

Bab 10

Sumber Arus Listrik

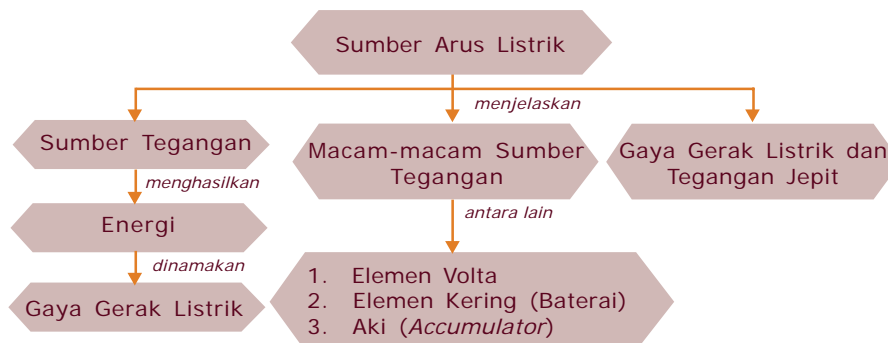
Andi seorang pelajar kelas tiga SMP yang baru naik dari kelas dua. Pada suatu hari Andi bersama teman sekelasnya dibimbing oleh guru pengajar Fisika melakukan praktikum di laboratorium yang berkaitan dengan sumber tegangan. Andi duduk berempat dalam satu kelompok sambil mendengarkan penjelasan guru. Setelah pengarahan dari guru, Andi dan ketiga temannya mulai melakukan kegiatan untuk mengamati peralatan yang tersedia di meja praktikum yaitu dua buah tabung yang berisi larutan, batang tembaga, seng, lampu dan kawat yang telah dirangkai sesuai petunjuk buku dan pengarahan guru mereka, mendapati lampu yang terpasang yang menyala. Andi bertanya dalam hati, apa yang terjadi pada rangkaian tersebut kaitannya dengan larutan yang menyebabkan lampu dapat menyala.

Agar dapat menjawab pertanyaan tersebut, ikutilah penjelasan dalam 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.

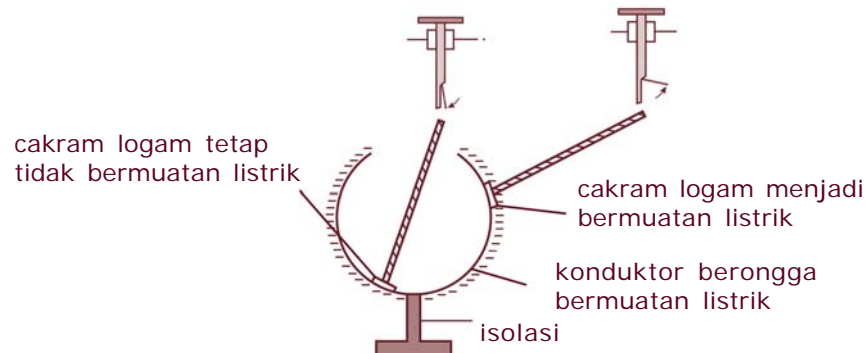
- Sumber tegangan
- Elemen kering
- Elemen Volta
- Aki



A. Sumber Tegangan

Pada bab 7 telah kita pelajari, bahwa muatan sejenis bila didekatkan akan tolak-menolak begitupun sebaliknya. Hal ini terjadi bila benda bermuatan didekatkan pada benda yang lain maka benda tersebut akan terpolarisasi, yaitu muatan yang sejenis akan menjauh sedang muatan tak sejenis akan tarik-menarik.

Pada Gambar 10.1 jika sebuah cakram logam netral didekatkan ke permukaan dalam konduktor berongga yang bermuatan listrik, tidak menyebabkan daun elektroskop mekar. Ini menunjukkan bahwa cakram logam tidak bermuatan listrik. Dan jika cakram logam tersebut didekatkan pada permukaan luar konduktor, maka daun elektroskop mekar. Hal ini menunjukkan bahwa cakram logam bermuatan listrik. Jadi pada prinsipnya muatan-muatan tersebut berada pada sekitar permukaan sebuah konduktor.



