



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus
Tahun 2020

Listrik dalam Kehidupan Sehari-Hari

ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)
PAKET B SETARA SMP/MTs KELAS IX



MODUL
TEMA **13**



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus
Tahun 2020

Listrik dalam Kehidupan Sehari-Hari

ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)
PAKET B SETARA SMP/MTs KELAS IX



MODUL
TEMA **13**

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Paket B Setara SMP/MTs Kelas IX
Modul Tema 13 : Listrik dalam Kehidupan Sehari-Hari

- **Penulis:** Drs. Alexander B. Tanggela
- **Editor:** Dr. Samto; Dr. Subi Sudarto
Dra. Maria Listiyanti; Dra. Suci Paresti, M.Pd.; Apriyanti Wulandari, M.Pd.
- **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus–Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah–Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

iv+ 52 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, 1 Juli 2020
Plt. Direktur Jenderal



Hamid Muhammad

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Petunjuk Penggunaan Modul.....	1
Tujuan yang Diharapkan Setelah Mempelajari Modul	2
Pengantar Modul	2
Unit 1. Muatan Listrik Statis	3
A. Muatan Listrik Statis	3
B. Hukum Coulomb.....	5
C. Medan Listrik.....	6
D. Beda Potensial dan Energi Listrik	9
E. Kelistrikan Sel Saraf.....	12
F. Hantaran Listrik	13
G. Hewan-Hewan Penghasil Listrik	13
Penugasan 1.....	16
Latihan Soal Unit 1	18
Unit 2. Listrik Dinamis Untuk Kehidupan Kita	22
A. Listrik Dinamis.....	22
B. Teknologi Listrik di Lingkungan	32
Penugasan 2.....	34
Rangkuman	35
Latihan Soal Unit 2	37
Kriteria Penilaian dan Kunci Jawaban	44
Kriteria Pindah Modul	50
Daftar Pustaka	51
Profil Penulis.....	52

Listrik dalam Kehidupan Sehari-hari

Petunjuk Penggunaan Modul

Modul 13 Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) ini disusun untuk warga belajar Paket B setara SMP. Modul ini terdiri dari beberapa materi yang disusun secara berurutan mulai dari Unit 1 Muatan Listrik Statis dan Unit 2 Listrik Dinamis di kehidupan kita. Pembahasan setiap unit merupakan satu kesatuan untuk dapat memahami modul secara baik. Anda perlu mengikuti petunjuk berikut untuk membaca modul.

Untuk membantu Anda dalam mempelajari modul ini, ada baiknya diperhatikan beberapa petunjuk belajar berikut ini:

1. Baca pengantar modul untuk mengetahui materi modul secara utuh.
2. Membaca tujuan yang diharapkan setelah membaca atau mempelajari modul.
3. Mempelajari modul secara berurutan agar memperoleh pemahaman yang utuh.
4. Lakukan semua penugasan yang ada pada modul untuk mendapatkan pemahaman mengenai materi modul dengan baik.
5. Lakukan penilaian pemahaman dengan mengisi soal-soal latihan yang disediakan di akhir modul.
6. Anda dapat melanjutkan ke modul selanjutnya bila hasil penilaian pemahaman memiliki skor 70 atau lebih.
7. Bila ada kesulitan untuk memahami materi modul, Anda dapat meminta bantuan teman, tutor, atau orang yang Anda anggap dapat memberikan penjelasan lebih baik daripada modul kepada Anda.
8. Selamat membaca dan mempelajari modul

Tujuan yang diharapkan setelah belajar modul

Modul ini pada dasarnya membahas tentang Listrik dalam kehidupan sehari-hari, yang meliputi Unit 1. Tentang Muatan listrik statis dan unit 2: tentang listrik dinamis di kehidupan kita. Setelah membaca dan mempelajari modul ini, secara umum Anda diharapkan dapat:

1. Mengidentifikasi gejala listrik statis di lingkungan sekitar rumah, melalui pengamatan dan pencarian informasi tentang alat-alat listrik statis yang ada di sekitar.
2. Menjelaskan tentang listrik statis dan listrik dinamis dan mengetahui contoh-contoh di kehidupan sehari-hari .
3. Menjelaskan macam-macam sumber energi tegangan listrik untuk dapat digunakan.
4. Menjelaskan sumber energi alternatif yang dapat digunakan untuk menghemat energi.
5. Menjelaskan medan listrik di sekitar muatan positif, muatan negatif, dan pasangan muatan.
6. Mengetahui jenis rangkaian listrik yang ada pada di lingkungan kita.
7. Mengetahui penggunaan listrik di sekitar kita.

Pengantar Modul

Betapa luar biasa anugerah Tuhan yang memberikan rahmat dan hidayah pada manusia berupa pikiran. Dengan pikiran, manusia dapat terus melakukan inovasi yang dapat menunjang kesejahteraan kehidupan manusia, salah satunya adalah listrik. Coba amati lingkungan sekitarmu, apakah sudah ada listrik? Jika ada, digunakan untuk apa sajakah listrik tersebut? Pada sebagian daerah, listrik sudah menjadi penunjang utama kehidupan. Listrik digunakan untuk menyalakan lampu, televisi, mengisi baterai telepon genggam, dan bahkan untuk menanak nasi. Listrik yang mengalir pada kabel atau sebuah rangkaian yang digunakan untuk berbagai peralatan elektronik tersebut akan dipelajari lebih lanjut pada pembahasan listrik statis dan dinamis dalam modul ini.

Untuk itu Anda perlu mempelajari modul ini yang akan membahas konsep kelistrikan dalam kehidupan sehari-hari. Modul 13 ini akan dibagi dalam 2 unit pembelajaran, yaitu:

- Unit 1 Konsep listrik statis, yaitu sifat kelistrikan yang dimiliki benda
- Unit 2 Konsep listrik dinamis

Selain penjelasan mengenai materi, modul ini juga dilengkapi dengan latihan untuk menguji pemahaman dan penguasaan Anda terhadap materi yang telah dipelajarinya.

UNIT 1

MUATAN LISTRIK STATIS

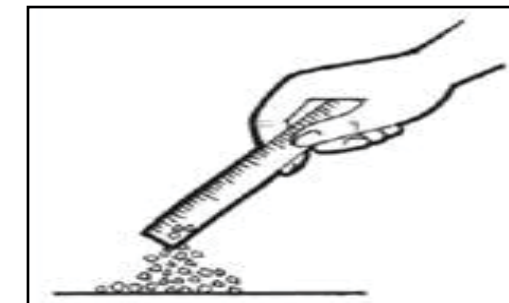
A. Muatan Listrik Statis

Mari kita pelajari konsep kelistrikan statis dengan terlebih dahulu mengenal tentang kata “listrik”. Listrik (electricity), dari bahasa Yunani, yaitu sebuah batu amber yang bersifat menarik benda-benda kecil setelah digosokkan. Hal ini kemudian ditindak lanjuti dengan melakukan eksperimen oleh Thales of Miletus, seorang ilmuwan Yunani dan berhasil menemukan muatan listrik.

Untuk memahami lebih jauh tentang konsep muatan listrik statis, mari lakukan kegiatan berikut:

Kegiatan :

1. Ambillah satu buah penggaris plastik dan satu lembar kertas
2. kertas tersebut di sobek-sobek menjadi bagian-bagian yang lebih kecil.
3. gosokkan penggaris plastik tersebut pada rambutmu (rambut kering), kemudian dekatkan pada sobekan-sobekan kertas seperti gambar berikut.



(Gambar 1)

1. Amati apa yang terjadi antar penggaris plastik dan sobekan kertas tadi.

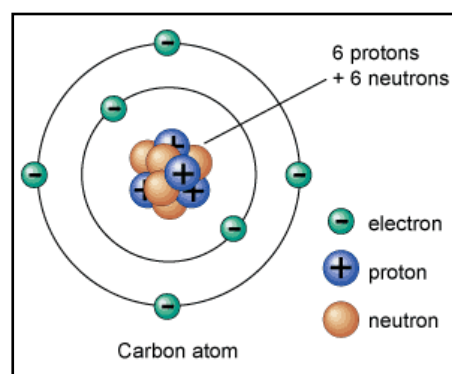
Dari kegiatan di atas, kalian pasti melihat bahwa penggaris plastik tadi dapat menarik sobekan-sobekan kertas bukan? Hal ini terjadi karena penggaris plastik yang semula netral, setelah digosokkan pada rambut, muatan negatif (elektron) akan berpindah dari rambut menuju penggaris plastik (semula netral), menjadi kelebihan elektron (muatan negatif), sehingga ketika didekatkan pada sobekan-sobekan kertas yang bermuatan positif (proton), keduanya

terjadi gaya tarik-menarik,gejala tarik-menarik antara penggaris dengan sobekan kertas inilah yang disebut dengan “listrik statis”,jadi listrik statis adalah muatan listrik yang terjadi pada suatu benda karena suatu hal namun tidak mengalir.

Dari penjelasan diatas kalian dapat mengenal muatan listrik melalui gambar atom berikut:

Atom adalah bagian terkecil dari suatu zat yang tidak bisa dibagi-bagi lagi dengan reaksi kimia biasa.

Struktur Atom :



(Gambar 2)

Atom terdiri dari inti (nukleus), neutron (netral), proton (bermuatan positif) dan elektron (bermuatan negatif),neutron dan proton terdapat di inti atom, sedangkan elektron bergerak mengelilingi inti pada kulit dan sub kulit tertentu diluar dari inti atom. Alat-alat dalam kehidupan sehari-hari yang menghasilkan atau menyimpan muatan listrik misalnya:elemen volta, stop kontak, aki, kapasitor(kondensator), generator van de graff, dynamo dan lain-lain.

Dari penjelasan diatas, kita telah mengetahui bahwa muatan listrik yang terjadi pada suatu benda dapat dilakukan dengan cara menggosok benda yang telah bermuatan listrik dapat menarik benda benda seperti bulu ayam, kapas, serbuk besi, serbuk kapur dan lain-lain.

Contoh:

Batang kaca dapat bermuatan listrik positif, bila digosok dengan kain sutera, sebab elektron akan berpindah dari batang kaca ke kain sutera.

Batang plastik atau batang ebonit dapat bermuatan listrik negatif bila digosokan pada kain wol, sebab elektron akan berpindah dari kain wol ke plastik atau ebonit.

Benda-benda yang bermuatan sejenis, misalnya benda bermuatan positif didekatkan dengan benda lain yang bermuatan positif, atau benda bermuatan negatif didekatkan dengan benda lain yang bermuatan negatif, akan terjadi gaya tolak-menolak, sebaliknya benda yang jenis muatannya berbeda (muatan positif dengan muatan negatif), akan terjadi gaya tarik-menarik.



B. Hukum Coulomb

Hasil penelitian seorang fisikawan Perancis bernama Charles Agustin Coulomb menunjukkan bahwa besarnya gaya tarik-menarik atau tolak menolak antara dua benda bermuatan listrik, sebanding dengan hasil perkalian kedua muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua muatan tersebut. Pernyataan ini dikenal dengan bunyi hukum Coulomb.

Secara matematis ditulis:

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

Keterangan:

F = gaya tolak-menolak atau gaya tarik menarik (N)

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

r = jarak antara kedua muatan (m)

Q_1 = muatan benda pertama (C)

Q_2 = muatan benda kedua.

