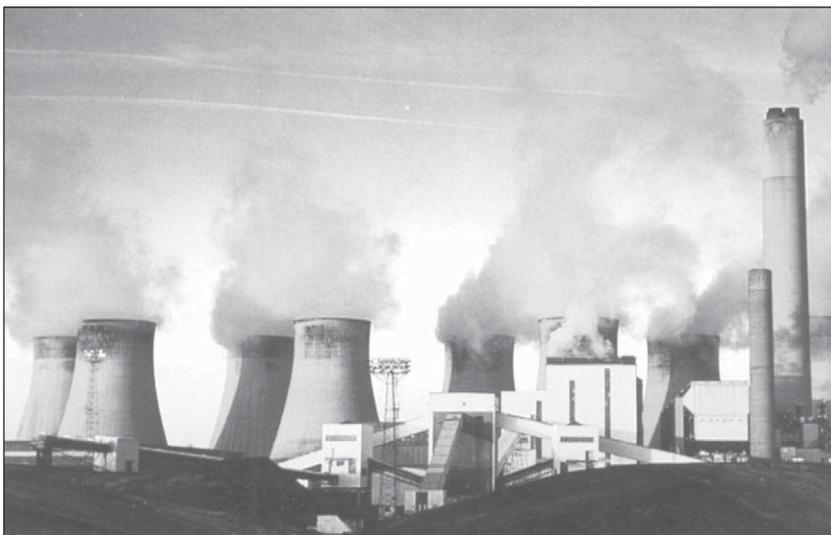
Akibat dari rusaknya lapisan ozon ini, menyebabkan lapisan ozon ini tidak mampu lagi menyaring panas dari Matahari

sehingga Bumi mengalami pemanasan yang berlebih. Asap pabrik, asap kendaraan bermotor, pembakaran minyak bumi dan batu bara, penebangan liar, dan pembakaran hutan menyebabkan peningkatan gas CO₂ di atmosfer. Meningkatnya gas CO₂ menyebabkan terjadinya peningkatan radiasi membumi yang terperangkap oleh gas-gas tersebut. Hal ini menyebabkan terjadi peningkatan suhu secara bertahap. Gejala ini biasa disebut dengan pemanasan global yang menyebabkan perubahan iklim. Jika suhu Bumi meningkat maka lapisan es di kutub akan mencair sehingga volume air di dunia akan meningkat dan dapat merendam daratan.

Komposisi gas-gas di lapisan atmosfer harus seimbang. Jika lapisan atmosfer terlalu pekat sehingga panas dari Matahari seluruhnya dipantulkan ke angkasa luar, Bumi akan kekurangan panas sehingga suhu Bumi akan turun dan Bumi akan membeku.

Bagaimana pengaruh proses-proses di lingkungan terhadap kesehatan manusia? Proses-proses yang terjadi di lingkungan membawa dampak terhadap manusia, antara lain sebagai berikut.

- a. Efek pemanasan global yaitu suhu di siang hari meningkat dan menurun pada malam hari menuntut tubuh kita beradaptasi dengan keras.
- b. Peningkatan gas CO₂ yang tidak diimbangi dengan penyerapan CO₂ oleh tumbuhan karena penebangan liar dan pembakaran hutan menyebabkan kekurangan oksigen. Hal ini tentu mengganggu pernapasan dan kelangsungan hidup makhluk hidup.
- c. Pencemaran udara yang ditimbulkan karena berbagai aktivitas manusia dapat menimbulkan penyakit mata, tenggorokan, kerusakan paru-paru dan penyakit lainnya.



Gambar 9.23 Asap pabrik merupakan polutan yang turut mendorong terjadinya pemanasan global.

Latihan 9.3

1. Jelaskan lapisan-lapisan Bumi!
2. Bagaimana proses pembentukan tanah?
3. Apa yang dimaksud pelapukan?
4. Sebutkan jenis-jenis pelapukan batuan berdasarkan penyebabnya!
5. Jelaskan apa yang dimaksud pemanasan global! Bagaimana upaya yang dapat dilakukan manusia untuk menanggulangi bahaya pemanasan global?

Rangkuman

- Tata surya adalah kumpulan benda-benda langit menjadi satu kesatuan dan membentuk sebuah sistem yang sangat teratur. Anggota-anggota tata surya meliputi Matahari, Planet, Asteroid, Komet, Meteor, dan Satelit.
- Bintang adalah benda langit yang memiliki cahaya sendiri. Matahari adalah termasuk bintang.
- Sumber energi Matahari berasal dari reaksi fusi, yaitu penggabungan inti-inti atom Hidrogen membentuk inti-inti atom Helium.

$$E = m \times c^2$$

- Matahari tersusun oleh beberapa daerah yang berbeda, yaitu atmosfer, fotosfer, dan inti Matahari.
- Bumi terdiri atas tiga bagian, yaitu udara (atmosfer), air (hidrosfer), dan bagian padat (litosfer).
- Bumi melakukan rotasi pada sumbunya dengan periode 1 hari (23 jam, 56 menit, dan 4,09 detik). Akibat adanya rotasi Bumi antara lain terjadinya siang dan malam, gerak semu harian benda langit, terjadinya pemampatan bentuk Bumi di daerah kutub dan pembengkakan di daerah ekuator, dan terjadinya perbedaan waktu.
- Bumi melakukan revolusi terhadap Matahari yang mengakibatkan antara lain terjadinya pergantian musim, perubahan lamanya siang dan malam, gerak semu Matahari, dan terlihatnya rasi bintang yang berbeda setiap bulan.
- Bumi terdiri dari tiga bagian utama yaitu litosfer, hidrosfer, dan atmosfer. Pada lapisan litosfer terjadi proses-proses akibat kondisi lingkungan, antara lain pelapukan batuan dan pemanasan global.

Refleksi

Kamu telah selesai mempelajari materi **Tata Surya** dalam bab ini. Sebelum melanjutkan pelajaran bab X, lakukan evaluasi diri dengan menjawab beberapa pertanyaan di bawah ini. Jika semua pertanyaan dijawab dengan 'ya', berarti kamu telah menguasai bab ini dengan baik. Namun jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', kamu perlu mempelajari lagi materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada kesulitan atau ada hal-hal yang sukar dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

1. Apakah kamu dapat menjelaskan pengertian tata surya dan anggota-anggotanya?
2. Dapatkah kamu menjelaskan karakteristik matahari sebagai pusat sistem tata surya dan cara matahari menghasilkan energi?

3. Dapatkah kamu menjelaskan karakteristik bumi sebagai salah satu planet dalam sistem tata surya?
4. Dapatkah kamu menjelaskan rotasi dan revolusi bumi dan pengaruhnya terhadap kehidupan manusia?
5. Apakah kamu sudah memahami garis edar bumi, bulan, dan satelit buatan serta bentuk-bentuk interaksinya seperti gerhana bulan dan matahari?

Latih Kemampuan

9

Kerjakan di buku tugasmu!

I. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Matahari, planet, dan benda-benda langit lainnya membentuk sebuah sistem yang disebut
 - a. galaksi
 - b. astronomi
 - c. tata surya
 - d. bintang
2. Bintang yang menjadi pusat tata surya adalah
 - a. Matahari
 - b. Alpha Centauri
 - c. Saturnus
 - d. Jupiter
3. Bagian Matahari yang terlihat pada saat gerhana disebut
 - a. korona
 - b. litosfer
 - c. inti
 - d. semburan gas
4. Matahari tersusun oleh gas-gas, massa jenis Matahari dibandingkan dengan planet-planet adalah
 - a. lebih besar
 - b. sama
 - c. lebih kecil
 - d. kadang sama kadang lebih besar
5. Sumber energi Matahari berasal dari
 - a. bintang lain
 - b. planet
 - c. reaksi inti
 - d. galaksi lain
6. Yang **bukan** merupakan bagian Bumi adalah
 - a. atmosfer
 - b. litosfer
 - c. hidrosfer
 - d. korona
7. Bagian Bumi yang disebut selimut adalah
 - a. atmosfer
 - b. hidrosfer
 - c. litosfer
 - d. kromosfer
8. Bagian Bumi tempat terjadinya pelapukan adalah
 - a. atmosfer
 - b. hidrosfer
 - c. litosfer
 - d. kromosfer
9. Pemantulan dan penyerapan Matahari terjadi pada bagian Bumi yaitu
 - a. atmosfer
 - b. hidrosfer
 - c. litosfer
 - d. kromosfer
10. Bumi berotasi pada porosnya disebut
 - a. revolusi
 - b. rotasi
 - c. revolusi dan rotasi
 - d. semua salah
11. Bulan merupakan ... Bumi
 - a. planet
 - b. satelit
 - c. anak
 - d. bintang
12. Bulan selalu mengitari Bumi disebabkan karena adanya
 - a. gaya gravitasi Bumi
 - b. atmosfer Bumi
 - c. panas Bumi
 - d. jarak
13. Cahaya dari Bulan tidak terasa panas karena
 - a. cahayanya bukan berasal dari bulan sendiri
 - b. jarak Bulan cukup jauh dari planet Bumi
 - c. energi cahaya dari Bulan terlalu kecil
 - d. energi cahaya dari Bulan dikalahkan cahaya Matahari
14. Planet yang paling dekat dengan Matahari adalah
 - a. Jupiter
 - b. Neptunus
 - c. Saturnus
 - d. Merkurius
15. Planet yang letaknya paling jauh dari Bumi adalah
 - a. Merkurius
 - b. Venus
 - c. Bumi
 - d. Neptunus

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar!

1. Apa perbedaan antara bintang dan planet?
2. Sebutkan benda-benda langit penyusun tata surya!
3. Mengapa planet-planet beredar mengitari Matahari?
4. Sebutkan bagian-bagian Bumi!
5. Jelaskan yang dimaksud dengan pelapukan dan pemanasan global!

Wacana Sains

Gerhana Matahari dan Hilal di Awal Ramadhan

Berbeda dengan sebelumnya, menjelang Ramadhan tahun 2005 ada gerhana Matahari cincin. Fenomena itu terjadi Senin (3/10), dan dapat disaksikan dari Spanyol, Portugal, Afrika, dan Samudra India. Sebagian kecil wilayah Indonesia (Aceh dan sekitar) dapat menikmati sebagian gerhana Matahari sebagian menjelang Matahari tenggelam.

Inilah bonus bagi para perukyat hilal di Nanggroe Aceh Darussalam, yang hari itu akan menentukan awal puasa. Jika cuaca cerah dan Matahari tenggelam tidak tertutup awan, maka meskipun hilal tidak akan dapat dirukyat, para perukyat tetap akan melihat sebagian piringan Matahari bagian bawah tertutupi oleh piringan Bulan.

Di samping itu, karena fenomenanya terjadi ketika menjelang Matahari tenggelam, tidak diperlukan peralatan khusus untuk menyaksikannya. Namun, untuk keamanan mata, sebaiknya digunakan penapis cahaya untuk mengurangi intensitas cahaya Matahari yang masih cukup kuat.

Tahun 2005 terdapat empat gerhana: dua gerhana Matahari dan dua gerhana Bulan. Gerhana Matahari terjadi tanggal 8 April 2005 dan 3 Oktober 2005. Gerhana Matahari pada 8 April bertipe *hybrid solar eclipse*, yaitu gerhana Matahari yang tampak sebagai gerhana total untuk sebagian wilayah dan tampak sebagai gerhana cincin untuk sebagian lainnya. Gerhana 3 Oktober merupakan gerhana Matahari cincin yang tergolong lama karena fenomena cincinnya yang membentang dari Samudra Atlantik hingga Samudra Hindia tersebut berdurasi 3 jam 40 menit.

Gerhana Bulan yang terjadi tahun 2005 adalah gerhana Bulan penumbra, 24 April, dan gerhana Bulan sebagian pada 17 Oktober. Gerhana Bulan penumbra sulit dilihat mata manusia. Adapun gerhana Bulan sebagian pada 17 Oktober 2005 mencapai pertengahan gerhana pukul 19.03 WIB sehingga memungkinkan masyarakat Indonesia untuk melihatnya. Namun, karena hanya sebagian kecil dari permukaan yang memasuki daerah umbra Bumi, maka tetap tidak mudah mengenalinya.

Sumber: Hendro Setyanto (Observatorium Bosscha, Departemen Astronomi ITB) dalam *Kompas*, 3 Oktober 2005.