Gambar10.1 Distribusi muatan listrik pada konduktor berongga

Muatan yang bergerak akibat kehadiran muatan yang lain, akan mengingatkan pada konsep gaya. Mengapa? Jelaskan!

Gaya yang bekerja pada sebuah muatan Q dan menyebabkan pergeseran sepanjang s disebut energi atau kerja, W .

Jadi, kerja yang dilakukan oleh sebuah muatan sama dengan perkalian gaya dengan pergeseran, dirumuskan,

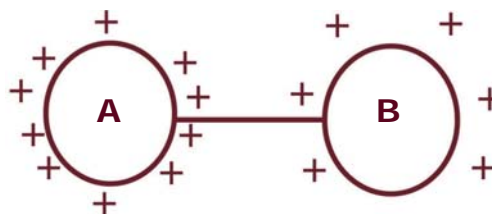
$$W = F S$$

Menurut persamaan di atas bahwa gaya sebanding dengan muatan, maka kerja yang dilakukan juga sebanding dengan muatan yang berpindah, dan beda potensial yang menyebabkan muatan bergerak. Oleh karena itu persamaan tersebut dapat ditulis

$$W = Q \Delta V$$

Dengan ΔV_{AB} adalah beda potensial di titik A dan B dengan satuan volt, lihat Gambar 10.2! Persamaan di atas menunjukkan bahwa usaha atau kerja dapat dinyatakan dalam satuan coulomb volt dan disebut sebagai energi potensial. Beda potensial listrik sering disebut sebagai potensial dan dalam bahasa sehari-hari lebih dikenal sebagai tegangan listrik.

Perhatikan Gambar 10.2, misalkan ada dua buah benda berbentuk bola yang sama besarnya, masing-masing bermuatan positif. Benda A bermuatan positif lebih banyak daripada benda B. Oleh karena itu, benda A mempunyai potensial listrik lebih besar daripada di B. Sebaliknya benda A kekurangan elektron sehingga jika benda A dan B dihubungkan dengan kawat penghantar, maka terjadi aliran elektron dari B ke A dan aliran muatan positif dari A ke B, sampai terjadi keseimbangan, yaitu potensial A sama dengan potensial B. Arah aliran muatan-muatan positif disebut arah arus listrik, I , dan arah sebaliknya adalah arah elektron, hal ini menunjukkan bahwa arah arus listrik selalu berlawanan dengan arah aliran elektron.



Gambar 10.2 Beda potensial

Pada saat terjadi keseimbangan antara potensial di A dan di B, maka tidak akan terjadi aliran muatan atau tidak ada arus yang mengalir. Untuk mempertahankan terjadinya aliran muatan, perlu adanya alat sumber tegangan atau sumber arus yang dapat memberikan beda potensial dalam suatu penghantar. Contoh sumber tegangan di antaranya baterai, dinamo, dan aki.

Untuk mengalirkan muatan listrik dari titik satu ke titik yang lain dalam suatu penghantar, diperlukan energi. Banyaknya energi yang dikeluarkan di antaranya tergantung pada besar kecilnya sebuah muatan yang dipindahkan, makin besar muatan yang dipindahkan, makin besar pula energi yang harus dikeluarkan, persamaan Energi ini disebut Energi Penggerak Listrik (EPL). EPL sering disebut Gaya Gerak Listrik, (GGL). Dengan kata lain bahwa GGL adalah energi yang dikeluarkan oleh sumber tegangan yang diperlukan untuk menggerakkan muatan listrik di dalam suatu rangkaian.



Tugas

Diskusikan dengan teman sebangku kalian.

1. Jelaskan secara fisika terjadinya kilat di angkasa, dan ceritakan menurut bahasa kalian!
2. Bagaimana bila terdapat dua gumpalan awan di angkasa? Tuliskan apa yang akan terjadi berdasarkan fenomena di atas!
3. Mengapa bangunan yang tinggi selalu diberi penangkal petir?