Contoh soal 1

Dua benda masing-masing bermuatan listrik $2 \times 10^{-9} \text{ C}$ dan $4 \times 10^{-6} \text{ C}$, jika jarak kedua muatan 2cm, berapa gaya tolak menolak antara kedua muatan tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui : $Q_1 = 2 \times 10^{-9} \text{ C}$

$Q_2 = 4 \times 10^{-6} \text{ C}$

r = 2cm = 0,02m

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

Pertanyaan : F =N

Jawab :

$$\begin{aligned} F &= k \frac{Q_1 \times Q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-9} \times 4 \times 10^{-6}}{(0,02)^2} \\ &= \frac{72 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-4}} = 1,8 \times 10^{-1} \text{ N} = 0,18 \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi gaya tolak-menolak sebesar 0,18 N.

Contoh soal 2

Gaya tarik-menarik antara dua muatan yang berlainan jenis adalah 10N jika jarak kedua muatan diperbesar 2 kali, berapa gaya tarik-menarik antara kedua muatan tersebut?

Penyelesaian

Diketahui : $r = r \text{ cm}$

$r' = 2r \text{ cm}$

$F = 10\text{N}$

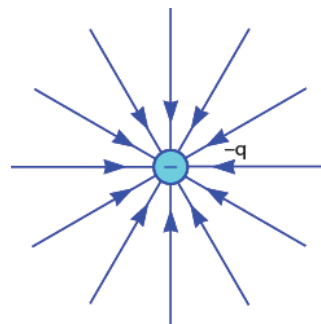
Pertanyaan : $F' = \dots\dots\dots$

Jawab : $F' = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \times F = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times 10 = \frac{1}{4} \times 10 = 2,5 \text{ N}$

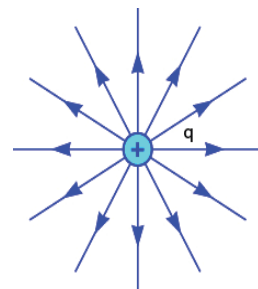
Jadi gaya tarik menariknya sebesar 2,5 N.

C. Medan Listrik

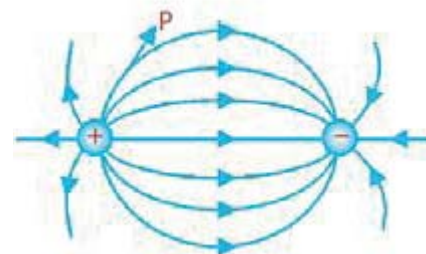
Perhatikan gambar berikut.



(Gambar 3. a)



(Gambar 3. b)



(Gambar 3. c)

Gambar-gambar di atas menampilkan medan listrik berupa garis gaya magnet:

- muatan listrik negatif memiliki arah garis gaya magnet menuju ke pusat muatan
- muatan listrik positif memiliki arah garis gaya keluar dari pusat muatan listriknya.
- Interaksi muatan positif dan muatan negatif.

Interaksi muatan dapat dilihat pada gambar diatas, yaitu muatan sejenis menghasilkan gaya tolak-menolak, dan muatan tak sejenis menghasilkan gaya tarik-menarik.

Jadi medan listrik adalah daerah/ruang disekitar benda bermuatan listrik yang masih mendapat pengaruh gaya listrik. Bila (E) medan listrik (N/C), (F), gaya listrik (N), dan (Q) adalah muatan listrik (C). Maka besar medan listrik dinyatakan dalam rumus :

$$E = \frac{F}{Q}$$

Keterangan :

E = Medan listrik (N/C)

F = Gaya Coulomb (N)

C = Muatan Listrik (C)

Contoh Soal

Sebuah benda bermuatan listrik 25C, berada pada jarak 0,4m dari benda lain yang bermuatan listrik 16C berapa kuat medan listrik yang dimiliki benda yang bermuatan 16C?

Penyelesaian

Diketahui : $Q_1 = 25 \text{ C}$

$Q_2 = 16 \text{ C}$

$r = 0,4\text{m}$

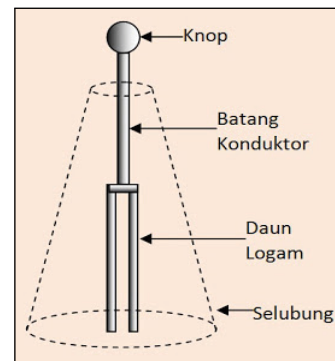
$$F = k \frac{Q_1 \times Q_2}{r^2} = k \frac{25 \times 16}{(0,4)^2} = 2500 \text{ kN}$$

$$E = \frac{F}{Q_2} = \frac{2500 \text{ kN}}{16 \text{ C}} = 156,25 \text{ kN/C}$$

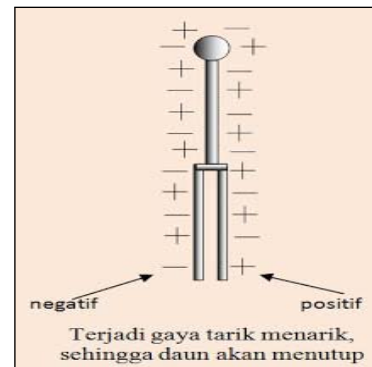
Jadi besar kuat medan listrik pada muatan 16 C, adalah 156,25kN/C

Menurut teori elektron bahwa elektron berpindah dari satu atom ke atom lainnya, elektron inilah yang disebut elektron bebas. Benda yang memiliki elektron bebas, dapat memindahkan muatan listrik disebut penghantar atau konduktor benda yang tidak memiliki elektron bebas tidak dapat memindahkan muatan listrik disebut isolator. Konduktor merupakan penghantar listrik baik, misalnya besi, tembaga, seng, kuningan, aluminium, sedangkan isolator tidak dapat menghantarkan listrik, contohnya batang kaca, kayu, ebonite dan lain-lain, semikonduktor merupakan penghantar listrik yang kurang baik, misalnya silikon dan germanium.

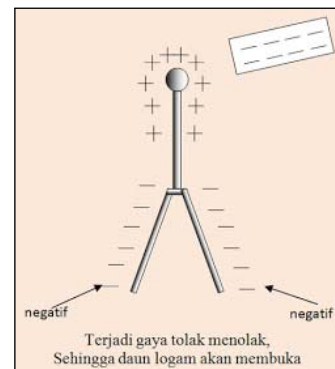
Sifat muatan listrik inilah dapat digunakan untuk menjelaskan prinsip kerja elektrooskop dengan cara induksi.



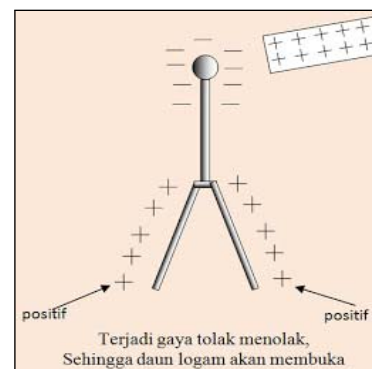
(Gambar 4. a)



(Gambar 4. b)



(Gambar 4.c)



(Gambar 4. d)

Prinsip kerja elektrooskop

Suatu benda didekatkan pada kepala elektrooskop maka kedua daun elektrooskop akan bergerak membuka berarti benda bermuatan listrik. Bila benda penginduksi bermuatan listrik positif maka kedua daun elektrooskop akan bermuatan positif juga, karena muatan negatif ditarik dan terpisah dari daun, dan pindah ke kepala elektrooskop. Jika benda penginduksi bermuatan negatif, maka kedua daun elektrooskop bermuatan negatif juga, karena muatan negatif ditolak dan terpisah dari kepala elektrooskop dan pindah ke daun elektrooskop.

Influensi adalah peristiwa pemisahan muatan pada suatu benda jika benda tersebut didekati benda lain yang bermuatan listrik misalnya pemisahan muatan pada elektrooskop.

D. Beda Potensial dan Energi Listrik

1. Beda Potensial

Peralatan seperti TV, radio, tape recorder, kulkas, lampu jika dinyalakan memerlukan muatan listrik secara terus menerus. Pada listrik statis, aliran muatan listrik cepat berhenti karena tidak ada lagi perbedaan potensial (tegangan). Agar muatan listrik bergerak secara terus-menerus diperlukan sumber tegangan yaitu peralatan yang dapat menghasilkan beda potensial secara terus-menerus. Contoh sumber tegangan listrik antara lain elemen volta, baterai, aki, stop kontak, dan lain-lain.

Beda potensial listrik diukur dengan menggunakan alat voltmeter, dan satuannya dinyatakan dalam volt (V).

Macam-macam Sumber tegangan listrik

- **Elemen Volta**
Kutub positif Tembaga(Cu), kutub negatifnya Seng (Z_n), Larutan elektrolitnya adalah asam sulfat encer (H_2SO_4). Dalam penggunaan elemen volta tidak praktis digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena adanya gelembung-gelembung gas yang menghalangi aliran muatan listrik sehingga elemen volta tidak bertahan lama.
- **Baterai (Sel kering)**
Kutub positif batang karbon, kutub negatif seng, senyawa kimia MnO_2 dan NH_4Cl sebagai penghantar muatan listrik beda potensial antara kutub-kutub baterai 1,5 volt, bila baterai digunakan lama kelamaan muatan yang terkumpul pada seng semakin sedikit dan beda potensialnya menurun akhirnya habis.
- **Aki (Sel basah)**
Kutub positifnya timbale peroksida (PbO_2), kutub negatifnya timbal murni(Pb), dan larutan elektrolitnya asam sulfat (H_2SO_4).
Aki umumnya mengandung 6 sel dengan beda potensial tiap sel 2volt sehingga beda potensial aki 12volt dan lain-lain.
- **Stop kontak**
Beda potensial listrik yang terdapat pada stop kontak yang terpasang dirumahmu sebesar 220 volt digunakan untuk pemakaian listrik dalam kehidupan sehari-hari.

Gaya geral Litrik (ggl)

Kamu telah mengetahui bahwa beda potensial baterai sebesar 1,5 V jika baterai tersebut dirangkaiakan dengan lampu, ternyata lama-kelamaan beda potensialnya menurun, sehingga kurang dari 1,5V. jadi beda potensial baterai menurun jika dipasang pada rangkaian tertutup. Beda potensial antara kutub-kutub sumber tengangan sebelum dipasang pada rangkaian listrik disebut gaya gerak listrik (ggl). contohnya ggl baterai sebesar 1,5V, sedangkan beda potensial kutub-kutub sumber tegangan setelah dipasang pada rangkaian disebut tegangan jepitsecara umum tegangan jepit sumber tegangan selalu lebih kecil dari gaya gerak listriknya.

2. Energi Listrik

Sebelum membahas energi listrik, terlebih dahulu kita mempelajari tentang daya dan tegangan listrik, karena daya dan tegangan listrik memiliki hubungan yang sangat erat dengan energi listrik yang akan kita pelajari.

Berbagai peralatan listrik mengubah energi listrik menjadi energi bentuk laincepatnya pengubahan energi ini bergantung pada daya listrik peralatan tersebutsemakin cepat peralatan itu mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain, semakin besar dayanya, sebaliknya semakin lambat peralatan itu mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain, semakin kecil pula dayanya. Contoh, lampu yang memiliki daya 25 W lebih terang dari lampu 10 W, jika dipasang pada tegangan yang sesuai.

Daya listrik berbagai peralatan listrik dapat diketahui dengan membaca label yang tertulis pada peralatan tersebut, misalnya lampu 5 W, kulkas 600W, TV 300W, Setrika 300W. Selain itu dapat pula diketahui dengan mengalikan beda potensial dan kuat arus yang melalui peralatan tersebut sebagai berikut.

$$P = V \times I$$

Dimana: P=daya watt (W)

V=beda potensial.....volt (V)

I= kuat arus..... ampere (A)

Contoh Soal

Sebuah Lampu pijar dipasang pada tegangan 220, sehingga arus mengalir sebesar 0,03A. berapa daya listrik lampu pijar tersebut ?