Bab X

Litosfer dan Atmosfer

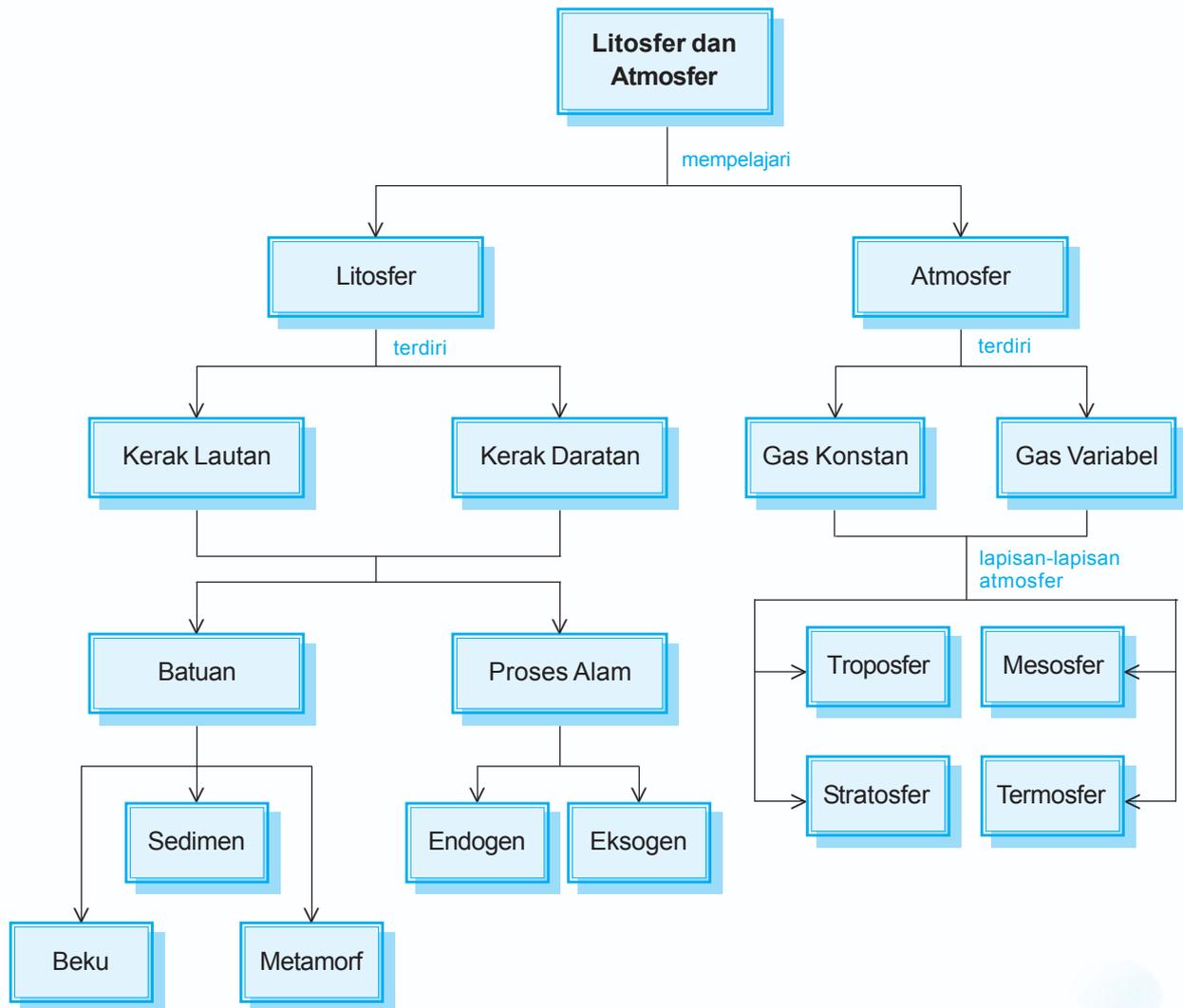


Pernukaan bumi terdiri dari beraneka ragam bentuk seperti dataran, gunung, lembah, pantai dan sebagainya. Bahkan di dasar lautpun, bentuk permukaan bumi tidak rata. Apa yang menyusun permukaan bumi?

Manusia dan makhluk hidup lainnya membutuhkan udara. Di atas permukaan bumi terdapat lapisan-lapisan udara. Apa saja lapisan-lapisan tersebut? Di lapisan manakah terjadi awan dan hujan?

Marilah kita pahami sistem tata surya beserta proses yang terjadi di dalamnya. dalam pembelajaran bab ini, kamu dapat mendeskripsikan proses-proses khusus yang terjadi pada lapisan litosfer dan atmosfer yang berkaitan dengan perubahan zat dan kalor, serta hubungan proses-proses tersebut dengan kesehatan dan lingkungan.

Peta Konsep



Kata Kunci

- atmosfer
- batuan
- lapisan
- litosfer



A. Litosfer

Bumi tersusun dari tiga lapisan, yaitu kulit bumi, mantel bumi, dan inti bumi. Manusia hidup di permukaan bumi menempati lapisan terluar (kulit bumi) yang sering juga disebut **kerak bumi** atau **litosfer**.

1. Pengertian Litosfer

Istilah litosfer berasal dari bahasa Yunani yaitu *lithos* yang artinya batuan dan *sphera* yang artinya lapisan. Jadi litosfer adalah lapisan bumi paling luar dan terdiri atas batuan. Dalam pengertian lebih luas, litosfer dapat berarti seluruh lapisan bumi dari lapisan kerak bumi (*crust*) sampai ke bagian inti bumi yang cair (*molten core*), tetapi tidak termasuk hidrosfer dan atmosfer.

Perlu kamu pahami, yang dimaksud batuan bukan hanya benda yang keras yang berupa batu dalam kehidupan sehari-hari, namun juga dalam bentuk tanah liat, abu gunung api, pasir, dan kerikil.

Litosfer atau kerak bumi merupakan lapisan terluar dari bumi yang berupa benda padat dengan ketebalan rata-rata 70 km dan berat jenisnya $2,8 \text{ gram/cm}^3$. Kerak bumi terdiri atas kerak daratan dan kerak lautan dan tersusun dari bermacam-macam batuan dengan ketebalan yang berbeda-beda. **Kerak daratan** adalah kerak bumi pada bagian daratan (permukaan bumi di daratan), sedangkan **kerak lautan** adalah kerak bumi yang menempati dasar laut (permukaan bumi di dasar laut). Kerak daratan lebih tebal jika dibanding dengan kerak lautan.

2. Bentuk Kerak Daratan

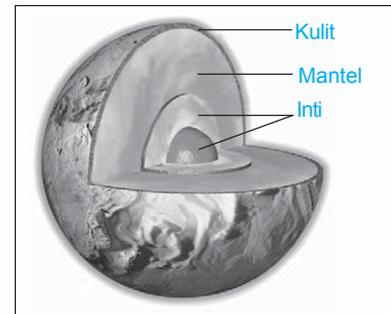
Kerak daratan terdiri dari bermacam-macam bentuk, misalnya dataran, pegunungan, lembah, dan cekungan. Berbagai macam bentuk permukaan bumi tersebut dinamakan **bentang alam**.

Dataran merupakan bagian bentang alam dengan bentuk permukaan hampir rata yang sangat luas. Dataran terdiri dari dataran rendah dan dataran tinggi. Dataran rendah mempunyai ketinggian kurang dari 200 m dari permukaan air laut.

Beberapa bagian dari permukaan bumi kita terdiri dari gunung-gunung yang membentuk suatu pegunungan. Gunung merupakan permukaan bumi yang mengerucut. Lembah adalah dataran di sepanjang sungai. Sedangkan cekungan merupakan dataran rendah yang dikelilingi oleh dataran tinggi.

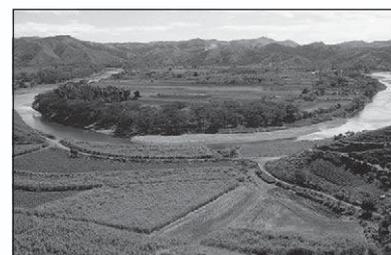
2. Bentuk Kerak Lautan

Berbeda dengan permukaan air laut yang terlihat hampir rata, permukaan bumi di dasar lautan terdiri dari bermacam-macam bentuk. Perhatikan **Gambar 10.3!**

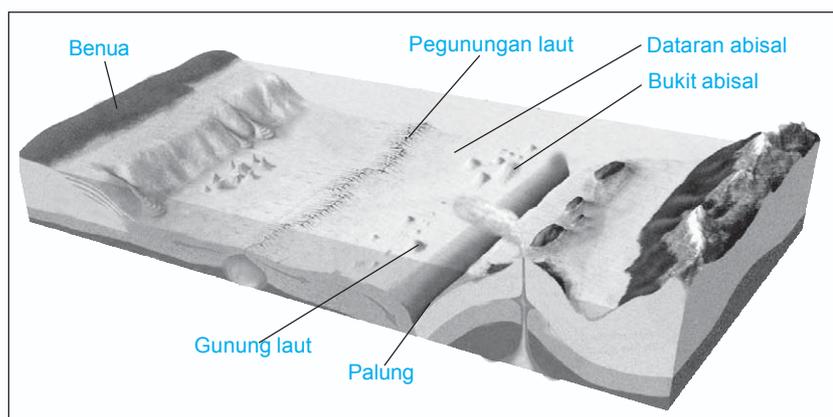


Gambar 10.1 Penampang lapisan bumi.

Sumber: *Ensiklopedia IPTEK*



Gambar 10.2 Contoh bentang alam.



Gambar 10.3 Penampang permukaan bumi di dasar lautan.

Sumber: Kamus visual

3. Batuan Pembentuk Permukaan Bumi

Litosfer merupakan lapisan terluar dari bumi yang sebagian besar terdiri dari batuan. Proses pembentukan batuan di permukaan bumi diawali dari magma pijar yang berasal dari dalam bumi yang mengalami proses pendinginan dan akhirnya menjadi batuan beku. Karena proses alam, batuan beku tersebut mengalami proses penghancuran yang kemudian membentuk batuan sedimen. Dalam perkembangan berikutnya batuan sedimen dapat berubah menjadi batuan metamorf karena proses metamorfosis batuan.

Dari uraian di atas, secara garis besar batuan di permukaan bumi dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan proses pembentukannya, yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan malihan.

a. Batuan Beku

Batuan beku merupakan batuan keras yang terbentuk dari magma yang keluar dari perut bumi dan membeku karena mengalami proses pendinginan. Karena itu, batuan beku juga disebut sebagai bekuan.

Batuan beku dapat dibedakan berdasarkan tempat magma yang keluar membeku menjadi tiga jenis.

- 1) Batuan beku dalam, yaitu merupakan hasil pembekuan magma di bagian dalam perut bumi, bahkan di dalam dapur magma. Karena proses pendinginan yang terjadi berlangsung sangat lambat, maka dihasilkan hablur mineral yang sempurna (teratur). Contoh batuan beku dalam antara lain sienit, granit, diorit, dan gabro.
- 2) Batuan beku luar, yaitu terbentuk karena adanya proses pembekuan magma pada permukaan bumi. Biasanya proses pembentukan batuan ini terjadi secara cepat akibat penurunan suhu yang mendadak. Contoh batuan beku dalam antara lain obsidian, liparit, trachit, desit, andesit, dan basalt.

- 3) Batuan beku korok, yaitu terbentuk karena proses penyusupan magma pada celah-celah litosfer bagian atas dan kemudian membeku. Oleh karenanya, posisi batuan beku korok biasanya dekat dengan permukaan bumi. Batuan beku jenis ini juga mengkristal. Beberapa contoh batuan beku korok antara lain porfir granit, porfir diorit, dan ordinit.

Di alam, kita dapat membedakan empat macam batuan beku berdasarkan teksturnya, yaitu sebagai berikut.

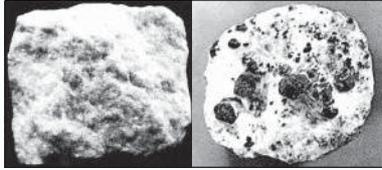
- 1) Batuan granitoid, yaitu semua batuan yang butir-butir mineralnya cukup besar untuk dapat dikenal dengan mata biasa (megaskopis).
- 2) Batuan felsitoid, (aphanit) yaitu batuan yang tersusun terutama atau seluruhnya atas butir-butir mineral kecil yang hanya dapat dikenal jika dilihat dengan bantuan lensa kuat (mikroskopis).
- 3) Batuan gelas, yaitu batuan yang tersusun seluruhnya atau sebagian besar atas bahan gelas yang berkilap kaca.
- 4) Batuan pecahan (fragment), yaitu batuan yang tersusun terutama atas bahan yang dikeluarkan vulkan.

b. Batuan Sedimen

Batuan sedimen terbentuk dari batuan beku atau zat padat yang mengalami erosi di tempat tertentu kemudian mengendap dan menjadi keras. Batuan sedimen biasanya berlapis-lapis secara mendatar. Di antara batuan ini, seringkali ditemukan fosil-fosil.

Batuan sedimen dapat dibagi berdasarkan proses pembentukannya, yaitu sedimen klastis, kimiawi, dan organik.

- 1) Batuan sedimen klastis terbentuk karena pelapukan atau erosi pada pecahan batuan atau mineral, sehingga batuan menjadi hancur atau pecah dan kemudian mengendap di tempat tertentu dan menjadi keras. Susunan kimia dan warna batuan ini biasanya sama dengan batuan asalnya. Contoh batuan sedimen klastis antara lain batu konglomerat, batu breksi, dan batu pasir.
- 2) Batuan sedimen kimiawi terbentuk karena pengendapan melalui proses kimia pada mineral-mineral tertentu. Misalnya, pada batu kapur yang larut oleh air kemudian mengendap dan membentuk stalaktit dan stalagmit di gua kapur. Contoh batuan sedimen kimiawi lainnya adalah garam.
- 3) Batuan sedimen organik atau batuan sedimen biogenik terbentuk karena adanya sisa-sisa makhluk hidup yang mengalami pengendapan di tempat tertentu. Contohnya, batu karang yang terbentuk dari terumbu karang yang mati dan fosfat yang terbentuk dari kotoran kelelawar.



Gambar 10.5 Batu marmer dan batu permata

Sumber: *Ensiklopedia IPTEK*

c. Batuan Malihan (Metamorfosis)

Batuan malihan terbentuk dari batuan beku atau batuan sedimen yang telah berubah wujud. Karena itu, batuan malihan disebut juga **batuan metamorfosis**.

Batuan malihan dapat dibagi berdasarkan proses pembentukannya, yaitu sebagai berikut.

- 1) Batuan malihan kontak, yaitu terbentuk karena adanya pemanasan atau peningkatan suhu dan perubahan kimia karena intrusi magma. Contohnya, batu marmer yang berasal dari batu kapur.
- 2) Batuan malihan dinamo, yaitu terbentuk karena adanya tekanan yang besar disertai pemanasan dan tumbukan. Tekanan dapat berasal dari lapisan-lapisan yang berada di atas batu dalam jangka waktu lama. Contohnya batu sabak yang berasal dari tanah liat. Contoh lainnya batubara yang berasal dari sisa-sisa jasad hewan dan tumbuhan di daerah rawa-rawa (tanah gambut).
- 3) Batuan malihan thermal-pneumatolik, yaitu terbentuk karena adanya zat-zat tertentu yang memasuki batuan yang sedang mengalami metamorfosis. Contohnya, batu zamrud, permata, dan topaz.

