

Bab 7

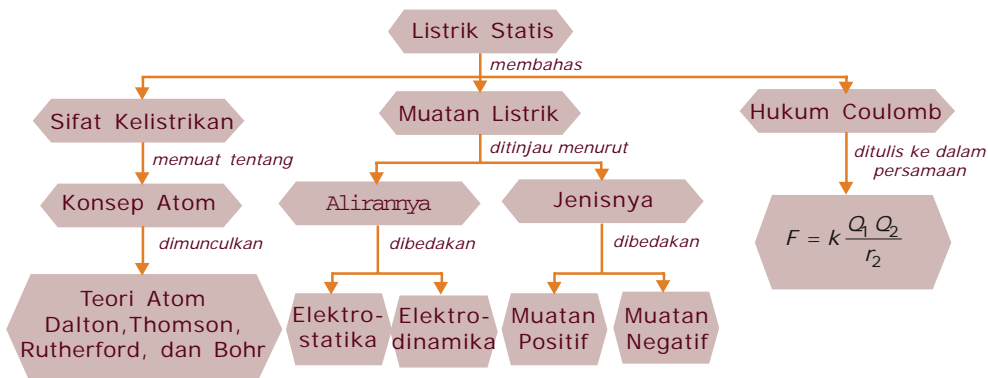
Listrik Statis

Pada minggu yang cerah, Icha menyetrika baju seragamnya. Sambil menunggu panasnya setrika, ia menggosok-gosokkan setrika pada bajunya yang tipis. Ternyata Icha melihat dan merasakan seakan-akan baju itu tertarik oleh setrika dan terdengar olehnya bunyi gemericik. Mengapa semua itu bisa terjadi? Bagaimana hubungannya dengan konsep fisika? Untuk menjawab pertanyaan ini perlu diperhatikan beberapa konsep, yaitu menggosok, panas, dan baju tipis. Saat Icha menggosok baju dengan setrika ada perpindahan energi gerak yang diberikan ke baju. Setrika yang panas akan memudahkan perpindahan muatan, sedangkan sifat atau jenis baju sangat menentukan mudah tidaknya terjadi perpindahan muatan. Oleh karena itu, baju yang kering akibat disetrika, akan mudah menimbulkan sifat kelistrikan begitu juga pada rambut kering bila digosok dengan sisir, maka sisir itu akan bermuatan listrik. Mengapa harus yang kering? Tentu karena air mempunyai sifat konduktor yang kurang baik dan energi yang ditimbulkan akibat gosokan antara rambut basah dan sisir plastik akan diserap oleh air tersebut, sehingga tidak muncul gejala kelistrikannya. Gejala lain dari sifat kelistrikan secara alami adalah petir. Untuk memahami konsep listrik statis dan penerapannya lebih lanjut akan dijelaskan pada bab ini.



Peta Konsep

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



Kata Kunci

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

- Muatan listrik
- Deret tribolistik
- Hukum Coulomb

Sifat kelistrikan suatu benda ditunjukkan adanya muatan listrik yang terdapat pada benda tersebut. Ada dua jenis muatan listrik yaitu muatan positif dan negatif. Suatu benda dikatakan bermuatan positif jika kelebihan proton atau kekurangan elektron, dan sebaliknya benda akan bermuatan negatif jika kelebihan elektron atau kekurangan proton. Muatan listrik yang ditimbulkan oleh sisir atau mistar masih sulit untuk ditunjukkan bahwa muatannya bersifat positif atau negatif. Untuk mengetahuinya kita dapat melakukan kegiatan berikut!



Kegiatan

Lakukan kegiatan ini secara kelompok (ikuti petunjuk guru).

A. Tujuan

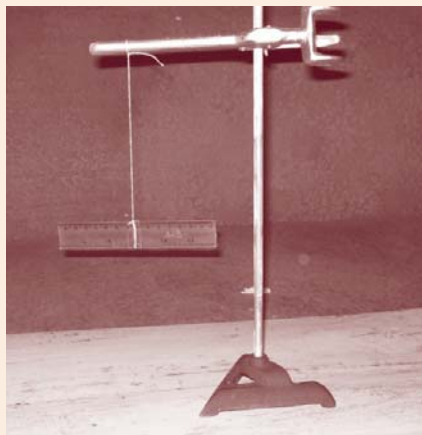
Untuk mengetahui sifat kelistrikan yang ditimbulkan oleh penggaris plastik.

