

Drs. Yamin Winduono, M.Pd.

LISTRIK DINAMIS

UNTUK GURU SMP

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
untuk Program BERMUTU



Hak Cipta pada PPPPTK IPA
Dilindungi Undang-Undang

LISTRIK DINAMIS

UNTUK GURU SMP

Penulis

Drs. Yamin Winduono, M.Pd.

Penelaah

Wandi Praginda, S.Pd., M.Si.

Desainer Grafis

Irman Yusron, S.Sos., Agus Maulani, A.Md., Dani Suhadi, S.Sos.

Penata Letak/Setter

Tatang Kurniawan, ST

Diterbitkan oleh

**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
untuk Program BERMUTU**

Tahun Cetak

2010

DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	Vi
DAFTAR TABEL	Viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Pengantar	1
B. Tujuan	3
C. Sistematika	3
BAB II KEGIATAN BELAJAR	5
A. Kegiatan Belajar 1: Tegangan dan arus listrik DC	5
1. Pengantar	5
2. Tujuan	6
3. Bahan, alat dan sumber belajar	6
4. Langkah kegiatan	7
5. Bahan bacaan untuk fasilitator dan peserta	9
6. Tugas	20
7. Evaluasi kegiatan belajar 1	20
B. Kegiatan Belajar 2 : Tegangan dan arus listrik AC	22
1. Pengantar	22
2. Tujuan	22
3. Bahan, alat dan sumber belajar	22
4. Langkah kegiatan	23
5. Bahan bacaan untuk fasilitator dan peserta	24
6. Kegiatan Praktikum	30
7. Evaluasi kegiatan belajar 2	32
C. Kegiatan Belajar 3: Energi dan daya listrik	33
1. Pengantar	33
2. Tujuan	34
3. Bahan, alat dan sumber belajar	34
4. Langkah kegiatan	35
5. Bahan bacaan untuk fasilitator dan peserta	36
6. Kegiatan pengamatan	40
7. Evaluasi kegiatan belajar 3	41

BAB III RANGKUMAN	42
DAFTAR PUSTAKA	44

DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 2.1.	Langkah kegiatan belajar 1	7
Gambar 2.2.	Berbagai sumber tegangan listrik DC	10
Gambar 2.3.	Lampu dalam rangkaian tertutup	11
Gambar 2.4.	Rangkaian DC	14
Gambar 2.5.	Arus listrik dalam rangkaian	16
Gambar 2.6.	Langkah kegiatan belajar 2	23
Gambar 2.7.	Listrik AC berubah menjadi listrik DC	25
Gambar 2.8.	Bagan generator AC	28
Gambar 2.9.	Alat dan bahan	30



DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 2.1.	Pengamatan tegangan AC dan DC	31
Tabel 2.2.	Pengamatan peralatan listrik	40

BAB I

PENDAHULUAN

A. Pengantar

Kehidupan modern tidak dapat dipisahkan dari penggunaan energi. Berbagai peralatan yang sifatnya untuk memudahkan pekerjaan manusia terus dikembangkan. Oleh karena itu, upaya pencarian berbagai energi alternatif terus dikembangkan. Kenyataan yang ada sekarang ini manusia masih lebih banyak mengandalkan pada energi minyak bumi dan energi listrik dalam memenuhi kebutuhan energinya. Energi listrik banyak digunakan oleh manusia untuk berbagai keperluan, karena energi listrik dinilai lebih praktis dan mudah dalam penggunaannya. Energi listrik digunakan untuk berbagai keperluan baik di lingkungan kantor maupun di rumah tangga; misalnya digunakan pada : computer, Mesin ATM, pesawat televisi, radio, kulkas, mesin cuci, rice cooker, hingga berbagai mesin di pabrik-pabrik industri.

Dari tahun ke tahun konsumsi energi listrik untuk setiap Negara cenderung terus meningkat. Saat ini banyaknya konsumsi energi listrik dapat dijadikan sebagai salah satu indikasi untuk menilai kemajuan suatu Negara. Semakin besar penggunaan energi listrik disuatu Negara mengindikasikan semakin majulah pulalah Negara tersebut.

Modul ini membahas listrik dinamis yang meliputi listrik bolak balik atau listrik AC (Alternating Current) dan listrik searah atau listrik DC (Direct Current). Modul listrik dinamis merupakan salah satu modul dari 14 modul yang dibuat oleh PPPPTK IPA. Modul ini akan digunakan dalam kegiatan Program BERMUTU (Better Education through Reformed Management and Universal Teacher Upgrading) di kelompok kerja Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) IPA.



Materi listrik merupakan materi yang dianggap sulit baik dalam pemahamannya maupun dalam penyampaiannya kepada siswa. Oleh karena itu pemahaman terhadap materi listrik harus terus ditingkatkan sehingga pembelajaran di kelas menjadi lebih baik lagi.