4. Proses Alam

Permukaan bumi terbentuk karena adanya proses alamiah yang berlangsung terus-menerus. Peristiwa alamiah tersebut digerakkan oleh suatu tenaga alamiah yang berasal dari dalam maupun luar bumi. Tenaga-tenaga yang berasal dari dalam bumi dan bersifat membentuk permukaan bumi dikenal sebagai **tenaga endogen**. Adapun tenaga-tenaga yang berasal dari luar bumi dan bersifat mengubah atau merusak permukaan bumi disebut **tenaga eksogen**.

a. Tenaga Endogen

Pernahkah kamu merasakan atau mendengar berita tentang gempa bumi atau gunung meletus? Gempa bumi dan gunung meletus tersebut terjadi karena proses alam akibat tenaga dari dalam bumi atau tenaga endogen.

Tenaga endogen secara umum ada dua macam, yaitu tektonisme dan vulkanisme. **Tektonisme** merupakan gejala alam yang berupa peristiwa pergerakan lapisan kerak bumi yang menyebabkan perubahan pada permukaan bumi. Peristiwa alami karena tektonisme dapat berupa pelipatan, pergeseran, ataupun pengangkatan membentuk struktur permukaan bumi. Beberapa contoh bentuk alam yang disebabkan oleh gejala tektonisme antara lain adanya lembah, gunung, jurang, dan bukit.

Adapun gejala alam yang berupa peristiwa keluarnya magma dari perut bumi ke permukaan dinamakan **vulkanisme**.



Gambar 10.6 Gempa di Jogjakarta yang menyebabkan ribuan nyawa melayang merupakan peristiwa tektonisme.



Gambar 10.7 Gunung berapi yang aktif merupakan peristiwa vulkanisme.

Vulkanisme terjadi akibat tekanan gas di dapur magma yang temperaturnya tinggi, sehingga magma mendesak keluar. Aktivitas gunung berapi merupakan contoh peristiwa vulkanisme.

Peristiwa alam tektonisme dan vulkanisme terjadi karena pada dasarnya bentuk bumi ini tidak bulat sempurna. Bumi tersusun atas lempengan-lempengan besar atau lempeng tektonik yang selalu bergerak. Setiap pergerakan suatu lempeng akan menyebabkan terjadinya gesekan dengan lempengan lainnya. Pergesekan tersebut akan terjadi di batas lempeng.

Info Sains

Tenaga endogen (tektonisme dan vulkanisme) dapat dirasakan oleh manusia berupa gempa. Gempa terjadi setelah peristiwa tektonik atau vulkanik yang menyeruak dari bawah ke atas sehingga menyentak permukaan bumi dan dirasakan sebagai gempa.

b. Tenaga Eksogen

Tenaga pengubah bentuk permukaan bumi yang berasal dari luar permukaan bumi dinamakan tenaga eksogen. Tenaga eksogen biasanya membentuk permukaan bumi dengan perusakan, misalnya melalui pelapukan, erosi, dan abrasi.

1) Pelapukan

Pelapukan merupakan proses alami hancurnya batuan tertentu menjadi berbagai jenis tanah. Proses pelapukan tergantung kepada beberapa sebab, misalnya susunan dan bahan pembentuk batuan, temperatur dan cuaca di sekitar batuan, serta kelembatan tumbuhan yang ada di sekitar batuan. Berdasarkan penyebabnya, proses pelapukan dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu pelapukan kimia, fisika, dan biologi.

Pelapukan kimia adalah pelapukan yang terjadi karena reaksi kimia yang mengakibatkan hancurnya batuan. Pelapukan jenis ini dapat terjadi dengan cepat di daerah yang sangat panas atau sangat dingin. Peristiwa pelapukan kimia dapat terjadi karena batuan bereaksi dengan bahan kimia tertentu, misalnya batuan gamping yang melapuk karena terkena air.

Pelapukan fisika adalah proses hancurnya batuan karena proses fisika pada batuan tersebut. Pelapukan jenis ini biasanya tidak akan mengubah sifat dasar dan komposisi batuan yang mengalaminya. Pelapukan fisika biasanya terjadi karena temperatur di sekitar batuan selalu berubah-ubah secara cepat. Peristiwa pelapukan fisika dapat terjadi karena batuan mengalami perubahan mekanik. Misalnya sebuah batu pada siang hari memuai karena panas matahari dan pada malam hari mengerut karena udara dingin.

Pelapukan biologi adalah proses hancurnya batuan karena aktivitas makhluk hidup. Pelapukan biologi biasanya disertai oleh pelapukan kimia. Misalnya batu yang hancur karena ditumbuhi lumut, dan tanaman lain, atau batu yang berlubang karena dilubangi semut.



Gambar 10.8 Erosi akibat angin (deflasi) di pantai.



Gambar 10.9 Erosi akibat air (abrasi) di pantai.

2) Erosi

Air yang mengalir di sungai dapat mengakibatkan runtuhnya dinding-dinding sungai. Proses runtuhnya dinding sungai didahului dengan pengikisan oleh aliran air. Proses pengikisan ini disebut sebagai erosi. Erosi tidak hanya terjadi akibat tenaga air, tetapi juga angin, gelombang laut, dan es.

Erosi didefinisikan sebagai proses terjadinya pengikisan pada bagian-bagian tertentu di muka bumi. Materi dari bagian yang mengalami pengikisan tersebut dapat mengalami perpindahan dari tempat asalnya. Proses perpindahan materi tersebut dinamakan transportasi.

Berdasarkan penyebabnya, erosi dapat dibedakan menjadi lima jenis sebagai berikut.

- a) Ablasi, yaitu erosi yang terjadi karena aliran air yang mengikis batuan atau permukaan bumi. Saat terjadi hujan di gunung, batuan dan tanah yang ada di permukaan gunung terkikis oleh air hujan yang mengalir dari puncak ke kaki gunung.
- b) Deflasi terjadi karena adanya hembusan angin yang mengikis permukaan bumi. Contohnya, angin laut yang berhembus dari laut ke daratan dapat mengikis batuan dan pasir yang ada di daerah pantai.
- c) Korosi terjadi karena hembusan angin yang membawa butiran pasir. Angin yang meniupkan butiran pasir menerpa bagian batuan tertentu sehingga batuan tersebut melapuk dan terkikis.
- d) Abrasi terjadi di pantai karena gelombang air laut mengikis tepian pantai. Contohnya, pasir pantai dan karang yang tergerus oleh gelombang laut yang surut.
- e) Eksarasi merupakan erosi yang terjadi karena gerakan es yang mencair atau gletser. Air dari es yang mencair di puncak gunung salju mengikis permukaan gunung di sepanjang jalur yang dilalui.

3) Sedimentasi

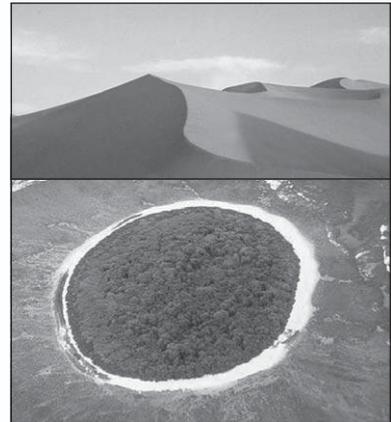
Sedimentasi merupakan proses pengendapan material hasil erosi pada tempat tertentu. Materi yang mengendap dapat disebabkan oleh berbagai hal, misalnya terbawa angin, aliran air, atau gletser. Semua yang mengendap kemudian akan menyatu dan membentuk batuan baru yang disebut **batuan sedimen**.

Berdasarkan penyebabnya, sedimentasi dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu sebagai berikut.

- a) Sedimentasi akuatis atau sedimentasi karena air sungai, yaitu proses pengendapan materi-materi yang terbawa oleh aliran air di tempat-tempat yang dilaluinya. Hasil pembentukan dari proses sedimentasi fluvial adalah delta dan bantaran sungai. Delta berupa daratan di dekat

pantai yang terbentuk karena pengendapan lumpur, tanah, pasir dan batuan yang terbawa oleh air sungai. Adapun bantaran sungai merupakan daratan semacam delta yang terbentuk di tepi sungai.

- b) Sedimentasi aeolis atau sedimentasi karena angin, yaitu proses pengendapan materi-materi yang terbawa oleh hembusan angin di tempat-tempat yang dilalui oleh tiupan angin tersebut. Hasil pembentukan dari proses sedimentasi aeolis antara lain adalah gumpuk pasir (*sand dunes*).
- c) Sedimentasi marine atau sedimentasi karena air laut, yaitu proses pengendapan material yang terbawa oleh gelombang air laut. Hasil pembentukan dari proses sedimentasi marine antara lain tumpukan karang di pantai, bar (endapan pasir yang panjang seperti pematang) di pantai, tombolo (bar yang terbentuk dekat pantai dan terhubung dengan daratan), serta karang atol (karang yang bentuknya terputus-putus).



Gambar 10.10 Gumpuk pasir dan atol yang mengelilingi sebuah pulau.

Kenampakan-kenampakan alam yang terbentuk akibat adanya proses sedimentasi oleh tenaga air antara lain delta, nehrung, tombolo, dataran banjir.

- a. Delta adalah endapan tanah yang terdapat di muara sungai. Bentuk-bentuk delta antara lain delta kipas, delta runcing, dan delta kaki burung atau lobben.



Gambar 10.11 Bentuk-bentuk delta.
 a. delta runcing
 b. delta kipas
 c. delta lobben

Sumber: *Ilmu Pengetahuan Populer*

- b. Nehrung adalah endapan pasir tepi pantai yang melintang seperti lidah banyak dijumpai di sekitar teluk atau estuaria.
- c. Tombolo adalah endapan pasir yang menghubungkan daratan dengan pulau yang berada di dekat pantai.
- d. Dataran banjir adalah dataran yang berada di kanan kiri sungai dan terbentuk akibat luapan saat terjadi banjir.

c. Pengaruh Tenaga Endogen dan Eksogen

Proses alami pembentukan permukaan bumi karena faktor tenaga endogen dan tenaga eksogen dapat menghasilkan dampak-dampak tertentu, baik yang bersifat positif maupun negatif.



Gambar 10.12 Letusan gunung mengeluarkan material vulkanik yang dapat menyuburkan tanah.

Sumber: Microsoft Encarta

Dampak positif tenaga endogen antara lain sebagai berikut.

- 1) Pembentukan patahan dan lipatan menyebabkan adanya keanekaragaman bentuk permukaan bumi seperti adanya danau, pegunungan, sungai dan dataran. Hasil bentukan ini dapat kita nikmati sebagai suatu keindahan alam dan juga memberi manfaat besar bagi manusia. Contoh manfaat tersebut misalnya, pegunungan yang memengaruhi cuaca di sekitarnya, atau aliran sungai yang airnya dapat dimanfaatkan oleh manusia.
- 2) Proses vulkanisme dapat menyuburkan tanah, misalnya letusan gunung berapi yang menghamburkan debu vulkanik.
- 3) Pembentukan batuan memberikan manfaat yang besar bagi kehidupan manusia, misalnya granit dan fosfat yang menjadi bahan-bahan dasar industri.
- 4) Pembentukan logam-logam di perut bumi yang bermanfaat, semacam besi, baja, timah.

Dampak positif tenaga eksogen, antara lain sebagai berikut.

- 1) Di daerah pesisir, tenaga eksogen menghasilkan delta-delta di muara sungai yang subur sangat bermanfaat bagi manusia.
- 2) Hasil erosi dan sedimentasi di pesisir sangat baik untuk pertanian dan perikanan.

Sedangkan dampak negatif akibat tenaga endogen dan eksogen antara lain sebagai berikut.

- 1) Gunung yang meletus akan mengeluarkan lava, awan panas, dan material vulkanis yang dapat merusak lingkungan yang terkena seperti hutan, lahan pertanian, dan permukiman penduduk.
- 2) Gempa tektonik mengakibatkan rusaknya bangunan, retaknya tanah memutus jalan, listrik dan sarana-sarana lainnya, serta korban jiwa yang banyak.
- 3) Gas beracun yang keluar dari letusan gunung berapi dapat mengancam penduduk di sekitarnya.
- 4) Keadaan relief Indonesia yang kasar dan banyak memiliki gunung mengakibatkan banyak kejadian erosi dan tanah longsor.
- 5) Sedimentasi di muara sungai menyebabkan pendangkalan. Akibatnya lalu lintas air terhambat dan mengakibatkan banjir.
- 6) Abrasi yang terus-menerus terjadi mengakibatkan garis pantai makin maju ke arah daratan, sehingga banyak rumah di pantai yang hancur dan terendam laut.
- 7) Longsor tanah atau lahan di daerah berlereng yang mengakibatkan kerusakan lahan dan bangunan.
- 8) Angin kencang dan angin puting beliung mengakibatkan kerusakan tanaman dan bangunan.

Latihan 10.1

1. Sebutkan dan jelaskan macam-macam kerak bumi!
2. Apakah yang dimaksud dengan batuan beku? Sebutkan macam-macamnya!
3. Mengapa batuan malihan disebut batuan metamorfosis? Jelaskan dan berikan contohnya!
4. a. Jelaskan yang dimaksud dengan proses alam!
b. Sebutkan tenaga-tenaga yang mempengaruhi proses alam!
5. Jelaskan pengertian istilah-istilah berikut ini!
a. batuan korok d. eksarasi
b. deflasi e. vulkanisme
c. nehrung f. tembolo



B. Atmosfer

Selain lapisan-lapisan yang membentuk permukaan bumi, planet bumi juga diselubungi oleh lapisan-lapisan gas. Lapisan-lapisan gas tersebut merupakan gabungan dari berbagai gas berlapis-lapis dan tidak berwarna dan sering disebut dengan atmosfer.

1. Pengertian Atmosfer

Atmosfer bertindak sebagai pelindung bagi kehidupan di bumi dari energi matahari yang sangat kuat pada siang hari, dan mencegah hilangnya panas ke ruang angkasa pada malam hari. Istilah atmosfer berasal dari bahasa Yunani *atmos* yang berarti uap dari *sphaira* berarti lapisan. Secara umum, pengertian atmosfer adalah lapisan gas yang menyelimuti bumi. Lapisan gas ini tetap berada di tempatnya karena pengaruh gaya gravitasi bumi.