Penyelesaian:

Diketahui : V=220V

I=0,03A

Pertanyaan : P=.....

Jawab : $P = V \times I = 220V \times 0,03A = 6,6 \text{ VA} = 6,6 \text{ W}$.

Jadi lampu pijar tersebut memiliki daya sebesar 6,6 watt.

Dari uraian diatas ternyata penggunaan energi listrik sangat tergantung pada daya listrik dari berbagai peralatan yang digunakan. Jika digunakan secara bersamaan, maka peralatan listrik yang berdaya besar membutuhkan energi listrik yang besar pula dibandingkan dengan peralatan sejenis yang berdaya listrik rendah.

Selain bergantung pada daya listrik, besar energi listrik juga bergantung pada lamanya peralatan itu digunakan. Jika semakin lama peralatan itu digunakan, maka energi listrik yang terpakai juga semakin besar.

Besarnyaenergi listrik dapat di rumuskan :

$$W = P \times t$$

Mengingat, maka, dan, sehingga rumus energi listrik dapat ditulis:

$$W = I^2 \times R \times t$$

Dengan W = energi listrik Joule (J)

P = daya watt (W)

t = waktu..... sekon (s)

I = kuat arus ampere (A)

R = hambatan ohm (Ω)

Dalam penggunaan sehari-hari, biasanya daya listrik diukur dalam satuan kilowatt (kW) dan waktu diukur dalam satuan jam (hour, disingkat h). Jika satuan-satuan ini digunakan maka energi listrik memiliki satuan kilowatt jam (kWh).

Contoh soal :

Dalam sebuah rumah terpasang 1kipas angin 50W, 2lampu masing-masing 10W dan 25W, serta sebuah kulkas yang memiliki daya 300W, peralatan tersebut digunakan rata-rata 10jam setiap hari. Berapa kWh penggunaan listrik selama satu bulan (30) hari.

Penyelesaian :

Diketahui $P = 50 \text{ W} + (2 \times 10 \text{ W} + 300 \text{ W})$

$P = 370 \text{ W} = 0,37 \text{ kW}$

$t = 10 \text{ Jam} \times 30$

$t = 300 \text{ Jam} = 300 \text{ h}$

Pertanyaan : $W = \dots\dots\dots?$

Jawab : $W = P \times t = 0,37 \text{ kW} \times 300 \text{ h} = 111 \text{ kWh}$

E. Kelistrikan Sel Saraf

Tubuh manusia mengandung ion positif dan ion negatif penyebab muatan negatif dalam tubuh manusia adalah Cl^- , sedangkan penyebab muatan positif adalah Ca^{2+} dan Na^+ . Contohnya peristiwa fisiologi yang menggunakan gejala kelistrikan dalam tubuh manusia misalnya impuls saraf.

Neuron merupakan bagian atau unit struktur dari sistem saraf. Neuron tersusun dari badan sel, dan uluran uluran yang keluar dari badan sel dalam badan sel terdapat inti sel, mitokondria, badan golgi, dan neurofibril yang membuat neuron dapat bermetabolisme. Sedangkan uluran neuron ada dua jenis yaitu yang berukuran pendek dan bercabang-cabang (dendrite), dan yang berukuran panjang disebut neurit atau akson. Dendrit menghantarkan impuls saraf menuju badan sel, sebaliknya neurit menghantarkan impuls saraf dari badan sel saraf menuju otot.

Muatan yang ada diluar dan didalam sel saraf tidak dapat tarik menarik dengan sendirinya, karena dipisahkan oleh membran sel saraf, untuk itu diperlukan rangsangan dari neurotransmitter

Pada saat sel saraf tidak menghantarkan impuls, muatan positif Na^+ melingkupi bagian luar membran sel pada keadaan ini membran sel bagian luarnya bermuatan positif dan bagian dalamnya bermuatan listrik negatif (Cl^-).

Saat neurotransmitter dilepaskan dari sel saraf lain, impuls (rangsangan) akan diteruskan ke sel saraf berikutnya. Neurotransmitter mengakibatkan muatan positif Na^+ masuk kedalam sel saraf melewati membran sel rangsangan listrik mengalir ke ujung sel saraf, kemudian neurotransmitter akan dilepaskan kembali menuju sel saraf lain atau sel tujuan.

F. Hantaran Listrik

Hantaran listrik atau aliran elektron pada bahan akan menghasilkan arus listrik yang arahnya berlawanan dengan arah aliran elektron tersebut. Penghantar adalah bahan yang dapat mengalirkan atau menghantarkan arus listrik, baik berupa benda padat, cair maupun gas.

Sesuai dengan daya hantarnya benda dibagi menjadi tiga jenis yaitu :

a. Konduktor

Konduktor listrik merupakan penghantar arus yang baik, karena pada bahan ini, mengalir dengan mudah contohnya tembaga, perak, emas. Dalam pemilihan konduktor, jarang digunakan emas dan perak, karena kedua bahan ini harga sangat mahal. Kabel yang digunakan untuk mengalirkan arus listrik dirumah-rumah tangga biasanya menggunakan bahan dari tembaga.

b. Isolator

Isolator merupakan bahan yang sangat buruk dalam menghantarkan arus listrik, karena elektron sulit mengalir. Pelastik, karet biasanya digunakan untuk membungkus atau melapisi kabel yang digunakan dengan tujuan untuk memberikan keamanan pada manusia, agar terhindar bahaya kelistrikan karena kedua bahan tersebut merupakan isolator yang baik.

c. Semikonduktor listrik

Bahan-bahan seperti karbon, silikon, germanium, merupakan bahan-bahan semikonduktor, karena daya hantar arusnya kurang baik. Dalam bidang elektronika, karbon biasa digunakan untuk membuat transistor, kemudian dirangkai menjadi IC. Tiap bahan listrik memiliki daya hantar yang berbeda-beda, tergantung pada hambatan jenisnya.

G. Hewan-Hewan Penghasil Listrik

Beberapa hewan dalam ini diketahui menghasilkan listrik yang biasanya digunakan untuk berburu mangsa, melawan predator, navigasi (penunjuk arah), dan lain-lain.

Berikut ini beberapa hewan dalam kehidupan sehari-hari yang menghasilkan listrik, adalah sebagai berikut :

1. Belut listrik



(Gambar 5)

Belut ini ditemukan di Amerika selatan dengan bentuknya unik yakni hampir 7/8 bagian tubuhnya berupa ekor. Di bagian ekor inilah terdapat lebih dari 5000 baterai berupa lempengan horizontal maupun vertikal, yang dapat menimbulkan arus listrik sebesar 1 ampere.

2. Echidnas

Hewan ini termasuk anggota dari ordo monotreme, memiliki duri, moncong memanjang yang berfungsi sebagai mulut dan hidung. Fungsi dari moncong ini antara lain dapat mengirim sinyal-sinyal listrik untuk membentuk dan menemukan makanan yang akan dimakan.



(Gambar 6)

3. Catfish Elektrik (Lele air tawar)

Berasal dari perairan tropis Afrika mampu menghasilkan tegangan listrik sampai 350 volt. Jumlah tegangan seperti ini dapat menghidupkan komputer selama $\frac{3}{4}$ jam. Organ listrik ikan ini membentuk lapisan agar-agar di bawah kulit.



(Gambar 7)

4. Hiu Kepala Martil

Organ yang menghasilkan listrik terletak di kedua sisi kepala dan bersama-sama menghasilkan listrik sebesar 220 volt, digunakan untuk mendeteksi keberadaan hewan lain dan memudahkannya mencari mangsa.



(Gambar 8)

5. Electric Skate fish

Listrik yang dihasilkan selain digunakan untuk melawan predator, juga dipakai sebagai cara untuk mengenali dan berkomunikasi antara satu dengan yang lainnya.



(Gambar 9)

6. Elephant Nose Fish (ikan Belalai Gajah)

Hewan ini terdapat di Afrika Barat dan Afrika Tengah. Organ tubuh yang menghasilkan listrik terdapat di ekor, yang terdiri dari ribuan kotak/elektropax.



(Gambar 10)

7. Ikan Pari Elektrik



(Gambar 11)

Memiliki kemampuan electrosense untuk mengambil medan listrik lemah yang dikeluarkan oleh udang, siput, dan kerang. Mulutnya terletak dibagian bawah sehingga memudahkan mereka untuk mencari makanan. Hewan ini memiliki organ bilateral disepanjang ekor yang menghasilkan sengatan listrik yang intermiten.

PENUGASAN 1

Tugas : Mengidentifikasi Gejala Listrik Statis Disekitar Rumah

Tujuan :

- 1. Mengidentifikasi Gejala listrik statis disekitar rumah.
- 2. Menjelaskan proses terjadinya gejala listrik statis
- 3. Menyajikan hasil pengamatan tentang gejala listrik statis dalam kehidupan sehari-hari

Media

- 1. Balon 1 buah
- 2. Kertas 2 lembar
- 3. Bolpoin
- 4. gunting
- 5. Penggaris plastik

Langkah-langkah

- 1. Buatlah Tabel dibawah ini kedalam kertas dengan menggunakan penggaris untuk membuatnya .

Tabel 1.1 : Identifikasi Listrik Statis

No	Pernyataan	Jawab beserta alasannya
1	Apa yang terjadi ketika balon digosok?	
2	Apa yang terjadi pada potongan kertas kecil ketika didekati oleh balon yang bermuatan listrik?	
3	Apakah menggosok balon dalam satu arah memberikan hasil yang berbeda dengan menggosok balon dalam arah bolak-balik?	
4	Apakah perbedaan yang dapat diamati pada proses transfer muatan listrik dengan menggunakan bahan/material penggosok yang berbeda?	
5	Lamanya waktu gosok pada suatu benda (Balon/ Penggaris), berpengaruh terhadap listrik statis yang diciptakan ?	

- 2. Buatlah potongan kertas menjadi kecil dengan menggunakan gunting.
- 3. Lalu gosoklah 2 benda yang tersedia, yaitu : balon dan sisir
- 4. Cobalah praktikan hasil gosokan tersebut terhadap kertas yang telah dipotong kecil.
- 5. Amatilah setiap tindakan yang dilakukan dan isilah pada tabel yang telah disediakan.
- 6. Apabila hasil anda kurang meyakinkan, maka bisa mengulangi kembali sampai 2X.

Latihan Soal Unit 1

I. PILIHAN GANDA

Pilihlah Jawaban yang tepat dengan memilih pada pilihan a,b,c,atau d!