B. Macam-macam Sumber Tegangan

Telah dipelajari bersama bahwa arus listrik dapat mengalir dalam kawat penghantar jika antara kedua ujung-ujung penghantar itu terdapat beda potensial. Untuk dapat menimbulkan beda potensial diperlukan

sumber tegangan. Sumber tegangan yang mengeluarkan energi listrik berdasarkan prinsip pasangan logam disebut **sel** atau **elemen**. Elemen ada dua jenis, yaitu elemen kering dan elemen basah. Contoh elemen kering adalah batu baterai (baterai), sedangkan contoh elemen basah adalah aki (accumulator).

Elemen kering disebut juga **elemen primer**, karena setelah tidak dapat memberikan beda potensial sudah tidak bisa dipakai lagi. Sedangkan aki setelah tidak memberikan beda potensial atau dalam bahasa sehari-hari disebut kosong dapat diisi lagi maka aki disebut **elemen sekunder**.

1. Elemen Volta

Alessandro Volta (1745 – 1827) menemukan bahwa pasangan logam tertentu dapat membangkitkan GGL, gaya gerak listrik ini menyebabkan arus listrik mengalir dalam suatu rangkaian. Pasangan logam tersebut adalah Cu (tembaga) dan Zn (seng). Sumber tegangan pertama yang dapat mengalirkan arus listrik cukup besar adalah elemen Volta. H_2SO_4 yang dipakai sebagai elektrolit akan terdisosiasi menjadi H^+ dan SO_4^{2-} . Energi yang diperlukan untuk menggerakkan elektron-elektron dari elektroda Zn ke elektroda Cu dan jumlah energi per satuan muatan yang tersedia dari elemen Volta dinyatakan dalam satuan volt atau joule per coulomb.

Adanya gelembung-gelembung ini dikarenakan gas hidrogen tidak dapat bersenyawa dengan Cu, akibatnya menghalangi jalannya aliran listrik sehingga lampu tidak menyala. Sebagai kutub positif (anoda) dalam elemen Volta adalah Cu sedangkan Zn sebagai kutub negatif (katoda) dan H_2SO_4 encer sebagai larutan elektrolit yang berakibat terdisosiasi menjadi ion 2H^+ dan SO_4^{2-} .

2. Elemen Kering (Baterai)

Elemen kering atau baterai adalah sumber tegangan yang dapat lebih lama mengalirkan arus listrik daripada elemen Volta. Elemen kering dibuat pertama kali pada tahun 1866, kimiawan Perancis oleh **George Leclanche**.

Elemen kering ini terdiri atas Zn yang berbentuk bejana dan logam dalam Zn ini dilapisi karbon (batang arang). Karena batang arang memiliki potensial lebih tinggi daripada Zn, maka batang arang sebagai anoda, sedangkan Zn sebagai katoda.

Di bagian dalam elemen kering ini terdapat campuran antara salmiak atau amonium klorida (NH_4Cl) serbuk arang dan batu kawi atau mangan dioksida (MnO_2). Campuran ini berbentuk pasta yang kering. Karena elemen ini menggunakan larutan elektrolit berbentuk pasta yang kering maka disebut elemen kering.

Pada elemen kering, NH_4Cl sebagai larutan elektrolit dan MnO_2 sebagai depolarisator. Kegunaan dispolarisator yaitu dapat meniadakan polarisasi. Sehingga arus listrik pada elemen kering dapat mengalir lebih lama sebab tidak ada gelembung-gelembung gas.

Arus listrik pada baterai mengalir searah dan terjadi bila kutub positif dihubungkan dengan kutub negatif. Oleh sebab itu aliran baterai dinamakan *Direct Current (DC)*. Untuk menambah tegangan listrik baterai dapat disusun secara seri, yaitu disusun berurutan dengan kutub positif-negatif dengan berselang-seling. Misalnya 3 buah baterai mempunyai tegangan 1,5 volt yang disusun seri akan mempunyai tegangan 4,5 volt. Susunan seperti ini sering kita jumpai pada alat-alat listrik sederhana seperti senter dan *walkman*. Adapun pasangan paralel adalah jika masing-masing kutub baterai yang sama saling dihubungkan, tegangan listrik yang didapat bertambah, tetapi arus yang mengalir akan menjadi lebih besar.