Secara fisik atmosfer dapat dirasakan dan dapat diperkirakan keberadaannya. Ketika kamu berdiri di pantai atau di lapangan terbuka, akan terasa sekali terpaan angin yang merupakan bagian dari atmosfer. Atmosfer mempunyai beberapa sifat, antara lain sebagai berikut.

- a. Tidak berwarna, tidak berbau, tidak dapat dirasakan kecuali dalam bentuk angin.
- b. Dinamis dan elastis sehingga dapat mengembang dan mengerut.
- c. Transparan terhadap beberapa bentuk radiasi.
- d. Mempunyai berat sehingga dapat menimbulkan tekanan.

Lapisan atmosfer yang menyelimuti bumi mempunyai ketebalan yang sulit untuk ditetapkan secara pasti. Bukan karena tebalnya lapisan atmosfer tersebut sehingga sulit diukur, tetapi disebabkan oleh batas antara lapisan atmosfer bumi dengan angkasan luar (*outer space*) yang tidak jelas. Sebagian besar ahli ilmu iklim menyepakati bahwa ketebalan lapisan atmosfer adalah lebih dari 650 km.

2. Susunan Atmosfer

Gas-gas yang membentuk atmosfer sering kita sebut udara, terdiri atas unsur-unsur gas dan senyawa kimia. Gas yang membentuk udara di atmosfer dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu gas yang jumlahnya permanen (gas konstan) dan gas yang jumlahnya berubah (gas variabel).

- a. Gas di atmosfer yang jumlahnya tetap atau permanen yaitu nitrogen, oksigen, hidrogen, helium, dan beberapa jenis gas yang keberadaannya di atmosfer sedikit seperti argon, neon, krypton, dan xenon. Gas-gas ini mempunyai proporsi relatif konstan permukaan bumi sampai ketinggian kira-kira 25 km. Campuran dari gas-gas tersebut dinamakan **udara kering**. Di alam ini, tidak pernah ada udara kering murni. Hal ini disebabkan adanya uap air di udara yang jumlahnya berubah-ubah dan adanya pengotoran udara, misalnya oleh debu. Udara semacam ini disebut **udara alam (*natural air*)**.

Di antara gas-gas tersebut, oksigen memegang peranan penting bagi kehidupan. Salah satunya mengubah makanan menjadi energi hidup. Oksigen dapat bersenyawa dengan unsur-unsur kimia lain, juga diperlukan untuk pembakaran. Nitrogen terdapat di udara dalam jumlah paling banyak yaitu meliputi 78 bagian. Nitrogen tidak langsung bersenyawa dengan elemen-elemen lain, tetapi pada hakikatnya nitrogen penting bagi kehidupan karena merupakan bagian dari senyawa organis.

Helium dan hidrogen sangat jarang di udara kecuali pada elevasi (ketinggian) yang tinggi. Gas-gas ini merupakan gas yang paling ringan dan sering dipakai untuk mengisi balon meteorologi.

Neon, argon, xenon, dan krypton disebut **gas mulia (*inert gases*)**, karena tidak mudah bersenyawa dengan elemen lain. Manfaat gas antara lain neon digunakan untuk reklame atau lampu penerang dan argon dipakai dalam bola lampu listrik.

- b. Gas yang jumlahnya berubah terdiri atas uap air, karbon dioksida, dan ozon. Ketiga gas ini penting dalam proses pertukaran panas oleh penyinaran antara atmosfer, matahari, bumi dan antara bagian-bagian di atmosfer sendiri.

Meskipun nitrogen dan oksigen keduanya meliputi jumlah 99% volume udara, tetapi kedua gas ini sangat pasif terhadap proses-proses meteorologi. Gas-gas yang penting di dalam proses meteorologi antara lain sebagai berikut.

- 1) Uap air (H_2O), gas ini dapat berubah wujud dari fase gas menjadi fase cair dan padat.
- 2) Karbon dioksida (CO_2), gas ini dapat menjadi inti-inti kondensasi yang mempercepat proses pembentukannya.
- 3) Ozon (O_3), gas ini terdapat terutama pada ketinggian 20–30 km. Ozon penting karena menyerap sinar ultra violet yang mempunyai energi besar dan berbahaya bagi manusia.

3. Lapisan Atmosfer

Menurut perubahan suhu dan ketinggiannya, atmosfer dapat dikelompokkan menjadi empat lapisan, yakni troposfer, stratosfer, mesosfer, dan termosfer (ionosfer).

a. Troposfer

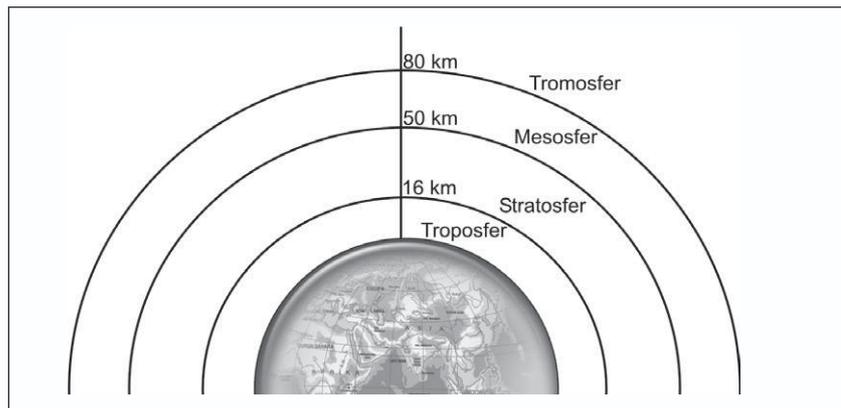
Troposfer merupakan lapisan terbawah, terletak pada ketinggian antara 0 – 16 km. Beberapa ciri lapisan ini adalah sebagai berikut.

- 1) Lapisan ini mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap kehidupan di bumi. Pada lapisan ini terjadi peristiwa-peristiwa cuaca seperti angin, hujan, awan, dan halilintar. Lapisan troposfer merupakan satu-satunya lapisan atmosfer yang mengandung uap air.
- 2) Temperatur troposfer relatif tidak konstan, makin tinggi dari permukaan bumi, suhunya makin rendah.
- 3) Ketebalan dan ketinggian lapisan ini berbeda-beda di setiap bagian bumi. Di daerah kutub ketinggiannya ± 8 km dengan suhu $\pm -46^\circ \text{C}$, di daerah sedang ketebalannya ± 11 km dengan suhu $\pm -50^\circ \text{C}$, dan di daerah khatulistiwa ketinggiannya ± 16 km dengan suhu $\pm -30^\circ \text{C}$. Terjadinya perbedaan ketebalan atmosfer antara di bagian kutub dan khatulistiwa diakibatkan karena adanya pengaruh rotasi bumi. Efek yang ditimbulkan gerakan rotasi di bagian khatulistiwa lebih besar bila dibandingkan di bagian kutub. Hal itulah yang mengakibatkan ketebalan atmosfer di bagian khatulistiwa lebih besar.
- 4) Troposfer terdiri atas beberapa lapisan, yaitu lapisan planetair dengan ketinggian 0 – 1 km, lapisan konveksi dengan ketinggian 1 – 8 km, dan lapisan tropopause dengan ketinggian 8 – 12 km.
- 5) Tropopaus merupakan lapisan antara yang membatasi lapisan troposfer dengan lapisan di atasnya (stratosfer). Temperaturnya relatif konstan.
- 6) Gerakan udara secara vertikal (konveksi) terhenti pada lapisan tropopause ini.

b. Stratosfer

Merupakan lapisan udara yang terletak pada ketinggian antara 16 – 50 km. Ciri-ciri lapisan ini adalah sebagai berikut.

- 1) Lapisan stratosfer terbagi atas tiga lapisan sebagai berikut.
 - a) Lapisan isotherm, terletak antara 16 – 20 km dengan temperatur yang tetap, yaitu -50°C .
 - b) Lapisan panas, terletak antara 21 – 35 km dengan temperatur antara -50°C sampai $+50^\circ \text{C}$.
 - c) Lapisan campuran teratas, terletak antara 36 – 50 km dengan temperatur antara -70°C sampai $+80^\circ \text{C}$.
- 2) Pada stratosfer terdapat lapisan ozon (O_3) pada ketinggian 35 km sehingga disebut juga ozonosfer. Pada stratosfer, perbedaan ketinggian menyebabkan perbedaan suhu.



Gambar 10.13 Penampang lapisan atmosfer.

- 3) Ozon merupakan lapisan yang memegang peranan penting bagi kehidupan karena menjadi pelindung pada permukaan bumi dari pancaran sinar ultraviolet matahari yang berlebihan sehingga tidak merusak kehidupan di bumi.
- 4) Pada lapisan ini terdapat lapisan stratopause yang merupakan lapisan peralihan antara stratosfer dan mesosfer. Suhu di stratopause umumnya konstan.

c. Mesosfer

Terdapat lapisan mesosfer yang berada pada ketinggian antara 50–80 km. Lapisan ini mempunyai peranan penting karena dapat melindungi bumi dari kejatuhan meteor. Pada lapisan ini meteor hancur dan terbakar karena gesekan dengan udara sehingga hanya kepingan-kepingan kecil yang sampai di permukaan bumi. Diperkirakan kecepatan meteor sewaktu memasuki atmosfer bumi mencapai 25.000 km per jam. Karena kecepatan itulah meteor terbakar dan hancur sehingga menimbulkan cahaya terang yang bergerak cepat pada malam hari.

d. Termosfer atau Ionosfer

Merupakan lapisan udara yang terletak pada ketinggian lebih dari 80 km. Ciri-ciri lapisan ini adalah sebagai berikut.

- 1) Pada lapisan ini sebagian molekul dan atom-atom atmosfer mengalami proses ionisasi, maka sering disebut lapisan ionosfer.
- 2) Pada lapisan ini terdapat lapisan inversi, yaitu lapisan atmosfer yang menunjukkan makin naik, suhunya makin tinggi. Karena itulah lapisan ini memiliki temperatur yang cukup tinggi hingga mencapai ratusan derajat Celcius, sehingga disebut lapisan termosfer.
- 3) Pada lapisan terdapat partikel-partikel ion yang berfungsi sebagai pemantul gelombang radio. Lapisan ionosfer terbagi menjadi tiga lapisan sebagai berikut.
 - a) Lapisan E atau lapisan *Kennely Heavyside* (100 – 200 km).

- b) Lapisan F atau lapisan *Appleton* (200 – 400 km).
- c) Lapisan atom (400 – 800 km).

Pada lapisan E dan F, gelombang radio mengalami pemantulan, yakni gelombang panjang dan pendek.

3. Manfaat Atmosfer

Seandainya bumi yang kita tempati ini tidak diselimuti oleh atmosfer, tentu tidak akan ada kehidupan. Atmosfer merupakan salah satu komponen utama pendukung kehidupan di bumi selain air. Berikut beberapa manfaat atmosfer bagi kehidupan di muka bumi.

- a. Memantulkan kembali sinar ultraviolet yang dipancarkan matahari. Radiasi ultraviolet sangat berbahaya bagi makhluk hidup di bumi.
- b. Melindungi bumi dari benturan benda-benda langit atau meteor yang hancur lebih dahulu di lapisan mesosfer.
- c. Sebagai pemantul gelombang radio yang digunakan dalam proses telekomunikasi.
- d. Menjaga kestabilan suhu udara, sehingga tidak terlalu panas di siang hari dan terlalu dingin di malam hari.
- e. Membantu makhluk hidup dalam pemenuhan kebutuhan oksigen untuk bernapas.
- f. Menjaga temperatur bumi. Tanpa atmosfer, temperatur bumi pada siang dan malam dapat berbeda drastis. Temperatur siang akan tinggi sekali dan temperatur malam akan rendah sekali. Atmosfer menjaga agar temperatur antara siang dan malam hari tidak terlalu jauh berbeda.
- g. Sebagai sumber gas dan uap pembuat hujan.

4. Cuaca dan Iklim

Cuaca adalah keadaan udara pada suatu saat di daerah yang relatif sempit. Misalnya keadaan hujan, cuaca cerah, banyak terdapat awan, tekanan angin tinggi, udara panas atau sejuk di suatu kota. Adapun **iklim** adalah keadaan rata-rata cuaca pada suatu wilayah yang relatif luas dan waktu yang relatif lama (puluhan tahun). Ilmu yang mempelajari cuaca disebut **meteorologi** dan ilmu yang mempelajari iklim adalah **klimatologi**.

Cuaca dan iklim di bumi ini senantiasa berubah-ubah. Walau begitu, sifat dan polanya pada kawasan tertentu memiliki kecenderungan yang sama. Cuaca dan iklim dapat terbentuk karena unsur-unsur sinar matahari, suhu/temperatur, kelembapan udara, tekanan udara, curah hujan, angin, dan awan.

a. Sinar Matahari

Bumi beredar mengelilingi matahari pada lintasan elips yang disebut garis edar (orbit). Matahari yang berpijar memancarkan sinarnya ke segala arah, dan bumi yang

mengelilinginya pun menerima sinar matahari tersebut. Karena bumi berbentuk bulat dan selalu berputar pada porosnya, tidak mungkin semua permukaan bumi menerima penyinaran matahari pada saat yang bersamaan. Waktu penerimaan sinar matahari di suatu kawasan tertentu sangat dipengaruhi oleh letak lintang kawasan tersebut. Makin tinggi letak lintang suatu kawasan, maka penyinaran akan makin kurang, sehingga waktu siang hari di kawasan tersebut makin pendek.

Di samping itu, penyinaran matahari pada bumi juga dipengaruhi oleh pergerakan unsur-unsur di atmosfer. Misalnya, awan yang ada pada lapisan troposfer dapat menghalangi sinar matahari di suatu kawasan, sehingga kawasan yang diselubungi awan tersebut tidak mendapat penyinaran matahari.

b. Suhu (Temperatur)

Adanya perbedaan tingkat pemanasan matahari di permukaan bumi menyebabkan suatu kawasan akan memiliki perbedaan suhu dengan kawasan lainnya. Sebagian panas yang sampai ke permukaan bumi diserap dan sebagian lagi dipantulkan. Pantulan sinar matahari tersebut akan sangat memengaruhi suhu di kawasan tersebut.