B. Alat dan Bahan

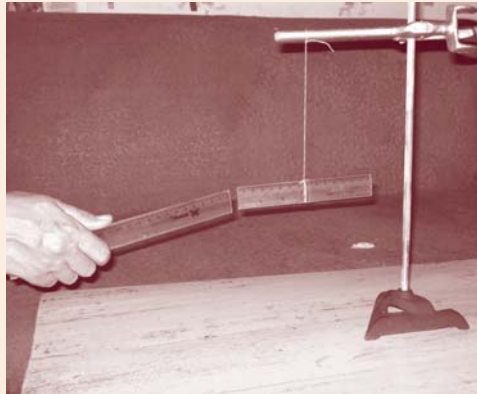
1. Dua buah penggaris plastik yang masih baru.
2. Benang
3. Tiang statif
4. Dua batang kaca
5. Kapas

C. Cara Kerja

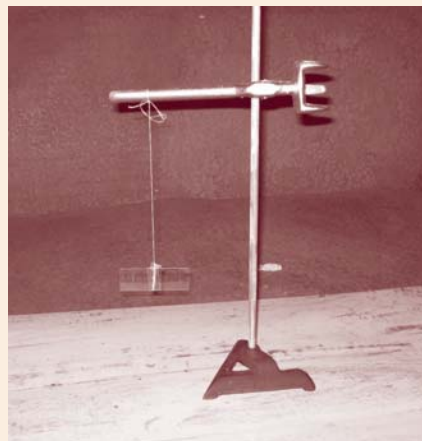
1. Ambil dua buah mistar plastik.
2. Gantungkan salah satu mistar itu dengan benang pada sebuah statif seperti gambar berikut.



3. Gosok-gosokkan salah satu ujung mistar itu pada rambut yang kering.
4. Ambil mistar yang lain, dan gosokkan ujung mistar itu pada rambut yang kering.
5. Dekatkan kedua ujung mistar yang telah digosok seperti gambar. Amatilah apa yang terjadi.



6. Diskusikan hasil pengamatan ini dengan teman satu kelompok kalian.
7. Ambillah dua batang kaca.
8. Gantungkan salah satu batang kaca dengan seutas benang pada sebuah statif seperti gambar di bawah ini.



9. Gosok-gosokkan salah satu ujung kaca itu dengan kapas yang kering.
10. Ambil kaca yang lain dan gosokkan ujung kaca dengan kapas yang kering.

11. Dekatkan kedua ujung kaca yang telah digosok. Amatilah apa yang terjadi.
12. Diskusikan hasil pengamatan ini dengan teman satu kelompok kalian.
13. Dekatkan ujung mistar yang telah digosok rambut kering dengan ujung kaca yang telah digosok kapas kering. Amatilah apa yang terjadi.
14. Diskusikan hasil pengamatan ini dengan teman satu kelompok.
15. Buatlah suatu kesimpulan yang disertai alasan yang menunjukkan adanya sifat kelistrikan dari dua benda yang berbeda atau sama yaitu antara mistar dan kaca, mistar dan mistar, dan kaca dan kaca.
16. Presentasikan hasil pengamatan kegiatan ini.



A. Muatan Listrik

Di dalam kehidupan kita sehari-hari kata listrik bukan merupakan hal yang asing lagi. Banyak peralatan rumah tangga yang menggunakan listrik, misalnya setrika, radio, televisi, lemari es, kipas angin, mesin jahit listrik, magic jar, dan mesin cuci. Hal ini menunjukkan bahwa di dalam kehidupan kita energi listrik sudah menjadi kebutuhan pokok. Oleh karena itu penting bagi kita untuk mempelajari listrik.

Dalam ilmu fisika, listrik dibedakan menjadi dua macam, yaitu listrik statis dan listrik dinamis. Listrik statis mempelajari sifat kelistrikan suatu benda tanpa memperhatikan gerakan atau aliran muatan listrik. Dalam ilmu fisika disebut **elektrostatika**. Sebaliknya, jika memperhatikan adanya muatan listrik yang bergerak atau mengalir, maka disebut listrik dinamis atau **elektrodinamika**. **Thales** dari Milete (540 – 546 SM) adalah ahli pikir Yunani purba, yang menurut sejarahnya bahwa gejala listrik statis terjadi pada batu ambar yang digosok dengan bulu. Ternyata batu ambar tersebut dapat menarik benda-benda ringan yang lain misalnya bulu ayam. Dalam bahasa Yunani batu ambar sering disebut elektron.