Ketersediaan modul-modul dalam program BERMUTU menjadi sangat penting karena modul merupakan salah satu bahan kajian yang akan digunakan dalam setiap kegiatan di semua kelompok kerja. Ketersediaan dan kelengkapan modul sebagai salah satu bahan kajian di kelompok kerja sangat penting karena modullah yang akan dapat meningkatkan kompetensi dan profesionalisme guru di negara kita. Selain itu, modul-modul yang digunakan dalam kegiatan di kelompok kerja juga merupakan salah satu komponen yang akan dinilai oleh LPTK setempat yang ditunjuk dan terlibat dalam kegiatan program BERMUTU. Kualitas modul yang dipelajari di dalam kelompok kerja akan mempengaruhi pengakuan angka kredit yang diakui oleh LPTK setempat.

Modul Listrik Dinamis membahas permasalahan-permasalahan yang berkaitan dengan karakteristik listrik bolak balik pada berbagai komponen yaitu meliputi : tegangan dan arus listrik searah (listrik DC), tegangan dan arus listrik bolak-balik (listrik AC), serta Energi dan Daya Listrik.

Pembahasan modul dilengkapi dengan beberapa contoh latihan, dengan harapan peserta akan lebih memahami konsep *Listrik Dinamis* yang dikajinya. Untuk mengetahui daya serap peserta terhadap modul yang telah dipelajarinya, peserta program BERMUTU diminta untuk mengerjakan evaluasi pada pada setiap akhir kegiatan belajar.

Modul-modul yang disusun oleh PPPPTK IPA tentunya termasuk modul *listrik dinamis* akan digunakan pada pelatihan *Provincial Core Team* (PCT). Selanjutnya PCT akan menggunakan modul tersebut pada pelatihan secara berjenjang kepada *District Core Team* (DCT) atau Tim Inti Kabupaten/Kota. Demikian juga DCT akan melatihkannya kepada Tim Inti Kabupaten / Kota akan melatihkannya kepada guru pemandu, yang pada



akhirnya guru pemandu secara langsung melakukan pendampingan kepada guru-guru di setiap kelompok kerja.

Mudah-mudahan setelah mengikuti program BERMUTU seluruh peserta di kelompok kerja diharapkan dapat meningkatkan kompetensi dan profesionalismenya, sehingga pendidikan di negara kita dapat lebih berkembang dan dapat mengejar ketertinggalannya dari negara-negara lain.

Selamat Belajar dan sukses selalu, semoga amanah yang kita emban sebagai pendidik dapat dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab dilembari dengan keikhlasan yang tulus. Semoga kita dapat menghantarkan putra-putri didik dalam menggapai cita-cita yang diinginkannya. Amin.

B. Tujuan

1. Tujuan Umum

Setelah mempelajari uraian materi yang ada dalam modul ini, diharapkan anda dapat menguasai konsep Listrik Dinamis serta mampu mengimplementasikannya dalam pembelajaran di kelas.

2. Tujuan Khusus

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan Anda dapat:

- a. Mendeskripsikan pengertian listrik
- b. Mendeskripsikan pengertian listrik DC
- c. Mendeskripsikan pengertian listrik AC
- d. Mendeskripsikan energi dan daya listrik

C. Sistematika

Modul ini terdiri atas empat bagian, yaitu : I. Pendahuluan berisikan pengantar tentang alasan penulisan modul, tujuan umum dan khusus, dan sistematika pembahasan modul, II. Kegiatan Belajar 2 berisikan pengantar, indikator, alur pembelajaran, strategi pembelajaran tegangan dan arus listrik DC, pembahasan materi tegangan dan arus listrik AC, dan evaluasi kegiatan belajar 2. III. Kegiatan Belajar 3 berisikan pengantar, indikator, alur pembelajaran, strategi pembelajaran



tegangan dan arus listrik AC, pembahasan materi tegangan dan arus listrik AC, dan evaluasi kegiatan belajar 2. IV. Kegiatan Belajar 3 berisikan pengantar, indikator, alur pembelajaran, strategi pembelajaran Energi dan Daya Listrik, pembahasan materi Energi dan Daya Listrik, dan evaluasi kegiatan belajar 3.

BAB II

KEGIATAN BELAJAR

A. Kegiatan Belajar 1 : Tegangan dan Arus listrik DC

1. Pengantar

Materi listrik merupakan salah satu materi yang dinilai sulit untuk diajarkan dan sulit pula difahami oleh guru. Siswa khususnya tidak dapat membayangkan bagaimana terjadinya aliran listrik dalam suatu rangkaian? Mengapa lampu dalam rangkaian dapat menyala? Apa bedanya listrik DC dengan listrik AC? Pertanyaan-pertanyaan seperti diantaranya yang mencerminkan betapa sulitnya materi listrik untuk difahami. Padahal jika kita cermati dengan baik, listrik sebenarnya sangat dekat dengan kehidupan manusia. Manusia banyak memanfaatkan listrik untuk berbagai keperluan dalam kehidupannya. Listrik telah banyak berjasa meringankan beban kerja manusia sehingga menjadi lebih mudah.