Kawasan permukaan bumi yang berada pada posisi garis lintang $0 - 23^\circ$ (sekitar garis khatulistiwa) akan mengalami pemanasan yang lebih banyak dibanding kawasan yang dekat kutub. Perhatikan **Gambar 10.14!**

Daerah atau dataran yang tinggi akan memiliki suhu yang lebih sejuk dibanding daerah atau dataran yang rendah. Hal ini terjadi karena pemanasan berlangsung melalui gelombang pantulan pemanasan dari permukaan. Dataran tinggi semacam pegunungan biasanya tidak membentang seperti dataran rendah, sehingga pemantulan pun tidak dapat berlangsung maksimal. Selain itu, kerapatan udara di dataran tinggi lebih renggang daripada di dataran rendah, sehingga udara di dataran tinggi kurang mampu menyerap panas.

Pemanasan di darat akan lebih cepat dibandingkan perairan karena keadaan daratan yang padat dan sulit ditembus sinar matahari. Pemanasan pada kawasan perairan berlangsung lambat karena air selalu bergerak dan dapat tertembus sinar matahari.

Dari penjelasan di atas, penerimaan panas Matahari ke permukaan bumi dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut.

- Sudut datang sinar matahari di posisi tegak lurus atau miring.
- Lamanya penyinaran matahari, semakin lama siangnya semakin panas yang diterima bumi.
- Keadaan muka bumi yang meliputi daratan yang bervegetasi, gurun pasir, dan lautan.
- Banyak sedikitnya awan atau uap air di udara.



Gambar 10.14 Waktu penyinaran matahari dipengaruhi oleh letak lintangnya.

c. Kelembaban Udara

Pemanasan yang terjadi pada permukaan bumi menyebabkan air-air yang ada pada permukaan bumi, baik di daratan maupun lautan, menguap dan termuat dalam udara. Kandungan uap yang ada dalam udara ini dinamakan **kelembaban udara**. Kelembaban udara dapat berubah-ubah, tergantung pada pemanasan yang terjadi. Makin tinggi suhu di suatu kawasan, maka makin tinggi pula tingkat kelembaban udara di kawasan tersebut, karena udara yang mengalami pemanasan, merenggang, dan terisi oleh uap air. Kandungan uap air yang termuat dalam jumlah udara tertentu pada temperatur tertentu dibandingkan dengan kandungan uap yang dapat termuat dalam udara tersebut disebut **kelembaban relatif** atau **kelembaban nisbi**. Besarnya kelembaban relatif dinyatakan dalam persen. Untuk menentukan kelembaban relatif, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Kelembaban Relatif} = \frac{e}{E} \times 100\%$$

Keterangan:

e = jumlah uap air yang dikandung udara (lembab absolut)
 E = jumlah uap air maksimum yang dapat dikandung dalam udara tersebut

Contoh:

Suhu di suatu kawasan adalah 25°C , sedangkan setiap 1 m^3 udara memuat kandungan uap sebesar 45 gr. Apabila udara pada temperatur tersebut mampu memuat 67,5 gr uap air, tentukan kelembaban relatifnya!

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Kelembaban Relatif} &= \frac{e}{E} \times 100\% \\ &= \frac{45}{67,5} \times 100\% = 66,6\% \end{aligned}$$

Jadi, kelembaban relatif di kawasan tersebut adalah 66,6%. Selain kelembaban relatif atau kelembaban nisbi, ada jenis kelembaban lain yang disebut **kelembaban absolut**, yaitu jumlah yang menunjukkan kandungan uap air dalam satuan gram yang ada pada setiap 1 m^3 udara.

d. Tekanan Udara

Tekanan udara adalah suatu gaya yang timbul oleh adanya berat dari lapisan udara. Udara merupakan kumpulan gas yang masing-masing memiliki massa dan menempati ruang. Karena massa yang dimilikinya, udara pun memiliki tekanan. Suhu di suatu kawasan sangat berpengaruh terhadap tekanan udara di kawasan tersebut. Bila suhu makin tinggi, maka tekanan udara akan makin rendah. Ini disebabkan udara yang hangat bersifat renggang. Sebaliknya, bila suhu makin rendah, maka tekanan udara akan makin



Gambar 10.15 Besarnya penguapan memengaruhi kelembapan udara.

Sumber: Microsoft Student 2006

tinggi karena udara yang dingin lebih padat daripada udara yang panas. Berdasarkan hal tersebut, suhu sangat menentukan perbedaan tekanan udara di setiap kawasan di muka bumi ini.

e. Angin

Seperti telah kita ketahui, tekanan udara di setiap kawasan di bumi ini tidak sama. Karena adanya perbedaan tekanan udara di dua kawasan yang berbeda, maka udara yang berada di salah satu kawasan tersebut akan bergerak ke kawasan lain. Udara akan bergerak dari daerah dengan tekanan udara tinggi ke daerah dengan tekanan yang lebih rendah untuk mengisi ruang. Maka udara bergerak dari daerah yang dingin ke daerah yang lebih panas. Udara yang bergerak ini disebut **angin**.

f. Curah Hujan

Hujan ialah suatu proses jatuhnya air (H_2O) dari udara ke permukaan bumi. Air yang jatuh dapat berbentuk cair maupun padat (es dan salju). Hujan terjadi karena menguapnya air sebagai akibat dari pemanasan sinar matahari. Uap-uap air tersebut kemudian naik ke atmosfer dan mengalami kondensasi sehingga membentuk awan. Lama-kelamaan awan akan makin berat, karena kandungan airnya makin banyak. Bila uap air di awan telah mencapai jumlah tertentu, maka titik-titik air pada awan tersebut akan jatuh sebagai hujan.

g. Awan

Awan adalah kumpulan besar dari titik-titik air atau kristal-kristal es yang halus di atmosfer. Pada waktu musim kemarau sedikit sekali kita jumpai awan di udara karena penguapan yang terjadi sedikit, tetapi di musim hujan kita dapat menjumpai banyak sekali awan dengan berbagai bentuk dan variasinya, hal ini karena kandungan uap air di udara cukup banyak.

Berdasarkan bentuknya, awan dibedakan sebagai berikut.

- 1) Awan cumulus, yaitu awan putih yang bergerombol yang sering kita lihat di siang dan sore hari.
- 2) Awan stratus, yaitu awan yang berbentuk seperti selimut yang berlapis-lapis dan relatif luas.
- 3) Awan cirrus, yaitu awan yang letaknya tinggi sekali dan tipis seperti tabir.
- 4) Awan nimbus, yaitu awan gelap dengan bentuk yang tidak menentu, awan ini menandakan akan terjadinya hujan.

Kadang-kadang dijumpai bentuk-bentuk awan yang bervariasi atau gabungan. Contohnya awan cumulonimbus, yaitu awan yang bergumpal-gumpal gelap yang biasanya disertai dengan petir dan hujan yang lebat. Jenis awan ini sangat berbahaya bagi penerbangan.



Gambar 10.16 Awan cumulonimbus.

Sumber: Microsoft Encarta

Tugas

Jelaskan proses terjadinya angin akibat adanya perbedaan tekanan udara!

Latihan 10.2

1. Jelaskan pengertian dan sifat-sifat atmosfer!
2. Atmosfer terdiri dari macam-macam gas. Jelaskan pengertian dari gas konstan, gas variabel, gas mulia beserta contohnya masing-masing!
3. Jelaskan perbedaan antara iklim dengan cuaca!
4. Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi terjadinya iklim dan cuaca?
5. Jelaskan lapisan-lapisan atmosfer!



C. Gangguan Kesehatan dan Pencemaran Lingkungan

Apa yang terjadi jika litosfer dan atmosfer mengalami gangguan atau kerusakan? Jika lingkungan mengalami gangguan atau kerusakan, tentu akan berdampak pada makhluk hidup yang ada di dalamnya. Misalnya jika udara yang kamu hidup kotor, tentu lama-kelamaan dapat mengakibatkan gangguan pernapasan. Jika air yang sehari-hari kamu konsumsi telah tercemar, tentu kamu dapat mengalami iritasi kulit, gangguan pencernaan, dan berbagai gangguan kesehatan lainnya.

Mengapa litosfer dan atmosfer dapat mengalami gangguan dan kerusakan? Di kelas VII kamu telah mempelajari bahwa kepadatan penduduk merupakan salah satu penyebab terjadinya pencemaran lingkungan. Lingkungan menerima polutan dari berbagai sumber. Misalnya, sampah rumah tangga dan sampah pada tempat pariwisata; limbah buangan beracun yang berasal dari pabrik-pabrik dan pembangkit listrik; adanya zat-zat kimia yang dipakai untuk persawahan, seperti pestisida untuk membunuh hama dan bahan penyubur yang membantu pertumbuhan tanaman.

Salah satu akibat pencemaran udara adalah menipisnya lapisan ozon, hujan asam, cuaca yang tidak terduga, dan naiknya permukaan air laut karena mencairnya pulau-pulau es di kutub. Apabila lapisan ozon makin menipis, maka sinar ultraviolet akan menembus ke permukaan bumi dengan kuat. Radiasi ultraviolet sangat merugikan manusia, hewan, dan tanaman. Sinar ultraviolet dapat menimbulkan penyakit katarak pada mata, berkembangnya penyakit kanker kulit, menurunkan kemampuan manusia untuk melawan infeksi, mengganggu proses fotosintesis pada tanaman baru sehingga menurunkan produksi panen berbagai tanaman pertanian dan perkebunan.



Gambar 10.17 Air yang tercemar dapat menyebabkan gangguan kesehatan jika dikonsumsi.

Sumber: Dokumen Penerbit

Untuk mengurangi bahaya menipisnya lapisan ozon dapat dilakukan dengan cara, antara lain, pembatasan jumlah kendaraan untuk memperkecil pencemaran asap, penghapusan secara bertahap produksi CFC dan halon serta mengembangkan CFC yang ramah lingkungan, seperti hidrokarbon dan hidroklorofluorokarbon (HCFC).

Hujan asam pertama kali terjadi di Skandinavia pada tahun 1960-an. Para ilmuwan memperhatikan bahwa ikan-ikan menyelam lebih dalam di danau dan sungai-sungai dikarenakan air di permukaan bersifat asam. Air asam ini berasal dari air hujan. Air hujan yang bersifat asam ini disebabkan oleh adanya oksida sulfur dan oksida nitrogen yang dihasilkan oleh pembakaran batu bara atau minyak. Gas-gas ini dibawa ke dalam atmosfer dan disebarkan pada daerah yang luas oleh angin. Gas-gas itu akan larut di dalam air hujan dan berubah menjadi asam sulfat dan asam nitrat. Hujan asam dapat merusak tanaman, berbagai peralatan, dan bangunan. Jika air yang asam ini kamu gunakan untuk mandi atau mencuci, dapat menyebabkan iritasi kulit. Dan bila diminum, dapat menyebabkan gangguan pencernaan dan gangguan kesehatan yang lain. Oleh karena itu, berhati-hatilah dalam mengonsumsi air.



Gambar 10.18 Beberapa pekerja membersihkan tumpahan minyak di pantai.

Sumber: Microsoft Encarta

Pencemaran di litosfer juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan lingkungan. Contohnya adalah pencemaran minyak di perairan laut. Saat ini terdapat lebih dari 3.000 tanker (kapal pengangkut minyak) yang berada di atas lautan untuk mengangkut minyak dengan tujuan keseluruh dunia. Pencemaran minyak dapat berasal dari pembersihan tangki dan kecelakaan yang terjadi di lautan. Ketika minyak tumpah, lapisan minyak akan menutupi permukaan lautan yang luas. Minyak dapat membunuh kehidupan di laut. Jika minyak di buang ke pantai, maka akan merusak pantai. Minyak diuraikan oleh bakteri secara alami dengan lambat. Pencemaran minyak dapat dihilangkan lebih cepat oleh manusia, tetapi biayanya mahal. Contoh pemecahan masalah akibat pencemaran minyak, antara lain, dengan mendaur ulang minyak dan mengurangi kecelakaan tanker.

Sampah juga dapat menjadi sumber gangguan litosfer dan atmosfer. Sampah tersebar di berbagai tempat, seperti sungai, selokan, lautan, dan daerah pariwisata. Sampah anorganik seperti plastik, kaleng, dan botol kaca sukar diuraikan secara alami sehingga tahan selama bertahun-tahun. Jika sampah seperti ini dibuang di lautan dapat mengganggu kehidupan ikan, burung laut, dan mamalia laut.

Industri juga menghasilkan limbah. Sejumlah besar limbah pabrik dibuang melalui sungai menuju lautan. Limbah industri ini dapat meracuni lingkungan. Limbah ini banyak mengandung logam berat dan bahan kimia beracun lainnya. Kadar logam berat di sungai dan lautan yang tinggi dapat membahayakan makhluk hidup yang hidup di dalamnya dan yang memanfaatkan air dari tempat tercemar tersebut. Contohnya, tembaga. Pencemaran yang disebabkan tembaga dapat



Gambar 10.19 Jika perairan ini tercemar DDT, residu DDT akan terkumpul di dalam tubuh ikan. Burung yang memakan ikan tersebut cangkangnya dapat menjadi tipis dan mudah pecah.

Sumber: *science.nationalgeographic.com*

membunuh plankton dan ikan sepanjang jalur hanyutnya logam tersebut. Logam tembaga akan tersimpan dan tertimbun hingga ke tingkat yang membahayakan di dalam tubuh hewan lain dan manusia yang telah memakan ikan-ikan tersebut. Selain mengandung bahan kimia berbahaya, limbah juga sering mengandung bakteri, virus, dan telur parasit yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

Sejumlah bahan kimia tiruan yang buatan juga dapat menyebabkan gangguan atmosfer dan litosfer. Contohnya adalah pestisida DDT. Residu DDT sukar terurai di lingkungan. Insektisida DDT (*dichlorodi-pheniltrichloretan*) dapat menyebabkan cangkang telur burung menjadi tipis sehingga telur mudah pecah sebelum menetas. DDT ini juga menyebabkan kanker.