1. Sebuah benda dikatakan bermuatan listrik positif jika....
 - a. kehilangan elektron
 - b. mendapatkan proton
 - c. mendapatkan neutron
 - d. mendapatkan elektron
2. Kumpulan muatan listrik pada suatu benda dinamakan....
 - a. kuat arus
 - b. listrik statis
 - c. energi listrik
 - d. listrik dinamis
3. Benda-benda yang dapat menghantarkan arus listrik disebut....
 - a. isolator
 - b. konduktor
 - c. kondensator
 - d. semikonduktor
4. Dua benda bermuatan sama didekatkan pada jarak tertentu, ternyata gaya listrik yang terjadi adalah F. Jika jarak kedua benda menjadi setengah dari jarak semula, maka gaya listrik yang terjadi adalah....
 - a. $\frac{1}{4}$ F
 - b. $\frac{1}{2}$ F
 - c. 2 F
 - d. 4 F
5. Alat yang digunakan untuk mendeteksi muatan listrik adalah....
 - a. isolator
 - b. termoskop
 - c. termometer
 - d. elektroskop
6. Satuan muatan listrik adalah....
 - a. kg
 - b. coulomb
 - c. joule
 - d. watt
7. Pengosongan muatan listrik ke bumi disebut....
 - a. induksi
 - b. konduksi
 - c. elektroskop
 - d. pentanahan
8. Bagian atom yang bersifat netral di sebut....
 - a. proton
 - b. nukleus
 - c. neutron
 - d. elektron
9. Bila mistar plastik digosok dengan wol muatan listrik yang terjadi pada mistar plastik dan kain wol adalah....
 - a. plastik bermuatan positif, wol bermuatan positif
 - b. plastik bermuatan negatif, wol bermuatan positif
 - c. plastik bermuatan positif, wol bermuatan negatif
 - d. plastik bermuatan negatif, wol bermuatan negatif
10. Berikut ini adalah salah satu contoh-contoh hewan penghasil listrik...
 - a. udang, cumi, kudalaut
 - b. kepiting, cumi, echidnas
 - c. kambing, pari elektrik, udang.
 - d. belut laut, echidnas, pari elektrik.
11. Benda yang kelebihan elektron akan bermuatan....
 - a. netral
 - b. positif
 - c. negatif
 - d. positron

12. Inti atom terdiri atas...

- a. proton dan neutron
- b. proton dan elektron
- c. neutron dan elektron
- d. proton, neutron, dan elektron

13. Muatan yang beredar mengelilingi inti atom di sebut...

- a. proton
- b. neutron
- c. positron
- d. elektron

14. Benda X bermuatan positif dan benda Y bermuatan negatif. Jika kedua benda saling berdekatan maka...

- a. benda X menolak benda Y
- b. benda X dan Y akan tarik-menarik
- c. benda X dan Y akan tolak-menolak
- d. benda X dan Y tidak terjadi interaksi

15. Benda di katakan bermuatan positif jika...

- a. kelebihan elektron
- b. kekurangan proton
- c. kekurangan elektron
- d. dapat menarik benda lain

16. Kaca yang semula netral setelah di gosok dengan kain sutra akan...

- a. kelebihan elektron
- b. kekurangan neutron
- c. kekurangan elektron
- d. mempunyai jumlah elektron dan proton sama

17. Benda di katakan netral jika..

- a. jumlah neutron sama dengan jumlah proton
- b. jumlah proton sama dengan jumlah elektron
- c. jumlah proton lebih banyak dari pada elektron
- d. jumlah elektron lebih banyak dari pada proton

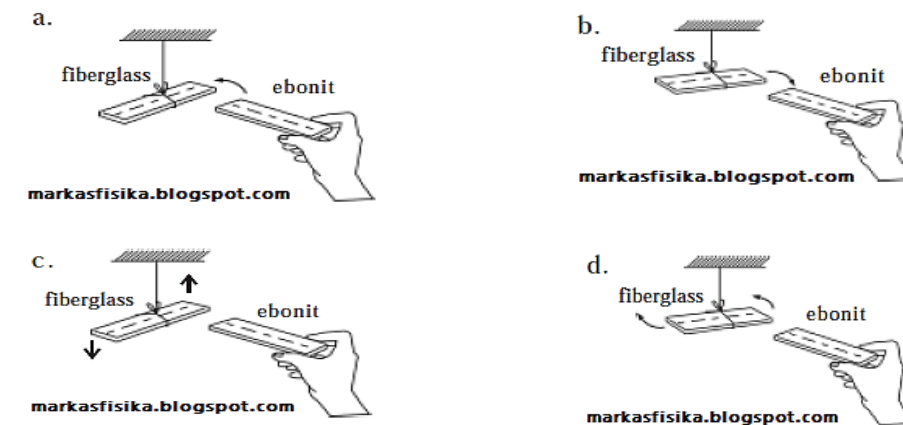
18. Berikut ini yang bukan gejala listrik statis adalah...

- a. bulu badan tertarik oleh pakaian yang baru saja di periksa
- b. balon menempel di dinding setelah di gosokkan ke rambut
- c. kedua telapak tangan terasa panas setelah saling di gosokkan
- d. ujung sisir mampu menarik serpihan kertas setelah di gunakan untuk bersisir

19. Gaya tarik atau gaya tolak antara dua muatan yang saling berdekatan di sebut...

- a. gaya magnet
- b. gaya Lorentz
- c. gaya coulomb
- d. gaya gravitasi

20. Fiberglass di gosok dengan kain sutra di gantung dengan tali. Ebonit yang telah di gosok dengan bulu binatang di dekatkan fiberglass. Interaksi yang benar antara fiberglass dengan ebonit di tunjukkan pada gambar...



II. Soal Uraian

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan singkat dan benar!

1. Jelaskan pengertian Hukum Coulomb!
2. Kapan benda dikatakan bermuatan negatif atau positif?
3. Jelaskan sifat muatan ketika dua muatan tidak sejenis dan dua muatan sejenis didekatkan !
4. Berilah 2 contoh gejala listrik statis dalam kejadian sehari-hari.
5. Sebuah balon dan sebatang kaca digosok ke kain wol. Setelah digosok, balon dan kaca tersebut didekatkan. Apa yang akan terjadi?



A. Listrik Dinamis

1. Arus Listrik

Besarnya arus listrik yang mengalir dalam suatu penghantar sama dengan aliran elektron yang berpindah dalam penghantar tersebut. Arus listrik dapat mengalir dari satu titik ke titik lainnya karena antara kedua titik itu memiliki beda beda potensial. Agar memahami pengaruh beda potensial terhadap kuat arus dalam penghantar lakukanlah kegiatan berikut.

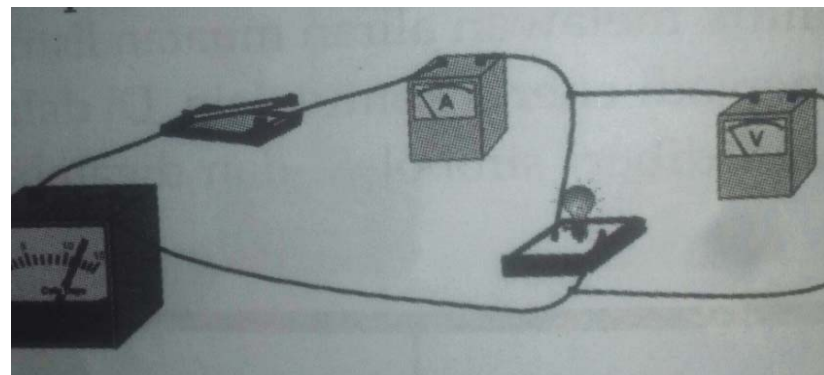
Kegiatan :

1. Alat/Bahan :

- catu daya
- lampu kawat penghantar
- voltmeter
- amperemeter
- sakelar

2. Cara kerja

- Rangkaian peralatan diatas seperti pada gambar dibawah ini.



- Tutup sakelar rangkaian tersebut kemudian baca beda potensial pada voltmeter catat hasil pembacaanmu.
- Baca penunjukan kuat arus pada amperemeter catat hasil pengamatanmu.
- Ubah beda potensial pada catu daya lalu ulangi langkah 2 dan 3.

3. Analisis dan diskusi

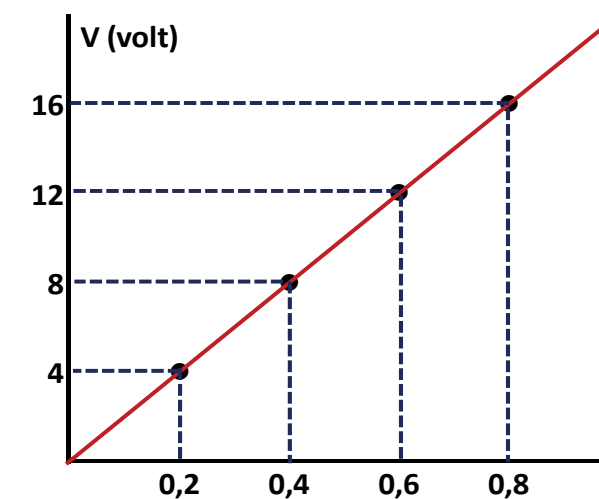
- Bagaimana pengaruh beda potensial terhadap kuat arus pada hambatan ?
- Buat kesimpulan dari kegiatanmu

Dari kegiatan yang kamu lakukan misalkan data yang kamu hasilkan seperti tabel berikut :

I (A)	0,2	0,4	0,6	0,8
V (volt)	4	8	12	16

Jika data pada tabel diatas kamu buat dalam bentuk grafik beda potensial (V) terhadap kuat arus listrik (I), maka grafiknya sebagai berikut.

V (volt)



I (ampere)

Grafik diatas menunjukkan beda potensial sebanding dengan kuat arus listrik secara matematis ditulis :

$$V = R \times I$$

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

Keterangan :

I = kuat arus listrik ampere (A)

V = beda potensial volt (V)

R = hambatan listrik Ohm (Ω)

Contoh soal

Suatu penghantar memiliki hambatan 10Ω . jika beda potensial ujung-ujung penghantar tersebut 12V berapa kuat arus yang mengalir dalam penghantar tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui : $R = 10\Omega$

$V = 12V$

Pertanyaan: $I = \dots\dots\dots ?$

Jawab : $I = \frac{V}{R} = \frac{12V}{10\Omega} = \frac{12V}{\Omega} = 12 \text{ A}$

Jadi besar arus yang mengalir dalam penghantar tersebut sebesar 12 A

2. Rangkaian listrik

Rangkaian listrik merupakan sambungan dari bermacam-macam elemen listrik pasif seperti resistor kapasitor induktor tranformator sumber tegangan sumber arus dan saklar.

Berdasarkan ada tidaknya arus yang mengalir rangkaian listrik dikenal ada dua jenis yaitu rangkain listrik terbuka dan rangkaian listrik tertutup.

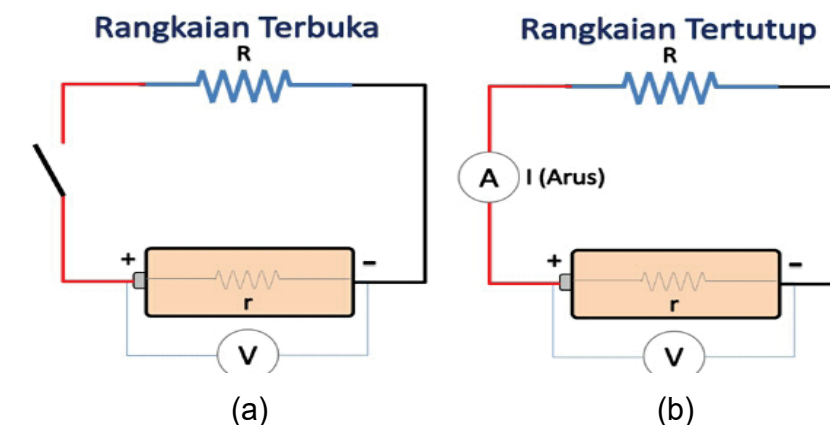
1. Rangkaian listrik terbuka.