Listrik erat kaitannya dengan muatan elektron. Elektron dalam suatu penghantar ada yang mudah mengalir; tetapi ada juga yang sulit mengalir. Berdasarkan cara mengalirnya listrik dapat dibedakan menjadi listrik statis dan listrik dinamis. Listrik statis lebih banyak membicarakan medan konstan atau tetap yang ditimbulkan oleh muatan listrik sedangkan listrik dinamis membicarakan muatan yang mengalir. Listrik dinamis dapat dibedakan menjadi listrik searah atau listrik DC (*Direct Current*) dan listrik bolak-balik atau listrik AC (*Alternating Current*). Listrik DC atau listrik searah adalah listrik yang arusnya tetap; sedangkan listrik AC adalah listrik yang arusnya secara periodik berubah dalam besar maupun arahnya.



2. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini diharapkan pe serta dapat:

1. Menyebutkan jenis-jenis listrik
2. Mendeskripsikan pengertian arus listrik
3. Menjelaskan hukum ohm
4. Menentukan nilai hambatan pengganti dalam suatu rangkaian
5. Menjelaskan hukum kirchhoff

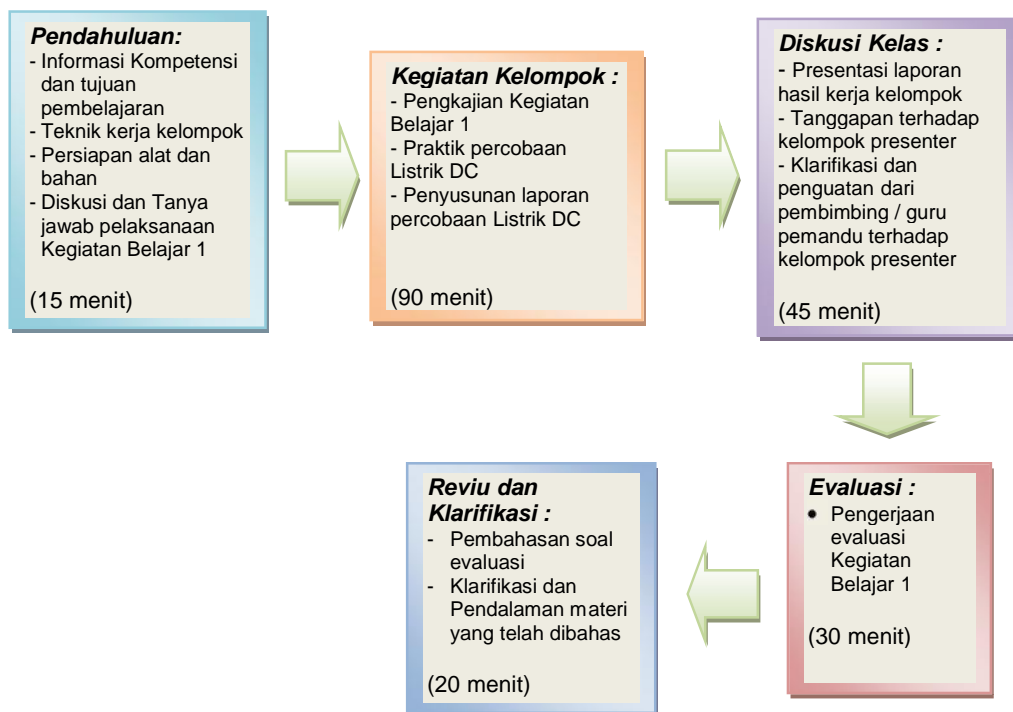
3. Bahan, Alat, dan Sumber Belajar

Dalam pembahasan materi tegangan dan arus listrik DC diperlukan beberapa bahan, alat, dan sumber belajar sebagai berikut.

- a. Ohmmeter*
- b. Kit listrik SMP*
- c. Hambatan tetap*
- d. batere*
- e. kabel*
- f. Power supply*
- g. Hambatan geser*



4. Langkah Kegiatan



Gambar 2.1. Langkah kegiatan belajar 1

Strategi Pembelajaran Tegangan dan Arus Listrik DC

Pendahuluan (15 menit)

Di awal pertemuan Guru pemandu menginformasikan kompetensi dan tujuan pembelajaran pada kegiatan belajar 1, selanjutnya guru pemandu menjelaskan teknik kerja kelompok serta persiapan alat bahan yang harus disiapkan untuk menunjang kegiatan belajar 1. Guru pemandu memberi kesempatan kepada peserta untuk bertanya atau berdiskusi, jika ada hal-hal yang belum jelas atau belum disepakati untuk pelaksanaan kegiatan belajar 1.

**Kegiatan Kelompok (90 menit)**

Pada kegiatan kelompok, guru pemandu meminta peserta untuk mengkaji kegiatan belajar 1 secara berkelompok; selanjutnya setiap kelompok melakukan percobaan sesuai dengan panduan praktikum yang ada dalam kegiatan belajar 1. Guru pemandu berkeliling untuk memberikan bimbingan kepada setiap kelompok pada saat melaksanakan kegiatan praktikum. Hasil pengkajian kegiatan belajar 1 dari setiap kelompok dibuat dalam bentuk rangkuman materi dan laporan praktikum.