Sesuai dengan pengamatan pada kegiatan di atas ternyata benda-benda tertentu yang telah digosok dapat menarik benda-benda kecil yang ada di sekitarnya. Benda-benda yang telah digosok dan dapat menarik benda kecil yang ada di sekitarnya ini disebut benda yang telah bermuatan listrik.



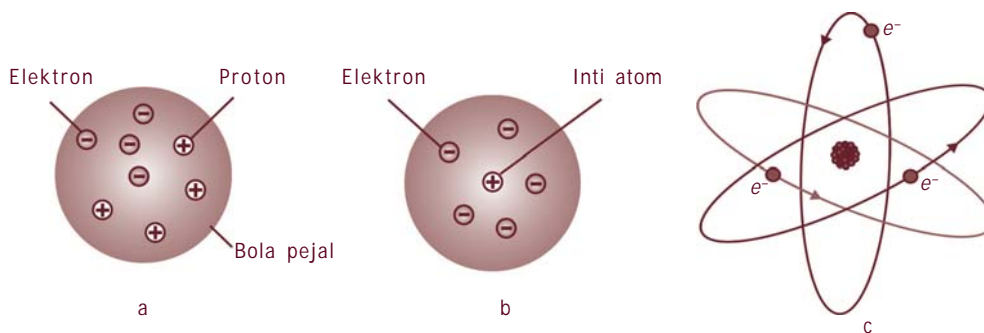
Gambar 7.1 Percobaan listrik statis

Dari kegiatan di atas yang telah kalian lakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Plastik yang telah digosokkan pada rambut kering akan bermuatan listrik negatif.
2. Kaca yang telah digosok dengan bulu akan bermuatan listrik positif.
3. Dua buah benda yang bermuatan listrik sejenis akan tolak-menolak dan jika muatan listriknya berbeda akan tarik-menarik.

Untuk menerangkan pengertian adanya sifat kelistrikan pada suatu benda, perlu dipahami adanya konsep atom yang dimunculkan oleh para ahli di antaranya, teori atom Dalton, Thompson, Rutherford dan Bohr. Secara umum dapat dijelaskan bahwa:

1. Benda terdiri atas atom-atom sejenis.
2. Setiap atom terdiri atas sebuah inti yang dikelilingi oleh satu atau lebih elektron.
3. Inti atom bermuatan positif, elektron bermuatan negatif.
4. Inti atom terdiri atas proton yang bermuatan positif dan neutron yang tidak bermuatan listrik.



Gambar 7.2 a) Model atom Thomson, b) atom Rutherford, c) inti atom
Sumber: www.britannica.com

Info MEDIA

Benjamin Franklin



Benjamin Franklin (1706-1790) adalah seorang negarawan terkemuka dan membantu dalam penyusunan undang-undang Amerika Serikat. Dia juga seorang pengarang, penerbit, filsuf, dan ilmuwan. Selain penangkal petir, dia menciptakan kursi goyang, kompor berbahan bakar kayu, dan kacamata dua fokus. Pada tahun 1770, dia menemukan arus hangat di Samudra Atlantik yang diberi nama *Gulf Stream* (Arus Teluk).

Benda atau materi pada umumnya mempunyai jumlah proton sama dengan jumlah elektron benda disebut dalam keadaan netral. Jika keseimbangan antara jumlah proton dan jumlah elektron terusik yaitu adanya pengurangan atau penambahan muatan elektron, maka benda tersebut dikatakan bermuatan listrik. Benda akan bermuatan listrik positif bila kekurangan elektron dan benda bermuatan negatif apabila kelebihan elektron.

Cara tradisional untuk memperoleh benda bermuatan listrik bisa dilakukan dengan gosokan. Jika dua benda saling digosokkan, maka elektron dari benda yang satu akan pindah ke benda yang lain, sehingga benda yang kehilangan elektron akan bermuatan positif dan benda yang menerima pindahan elektron akan bermuatan negatif. Menurut **Benjamin Franklin** (1706–1790), adanya perpindahan muatan dari benda satu ke benda yang lain merupakan implikasi dari hukum kekekalan muatan,

artinya pada saat terjadi gosokan antara dua benda, tidak menciptakan muatan listrik baru namun prosesnya merupakan perpindahan muatan dari satu benda ke benda yang lain.