Pada rangkain listrik jenis ini tidak ada arus listrik yang mengalir. (lihat gambar a)

2. Rangkaian listrik tertutup.

Rangkaian listrik tertutup adalah rangkain listrik yang dapat mengalirkan arus listrik

karena kedua kutub pada sumber arus listrik salingdihubungkan. (gambar b)



Pada rangkaian terbuka sumber tegangan (V) disebut gaya gerak listrik (GGL) yaitu tegangan sebelum penggunaan arus listrik sedangkan pada rangkaian tertutup sumber tegangan (V) disebut tegangan jepit (tegangan setelah sumber arus digunakan). GGL selalu lebih besar daripada tegangan jepit

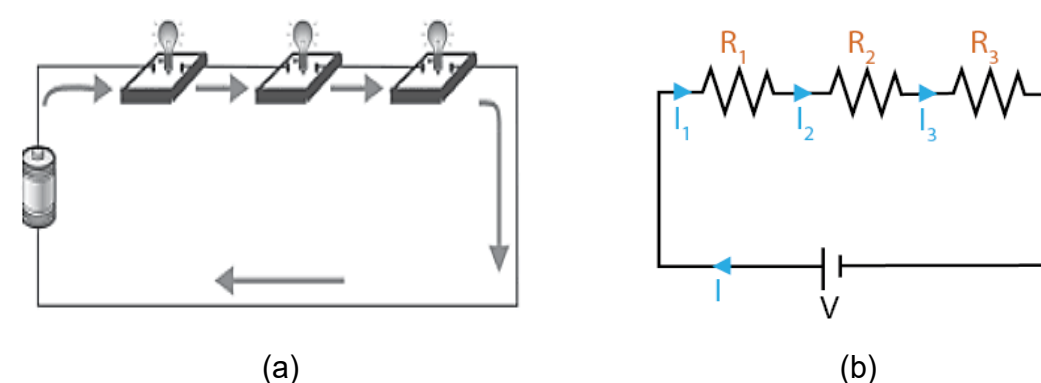
Karateristik rangkaian listrik

Rangkaian listrik ada 3 jenis yaitu :

1. Rangkaian Seri

Pada rangkaian seri hanya terdapat satu baris arus listrik. Bagian rangkaian dipasang secara berurutan tanpa ada percabangan.

Perhatikan diagram rangkaian seri pada gambar berikut:



Jika salah satu lampu diputus pada gambar (a) maka lampu-lampu lainnya mati. pada rangkaian seri berlaku

Jumlah arus listrik pada setiap titik sama besar.

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

Besar hambatan listrik dalam rangkaian sama dengan jumlah dari masing-masing hambatan.

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

Contoh soal

Tiga buah hambatan listrik masing-masing $R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 10\Omega$ dan $R_3 = 30\Omega$ disusun secara seri. Hitunglah hambatan penggantinya.

Penyelesaian :

Diketahui : $R_1 = 20\Omega$

$R_2 = 10\Omega$

$R_3 = 30\Omega$

Pertanyaan : hambatan pengganti (R_s)

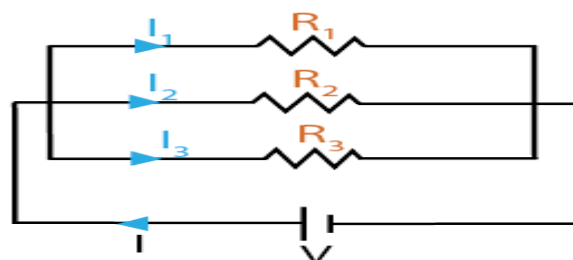
Jawab : $R_s = R_1 + R_2 + R_3$
 $= 20\Omega + 10\Omega + 30\Omega$
 $= 60\Omega$

Jadi hambatan penggantinya sebesar 60Ω

2. Rangkaian Paralel.

Jika lampu-lampu dirumah kita terpasang secara seri maka begitu salah satu lampu mati maka lampu lainnya juga ikut padam. Untungnya lampu-lampu dipasang secara paralel sehingga meskipun salah satu dari lampu-lampu itu padam lampu lainnya tetap menyala.

Perhatikan Gambar berikut :



Arus listrik dibagi dalam tiga cabang jika kuat arus dalam tiap cabang dijumlahkan maka besarnya sama dengan kuat arus sebelum memasuki cabang. Pernyataan ini merupakan bunyi dari hukum I Khirchoff Persamaannya dapat ditulis :

$$I_{\text{masuk}} = I_1 + I_2 + I_3 = I_{\text{keluar}}$$

Jadi

$I_{\text{masuk}} = I_{\text{keluar}}$

Berdasarkan hukum Ohm

$I = \frac{V}{R}$ dan V untuk tiap cabang sama maka berlaku

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Contoh Soal

Tiga buah hambatan masing-masing $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 5\Omega$ dan $R_3 = 10\Omega$ dipasang secara paralel pada tegangan 12 Volt. Hitunglah hambatan pengganti dan kuat arus yang memasuki titik percabangan.

Penyelesaian :

Diketahui : $R_1 = 2\Omega$

$R_2 = 5\Omega$

$R_3 = 10\Omega$

$V = 12 \text{ Volt}$.

Pertanyaan : R_p dan I

Jawab : $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{5}{10} + \frac{2}{10} + \frac{1}{10}$$

$$R_p = 10/8 = 1,25 \Omega$$

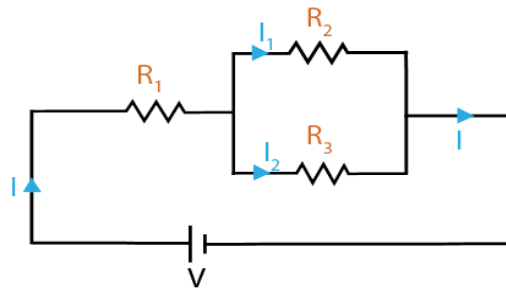
Jadi hambatan penggantinya = $1,25 \Omega$

Kuat arus yang masuk titik cabang

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12V}{12\Omega} = 9,6 \text{ A}$$

Jadi kuat arus yang masuk titik cabang sebesar 9,6 A

3. Rangkain campuran.



Pada rangkaian diatas R_1 seri dengan R_2 dan R_3 yang paralel sehingga hambatan total dan rangkaian diatas adalah :

$$R_t = R_1 + R_p$$

Misalkan pada rangkaian diatas $R_1 = 20\Omega$ $R_2 = 5\Omega$ dan $R_3 = 10\Omega$ maka hambatan totalnya sebagai berikut :

$$R_t = R_1 + R_p$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} = \frac{2}{10} + \frac{1}{10} = \frac{3}{10}$$

$$R_p = \frac{10}{3} = 3,3\Omega$$

$$R_t = 20\Omega + 3,3\Omega = 23,3\Omega$$

4. Sumber-sumber Arus Listrik

Sumber arus listrik dibedakan menjadi 2 yaitu :

a. Sumber arus listrik bolak balik (AC)

Contohnya dinamo arus AC dan generator

b. Sumber arus Searah (DC)

Contohnya : elemen volta elemen kering (baterai) akumulator (aki) dinamo arus searah dan lain-lain.

Berikut ini karakteristik dari beberapa sumber arus listrik.

- Elemen Volta.

Kutub positif Tembaga (Cu) kutub negatifnya Seng (Z_n) Larutan elektrolitnya adalah asam sulfat encer (H_2SO_4), dalam penggunaan elemen volta tidak praktis digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena adanya gelembung-gelembung gas yang menghalangi aliran muatan listrik sehingga elemen volta tidak bertahan lama.

- Baterai (Sel kering)

Kutub positif batang karbon (C) kutub negatif seng (Zn) senyawa kimia NH_4Cl sebagai penghantar muatan listrik sedangkan disipolisatir digunakan MnO_2 beda potensial antara kutub-kutub baterai 1,5 volt bila baterai digunakan lama kelamaan muatan yang terkumpul pada seng semakin sedikit dan beda potensialnya menurun akhirnya habis.

- Aki (Sel basah)

Kutub positifnya timbal peroksida (PbO_2) kutub negatifnya timbal murni (Pb) dan larutan elektrolitnya asam sulfat (H_2SO_4).

Aki umumnya mengandung 6 sel dengan beda potensial tiap sel 2 volt sehingga beda potensial aki 12 volt dan lain-lain.

- Stop kontak.

Beda potensial listrik yang terdapat pada stop kontak yang terpasang dirumahmu sebesar 220 volt digunakan untuk pemakaian listrik dalam kehidupan sehari-hari.

3. Sumber-sumber Energi Listrik

Sumber-sumber energi listrik yang dipergunakan untuk kebutuhan listrik bagi manusia antara lain sebagai berikut:

- Nuklir.

Energi nuklir merupakan sumber energi yang paling padat dari sumber energi yang ada yang dikembangkan oleh manusia sebagai contoh 1 kg batubara bila diolah menjadi energi listrik dapat menyalakan lampu 100 watt selama 4 hari tapi dengan 1 kg uranium kita bisa menggunakan lampu kurang lebih 180 tahun.

- Minyak

Minyak digunakan untuk bahan bakar Pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD)

- Energi gelombang

Pemanfaatan energi gelombang laut pasang membutuhkan anggaran yang cukup besar untuk pembangunan reaktornya selain itu kecepatan gelombang yang tidak stabil menjadi kendala dalam penggunaan energi ini.

- Sumber Energi Angin

Kecepatan angin menentukan seberapa besar daya listrik yang dihasilkan.

- Batu Bara
Batu bara sangat mudah ditemukan tapi kekurangannya adalah dibutuhkan lubang yang besar dalam pemanfaatannya serta membutuhkan anggaran yang cukup besar.
- Hidro Elektrik (Bendungan)
Energi air dari bendungan akan memutar turbin untuk mendapatkan sumber energi listrik, kendalanya bila pada musim kemarau akan terjadi kekurangan air sehingga tidak bisa memutar turbin.
Selain sumber energi diatas terdapat sumber energi lain misalnya panas bumi tenaga surya energi pasang surut energi biomassa dimanfaatkan juga untuk menghasilkan kebutuhan listrik bagi manusia.

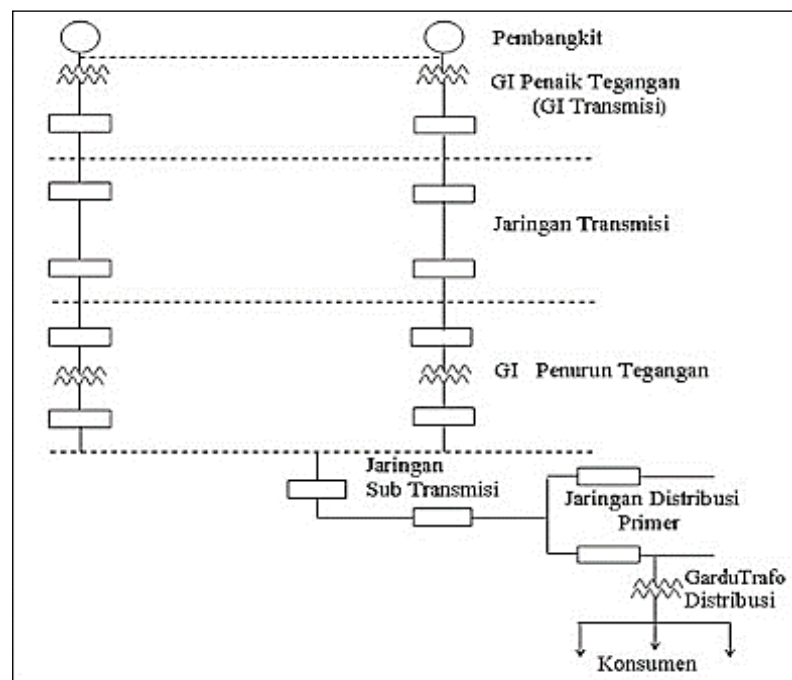
4. Transmisienergi listrik

Transmisi (penyaluran) adalah penyaluran enrgi listrik dari satu tempat ke tempat lain sehingga semua mempunyai listrik.