Baterai isi ulang

Saat ini, pemakaian baterai isi ulang semakin meluas, seiring semakin banyaknya alat komunikasi dan alat elektronik lainnya yang bersifat *portable* (mudah dibawa dan dipindah-pindahkan), misalnya komputer laptop, telepon genggam, *Personal Digital Assistant* (PDA), kamera digital, dan kamera genggam. Umumnya jenis baterai yang digunakan adalah nikel-kadmium (Ni-Cd), yang memakai bahan nikel hidroksida serta kadmium sebagai elektrodanya, dan kalium hidroksida sebagai elektrolit. Akan tetapi, baterai isi ulang juga ada yang menggunakan bahan litium sebagai elektrodanya, sehingga mempunyai daya tahan yang lama.

3. Aki (*Accumulator*)

Aki merupakan sumber tegangan yang berasal dari reaksi kimia, sebagaimana elemen Volta dan elemen kering. Aki terdiri atas karet keras atau kaca yang berbentuk bak dan berisi larutan asam sulfat pekat H_2SO_4 yang berfungsi sebagai larutan elektrolit. Di dalam larutan ini terdapat dua kerangka timbul, yaitu timbal peroksida (PbO_2) sebagai anoda dan timbal murni (Pb) sebagai katoda.

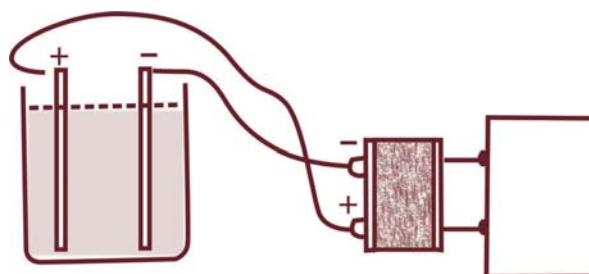
a. Pemakaian aki

Pada pemakaian aki terjadi proses perubahan energi kimia menjadi energi listrik. Pemakaian aki di antaranya untuk menyalakan tape recorder, radio, TV. Pada saat aki digunakan maka terjadi proses kimia sehingga aki dapat mengalirkan arus listrik, proses kimia yang terjadi adalah lapisan pada katoda dan anoda sedikit demi sedikit berubah menjadi timbal oksida (PbO). Sehingga potensial kedua kutub menjadi sama, dan arus listrik tidak dapat mengalir, dalam hal ini aki dikatakan kosong.

Kemampuan aki untuk mengalirkan arus listrik dapat dipulihkan kembali dengan jalan mengalirkan arus listrik searah dari sumber arus yang lain melalui kedua kutubnya.

b. Pengisian aki

Pada proses pengisian aki ini terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia. Gambar 10.3 menunjukkan cara atau proses pengisian aki.



Gambar 10.3 Mengisi aki

Karena ada aliran arus listrik dari luar, maka kedua kutub anoda dan katoda dari PbO berubah menjadi PbO_2 dan Pb . Peristiwa mengalirkan arus listrik ke dalam aki ini disebut mengisi atau dalam bahasa sehari-hari disebut menyeterum aki.



C. Gaya Gerak Listrik dan Tegangan Jepit



Kegiatan

A. Tujuan

Mengetahui beda potensial yang dihasilkan oleh baterai.