Diskusi Kelas (45 menit)

Setelah waktu pengkajian selesai, peserta secara bergiliran mempresentasikan hasil kerjanya untuk ditanggapi oleh kelompok lain. Tanggapan hendaknya berupa perbaikan atau melengkapi hal-hal yang dibahas oleh kelompok *presenter*. Pada akhir presentasi dari dari setiap kelompok, guru pemandu memberikan klarifikasi dan penguatan sehingga materi kajian dapat dipahami oleh seluruh peserta.

Evaluasi (30 menit)

Semua peserta secara serentak mengerjakan evaluasi kegiatan belajar 1; setelah seluruh peserta menyelesaikan seluruh evaluasi sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan, peserta kemudian menyerahkan hasil kerjanya kepada guru pemandu untuk diperiksa. Guru pemandu menyerahkan hasil evaluasi kegiatan belajar 1 pada pertemuan berikutnya.

Reviu dan Klarifikasi (20 menit)

Guru pemandu meminta beberapa orang peserta untuk mengerjakan di papan tulis evaluasi kegiatan belajar 1 yang dianggap sulit. Jika ada kesulitan dan pertanyaan yang belum jelas, guru pemandu memberikan klarifikasi sekaligus memberikan pendalaman materi untuk kegiatan belajar 1.



5. Bahan Bacaan untuk Fasilitator dan Peserta

Atom terdiri atas inti atom yang senantiasa dikelilingi oleh elektron -elektron yang berputar di kulitnya. Inti atom tersusun atas proton dan neutron. Proton dan neutron cenderung sulit berpindah; sedangkan elektron lebih mudah bergerak atau berpindah. Adanya perpindahan elektron antar atom dalam sebuah penghantar dapat menyebabkan adanya aliran listrik. Gejala -gejala aliran listrik dalam suatu penghantar dipelajari dalam listrik dinamis. Listrik dinamis adalah listrik yang dapat mengalir dalam suatu penghantar. Listrik dinamis dapat dibedakan menjadi listrik searah atau listrik DC dan listrik bolak -balik atau listrik AC. Listrik DC atau listrik searah adalah listrik yang arusnya tetap; sedangkan listrik AC adalah listrik yang arusnya secara periodik berubah dalam besar maupun arahnya.

a. Arus Listrik

Menyatakan banyaknya muatan listrik yang mengalir dalam suatu penghantar tiap satuan waktu. Arus listrik menjadi semakin besar jika jumlah muatan listrik yang mengalir persatuan waktunya menjadi semakin banyak; sebaliknya arus listrik menjadi kecil jika jumlah muatan listrik yang mengalir persatuan waktunya menjadi semakin sedikit.

Besarnya muatan listrik yang mengalir dalam suatu penghantar secara matematis dinyatakan dengan :

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (1)$$

Dimana :

I	= kuat arus listrik	(ampere)
ΔQ	= jumlah muatan	(coulomb)
Δt	= waktu	(detik)



Contoh :

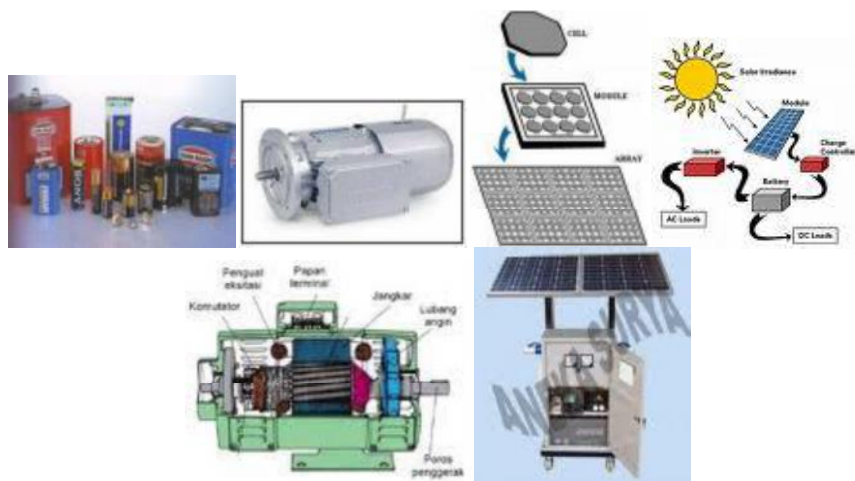
Selama 5 menit dalam suatu kawat penghantar mengalir 45 C. Tentukan besar kuat arus listrik yang mengalir dalam kawat penghantar tersebut!

Jawab :

$$\begin{aligned} i &= q/t \text{ (equation oleh setter)} \\ &= 45 \text{ C}/300 \text{ s} \\ &= 0,15 \text{ A} \end{aligned}$$

b. Sumber Tegangan Listrik DC

Sumber tegangan listrik DC dapat berasal dari batere, akumulator, generator DC, sel surya, dan sumber lainnya seperti gambar berikut ini.