Latihan 10.2

1. Apakah yang kamu ketahui tentang pemanasan global? Sebutkan dampaknya terhadap kesehatan manusia!
2. Mengapa pencemaran gas karbon monoksida dapat menyebabkan kematian?
3. Apa penyebab menipisnya lapisan ozon? Apa konsekuensinya terhadap kesehatan manusia?
4. Mengapa saat ini penggunaan DDT di larang di seluruh dunia?

Rangkuman

- Bumi tersusun dari tiga lapisan, yaitu kulit bumi, mantel bumi, dan inti bumi. Kulit bumi atau litosfer adalah lapisan bumi yang paling luar dan terdiri atas batuan. Litosfer terdiri dari kerak daratan dan kerak lautan.
- Batuan di permukaan bumi dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan proses pembentukannya, yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan malihan (metamorfosis).

- Permukaan bumi dengan proses alamiah yang digerakkan oleh suatu tenaga alamiah yang berasal dari dalam bumi (endogen) dan tenaga alamiah dari luar bumi (eksogen). Kedua tenaga alamiah ini dapat memberikan manfaat maupun dampak bagi perkembangan bumi.
- Atmosfer adalah lapisan gas yang menyelimuti permukaan bumi. Sifat-sifat atmosfer antara lain sebagai berikut.
 - a. Tidak berwarna, tidak berbau, hanya dapat dirasakan dalam bentuk angin.
 - b. Dinamis dan elastis sehingga dapat mengembang dan mengerut.
 - c. Transparan terhadap beberapa bentuk radiasi.
 - d. Mempunyai berat sehingga dapat menimbulkan tekanan.
- Gas yang membentuk udara di atmosfer dibagi menjadi dua kelompok, yaitu gas yang jumlahnya permanen (gas konstan) dan gas yang jumlahnya berubah (gas variabel).
- Menurut ketinggiannya, atmosfer terdiri dari empat lapisan sebagai berikut.
 - a. Troposfer, dengan ketinggian 0 – 16 km.
 - b. Stratosfer, dengan ketinggian 16 – 50 km.
 - c. Mesosfer, dengan ketinggian 50 – 80 km.
 - d. Termosfer atau ionosfer, dengan ketinggian lebih dari 80 km.
- Cuaca adalah keadaan udara pada suatu saat di daerah yang relatif sempit. Misalnya keadaan hujan, cuaca cerah, banyak terdapat awan, tekanan angin tinggi, udara panas atau sejuk di suatu kota. Ilmu yang mempelajari cuaca disebut meteorologi.
- Iklim adalah keadaan rata-rata cuaca pada suatu wilayah yang relatif luas dan waktu yang relatif lama (puluhan tahun). Ilmu yang mempelajari iklim adalah klimatologi.

Refleksi

Kamu telah selesai mempelajari materi **Litosfer dan Atmosfer** dalam bab ini. Untuk itu lakukan evaluasi diri dengan menjawab beberapa pertanyaan di bawah ini. Jika semua pertanyaan dijawab dengan 'ya', berarti kamu telah menguasai bab ini dengan baik. Namun jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', kamu perlu mempelajari lagi materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada kesulitan atau ada hal-hal yang sukar dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

1. Apakah kamu dapat menjelaskan pengertian litosfer, pembentuk litosfer, dan gejala alam yang terjadi pada litosfer?
2. Dapatkah kamu menjelaskan pengertian atmosfer, susunan dan lapisan-lapisannya, serta gejalanya baik yang berupa iklim maupun cuaca?
3. Apakah kamu dapat menjelaskan pengaruh gejala alam yang terjadi pada litosfer maupun atmosfer terhadap kesehatan manusia dan permasalahan lingkungan?

Latih Kemampuan

10

Kerjakan di buku tugasmu!

I. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Bumi terdiri dari lapisan-lapisan sebagai berikut, **kecuali**

a. batuan	c. mantel
b. kulit	d. inti
2. Lapisan bumi yang letaknya paling luar dengan ketebalan rata-rata 70 km dinamakan

a. inti bumi	c. litosfer
b. hidrosfer	d. biosfer

3. Berikut ini yang merupakan contoh batuan beku adalah
 - a. batu granit
 - b. batu breksi
 - c. batu kapur
 - d. batu permata
4. Tenaga dari bumi yang menyebabkan proses alamiah yang membentuk permukaan bumi disebut
 - a. tenaga eksogen
 - b. tenaga endogen
 - c. tenaga alam
 - d. tenaga buatan
5. Tenaga endogen terdiri dari
 - a. tektonisme dan vulkanisme
 - b. sedimentasi dan pelapukan
 - c. divergen dan konvergen
 - d. akuatis dan aeolis
6. Batuan malihan yang terbentuk karena adanya pemanasan dan peningkatan suhu disebut batuan
 - a. dinamo
 - b. korok
 - c. topaz
 - d. kontak
7. Peristiwa pengikisan permukaan bumi karena hembusan angin dinamakan
 - a. eksarasi
 - b. korosi
 - c. ablasi
 - d. deflasi
8. Gumuk pasir (*sand dune*) merupakan contoh peristiwa
 - a. sedimentasi akuatis
 - b. sedimentasi aeolis
 - c. sedimentasi marine
 - d. sedimentasi pluralis
9. Lapisan-lapisan gas yang menyelubungi bumi dinamakan
 - a. atmosfer
 - b. eksosfer
 - c. hidrosfer
 - d. ionosfer
10. Berikut ini beberapa manfaat atmosfer, kecuali
 - a. menjaga temperatur bumi
 - b. menyaring sinar Matahari yang mengandung radiasi ultraviolet
 - c. menyediakan logam yang diperlukan
 - d. melindungi bumi dari benda-benda angkasa yang jatuh ke bumi
11. Cuaca dan iklim terbentuk karena unsur-unsur sebagai berikut, kecuali
 - a. sinar matahari
 - b. temperatur
 - c. kelembapan udara
 - d. kandungan logam
12. Udara yang bergerak disebut
 - a. angin
 - b. awan
 - c. atmosfer
 - d. stratosfer
13. Berikut ini adalah gas-gas mulia yang terkandung dalam atmosfer, **kecuali**
 - a. argon
 - b. neon
 - c. xenon
 - d. ozon
14. Peristiwa-peristiwa cuaca seperti hujan, angin, awan terbentuk pada lapisan
 - a. troposfer
 - b. stratosfer
 - c. mesosfer
 - d. ionosfer
15. Ilmu yang mempelajari iklim disebut
 - a. kronologi
 - b. meteorologi
 - c. klimatologi
 - d. iklimologi

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar!

1. Jelaskan pengertian dari kerak daratan dan kerak lautan serta sebutkan macam-macam bentuknya!
2.
 - a. Sebutkan dan jelaskan macam-macam tenaga eksogen!
 - b. Tenaga eksogen dapat memberikan manfaat positif bagi permukaan bumi. Sebutkan!
3. Sebutkan sifat-sifat atmosfer!
4. Apa saja unsur-unsur yang mempengaruhi terjadinya iklim dan cuaca? Jelaskan!
5. Jelaskan pengertian dari istilah-istilah berikut ini!
 - a. bentang alam
 - b. tektonisme
 - c. deflasi
 - d. gumuk pasir
 - e. gas mulia
 - f. udara kering
 - g. kelembabab relatif
 - h. meteorologi

Tsunami Krakatau Lebih Dahsyat

Ada baiknya kedahsyatan tsunami akibat letusan Gunung Krakatau, kita kenang. Andaikan bencana itu terjadi sekarang, jelas akan lebih ngeri dari gempa dan tsunami yang melanda Aceh dan sejumlah negara, pada tanggal 26 Desember 2004.

Pukul 10.20, 27 Agustus 1883, terdengar suara dentuman hebat dari arah Selat Sunda. Dentuman hebat itu kemudian disusul dengan semburan debu vulkanis setinggi 80 kilometer. Dentumannya terdengar hingga jarak 4.500 kilometer jauhnya dari pusat ledakan di Selat Sunda. Konon, inilah suara paling keras yang pernah terjadi di dunia hingga saat ini, kurang lebih setara dengan 21.547,6 kali letusan bom atom. Semburan materi Gunung Krakatau berjatuh menutupi daerah seluas 800.000 kilometer persegi. Selama tiga hari penuh Pulau Jawa dan Sumatera tertutup hujan abu. Lokasi Krakatau di tengah lautan membawa bencana tsunami dan air bah yang menerjang pantai-pantai Teluk Betung, Lampung, serta pesisir Jawa Barat, dari Merak sampai Ujungkulon. Air laut naik sampai 30 meter, menerjang dan menghancurkan desa-desa di pantai.

Di Ujungkulon, air bah masuk sampai sekitar 15 kilometer ke arah darat. Diperkirakan 36.000 orang meninggal dunia akibat letusan hebat ini. Sebuah kapal dari pelabuhan Teluk Betung telah terlempar sejauh 2,5 km dan terbawa hanyut ke bagian rendah dari Sungai Kuripan. Hujan abu dan batunya mencapai areal seluas 300.000 mil persegi atau 483 km persegi dalam radius 150 km per segi. Pada waktu itu Jakarta (Batavia) dan daerah sekitar Selat Sunda seperti Anyer, Labuan, Kalianda, Teluk Betung dan Kota Agung menjadi gelap gulita. Tsunami itu juga menimbulkan kerusakan parah di Hawaii dan menerpa pantai barat Amerika Tengah. Hempasan gelombang menjangar sampai ke Jazirah Arab, 7.000 kilometer lebih jauhnya dari pusat ledakan. Gelombang tsunami juga mencapai Afrika Selatan, Honolulu, Atlantik, dan Selatan Panama (sekitar 29.646 km dari Krakatau).

Seorang peneliti memperkirakan gelombang tsunami yang terbesar pada letusan Krakatau 1883 adalah tsunami pada periode letusan akhir, di mana jutaan meter kubik material vulkanik yang dilontarkan ke udara, terhempas kembali ke laut, sehingga mengakibatkan gelombang setinggi 30 meter sampai 40 meter yang menerjang pantai-pantai, dan menelan banyak korban jiwa manusia.

Menurut Donald Olson, fisikawan dan profesor astronomi di Texas State University, letusan Gunung Krakatau waktu itu sungguh dahsyat sehingga menerbangkan debu-debu ke atmosfer dan menciptakan senja merah menyala di Eropa antara November 1883 hingga Februari 1884. Tidak tercatat berapa juta gulden kerugian karena letusan tersebut. Diperoleh keterangan korban manusia tewas 36.417 orang. Pada saat itu, korban sebanyak itu sampai saat ini mungkin merupakan korban terbesar di dunia yang disebabkan oleh bencana alam. Saat itu penduduk di Pulau Jawa dan Sumatra masih sangat sedikit. Bila letusan itu terjadi sekarang, kerugian, kerusakan dan kesedihan karena kematian yang ditimbulkan akan berlipat ganda karena padatnya penduduk. Setelah letusan dahsyat itu, para ahli gunung api menyimpulkan bahwa letusan yang serupa mungkin dapat terjadi 2000 sampai 3000 tahun lagi atau mungkin lebih lama lagi.

Sumber: *The Surakarta Post* 2005

Latihan Semester II

I. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- Benda-benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet seperti kayu, kertas, dan penggaris disebut benda
 - magnetik
 - nonmagnetik
 - antimagnetik
 - immagnetik
- Sudut penyimpangan kutub magnet bumi terhadap kutub bumi disebut sudut
 - magnet
 - kutub
 - inklinasi
 - deklinasi
- Cara membuat magnet dengan cara mendekatkan batang baja atau besi pada sebuah magnet kuat dinamakan
 - induksi magnetik
 - feromagnetik
 - aliran listrik
 - menggosok
- Daerah di sekitar magnet yang menyebabkan sebuah muatan yang bergerak di sekitarnya mengalami suatu gaya dinamakan
 - daerah magnet
 - kutub magnet
 - medan magnet
 - garis magnet
- Besarnya gaya Lorentz dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut, **kecuali**
 - medan magnetik
 - kuat arus listrik
 - panjang kawat penghantar
 - gaya magnetik
- Besarnya ggl induksi atau tegangan yang menyebabkan arus listrik pada percobaan Faraday disebabkan oleh
 - perubahan arah garis gaya magnetik
 - perubahan jumlah garis gaya magnetik
 - perubahan medan magnetik
 - perubahan kutub magnet
- Sebuah kumparan dengan 3.000 lilitan, terjadi perubahan fluks magnetik 1.500 Wb selama selang waktu 2 sekon. Besar ggl induksi yang terjadi adalah
 - $2,5 \times 10^6$ volt
 - $2,25 \times 10^6$ volt
 - $-2,25 \times 10^6$ volt
 - $-2,5 \times 10^6$ volt
- Generator arus bolak-balik disebut juga
 - altenator
 - akumulator
 - baterei
 - elemen
- Ciri-ciri transformator *step up* adalah sebagai berikut, **kecuali**
 - $N_p > N_s$
 - $V_p < V_s$
 - $I_p > I_s$
 - $I_p = I_s$
- Efisiensi transformator adalah perbandingan antara
 - arus keluar dan arus masuk
 - daya keluar dan daya masuk
 - ggl keluar dan ggl masuk
 - kalor keluar dan kalor masuk
- Sebuah radio memerlukan tegangan 9 volt dari catu daya 220 volt. Jika kumparan primer trafo memiliki 440 lilitan, maka jumlah lilitan yang dimiliki kumparan sekunder adalah
 - 9 lilitan
 - 12 lilitan
 - 18 lilitan
 - 24 lilitan
- Pusat tata surya adalah
 - bintang
 - planet
 - matahari
 - komet

13. Sumber energi Matahari berasal dari
 - a. radiasi
 - b. pembakaran
 - c. planet
 - d. reaksi inti
14. Berikut ini adalah nama-nama planet dalam tata surya, **kecuali**
 - a. pluto
 - b. mars
 - c. venus
 - d. uranus
15. Benda langit yang mengorbit planet disebut
 - a. komet
 - b. meteor
 - c. satelit
 - d. pesawat
16. Batuan malihan disebut juga batuan
 - a. beku
 - b. korok
 - c. sedimen
 - d. metamorfosis
17. Erosi yang disebabkan oleh gerakan es yang mencair disebut
 - a. eksarasi
 - b. gletser
 - c. abrasi
 - d. ablasi
18. Endapan pasir tepi pantai yang melintang seperti lidah banyak dijumpai di sekitar teluk atau estuaria disebut
 - a. delta
 - b. tembolo
 - c. nehrung
 - d. dataran banjir
19. Lapisan antara yang membatasi lapisan stratosfer dengan toposfer disebut
 - a. stratopause
 - b. tropopause
 - c. mesopause
 - d. termopause
20. Suhu di suatu kawasan adalah 25°C , sedangkan setiap 1 m^3 udara memuat kandungan uap sebesar 45 gr. Apabila udara pada temperatur tersebut mampu memuat 67,5 gr uap air, maka kelembaban relatifnya adalah
 - a. 33,3%
 - b. 44,4%
 - c. 66,6%
 - d. 77,7%

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar!