Misalnya :

- dari pempangkit listrikk ke gardu induk
- dari gardu induk ke gardu induk lainnya
- dari gardu induk ke jaringan tegangan menengah dan gardu distribusi.

Perhatikan gambar



Gambar di atas merupakan diagram dasar dari sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik yang terdiri dari :

1. Stasiun pembangkit listrik
2. Transimisi pembagian untuk merubah menaikkan dan menurunkan tegangan pada saluran tegangan yang ditransmisikan serta meliputi regulasi tegangan.
3. Percabangan antar bagian stasiun untuk pasokan tenaga listrik yang berbeda untuk keperluan konsumen
4. Distribusi substation.
Pada bagian ini merubah tegangan aliran listrik dari tegangan medium menjadi tegangan rendah dengan transformator *step-down* dimana memiliki tap otomatis dan memiliki kemampuan untuk regulator tegangan rendah.
5. Tegangan transmisi
Tegangan generator dinaikan ke tingkat yang dipakai untuk transmisi yaitu antara 11 kV dan 765 kV sedangkan tegangan ekstra tinggi (Ektra High Voltage atau EHV) yaitu 365 kV; 500 kV dan 765 kV.
6. Tegangan tinggi standar (High Voltage atau HV standar) :115 kV; 138 kV; 230 kV
7. Untuk sistem distribusi tegangan menengah yaitu antara 24 kV dan 69 kV umumnya antara 120 V dan 69 kV sedangkan untuk tegangan rendah antara 120 V sampai 600 V.

Perhatikan gambar berikut:



Dalam hal transmisi energi listrik komponen yang sering di gunakan terdiri atas konduktor isolator dan tiang penyangga.

Kawat konduktor untuk saluran transmisi tegangan tinggi selalu tanpa pelindung/isolasi hanya menggunakan isolasi udara.

Jenis konduktor yang dipakai misalnya: tembaga (Cu) aluminium (Al) dan baja (*steel*).

Isolator yang sering digunakan pada saluran transmisi adalah jenis porselin atau gelas.

Menurut penggunaannya dan konstruksinya isolator diklasifikasikan menjadi :

- a. isolator jenis pasak
- b. isolator jenis pos saluran
- c. isolator jenis gantung.

Ketentuan dasar sistem tenaga listrik.

- a. Menyediakan setiap waktu tenaga listrik untuk keperluan konsumen.
- b. Menjaga kestabilan nilai tegangan dimana tidak lebih dari toleransi kurang lebih 10%
- c. Menjaga kestabilan frekwensi yang tidak boleh lebih kurang dari 0,1 Hz.
- d. Harga yang tidak mahal (efisien)
- e. respek terhadap lingkungan.

B. Teknologi Listrik di Lingkungan

Teknologi sekarang semakin canggih dan semakin mempermudah manusia dalam melakukan aktivitasnya bahkan membuat dunia berubah dengan pesat. Perubahan itu bisa berdampak positif dan juga berdampak negatif bagi kehidupan manusia dan lingkungan. Pada pembahasan ini kita khusus mempelajari tentang upaya penghematan energi listrik penggunaan teknologi listrik di lingkungan dan pencegahan penggunaan listrik dalam kehidupan sehari-hari.

1. Upaya penghematan energi listrik.

Keberadaan alat-alat seperti lampu televisi komputer kulkas mobil dan motor dapat memungkinkan manusia untuk membutuhkan energi listrik yang besar dalam penggunaan alat-alat tersebut. Untuk itu diperlukan kesadaran dari manusia untuk berhemat dalam penggunaan energi listrik.

Berikut ini beberapa upaya yang perlu dilakukan untuk menghemat energi listrik.

- Menggunakan lampu hemat energi.
Misalnya menggunakan lampu neon daripada lampu pijar (bohlam)

- Mematikan lampu pada siang hari dan menggunakan penerangan alami (matahari).
- Membiasakan diri menggunakan listrik pada saat yang diperlukan saja.
- Mematikan televisi komputer lampu pemanas air dan lain-lain setelah digunakan.
- Mengeringkan pakaian secara alami dengan panas sinar matahari.
- Pemerintah perlu menyediakan fasilitas kendaraan umum secara efektif dan efisien sehingga masyarakat mengurangi pemakaian kendaraan pribadi
- Mengembangkan dan melakukan penelitian untuk energi alternatif misalnya energi biodiesel dan lain-lain.

2. Penggunaan teknologi listrik disekitar.

Berikut ini manfaat penggunaan listrik disekitar kita.

- Sebagai penerangan
Kita dapat menikmati cahaya lampu sebagai penerangan didalam rumah maupun penerangan di jalan-jalan umum.
- Sebagai sumber energi.
Dengan adanya listrik dalam rumah kita dapat mengoperasikan alat-alat seperti komputer, televisi, penanak nasi, kulkas, setrika, dan lain-lain untuk memenuhi kebutuhan kita.

3. Pencegahan bahaya listrik dalam kehidupan sehari-hari.

Penggunaan listrik dalam kehidupan sehari-hari sering menimbulkan bahaya kelistrikan misalnya kebakaran hal ini karena kurangnya pemahaman tentang listrik itu sendiri.

Agar kita dapat terhindar dari bahaya kelistrikan maka perlu diperhatikan hal-hal berikut:

- Jangan menumpuk kontak pada satu sumber listrik
- Gunakan pemutus arus listrik (sekring)
- Kabel-kabel yang terpasang dirumah jangan dibiarkan terkelupas atau terbuka
- Jauhkan sumber-sumber listrik seperti stop kontak saklar dan kabel-kabel listrik dari jangkauan anak-anak.
- Gunakan material listrik seperti kabel saklar stop kontak steker berkualitas SNI
- Pangkaslah pepohonan di halaman rumah jika sudah mendekati kabel jaringan listrik.
- Hindari pemasangan antena televisi yang terlalu tinggi sehingga bisa menyentuh jaringan listrik.
- Gunakan listrik yang merupakan hak kita.
- Biasakan bersikap hati-hati jika ingin menggunakan listrik.
- Selalu mengingatkan anak-anak tentang bahaya listrik.

PENUGASAN 2

Tugas : Melakukan Pengamatan Listrik disekitar rumah dan penghematannya.

Tujuan :

- 1. Menyebutkan alat-alat apa saja dirumah/lingkungan sekitar Anda yang pemakaiannya menggunakan energi listrik.
- 2. Mengamati penggunaan energi listrik di rumah tangga dan cara melakukan penghematan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari
- 3. Menerapkan pentingnya penghematan energi listrik.

Media :

- 1. Kertas
- 2. Bolpoin.
- 3. Penggaris

Langkah-langkah :

- 1. Buatlah Tabel dibawah ini dalam sebuah kertas :

Tabel 2.1 : Identifikasi Peralatan Rumah Tangga

No	Peralatan dirumahmu yang menggunakan listrik (1)	Apakah sudah SNI (2)	Bagaimana cara penghematan alat tersebut (3)
1			
2			
3			
4			
5			
.....			

- 2. Isilah data diatas dengan menyebutkan 10 alat listrik dirumah anda.
- 3. Pada kolom kedua, cek pada 10 alat yang disebutkan apakah alat tersebut sudah termasuk alat listrik sesuai standar nasional. Apabila sudah, jawab “Ya”, apabila belum jawab “ Tidak”.
- 4. Pada kolom ketiga, dari masing-masing alat yang dsebutkan apakah sudah melakukan penghematan, apabila sudah maka jelaskan cara penghematannya.
- 5. Apabila anda kurang memahami jenis alat listrik dirumah dan cara menghematnya, anda bisa tanya kedua orang tua anda atau orang yang ada dirumah.

RANGKUMAN

A. Muatan Listrik Statis

- 1. Ada dua jenis muatan listrik yaitu muatan listrik positif (proton) dan muatan listrik negatif (elektron).
- 2. Listrik statis adalah gejala kelistrikan yang timbul karena adanya beda muatan istrik, tetapi tidak mengalir.
- 3. Alat yang digunakan untuk mendeteksi jenis muatan listrik disebut elektroskop.
- 4. Elektron dan berpindah dari benda yang kekurangan proton menuju benda yang kelebihan proton
- 5. Gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antara dua muatan listrik, sebanding dengan hasil kali dari kedua muatan tersebut, dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua muatan. (Hukum Coulomb)

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

- 6. Medan listrik adalah ruang dimana suatu benda masih dapat dipengaruhi oleh gaya listrik.
- 7. Muatan sejenis menghasilkan gaya tolak-menolak, muatan tidak sejenis menghasilkan gaya tarik-menarik.
- 8. Arah garis gaya muatan positif keluar ke pusat muatan dan arah garis gaya muatan negatif menuju pusat muatan
- 9. Berdasarkan daya hantar lisrtrik, dikenal ada tiga jenis yaitu : konduktor, semikondktor, isolator.
- 10.Hewan yang dapat menghasilkan arus listrik misalnya: belut laut, echidnas, lele air tawar, hiu kepala martil, ikan pari elektrit, dll.

B. Listrik Dinamis untuk Kehidupan Kita

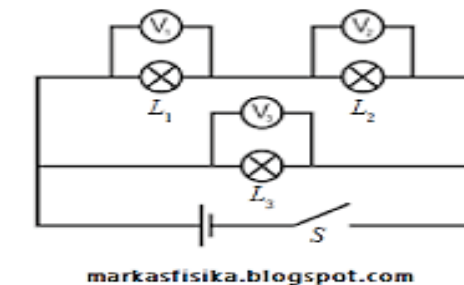
1. Arus listrik dapat mengalir jika antara dua buah benda memiliki beda potensial listrik.
2. Arus listrik mengalir dari benda yang potensial listriknya tinggi ke benda yang potensial listriknya rendah.
3. Arah aliran arus listrik berlawanan arah dengan arah aliran elektron
4. Satuan arus listrik dalam sistem satuan internasional adalah Ampere.
5. Alat yang digunakan untuk mengukur besar arus listrik namanya Amperemeter.
6. Rangkaian arus listrik ada tiga jenis yaitu: rangkaian seri, rangkaian paralel, dan rangkaian campuran
7. Pada rangkaian seri, menghasilkan hambatan total yang besar, sedangkan pada rangkaian paralel menghasilkan hambatan listrik yang kecil.
8. Dalam rangkaian seri, jika satu lampu putus, maka lampu lainnya tidak menyala.
9. Rangkaian listrik di rumah tangga dirangkai secara paralel, sehingga jika lampu satu di matikan, lampu lainnya tetap menyala
10. Sumber-sumber energi listrik antara lain: Nuklir, minyak, energi gelombang, energi angin, batubara, energi air, dll.

LATIHAN SOAL UNIT 2

I. PILIHAN GANDA

Pilihlah Jawaban yang tepat dengan memilih pada pilihan a,b,c,atau d!

1. Suatu lampu memiliki hambatan 6 ohm, dihubungkan dengan sumber tegangan 12 volt kuat arus listrik yang melewati lampu tersebut adalah....ampere.
 - a. 2
 - b. 6
 - c. 18
 - d. 72
2. Perhatikan 3 lampu sejenis di rangkai seperti gambar berikut.