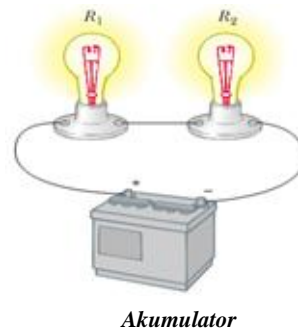


Gambar 2.2. Berbagai sumber tegangan listrik DC

Jika kutub positif dan kutub negatifnya dari suatu sumber tegangan listrik DC saling dihubungkan dengan menggunakan kabel atau penghantar, maka dalam kabel atau penghantar tersebut akan mengalir arus listrik. Arus listrik dapat mengalir karena adanya perbedaan potensial pada kedua kutub sumber tegangan. Arus listrik DC baru akan mengalir jika ada bagian yang berpotensi positif dan ada bagian lain yang berpotensi negatif yang saling dihubungkan.



Tentunya arus listrik tidak dapat dilihat secara langsung; tetapi i adanya arus listrik dapat ditunjukkan dengan menyalnya bola lampu yang dipasang pada rangkaian seperti pada Gambar 4. Jika kutub-kutub akumulator sebagai sumber tegangan listrik DC dihubungkan dengan kabel, ternyata lampu menjadi menyala. Hal ini sebagai bukti bahwa dalam lampu mengalir arus listrik. Arus listrik yang dihasilkan oleh akumulator sifatnya tetap; oleh karena itu listrik DC dinamakan juga listrik searah.



Gambar 2.3. Lampu dalam rangkaian tertutup

c. Hambatan Suatu Penghantar

Nilai suatu hambatan suatu penghantar bergantung pada panjangnya, luas penampang, dan hambat jenis dari bahan penghantar yang digunakan.

Secara matematis nilai suatu hambatan dinyatakan dengan persamaan :

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (2)$$

Dimana :

R = hambatan (ohm = Ω)

ρ = hambatan jenis (ohm.m)

l = panjang penghantar (m)

A = luas penampang (m^2)



Jika suatu penghantar mengalami perubahan suhu, adanya perubahan suhu akan mempengaruhi nilai hambatan dari penghantar tersebut. Besarnya nilai hambatan dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$R_t = R_o (1 \pm \alpha \Delta t) \quad (3)$$

Dimana :

R_t = Hambatan pada suhu ke-t (ohm)

R_o = Hambatan pada suhu awal (ohm)

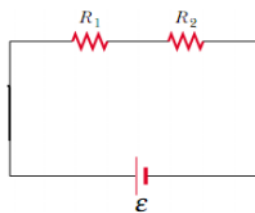
α = koefisien muai panjang kawat (K^{-1})

Δt = pertambahan suhu (K)

d. Hambatan Pengganti

Beberapa hambatan yang ada dalam suatu rangkaian dapat dianggap sebagai satu hambatan saja. Hambatan yang mewakili seluruh hambatan dalam rangkaian tersebut dinamakan hambatan pengganti.

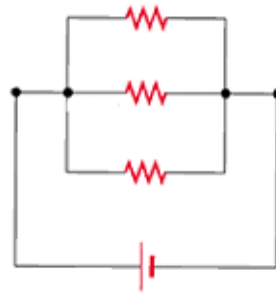
Perhatikan beberapa buah hambatan yang dihubungkan secara seri seperti gambar di bawah ini



Nilai hambatan penggantinya dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (4)$$

Sedangkan untuk beberapa buah hambatan yang dihubungkan secara paralel seperti gambar di bawah ini



(simbol R1 s/d Rn Belum ada) tambahkan oleh seter

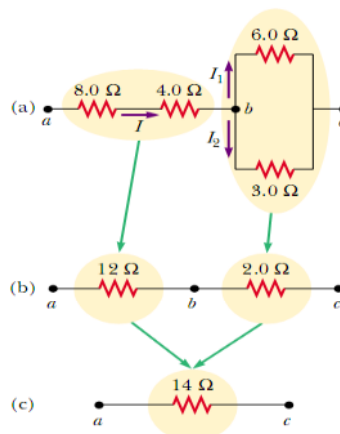
Nilai hambatan penggantinya dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n \quad (5)$$

Untuk rangkaian yang didalamnya terdiri atas hambatan-hambatan yang disusun secara seri dan paralel, maka untuk menentukan hambatan penggantinya harus menggunakan kedua persamaan hambatan pengganti.

Contoh :

Perhatikan gambar susunan hambatan dan cara menentukan nilai hambatan penggantinya di bawah ini !



Untuk menentukan nilai hambatan pengganti total dari keempat hambatan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

Langkah (a)

Tentukan nilai hambatan pengganti untuk hambatan -hambatan 8 ohm dan 4 ohm. Karena dipasang seri, gunakan persamaan 4 sehingga diperoleh nilai hambatan pengganti sebesar 12 ohm. Selanjutnya kita tentukan nilai



hambatan pengganti untuk hambatan-hambatan 6 ohm dan 3 ohm. Karena dipasang paralel, gunakan persamaan 5 sehingga diperoleh nilai hambatan pengganti sebesar adalah 2 ohm.