1. Jelaskan perbedaan antara magnet permanen dan magnet sementara!
2. Sebutkan alat-alat yang menggunakan magnet dalam prinsip kerjanya!
3. Jelaskan cara-cara menghilangkan sifat-sifat kemagnetan!
4. Apakah yang dimaksud ggl induksi? Jelaskan!
5. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya ggl induksi!
6. Sebuah kumparan dengan 2.500 lilitan, terjadi perubahan fluks magnetik 1.000 Wb selama selang waktu 5 sekon. Berapakah besar ggl induksinya?
7. Jelaskan ciri-ciri yang menjadi perbedaan traansformator step up dan transformator step down!
8. Sebutkan hukum-hukum Kepler yang nerkaitan dengan gerak planet mengelilingi matahari!
9. Sebutkan akibat-akibat rotasi dan revolusi bumi!
10. Sebutkan manfaat atau kegunaan atmosfer bagi bumi!

Glosarium

aeroponik	: suatu cara bercocok tanam tanpa menggunakan media
alel	: sepasang gen yang saling mempengaruhi dan terletak pada posisi yang sama pada pasangan kromosom
anemogami	: penyerbukan yang terjadi melalui perantara angin
angiospermae	: tumbuhan berbiji tertutup
arus AC	: (= <i>Alternating Current</i>) arus bolak-balik
arus DC	: (= <i>Direct Current</i>) arus searah
arus listrik	: banyaknya muatan yang mengalir dalam setiap detik
asteroid	: benda-benda langit berupa bongkah batuan yang terdapat dalam sebuah sabuk antara Mars dan Jupiter
astronomi	: ilmu pengetahuan mengenai kedudukan, gerak, susunan, sejarah, dan keadaan di kemudian hari benda-benda langit
atmosfer	: lapisan udara yang menyelubungi Bumi
atom	: bagian terkecil dari sebuah materi
autosom	: kromosom yang tidak berperan dalam penentuan jenis kelamin
beda potensial	: usaha yang dilakukan untuk memindahkan sebuah muatan listrik dari suatu titik ke titik lain
bioteknologi	: penerapan sistem biologi dalam proses industri dengan melibatkan mikrobiologi, biokimia, rekayasa genetika, dan biologi molekuler untuk menghasilkan produk dan jasa
daya	: banyaknya energi per satuan waktu
dendrit	: tonjolan protoplasma pada badan sel dan bercabang-cabang yang berfungsi menerima dan menghantarkan impuls saraf
dihybrid	: persilangan dua sifat beda
diploid	: dua kerangka kromosom di mana masing-masing kromosom ada dua
dominan	: sifat-sifat yang menutupi sifat lain/sifat pasangan pada keturunan
elektromagnetik	: magnet yang terdiri dari inti feromagnetik lunak yang dililit sebuah kawat berisolasi
elektron	: muatan negatif penyusun sebuah atom, elektron terletak pada kulit-kulit atom dan bergerak mengelilingi inti atom
elemen primer	: sumber arus listrik yang tidak dapat diperbarui, contohnya baterai
elemen sekunder	: sumber arus listrik yang dapat diperbarui, contohnya akumulator
elemen volta	: elemen yang ditemukan oleh Volta yang dapat menghasilkan arus listrik terdiri atas elektroda seng dan elektroda tembaga yang dicelupkan ke dalam larutan elektrolit
energi listrik	: bentuk energi yang berhubungan dengan letak suatu muatan listrik di dalam medan listrik
energi	: ukuran kemampuan suatu sistem untuk melakukan kerja
entomogami	: penyerbukan yang terjadi melalui perantara serangga
erosi	: terjadinya pengikisan lapisan tanah oleh air, angin, dan sebagainya
fenotipe	: sifat-sifat lahiriah yang tampak atau bisa diamati
fertilisasi	: proses penyatuan sel kelamin jantan dan sel kelamin betina
filamen	: kawat tipis
filial	: keturunan

folikel	: rongga kecil atau tabung yang sempit dan dalam seperti rongga rambut
gamet	: sel kelamin yang memiliki kromosom haploid
gametogenesis	: proses pembentukan sel kelamin (gamet)
garis gaya magnet	: pola garis-garis medan magnetik di sekitar magnet
gen	: satuan pewarisan sifat yang menentukan sifat suatu individu
generator	: alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik
genotipe	: gen yang menentukan sifat suatu individu
geragih	: batang yang tumbuh mendatar di atas permukaan tanah
GGL	: (= Gaya Gerak Listrik), gaya yang dihasilkan sebuah sumber arus listrik yang mampu membuat elektron bergerak
glomerulus	: bagian dalam kapsul Bowman pada ginjal yang merupakan jala pembuluh darah kapiler
gymnospermae	: tumbuhan berbiji terbuka
habitat	: tempat hidup alamiah suatu organisme
haploid	: bagian tubuh individu yang mengandung jumlah kromosom separuh dari jumlah kromosom sel bagian tubuh yang lain
heterozigot	: keadaan genotipe yang terdiri atas gen-gen yang tidak sama
hibernasi	: keadaan istirahat total pada hewan di musim dingin
hidrofit	: tumbuhan yang hidupnya menyesuaikan dengan lingkungan berair atau becek
hidroponik	: penanaman tanaman pertanian dalam air yang banyak mengandung nutrisi
hidrosfer	: bagian permukaan Bumi yang diliputi oleh air (laut, danau, dan lain-lain)
higrofit	: tumbuhan yang hidup pada tempat yang banyak mengandung air
homozigot	: keadaan genotipe yang terdiri atas gen-gen yang sama
inseminasi	: pemasukan sperma ke dalam alat kelamin betina
intermediet	: dua sifat yang tidak dominan maupun resesif satu terhadap lainnya
kalor	: panas
kambium	: bagian batang atau akar yang terdapat pada tumbuhan dikotil dan Gymnospermae, yang berfungsi membentuk kulit dan kayu
kloaka	: muara bersama saluran kencing, saluran pencernaan, dan saluran kelamin
koklea	: bagian dari telinga dalam yang berupa rongga tubuler berbentuk spiral
komet	: benda langit yang bergerak mengelilingi Matahari dengan lintasan elips yang gepeng; tampak berekor cahaya ketika dekat dengan Matahari
kompas	: alat penunjuk arah yang menggunakan prinsip magnet
komunitas	: beberapa populasi organisme baik tumbuhan maupun hewan yang hidup bersama dalam hubungan ekologi mendiami suatu wilayah
kopulasi	: penyatuan unsur-unsur kelamin
korola	: mahkota bunga
koronagraf	: teleskop khusus untuk menghasilkan suatu gerhana Matahari buatan
kromosom	: satu struktur berbentuk benang-benang terdapat dalam inti sel
kultur jaringan	: suatu cara memperbanyak tanaman secara vegetatif
limfe	: cairan yang dihasilkan dan dialirkan oleh kelenjar-kelenjar bening
lithosfer	: bagian Bumi yang terdiri atas batuan dan tanah
medan listrik	: daerah di sekitar muatan listrik yang masih terpengaruh gaya coulomb
medan magnetik	: daerah di sekitar magnet
meiosis	: proses pembelahan sel yang terjadi pada alat reproduksi
metabolisme	: pertukaran zat dan energi yang terjadi antara organisme hidup dan lingkungannya serta transformasi zat dan energi di dalam tubuh organisme

meteor	: benda langit yang bergerak dengan cepat di angkasa, berukuran dari sebesar kepala jarum pentul sampai yang bermassa 50.000 ton. Bila meteor memasuki atmosfer Bumi, bagian luarnya terbakar sehingga tampak sebagai bintang jatuh
meteorit	: sisa-sisa batuan meteor yang tidak habis terbakar dan dapat jatuh ke Bumi
mimikri	: kemampuan makhluk hidup meniru kelakuan individu lain untuk melindungi diri dari ancaman musuhnya
mitosis	: pembelahan sel yang menghasilkan dua sel anak, yang masing-masing memiliki jumlah kromosom sama dengan sel induk
monohibrid	: persilangan dengan satu sifat beda
motor listrik	: mesin yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik
muatan listrik	: sesuatu yang menyebabkan benda memiliki gaya tarik atau gaya tolak bila benda bermuatan tersebut didekatkan pada benda lain
neurit	: juluran yang panjang dari badan sel yang berfungsi menghantarkan rangsangan dari badan sel ke sel saraf lainnya
neutron	: partikel yang tidak bermuatan merupakan penyusun inti atom
nuselus	: jaringan di tengah-tengah ovarium
oogenesis	: proses pembentukan sel telur
ovulasi	: peristiwa pelepasan sel telur dari ovarium
ozon	: (O_3) gas yang dihasilkan dengan melewati ledakan listrik melalui oksigen; ozon tidak stabil, mudah terurai menjadi oksigen kembali
parental	: induk
partenogenesis	: perkembangan gamet menjadi individu baru tanpa melalui proses pembuahan
penis	: alat kelamin jantan untuk memasukkan sperma ke dalam alat kelamin betina
penyerbukan	: proses melekatnya serbuk sari ke kepala putik
planet	: benda gelap yang mengorbit sebuah bintang (dalam tata surya, bintangnya adalah Matahari)
polip	: fase hidup menempel (tidak dapat bergerak) pada hewan berongga seperti Hydra, Obelia, dan Aurelia
proton	: muatan positif penyusun inti atom
rangkaian paralel	: rangkaian dua buah alat atau lebih yang disusun sejajar
rangkaian seri	: rangkaian dua buah alat atau lebih yang disusun secara beruntun
resesif	: sifat yang tidak muncul atau tertutupi oleh sifat lain/pasangannya
resistor	: komponen listrik yang berfungsi untuk menghambat arus listrik
rizoma	: bagian batang yang tumbuh mendatar di dalam tanah dan memiliki tunas pada daun sisik
rotasi	: perputaran pada porosnya (sumbunya)
saklar	: komponen listrik yang berfungsi untuk memutuskan atau menyambungkan arus listrik pada sebuah rangkaian
sitokinesis	: pembagian plasma sel pada akhir pembelahan sel
skrotum	: kantung buah zakar
solar cell	: alat untuk mengubah tenaga Matahari menjadi energi listrik
sperma	: sel kelamin jantan
spermatogenesis	: proses pembentukan sel kelamin jantan
transformator	: alat untuk mengubah tegangan listrik yang berarus AC
urin	: air kemih yang terdiri dari air dan zat-zat yang ada di dalamnya (ureum, garam-garam, dan zat lain) yang tidak diperlukan lagi oleh tubuh
voltmeter	: alat listrik yang digunakan untuk mengukur tegangan listrik
xerofit	: tumbuhan yang hidup di tempat-tempat yang kering dan panas

Kunci Jawaban

Bab I

Pilihan ganda

1. b
3. a
5. c
7. c
9. c
11. b
13. a
15. c

Bab II

Pilihan ganda

1. b
3. a
5. d
7. c
9. d
11. a
13. d
15. d

Bab III

Pilihan ganda

1. c
3. c
5. b
7. a
9. a
- 11.
13. b
15. d

Bab IV

Pilihan ganda

1. c
3. a
5. c
7. c
9. b
11. c
13. d
15. c

Bab V

Pilihan ganda

1. c
3. c
5. c
7. a
9. c
11. d
13. d
15. a

Bab VI

Pilihan ganda

1. a
3. b
5. d
7. b
9. c
11. b
13. c
15. c

Latihan Semester I

Pilihan ganda

1. d
3. a
5. b
7. d
9. b
11. d
13. b
15. c
17. b
19. c

Bab VII

Pilihan ganda

1. c
3. a
5. b
7. d
9. c
11. b
13. b
15. c

Bab VIII

Pilihan ganda

1. d
3. d
5. d
7. a
9. c
11. a
13. a
15. c

Bab IX

Pilihan ganda

1. c
3. a
5. c
7. c
9. a
11. b
13. a
15. d

Bab X

Pilihan ganda

1. a
3. a
5. a
7. d
9. a
11. d
13. d
15. c

Latihan Semester II

Pilihan ganda

1. b
3. a
5. d
7. c
9. a
11. c
13. d
15. c
17. a
19. b

Daftar Pustaka

- Ardley, Neil. 2006. *101 Great Science Experiments*. USA: Dorling Kindersley.
- Burnie, David. 2000. *Jendela Iptek, Kehidupan*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Campbell, N.A. Reece, J.B. dan Mitchel, L.G. 1999. *Biologi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Carlos, J.I. Kelley R.O. dan Carniero J. 1998. *Histologi Dasar*. Jakarta: EGC.
- Encyclopedia Britannica*, 2006 (perangkat lunak)
- Ensiklopedia IPTEK untuk Anak, Pelajar, dan Umum*. 2004. Jakarta: PT Lentera Abadi.
- Giancoli. 2000. *Physics for Scientist and Engineers with Modern Physics*. USA: Prentice Hall.
- Hadiat, et all. 2004. *Kamus Sains*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Hewitt, Paul G. 2006. *Conceptual Physics*. San Fransisco: Addison Wesley.
- <http://id.wikipedia.com> diakses bulan Oktober 2006, Februari 2006, Februari - Maret 2008
- <http://imadudd1n.files.wordpress.com> diakses bulan 29 Juli 2008
- <http://news.bbc.co.uk> diakses 29 Juli 2008
- <http://physicsquest.homestead.com> diakses bulan 29 Juli 2008
- <http://science.nationalgeographic.com> diakses 29 Juli 2008
- <http://universe-review.ca> diakses 29 Juli 2008
- <http://wever.files.wordpress.com> diakses 29 Juli 2008
- <http://www.babycenter.com>. Fertility Problems, diakses bulan September 2005
- <http://www.cartage.org.lb> diakses 29 Juli 2008
- <http://www.cloneinternational.com.au>. How Do Scientist Make Clones, bulan Mei 2005
- <http://www.ined2know.org>. In Vitro Fertilization, diakses bulan Desember 2005
- <http://www.med.kyoto-u.ac.jp> diakses 29 Juli 2008
- <http://www.medicastore.com> diakses 29 Juli 2008
- <http://www.riversideonline.com> diakses 29 Juli 2008
- <http://www.teknologi.htm> diakses bulan Oktober 2006
- <http://www.uidaho.edu>. How to Clone, diakses bulan Oktober 2005
- <http://www.wpsprehall.com> diakses Januari 2007
- Ilmu Pengetahuan Populer*. 2005. Jakarta: Grolier International, Inc.
- Kimball, John W. 2000. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Kurnadi, K.A. 2001. *Dasar-Dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia*. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi UPI
- Kwa Siew Hwa. 2004. *My Pals are Here*. Federal Publications.
- Microsoft Encarta*, Edisi 2006 (perangkat lunak). Microsoft Cooperation.
- Microsoft Student*, Edisi 2008 (perangkat lunak). Microsoft Cooperation.