Sebenarnya untuk perpindahan elektron antara dua benda keduanya tidak perlu digosok-gosokkan, cukup dikontakkan atau ditempelkan saja, tetapi dengan saling digosokkan, maka perpindahan elektron akan lebih mudah. Mengapa?

Jika ingin memperoleh logam bermuatan dengan cara gosokan, maka logam itu harus diisolasi dari tanah agar muatannya tidak dinetralkan, karena adanya aliran elektron ke tanah bila bendanya bermuatan negatif, atau sebaliknya elektron dari tanah bila benda tersebut bermuatan positif. Atau jika pemegang tidak pakai sepatu yang bersifat isolator maka muatan listrik bisa mengalir melalui tangan, badan, dan kaki si pembuat eksperimen.

Seorang ahli telah menyusun deret benda-benda, lihat Tabel 7.1! Deret benda tersebut menunjukkan bahwa benda akan memperoleh muatan negatif bila digosok dengan sembarang benda di atasnya, dan akan memperoleh muatan positif bila digosok dengan benda di bawahnya. Deret semacam ini dinamakan deret tribolistrik.

Tabel 7.1 Deret Tribolistrik

No.	Nama Benda	No.	Nama Benda
1.	Bulu kelinci	8.	Kayu
2.	Gelas	9.	Batu Ambar
3.	Mika	10.	Damar
4.	Wol	11.	Logam (Cu, Ni, Ag)
5.	Bulu kucing	12.	Belerang
6.	Sutra	13.	Logam (Pt, Au)
7.	Kapas	14.	Seluloid



Tugas

1. Gelas dan mika akan mendapat muatan negatif bila digosok dengan bulu kelinci. Apakah muatan negatif tersebut mempunyai intensitas yang sama? Jelaskan!
2. Apakah bulu kelinci juga bermuatan, bagaimana jumlah muatan pada gelas dan bulu kelinci? Jelaskan dengan teori kekekalan muatan!



B. Hukum Coulomb

Pada materi terdahulu telah kita pelajari bahwa ada dua jenis muatan listrik, yaitu muatan positif dan muatan negatif. **Charles Augustin Coulomb** (1736 – 1806) seorang ahli bangsa Perancis telah mengukur tarikan dan tolakan listrik secara kuantitatif dengan suatu percobaan menggunakan alat yang biasa disebut neraca puntir Coulomb.

Hasil pengamatan yang dilakukan oleh Coulomb menunjukkan bahwa besar gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antara dua benda yang bermuatan

listrik sebanding dengan muatan masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua benda itu.



Gambar 7.3 Neraca Puntir Coulomb
Sumber: www.geocities.com



Gambar 7.4 Prinsip hukum Coulomb

Jika muatan benda pertama dinyatakan dengan Q_1 dan benda kedua Q_2 , jarak antara dua muatan adalah r , maka besarnya gaya tolak-menolak atau tarik-menarik antara dua muatan sejenis maupun tak sejenis, F , dapat ditulis sebagai berikut:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Dengan k adalah konstanta perbandingan dan jika di ruang hampa udara besarnya $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$. Dalam satuan MKS besarnya F dinyatakan dalam satuan newton, dan jarak antara dua muatan dinyatakan dalam meter, sedang Q dinyatakan dalam coulomb.

Contoh soal:

Dua buah muatan yang besarnya sama, masing-masing Q_A dan Q_B didekatkan sehingga kedua muatan tersebut saling menolak dengan gaya F . Jika masing-masing muatan diperbesar dua kali, maka berapakah gaya tolak antara keduanya?

Penyelesaian:

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_A' &= 2Q_A \\ Q_B' &= 2Q_B \end{aligned}$$

$$Q_A = Q_B ; F = k \frac{Q_A Q_B}{r^2}$$

Ditanya : F' = . . . ?