Jika saklar di tutup, pernyataan berikut yang tidak tepat adalah....

- a. voltmeter V3 menunjukkan lebih besar
 - b. kuat arus yang mengalir pada lampu L1 sama dengan L3
 - c. lampu L3 menyala lebih terang dari pada lampu L1 dan L2
 - d. lampu L1 dan L2 tetap menyala, walau pun lampu L3 padam
3. Pernyataan berikut yang tidak tepat adalah....
 - a. muatan listrik berbanding terbalik dengan waktu
 - b. kuat arus listrik berbanding lurus dengan muatan
 - c. kuat arus listrik berbanding terbalik dengan waktu
 - d. muatan listrik berbanding lurus dengan kuat arus dan waktu
 4. Muatan listrik 4.500 C mengalir melalui penghantar selama 15 menit. Kuat arus listrik yang melalui penghantar adalah....

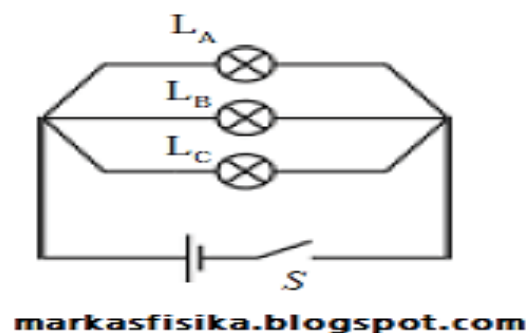
a. 0,3 A	c. 3 A
b. 2 A	d. 5 A

5. Arus listrik 500 mA mengalir selama 5 menit, maka muatan listrik yang mengalir adalah ...
- 100 C
 - 150 C
 - 500 C
 - 2.500 C
6. Pada sebuah penghantar mengalir arus listrik 250 mA. Jika muatan yang mengalir 5.000C membutuhkan waktu selama....
- 20 s
 - 4.750 s
 - 5.250 s
 - 20.000 s
7. Perhatikan tabel berikut:

Jenis penghantar	Hambatan jenis (ohm.m)
Logam A	$1,72 \times 10^{-8}$
Logam B	$2,82 \times 10^{-8}$
Logam C	$9,8 \times 10^{-8}$
Logam D	44×10^{-8}

Jenis kawat yang paling baik untuk menghantar arus listrik adalah logam....

- A
 - B
 - C
 - D
8. Jika S di tutup,



Kejadian yang benar pada rangkaian di atas adalah....

- lampu A, lampu B dan lampu C menyala sama terang
- lampu A, lampu B, dan lampu C menyala berbeda-beda
- lampu A menyala paling terang, lampu B dan lampu C redup
- lampu B menyala paling terang, lampu A dan lampu C redup

9. Perhatikan tabel berikut.

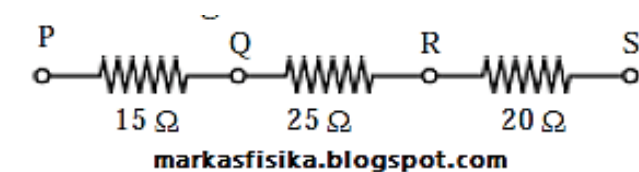
No.	Tegangan (V) volt	Hambatan (R) ohm
1	4	50
2	6	10
3	12	18
4	24	80

Berdasarkan tabel di atas yang menghasilkan kuat arus paling besar adalah....

- 1
- 2
- 3
- 4

10. Seorang siswa memiliki hambatan 2 buah sebesar 180 ohm. 2 buah hambatan 60 ohm dan 3 buah 90 ohm. Untuk mengganti hambatan yang terbakar 30 ohm, maka yang di lakukan siswa berikut benar, kecuali....
- menyusun paralel 2 buah hambatan 60 ohm
 - menyusun paralel 3 buah hambatan 90 ohm
 - menyusun paralel hambatan 180 ohm dan 90 ohm masing-masing 2 buah
 - menyusun paralel hambatan 180 ohm, 60 ohm, dan 90 ohm masing-masing 2 buah

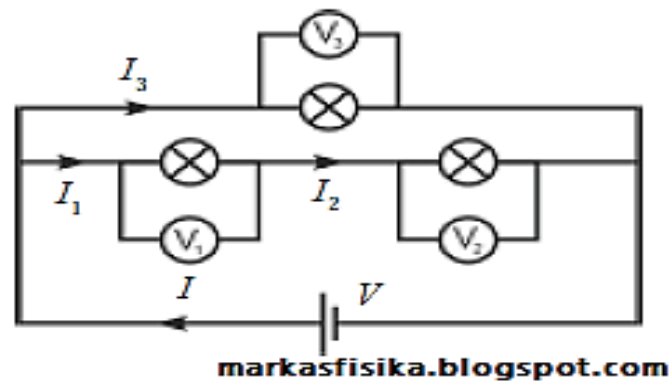
11. Perhatikan gambar berikut.



Jika $V_{ps} = 24$ Volt maka pernyataan berikut benar, kecuali....

- $I = 0,4$ A dan $V_{PQ} = 6$ V
- $I = 0,4$ A dan $V_{RS} = 8$ V
- $V_{QR} = 10$ V dan $V_{PQ} = 6$ V
- $V_{PQ} = 10$ V dan $V_{RS} = 6$ V

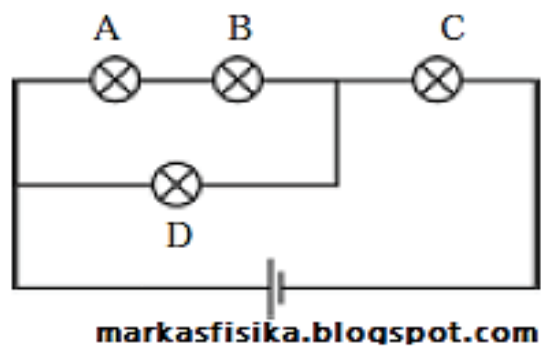
12.3 buah lampu identik di rangkai sebagai berikut.



Persamaan berikut yang benar adalah....

- $(V = V_3) (I = I_3)$
- $(V = V_1 + V_2) (I = I_1 + I_3)$
- $(V = V_1 + V_3) (I = I_1 + I_3)$
- $(V = V_1 + V_2 + V_3) (I = I_1 + I_2 + I_3)$

13. Perhatikan gambar berikut.



4 lampu serupa di rangkai dengan baterai 6 Volt. Lampu yang menyala paling terang adalah....

- A
- B
- C
- D

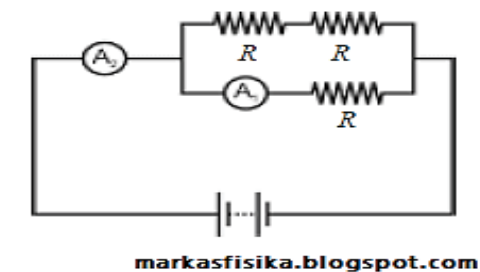
14.3 hambatan di susun seperti gambar berikut.



Jika beda potensial antara ujung - ujung PQ 6 Volt, kuat arus yang mengalir melalui penghantar PQ adalah....

- 0,5 A
- 1,0 A
- 1,5 A
- 2,5 A

15.2 Amperemeter A1 dan A2 untuk mengukur kuat arus seperti rangkaian berikut.



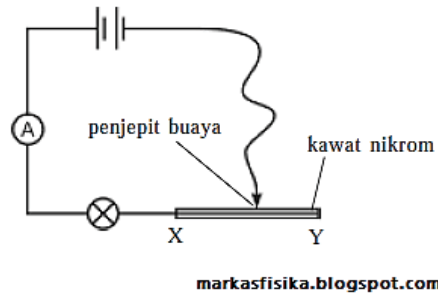
Jika amperemeter A1 menunjukkan kuat arus 0,8 A, amperemeter A2 menunjukkan....

- 0,4 A
- 0,8 A
- 1,2 A
- 2,4 A

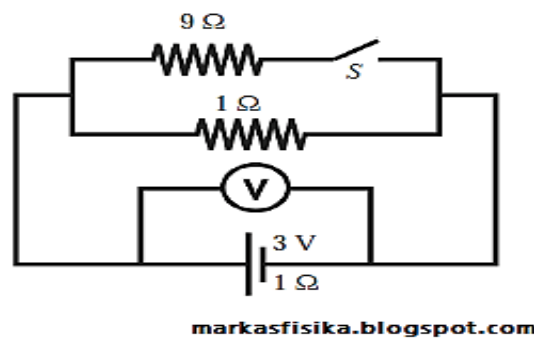
16. Suatu penghantar mempunyai hambatan R. Jika penghantar itu di potong menjadi dua bagian yang sama dan keduanya di satukan secara paralel, hambatannya menjadi....

- $1/4$ R
- $1/2$ R
- 1 R
- 2 R

17. Berdasarkan gambar, apabila penjepit buaya di geser ke ujung Y, akan terjadi....

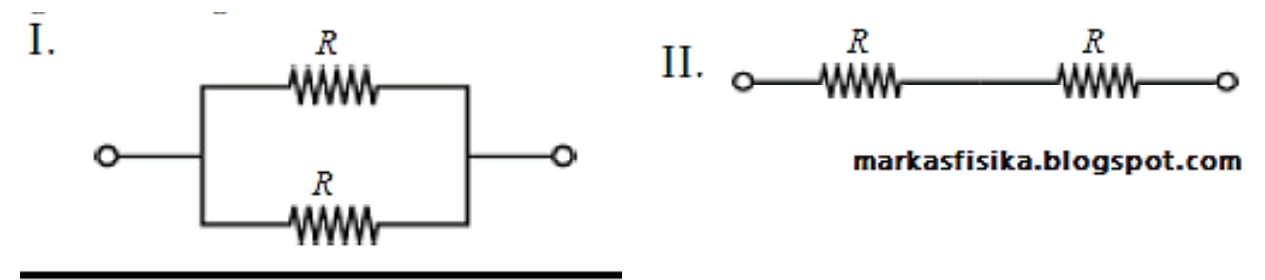


- lampu makin redup
 - kawat nikron membara
 - terjadi hubungan singkat
 - amperemeter menyimpang besar
18. Apabila sebuah lampu di susun seri terbakar, maka lampu-lampu lain dalam rangkaian listrik akan....
- semua lampu akan padam
 - semua lampu akan turut terbakar
 - semua lampu akan tetap menyala
 - semua lampu menyala lebih terang
19. Baterai yang GGL-nya 3 volt dan hambatan dalamnya 1 ohm dihubungkan dengan dua hambatan dan sakelar S. Perhatikan gambar berikut.



Jika sakelar S ditutup maka yang terjadi pada pembacaan voltmeter adalah....

- berkurang
- bertambah
- tidak berubah
- tidak bergerak



20. Perbandingan antara hambatan pengganti dari gambar I dan II adalah....

- 1 : 2
- 1 : 4
- 2 : 1
- 4 : 1

II. URAIAN

Jawablah dengan singkat dan jelas!

- Apa yang terjadi pada kuat arus yang mengalir melalui hambatan jika beda potensial hambatan tersebut diperbesar ?
- Sepotong kawat penghantar memiliki hambatan 15Ω jika dihubungkan dengan baterai 3volt berapa kuat arus yang timbul pada kawat tersebut ?
- Suatu pemanas listrik dihubungkan dengan sumber tegangan 220 volt bila arus yang mengalir sebesar 10 ampere berapa hambatan kawat penghantar pemanas tersebut ?
- Apa terjadi dengan kuat arus listrik yang mengalir jika hambatan kawat penghantar diperbesar dan beda potensial konstan.
- Tiga buah hambatan listrik masing-masing 20 ohm 40 ohm dan 60 ohm disusun secara seri berapa hambatan totalnya.