- Oksford Ensiklopedi Pelajar*. 1995. Jakarta: PT Widyadara.
- Oxlade, Chris dan Anita Ganeri. 2003. *Ensiklopedia Mini Sains*. Jakarta: Erlangga.
- Parker, Steve. 2000. *Jendela Iptek, Listrik*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Pearce, E.C. 1982. *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. Jakarta: Gramedia.
- Pelczar, M. dan E.C.S. Chan. 1998. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Rifai, Mien A. 2004. *Kamus Biologi*. Jakarta: Pusat Bahasa Depdiknas, Balai Pustaka.
- Rose, van, Susanna. 2000. *Jendela Iptek, Bumi*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Stockley, Corinne. 2000. *Kamus Biologi Bergambar*. Jakarta: Erlangga.
- Stockley, C., Chris Oxlade, Jane Werthein. 2000. *Kamus Fisika Bergambar*. Jakarta: Erlangga.
- Santosa, S.W. dan Soerodikusumo, W. 1996. *Anatomi Tumbuhan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Suherlan, E. dan Adi Rahmat. 2001. *Penuntun Praktis Biologi Terapan*. Bandung: FPMIPA UPI.
- Suryo. 1995. *Sitogenetika*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- _____. 1998. *Genetika*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sutarno, N., Ammy Syulasma dan Siti Sriyanti. 1999. *Petunjuk Praktikum Zoologi Invertebrata*. Bandung: FPMIPA UPI.
- Tempo*, 1 September 2004, 2 – 8 Oktober 2006, 6 – 12 November 2006, 13 – 19 November 2006
- The Human Body Atlas*. 2004. New South Wales: Grange Books and Global Book Publishing Pty Ltd.
- Tim Word Books. 2006. *The World Book Encyclopedia*. Chicago: World Book.
- Tjitrosoepomo. G. 2000. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Van Cleave, J. 1993. *A + Project in Biology: Memenangkan Percobaan-Percobaan Ilmiah untuk Lomba dan Pameran Sains dan Mendapat Nilai Tambah*. Klaten: Penerbit Pakar Raya.
- Whitten T. dan Jane Whitten. 2002. *Indonesia Heritage Tetumbuhan*. Jakarta: Buku Antar Bangsa.
- Wilardjo, Liek dan Dad Murniah. 2003. *Kamus Fisika*. Jakarta: Pusat Bahasa Depdiknas, Balai Pustaka.
- Winatasmita, D. 2001. *Biologi Sel*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Yudianto. S. A. 1992. *Mengerti Morfologi Tumbuhan*. Bandung: Penerbit Tarsito.

Indeks

A

abrasi 221, 224
adaptasi 35
adrenalin 28
aerponik 83
AIDS 13
akson 15
akumulator 131, 133, 145
alantois 52
alat indra 21
Albert Einstein 202
albino 68
albumen 15
alel 62
Alessandro Volta 132
alternator 180
alveolus 9
amnesia 20
amnion 51
amperemeter 109, 111, 112, 115, 124
angkasa luar 208
antibiotik 81
antidiuretik 28
arus induksi 178
asetilkolin 16
asteroid 199
astigmatisme 23
atmosfer 204
atom 95
autosom 60

B

bakal biji 45
bakal buah 45
bayi tabung 87
beda potensial 106 - 115
bel listrik 168
benang sari 44
benda magnetik 156
bilirubin 10
biliverdin 10
bintang 208
bintik buta 22
bioteknologi 77
bom 238
bulan 205
bumi 196, 203
bunga 44
buta warna 23, 70

C

cangkang 51
cangkok 43
ceres 199
Charles Augustin de Coulomb 98

D

daur ulang 234
daya akomodasi 22
DDT 235
delta 222, 223, 224
dendrit 15

depolarisator 133
dermatitis 26
dermis 5
diabetes melitus 69
diploid 59
dominan 61, 62

E

efisiensi transformator 185
ekskresi 5
eksplan 84
elektrolit 132, 134
elektroskop 101, 102
elemen Daniell 131, 133
elemen primer 131, 133, 145
elemen sekunder 131, 133, 145
elemen Volta 131, 132
elemen Weston 131
empedu 10
epidermis 5
epididimis 12
epilepsi 20
Ernest Rutherford 95
estrogen 29

F

fenotipe 62
fermentasi 81
fertilisasi 49
fotosfer 203
fragmentasi 48

G

gametogenesis 49
garis gaya magnet 164
gas bio 82
gas variabel 226, 236
gaya Coulomb 99 - 101, 124
gaya elektrostatik 99
gaya gerak listrik (ggl) 131
gaya Lorentz 166
gen 59, 61, 234
gen letal 63
gendang telinga 26
generator 180
genom 59
genotipe 62
George Simone Ohm 115, 124
geragih 42
gerak refleksi 19, 20
gerak sadar 19
gerak semu matahari 205
gerhana 207
ggl induksi 178
ginjal 6
Giuseppe Piazzi 199
glaukoma 23
glomerulus 6
glukagon 29
golongan darah 69
gonore 14
gonosom 60
gravitasi 102, 110

Gustav Kirchhoff 121

H

Hans Christian Oersted 165
haploid 59
hati 10
hemipenis 51
hemofili 70
heterozigot 62
hiasan bunga 44
hibernasi 39
hibrid 63
hidrofit 37
hidrometer 134
hidroponik 83
hidung 24
higrofit 37
hipermetropi 23
hipofisis 27
HIV 13
homozigot 62
hormon 27, 81, 87
hujan asam 234
hukum Kirchhoff 120, 121, 123
hukum Kepler 199
hukum Ohm 115, 116, 121 -124
huruf braille 25

I

induk buatan 87
induksi 102, 137
induksi magnetik 161
inert gases 226
influenza 24
infundibulum 12
inseminasi buatan 87
insulin 29
intermediet 64
ionosfer 228
isotherm 227

J

J.J. Thomson 95
jaringan ikat bawah kulit 5
jembatan Wheatstone 124
jerawat 25
Johannes Kepler 199
jupiter 197

K

kalus 84
kamufase 38
kapsula Bowman 6
karbon 234
karier 70
katarak 23
kehamilan 13
kelenjar bulbouretral 12
kelenjar buntu 27
kelenjar endokrin 27
kelenjar prostat 12
kelenjar sebacea 5

kencing batu 8
kencing manis 69
keringat 5
kerusakan ozon 233
khatulistiwa 205
kloning 88
koma 200
komet 200, 208
komposisi urin 7
kondensasi 226, 232
konduktor 124, 128
konveksi 227
kopulasi 11
korona 202
koronagraf 203
kromosfer 202
kromosom 59
kulit 5, 24
kultur jaringan 83
kuncup pengecap 24
kuning telur 51
kutub magnet 156

L

lengkung refleksi 19
lensa mata 22
lidah 24
lingkungan 35
listrik dinamis 93, 105, 107
listrik statis 93, 96, 104, 124
litosfer 209, 210

M

magnet 155, 208
magnet elementer 162
mars 196
mata 21
matahari 195, 202
medan listrik 94, 102, 103, 110, 124,
medan magnet 162
meiosis 41
membuat magnet 159
Mendel 60
menstruasi 13
menyambung 43
merkurius 196
merunduk 43
mesosfer 227
metamorf 218, 220
meteor 200, 208, 209
Michael Faraday 177, 178
mikroorganisme 77
mimikri 38
miopi 23
mitosis 41
motor listrik 167

N

nefron 6
Nehring 223
neptunus 198
neurit 15, 20
neuron 15
neurotransmitter 16
Newton 102
Niels Bohr 95

O

okulasi 43
oogenesis 49
osmoregulasi 5
otak 17
ovarium 12, 29
oviduk 12
ovipar 49
ovovivipar 49
ozonosfer 227

P

papila lidah 24
paratiroid 28
partenogenesis 48
paru-paru 9
pasang surut laut 207
pelapukan batuan 210
pemanasan global 210, 233
pembangkit listrik 233
pembawa sifat 70
pemuliaan 68
pencemaran 233, 234
pengecap PTC 69
penis 11
penyerbukan 45
periode sideris dan sinodis 206
perkembangbiakan 41, 44, 48
perkembangbiakan hewan 47
perkembangbiakan tumbuhan 41
persarian 45
persilangan 60
persilangan dihibrid 65
persilangan monohibrid 63
planet 195, 208
plantlet 84
plasenta 13
plastik 234
pluto 198
polarisasi 133
polidaktili 71
presbiopi 23
produksi pangan 77
progesteron 29
protein sel tunggal 78
putik 45

R

rabun 23
relai 169
reproduksi 40
reproduksi burung 51, 52
reproduksi ikan 50
reproduksi katak 50
reproduksi mamalia 52
reproduksi manusia 10
reproduksi reptilia 50
resesif 61, 62
resistensi 114
resistor 116
revolusi bumi 204
rhizoma 42
rotasi bumi 204

S

saluran eustachius 26
sand dunes 223

saraf 15, 18
satelit 200
satelit buatan 208
saturnus 197
sel alkalin 132
seleksi alam 39
semikonduktor 119
sentromer 59
serbuk sari 44
sifat ajek 67
sifilis 14
sistem ekskresi 5
sistem koordinasi 15
skrotum 11
somatotrof 27
sperma 12
spermatogenesis 49
spora 42
stek 42
stratopause 228
stratosfer 204, 227, 228
strok 20
sudut deklinasi 157
sudut inklinasi 158
sumsum tulang belakang 17

T

tali pusat 52
tanker 234
telepon 170
telinga 26
termosfer 204, 227, 228
testis 29
testosteron 29
tiroid 28
tirosin 28
transformator 182, 184
transmisi daya listrik jarak jauh 187
tropopause 227
troposfer 204, 227, 230, 240
tsunami 238
tuba falopii 12
tuli 27
tunas 42, 48

U

umbi 42
uranus 197
uterus 12

V

vagina 12
vaksin 86
van de graaff 104
vas deferens 12
vasopresin 28
venus 196
vesika seminalis 12
vivipar 49
voltmeter 110, 111, 117

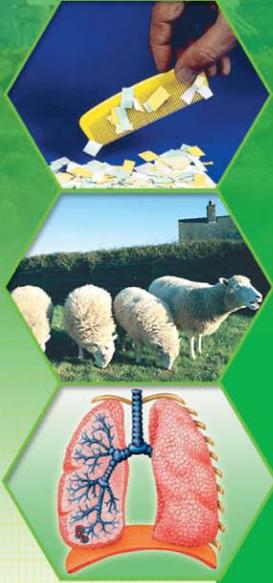
W

Weber 162

X

xerofit 36

Ilmu Pengetahuan Alam 3



Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan ilmu yang mempelajari tentang alam sekitar secara sistematis melalui penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep atau prinsip-prinsip, dan hal-hal yang penting dengan suatu proses penemuan.

Bagaimana langkah kamu sebagai siswa untuk menguasai fakta, konsep, dan prinsip tersebut?

Buku ini akan membantumu mencapai hal tersebut. Selain itu, buku ini juga akan membantumu mempelajari dirimu sendiri dan alam sekitarmu.

Beberapa kompetensi pembelajaran yang berkaitan dengan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dapat kamu temukan, yaitu sebagai berikut.

- Prosedur ilmiah untuk mempelajari benda-benda alam dengan menggunakan peralatan.
- Klasifikasi zat.
- Wujud zat dan perubahannya.
- Berbagai sifat dalam perubahan fisika dan kimia.
- Gejala-gejala alam.
- Keanekaragaman makhluk hidup.
- Saling ketergantungan dalam ekosistem.
- Kepadatan penduduk dan permasalahannya.

Semua pembelajaran tersebut disajikan secara inkuiri ilmiah (*scientific inquiry*) yang memberikan pengalaman belajar secara langsung kepada kamu melalui penggunaan dan pengembangan keterampilan proses dan sikap ilmiah.

ISBN 978-979-068-759-2 (nomor jilid lengkap)
ISBN 978-979-068-765-3

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 69 Tahun 2008 Tanggal 7 November 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp15.888,-