Langkah (b)

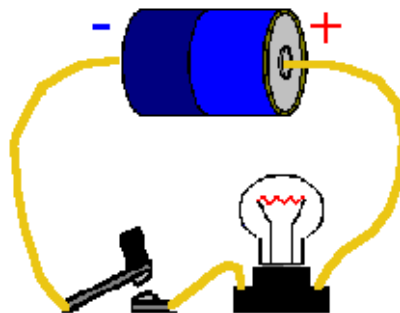
Tentukan hambatan pengganti total dari hambatan pengganti 12 ohm dan 2 ohm. Karena kedua hambatan pengganti tersebut hubungannya seri, gunakan persamaan 4 sehingga diperoleh nilai hambatan pengganti sebesar 14 ohm.

Langkah (c)

Hambatan pengganti total yang nilainya 14 ohm tersebut merupakan hambatan pengganti untuk seluruh hambatan.

e. Hukum Ohm

Untuk memudahkan pemahaman terhadap Hukum Ohm, kita dapat membuat rangkaian yang terdiri atas batere, bola lampu, dan kabel, seperti gambar 2.4.



Gambar 2.4 : Rangkaian DC

Ternyata pada saat saklar ditekan, lampu menjadi menyala. Menyalnya lampu karena dalam rangkaian mengalir arus listrik. Terang redupnya nyala lampu ternyata dipengaruhi oleh banyaknya batere yang dipasang dalam rangkaian. Jika jumlah batere ditambah, nyala lampu akan menjadi semakin terang; sebaliknya jika jumlah baterenya sedikit, nyala lampunya akan



menjadi redup. Dengan kata lain dalam rangkaian tertutup, kuat arus listrik yang mengalir bergantung pada banyak-sedikitnya batere atau sumber tegangan. Semakin besar tegangan listrik dari batere, semakin besar kuat arus listrik yang mengalir.

Georg Simon Ohm (1787-1854), berdasarkan penelitiannya menemukan hubungan antara sumber tegangan dan kuat arus listrik. Ohm me nyatakan bahwa :

“Kuat arus listrik yang mengalir pada suatu penghantar berbanding lurus dengan besarnya beda potensial (tegangan) pada ujung-ujung penghantar”.

Pernyataan Ohm tersebut dikenal sebagai Hukum Ohm yang digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut

Tambah grafik

Dari grafik tersebut kita dapat membuat hubungan antara besarnya tegangan dan kuat arus yang mengalir dalam rangkaian tersebut sebagai berikut :

$$V \propto i \quad (6)$$

Secara matematis hukum Ohm dapat di nyatakan menjadi :

$$V = i \cdot R \quad (7)$$

Dimana :

i = kuat arus listrik (Ampere)

V = tegangan listrik (volt)

R = hambatan (ohm = Ω)



Contoh Soal:

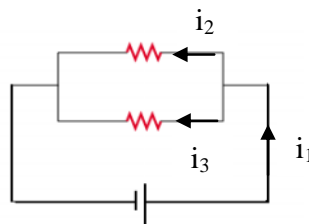
Dalam suatu penghantar mengalir arus listrik sebesar 2 A, jika hambatan penghantar adalah 5 Ω , berapakah tegangan pada ujung-ujung kawat penghantar tersebut !

Jawab :

$$\begin{aligned} V &= I.R \\ &= 2A . 5 \Omega \\ &= 10 \text{ Volt} \end{aligned}$$

f. Hukum I Kirchoff

Jika kita membuat rangkaian tertutup yang memiliki percabangan, ternyata besarnya arus listrik yang menuju titik percabangan sama dengan besarnya arus listrik yang meninggalkan percabangan tersebut. Pernyataan tersebut dapat dibuktikan dengan mudah dengan cara memasang amperemeter sebelum arus memasuki percabangan, serta amperemeter lainnya setelah arus listrik meninggalkan setiap percabangan. Besarnya arus listrik yang menuju percabangan dan jumlah arus listrik pada setiap percabangan tergantung pada nilai hambatannya masing-masing. Jika nilai hambatan pada cabang tersebut besar, maka arus listrik yang melalui cabang tersebut kecil; sebaliknya jika hambatannya kecil maka arus listrik yang melalui cabang tersebut menjadi besar.



Gambar 2.5. Arus listrik dalam rangkaian



Menurut hukum I Kirchhoff yang berbunyi:

“Jumlah kuat arus listrik yang melalui satu titik percabangan sama dengan jumlah kuat arus listrik yang meninggalkan titik percabangan tersebut”.

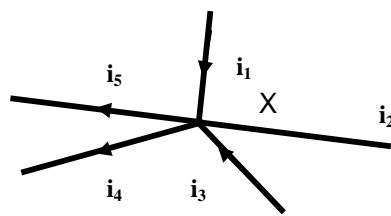
Secara matematis Hukum I Kirchhoff dapat dinyatakan dengan:

$$\sum I_{\text{masuk}} = \sum I_{\text{keluar}} \quad (8)$$

\sum dibaca ‘sigma’ artinya jumlah

Contoh :

Perhatikan gambar di bawah ini !