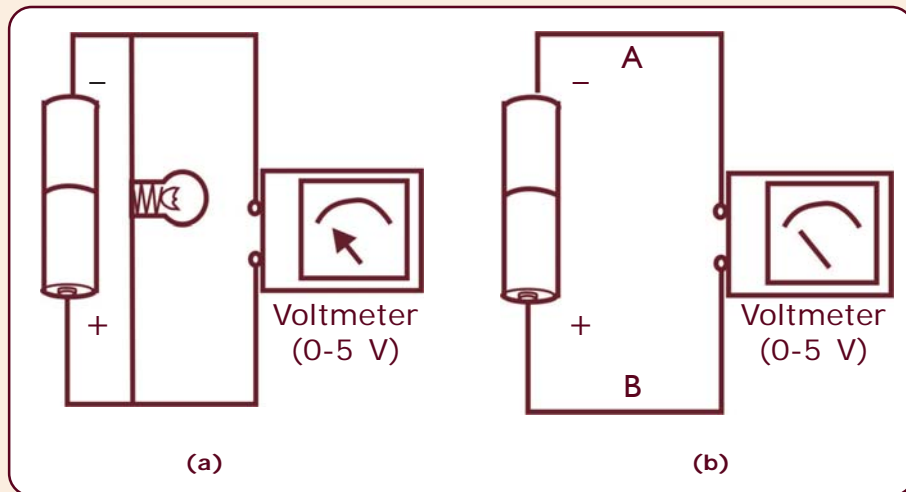
B. Alat dan Bahan

1. Baterai
2. Bola lampu kecil (2,5 volt)
3. Voltmeter/basicmeter atau multimeter
4. Kabel secukupnya

C. Cara Kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Rangkailah alat seperti pada gambar a.
3. Amatilah penunjukkan voltmeter! Catatlah angka yang ditunjukkan oleh voltmeter.

4. Rangkailah alat seperti pada gambar b.
5. Amatilah jarum yang ditunjukkan oleh voltmeter dan catatlah.



D. Hasil Pengamatan

Berilah suatu kesimpulan disertai alasan yang jelas!

Voltmeter dan basicmeter adalah alat untuk mengukur beda potensial. Multimeter alat yang bisa difungsikan sebagai voltmeter, amperemeter, dan ohmmeter tergantung tujuan dari pengukuran. Pengukuran besarnya potensial tidak bisa ditentukan pada satu titik. Misalnya potensial di titik A dan potensial di titik B kita tidak bisa mengukur nilainya namun hanya bisa untuk mengukur beda potensial antara di titik A dan di titik B.

Untuk mengukur beda potensial antara dua titik misalnya di titik A dan B maka voltmeter harus dipasang di antara titik A dan titik B secara paralel.

Pengukuran beda potensial pada Gambar (a) yaitu beda potensial antara kutub positif dan negatif dari suatu sumber tegangan E , yang diukur langsung tanpa adanya aliran arus listrik ke suatu penghantar. Hasil pengukuran ini menunjukkan besarnya nilai GGL.

Sedangkan pengukuran beda potensial pada Gambar (b) yaitu beda potensial antara dua titik yaitu A dan B selama arus mengalir disebut tegangan jepit, V_j . Untuk V_{C-D} , adalah tegangan jepit antara titik C dan D. Oleh karena itu besarnya nilai GGL lebih besar dari pada V_j . Mengapa? Sebab sebagian tegangan selama arus listrik mengalir digunakan untuk menyalakan lampu yang mempunyai hambatan tertentu. Satuan yang digunakan baik GGL maupun V_j dalam satuan Sistem Internasional adalah volt, V.

Rangkuman

1. Sumber tegangan: alat yang dapat menghasilkan beda potensial pada penghantar.
2. Beda potensial pada suatu titik sebanding dengan kerja untuk memindahkan muatan sebesar:
$$W = Q V$$
3. Gaya gerak listrik: energi yang dikeluarkan oleh sumber tegangan yang diperlukan untuk menggerakkan muatan listrik dalam suatu rangkaian.
4. Sumber tegangan dibedakan menjadi:
 - a. elemen primer
 - b. elemen sekunder
5. Elemen primer contohnya: elemen Volta dan elemen Leclanche
6. Elemen sekunder contohnya aki.
 - a. Pemakaian aki, terjadi perubahan energi kimia menjadi listrik.
 - b. Pengisian aki, terjadi perubahan energi listrik menjadi kimia
7. Tegangan jepit: tegangan pada saat arus mengalir.

Refleksi

Pada barang elektronik seperti radio, selain menggunakan listrik sebagai sumber tegangan, juga menggunakan elemen seperti baterai. Pada umumnya baterai-baterai tersebut disusun secara seri, mengapa demikian?