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } F' &= k \frac{Q_A Q_B}{r^2} \\ &= k \frac{2Q_A 2Q_B}{r^2} \\ &= 4k \frac{Q_A Q_B}{r^2} \\ &= 4F \end{aligned}$$

Rangkuman

1. Listrik statis adalah muatan listrik yang berada dalam keadaan diam.
2. Konsep atom secara umum:
 - a. Benda terdiri atas atom-atom sejenis.
 - b. Setiap atom terdiri atas sebuah inti yang dikelilingi oleh satu atau lebih elektron.
 - c. Inti atom bermuatan positif, elektron bermuatan negatif.
 - d. Inti atom terdiri atas proton yang bermuatan positif dan neutron yang tidak bermuatan listrik.
3. Untuk memperoleh muatan dapat dilakukan dengan:
 - a. gosokan
 - b. induksi
4. Hukum Coulomb: Besarnya gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antara dua benda yang bermuatan listrik sebanding dengan besar muatan benda masing-masing dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua benda itu.

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Refleksi

Setelah kalian pelajari materi tentang listrik statis, coba kalian pecahkan masalah berikut sebagai bahan refleksi.

Ketika kalian menyentuh logam pada pegangan pintu atau layar televisi, terkadang kalian merasakan adanya sengatan dan disertai rasa sakit. Nah, jelaskan berdasarkan konsep listrik statis yang telah kalian pelajari pada peristiwa di atas!



Uji Kompetensi

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

- Menurut deret tribolistrik, jika emas (Au) digosok dengan kain wol, maka emas akan
 - bermuatan positif
 - bermuatan negatif
 - netral
 - mungkin positif, mungkin negatif
- Sebuah benda akan bermuatan positif bila
 - kelebihan elektron
 - kekurangan elektron
 - kekurangan proton
 - jumlah proton sama dengan jumlah elektron
- Sebuah benda akan bermuatan negatif bila
 - kelebihan elektron
 - kekurangan elektron
 - kekurangan proton
 - jumlah proton sama dengan jumlah elektron
- Jika di dalam suatu benda terdapat keseimbangan antara jumlah proton dengan jumlah elektron, maka benda tersebut
 - bermuatan positif
 - bermuatan negatif
 - netral
 - kadang-kadang bermuatan positif
- Jika dua muatan listrik sejenis didekatkan akan tolak-menolak dan bila tidak sejenis didekatkan akan tarik-menarik. Pernyataan tersebut sesuai dengan
 - hukum Ohm
 - hukum Kirchoff
 - hukum Newton
 - hukum Coulomb

6. Pada hukum Coulomb besar gaya tarik atau gaya tolak antara dua muatan berbanding terbalik dengan
- besar muatan masing-masing
 - kuadrat muatan masing-masing
 - jarak antara dua muatan
 - kuadrat jarak antara dua muatan
7. Satuan sistem internasional gaya Coulomb adalah
- meter
 - newton
 - coulomb
 - Nm^2/C^2
8. Satuan sistem internasional muatan listrik adalah
- coulomb
 - farad
 - ampere
 - mikrocoulomb
9. Dua buah muatan yang sejenis dan besarnya sama didekatkan pada jarak d ternyata kedua muatan saling menolak dengan gaya F . Agar gaya tolak menjadi $\frac{1}{16}$ kali semula, maka jarak kedua muatan harus diubah menjadi
- $\frac{1}{4} d$
 - $\frac{1}{2} d$
 - $4d$
 - $2d$
10. Dua buah muatan A dan B yang besar dan sejenis didekatkan pada jarak r sehingga mengalami gaya tolak F . Jika jarak keduanya diubah menjadi setengah dari jarak semula, maka gaya tolak antara dua muatan tersebut menjadi
- $\frac{1}{4} F$
 - $\frac{1}{2} F$
 - $2F$
 - $4F$

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Jelaskan pengertian listrik statis!
2. Kapan suatu benda dikatakan:
 - a. bermuatan positif,
 - b. bermuatan negatif,
 - c. netral?
3. Jelaskan terjadinya arus listrik di dalam suatu penghantar!
4. Bagaimanakah bunyi hukum Coulomb?
5. Dua buah muatan listrik yang tidak sejenis didekatkan akan tarik-menarik dan apabila semakin didekatkan gaya tarik akan semakin besar, mengapa demikian?

Proyek

Bahan: Gelas, mika, bulu kucing, kapas, sutra, kayu, wool.
Urutkan data tersebut pada tabel sesuai dengan deret triboelektrik, sehingga akan diperoleh muatan negatif bila salah satu benda digosok dengan sembarang benda di atasnya.

Tabel Hasil Pengamatan

No.	Nama Zat
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.