Jika i_1 , i_3 , i_4 , dan i_5 masing-masing besarnya adalah 6 A, 9 A, 3 A, dan 7 A; berdasarkan gambar tersebut, tentukan :

- Bentuk persamaannya
- Nilai i_2
- Arah i_2

Jawab :

$$\begin{aligned} \text{a. } i_2 &= i_1 + i_3 - (i_4 + i_5) \\ \text{b. } i_2 &= (i_1 + i_3) - (i_4 + i_5) \\ i_2 &= (6 \text{ A} + 9 \text{ A}) - (3 \text{ A} + 7 \text{ A}) \\ i_2 &= (15 \text{ A}) - (10 \text{ A}) \\ i_2 &= 5 \text{ A} \end{aligned}$$

Arah i_2 meninggalkan percabangan X karena arus yang masuk ke percabangan nilainya lebih besar daripada arus yang keluar.

**g. Hukum II Kirchoff**

Hukum II Kirchoff berbunyi :

“Jumlah gaya gerak listrik (GGL) dan penurunan tegangan da lam suatu rangkaian tertutup sama dengan nol.”

Secara matematis hukum II Kirchoff dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$\Sigma E = \Sigma I \cdot R \quad (9)$$

Contoh Soal :

Dua buah hambatan, 3 ohm dan 6 ohm dirangkai secara paralel, dihubungkan dengan sumber tegangan 12 volt. Tentukan besar :

- 1) hambatan penggantinya
- 2) arus yang mengalir pada rangkaian.
- 3) tegangan masing-masing hambatan
- 4) arus pada masing-masing hambatan

Jawab :

- 1) Hambatan pengganti R_1 dan R_2 yang disusun secara paralel adalah:

$$\begin{aligned} 1/R_p &= 1/R_1 + 1/R_2 \\ &= 1/3 + 1/6 \\ &= 2/6 + 1/6 \\ &= 3/6 \end{aligned}$$

$$R_p = 6/3 \quad \Rightarrow \quad R_p = 2 \text{ ohm}$$

- 2) $I_{\text{total}} = V_{\text{total}}/R_{\text{total}}$

$$= 12/2 \quad \Rightarrow \quad I_{\text{total}} = 6 \text{ A}$$



- 3) Karena paralel maka, tegangan tiap hambatan sama dengan tegangan totalnya. Sehingga :

$$V_1 = V_2 = V_{\text{total}} = 12 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} 4) \quad I_1 &= V_1/R_1 \\ &= 12/3 \quad I_1 = 4 \text{ A} \\ I_2 &= V_2/R_2 \\ &= 12/6 \quad I_2 = 2 \text{ A} \end{aligned}$$

h. Kegiatan Praktikum

a. Permasalahan

Anto, Ali, dan Hermin telah memahami Hukum Ohm yang diajarkan oleh Bu Trina. Jika tegangan dalam suatu rangkaian diperbesar maka akan diikuti pula dengan kenaikan kuat arus listrik. Bagi mereka jika hanya sekedar mencari nilai hambatan tidak menjadi masalah lagi sebab telah banyak soal yang berkaitan dengan hal tersebut telah dapat dikerjakan dengan baik. Mereka berpikir keterampilan mengerjakan soal harus diimbangi pula dengan keterampilan dalam menggunakan alat. Oleh karena itu mereka ingin melakukan penyelidikan pengaruh perubahan tegangan dan kuat arus listrik terhadap nilai suatu hambatan dalam suatu rangkaian. Karena mereka jarang melakukan kegiatan praktikum, mereka meminta tolong kepada anda untuk membantunya.

a. Bantuan yang diperlukan :

- 1) Persiapan alat bahan yang diperlukan dalam praktikum
- 2) Buatlah rangkaian yang akan digunakan
- 3) Tulislah langkah-langkah kegiatan praktikum
- 4) Buatlah tabel pengamatannya
- 5) Tulislah kesimpulan dari kegiatan praktikum



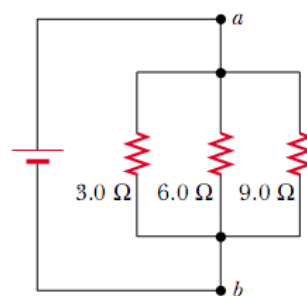
Tentunya Anto, Ali, dan Hermin akan sangat berterima kasih jika anda dapat menolong mereka.

6. Tugas

- 1) Buatlah satu kegiatan praktikum “berbasis permasalahan” untuk materi bahasan lainnya pada kegiatan belajar 1.
- 2) Presentasikan kegiatan praktikum yang telah anda buat; mintalah masukkan dari kelompok lain.

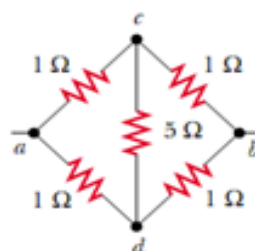
7. Evaluasi Kegiatan Belajar 1

1. Perhatikan gambar di bawah ini!



Jika nilai hambatan batere yang besarnya 0,5 ohm diperhitungkan, berapakah nilai hambatan total dari rangkaian tersebut?