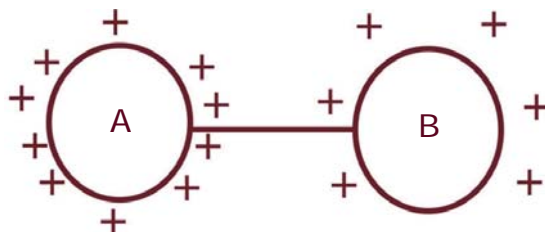
Jawablah pertanyaan di atas sebagai bahan refleksi untuk bisa melanjutkan ke materi berikutnya.



Uji Kompetensi

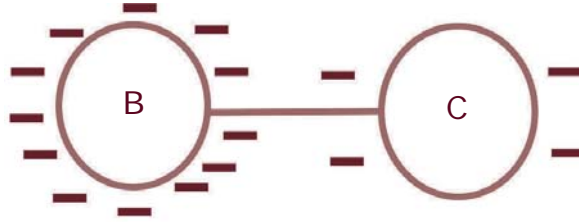
A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!

- Perhatikan gambar di bawah ini!



- Berikut ini yang benar adalah
- arah elektron dari A ke B, arah arus listrik dari B ke A
 - arah arus listrik dari A ke B, arah elektron dari B ke A
 - arah arus listrik dan arah elektron dari B ke A
 - arah arus listrik dan arah elektron dari A ke B
- Arah arus listrik dan arah elektron adalah
 - selalu berlawanan
 - selalu sama
 - kadang-kadang berlawanan
 - tidak dapat ditentukan

3. Berikut ini adalah gambar penghantar yang berbentuk bola berikut ini!



- Dari gambar di atas, pernyataan yang benar adalah
- potensial B sama dengan potensial C
 - potensial B lebih besar dari potensial C
 - potensial B lebih kecil dari potensial C
 - potensial B mungkin lebih besar atau lebih kecil dari potensial C
4. Sebuah alat yang dapat menimbulkan beda potensial antara ujung-ujung penghantar disebut
- GGL
 - EPL
 - sumber kalor
 - sumber tegangan
5. Satuan Sistem Internasional GGL sumber tegangan adalah
- ampere
 - volt
 - volt ampere
 - ohm
6. Pada elemen Volta yang digunakan sebagai pembangkit GGL adalah
- Zn dan batang arang
 - Zn dan Cu
 - Zn dan PbO_2
 - H_2SO_4 dan PbO_2
7. Penemu elemen kering adalah
- Alessandro Volta
 - Gaston Plante
 - Benjamin Franklin
 - George Leclanche

8. Alat yang menggunakan aki sebagai sumber energi listrik adalah
 - a. komputer
 - b. walkman
 - c. kamera digital
 - d. televisi
9. Pada aki (*accumulator*) yang berfungsi sebagai anoda adalah
 - a. Pb
 - b. H_2SO_4
 - c. PbO_2
 - d. Zn
10. Pemasangan voltmeter yang benar pada saat pengukuran tegangan adalah
 - a. paralel
 - b. seri
 - c. bebas
 - d. semua jawaban benar

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Jelaskan yang dimaksud dengan Energi Penggerak Listrik (EPL)!
2. Sebutkan macam-macam sumber tegangan!
3. Jelaskan dengan singkat pemakaian aki, sehingga aki dapat dikatakan kosong!
4. Jelaskan prinsip kerja pada elemen kering (baterai)!
5. Jelaskan yang dimaksud dengan tegangan jepit!

Proyek

1. Sediakan:
 - a. Empat buah baterai,
 - b. Sebuah mikroampere (basic meter unit),
 - c. R depan yang sesuai untuk mengukur beda tegangan!
2. Ambil sebuah baterai.
3. Ukurlah dan baca penunjukan beda tegangannya dan catatlah.
4. Ulangi untuk jumlah baterai 2, 3, dan 4.
5. Tuliskan hasil pengamatan kalian pada tabel di bawah ini.

Tabel Data Pengamatan

No.	Jumlah Baterai	Skala yang ditunjuk	Skala Maksimum yang Dipilih	Batas Ukur
1.				
2.				
3.				
4.				

6. Hitunglah beda tegangan masing-masing percobaan.