KRITERIA PENILAIAN DAN KUNCI JAWABAN

Kunci jawaban ini dapat digunakan apabila Anda mengalami kesulitan disaat menjawab setiap pertanyaan yang diberikan dalam modul ini. Namun, diharapkan peserta didik dapat menjawab soal-soal yang diberikan berdasarkan kemampuan sendiri. Hal ini sebagai bentuk tolak ukur bagi tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi yang diberikan.

UNIT 1

1. PENUGASAN 1.1

- Tugas: Mengidentifikasi Gejala Listrik Statis Disekitar Rumah
- Cara penilaian Penugasan 1.1 adalah sebagai berikut:

No	Penilaian	Point
1	Mengisi 5 Kolom	100
2	Mengisi 4 Kolom	80
3	Mengisi 3 kolom	60
4	Mengisi 2 Kolom	40
5	Mengisi 1 Kolom	20
6	Tidak Mengisi	0
TOTAL SCORE		100

I. PILIHAN GANDA

No	Penjelasan	Jawaban yang Benar
1.	jika sebuah benda tidak kehilangan elektron maka benda tersebut tidak bermuatan listrik positif.	Jawaban yang tepat adalah Kehilangan Elektron yaitu (a)
2.	karena listrik statis merupakan kumpulan muatan listrik pada suatu benda.	Jawaban yang tepat adalah Listrik statis (b)
3	karena listrik statis merupakan kumpulan muatan listrik pada suatu benda.	Jawaban yang tepat adalah (b) Konduktor

4	4F terjadi karena jarak kedua benda menjadi setengah dari jarak semula.	Jawaban yang tepat adalah (d) yaitu 4 F
5	elektroskop merupakan alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi muatan listrik sebuah benda.	Jawaban yang tepat adalah (d) Elektroskop
6	coulomb adalah satuan muatan listrik	Jawaban yang tepat adalah (b) Coulumb
7	pentanahan adalah pengosongan muatan listrik ke bumi.	Jawaban yang tepat adalah (d) Pentanahan
8	Neutron merupakan bagian dari atom yang bersifat netral.	Jawaban yang tepat adalah (c) Neutron
9	merupakan hasil pertemuan antara benda yang bermuatan negatif dan positif	Jawaban yang tepat adalah (b)
10	belut laut merupakan salah satu hewan pengantar listrik.	Jawaban yang tepat adalah (d)
11	benda bermuatan negatif karena benda tersebut kelebihan electron	Jawaban yang tepat adalah (c)
12	proton, neutron dan electron merupakan inti atom yang tidak terpisahkan.	Jawaban yang tepat adalah (d)
13	electron merupakan muatan yang mengelilingi inti atom.	Jawaban yang tepat adalah (d)
14	Terjadinya tarik menarik antara kedua benda karena adanya pertemuan antara benda X yang bermuatan positif dan benda Y yang bermuatan negatif	Jawaban yang tepat adalah (b)
15	karena kekurangan electron menyebabkan sebuah benda bermuatan positif.	Jawaban yang tepat adalah (c)
16	apa bila tidak ada gesekan antara kaca dan kain sutra maka tidak ada kelebihan electron pada kaca.	Jawaban yang tepat adalah (c)
17	karena adanya keseimbangan antara proton dan elektron	Jawaban yang tepat adalah (a)
18	bulu badan yang tertarik oleh baju yang baru disetrika tidak termasuk gejala listrik statis.	Jawaban yang tepat adalah (a)
19	gaya coulomb adalah gaya tarik atau gaya tolak antara dua muatan yang saling berdekatan	Jawaban yang tepat adalah (a)
20		Jawaban yang tepat adalah (c)
TOTAL SCORE ("4 Point" x 20 soal)		80

II. URAIAN		
SOAL	JAWABAN	SKOR
1.	Besar gaya listrik antara dua muatan sebanding dengan besar muatan listrik masing-masing muatan. Pengertiannya adalah semakin besar muatan listrik semakin besar pula gaya tarik menarik atau gaya tolak menolak antara dua muatan. Berbanding terbalik dengan kwadrat jarak antara dua muatan, artinya semakin besar jarak antara dua muatan semakin kecil gaya listrik antara dua muatan.	4
2.	Benda dikatakan bermuatan negatif jika benda tersebut kelebihan elektron dan benda dikatakan bermuatan positif jika benda tersebut kekurangan electron	4
3.	Jika dua muatan tidak sejenis didekatkan maka saling tarik menarik, dan jika muatan yang sejenis di dekatkan akan tolak menolak. Contohnya muatan positif dan muatan negatif didekatkan akan tarik menarik dan jika muatan sama-sama-maka akan tolak menolak	4
4.	Contoh gejala listrik statis dalam kejadian sehari-hari : terjadinya petir yang menyambar permukaan bumi menempelnya potongan plastik laminating pada tangan menempelnya tinta pada mesin fotokopi laser	4
5.	Balon yang digosok ke kain wol akan menarik elektron dari kain wol. Sedangkan kaca yang digosok ke kain wol akan kehilangan elektron. Ini terjadi karena sifat bahan masing-masing. Dengan demikian, balon akan bermuatan negatif dan kaca bermuatan positif, sehingga jika didekatkan mereka akan tarik-menarik.	4
TOTAL SCORE		20

PENILAIAN SOAL LATIHAN 1 :

Total Nilai Pilihan Ganda + Total Nilai Uraian = 100 point

UNIT 2

1. PENUGASAN 2.1

- Tugas : Melakukan Pengamatan Listrik disekitar rumah dan penghematannya.
- Cara penilaian Penugasan 2.1 adalah sebagai berikut:

No	Penilaian	Point
1	Mengisi Kolom Peralatan Listrik dengan lengkap (10 alat)	30
2	Mengisi Kolom Standar SNI dengan lengkap	20
3	Mengisi Kolom cara Menghemat alat listrik secara lengkap	50
TOTAL SCORE		100

2. Latihan Soal Unit 2

I. PILIHAN GANDA

No	Penjelasan	Jawaban yang Benar
1.	$I = V/R = 12 \text{ V} / 6 = 2 \text{ Ampere}$	Jawaban yang tepat adalah (a) 2 A
2.	Semua lampu dan voltmeter akan sama besarnya karena dialiri kuat arus yang sama.	Jawaban yang tepat adalah (a)
3	jawaban D tidak tepat, karena muatan listrik tidak berbanding lurus dengan kuat arus dan waktu	Jawaban yang tepat adalah (d)
4	$I = Q/t = 4.500 \text{ C} / (15 \times 60 \text{ sekon}) = 4.500 \text{ C} : 900 = 5 \text{ A}$	Jawaban yang tepat adalah (d) 5A
5	Dik : $I = 500 \text{ mA} = 0,5 \text{ A}$ dan $t : 5 \text{ menit} = 300 \text{ sekon}$ Dit : Q...? Dij : $I \times t = 0,5 \times 300 = 150 \text{ C}$	Jawaban yang tepat adalah (b) 150 C
6	Dik : $I = 250 \text{ mA} = 0,25 \text{ A}$ dan $Q : 5.000 \text{ C} = 300 \text{ sekon}$ Dit : t...? Dij : $Q/I = 5000 \text{ C} / 0,25 \text{ A} = 20.000 \text{ s}$	Jawaban yang tepat adalah (d) 20.000 S

KRITERIA PINDAH MODUL

Setelah Anda mengerjakan soal latihan setiap unit, selanjutnya cocokkan dengan kunci jawaban yang sudah tersedia atau bahaslah bersama tutor pengampu mata pelajaran. Untuk mengetahui ketuntasan belajar anda, hitunglah tingkat penguasaan materi anda dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

A. Nilai ketuntasan tiap unit $\times 100 \%$

(Nilai Penugasan+ Nilai Soal Latihan)

(Total nilai penugasan + Total Nilai Soal Latihan)

B. Nilai ketuntasan modul $\times 100 \%$

(Nilai unit 1+ Nilai unit 2)

(Total keseluruhan Nilai Semua Unit)

Arti tingkat penguasaan : 90-100% = baik sekali

80-90% = baik

70-80% = cukup

Batas ketuntasan minimal adalah 70%. Jika pencapaian ketuntasan Anda 80% ke atas, maka Anda dinyatakan TUNTAS. Lanjutkan untuk mempelajari modul berikutnya. Sebaliknya jika pencapaian ketuntasan Anda kurang dari 70%, maka Anda dinyatakan BELUM TUNTAS. Ulangi untuk mempelajari modul ini, terutama pada unit yang memperoleh nilai belum tuntas dan ulangi mengerjakan latihan soal, terutama yang Anda jawab belum benar sampai Anda mampu menjawab dengan benar. Jika pengulangan Anda telah mencapai batas minimal ketuntasan, maka silahkan untuk melanjutkan mempelajari modul berikutnya.

Daftar Pustaka

Agung Sulistiyono, dkk. 2018. IPA Terpadu untuk SMP/MTs Kelas IX. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Budi Purwanto, dkk. 2018. Eksplorasi Ilmu Alam 3 untuk Kelas IX. Solo : Penerbit Tiga Serangkai

Eka Purjiyanta, dkk. 2007. IPA Terpadu untuk SMP Kelas IX. Jakarta : Penerbit Erlangga

<http://biomika.blogspot.com/2016/09/pembahasan-soal-soal-listrik-statis.html>

<http://guru-ipa-pati.blogspot.com/2012/07/soal-dan-pembahasan-listrik-statis.html>

<http://markasfisika.blogspot.com/2015/09/soal-dan-kunci-jawaban-listrik-statis.html>

<http://markasfisika.blogspot.com/2015/09/fisika-smp-soal-dan-kunci-jawaban-listrik-dinamis.html>



Riwayat Penulis

A. IDENTITAS

1. Nama Lengkap : Drs. Alexander B. Tanggela
2. Tempat/Tgl. Lahir : Sumba Barat Daya 03 Januari 1962
3. Jabatan : Pamong Belajar Madya
4. Agama : Kristen Protestan
5. Alamat Tempat Tinggal : Jl. Salak.RT.20 RW 8
6. Telp./HP : 19620103 199303 1 007
7. E-mail : j.tanggela@yahoo.com

B. TEMPAT BEKERJA

1. Instansi Induk : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
2. Satuan Kerja : Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
3. Unit Kerja : Balai Pengembangan Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat (BP-PAUD dan Dikmas) Nusa Tenggara Timur
4. Alamat Kerja : Jln. Perintis Kemerdekaan Kel. Kayu Putih Kota Kupang

C. RIWAYAT PENDIDIKAN UMUM

- SD Sumba Barat Daya Tahun 1975
- SMP Sumba Barat Daya Tahun 1978
- SMA Sumba Timur, 1981
- Undana Kupang (S1) di Kupang, Tahun 1992

D. RIWAYAT DIKLAT

1. Diklat teknis pamong belajar.
2. TOT peningkatan kompetensi pamong belajar
3. Diklat teknis peningkatan profesional berkelanjutan bagi pamong belajar

E. PENGALAMAN KERJA

1. Pengembangan Model PAUD dan Dikmas
2. Dosen Luar Biasa pada Program Studi Pendidikan Luar Sekolah FKIP Undana Kupang.