2. Hitung hambatan pengganti untuk susunan hambatan seperti gambar di bawah ini!





3. Tiga buah hambatan masing-masing besarnya, 4 ohm, 3 ohm, dan 6 ohm dirangkai secara paralel. Jika tegangan yang masuk ke dalam rangkaian adalah 12 volt, tentukan :
 - a. hambatan pengganti
 - b. arus yang mengalir pada rangkaian.
 - c. tegangan masing-masing hambatan
 - d. arus pada masing-masing hambatan

4. Dalam sebuah kawat penghantar mengalir muatan listrik 720 coulomb. Jika waktu yang diperlukan muatan listrik tersebut adalah 1 menit, berapakah kuat arus listrik yang mengalir dalam penghantar tersebut ?

5. Arus listrik 400 mA mengalir pada suatu penghantar. Jika beda potensial antara ujung kawat 40 V, carilah hambatan listrik kawat tersebut!



B. Kegiatan Belajar 2 :Tegangan dan Arus listrik AC

1. Pengantar

Listrik AC atau listrik bolak-balik dinilai lebih praktis dalam penggunaannya jika dibandingkan dengan listrik DC atau listrik searah. Listrik AC (*Alternating Current*) atau listrik bolak balik adalah listrik yang arusnya secara periodik berubah dalam besar maupun arahnya. Listrik AC dihasilkan oleh sumber penghasil GGL yaitu generator AC. Generator AC digerakan oleh air melalui pipa pesat. Pipa pesat yang terdapat di PLTA Saguling memiliki diameter 4 meter. Generator AC tidak hanya digerakan oleh air, tetapi dapat juga digerakan oleh angin, atau uap panas bumi (PLTU).

2. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini diharapkan peserta dapat:

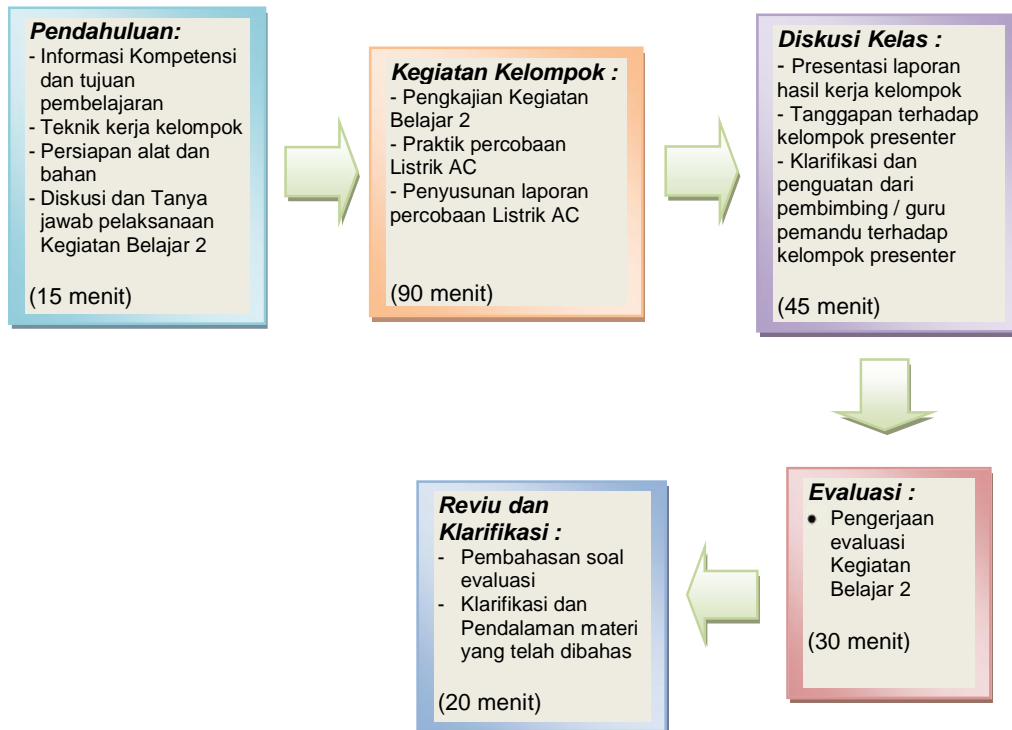
1. Mendeskripsikan pengertian listrik AC
2. Menjelaskan hukum ohm
3. Menentukan nilai hambatan pengganti dalam suatu rangkaian
4. Menjelaskan hukum kirchhoff

3. Bahan, Alat, dan Sumber Belajar

- | | |
|---------------------|------------|
| a. Osiloskop | 1 buah |
| b. Batu batere | 4 buah |
| c. Power Supply | 1 buah |
| d. Kabel penghubung | secukupnya |
| e. Papan rangkaian | 1 buah |
| f. Dudukan batere | 4 buah |
| g. Hambatan geser | 4 buah |



4 Langkah Kegiatan



Gambar 2.6. Langkah kegiatan belajar 2

Strategi Pembelajaran Tegangan dan Arus Listrik AC

Pendahuluan (15 menit)

Di awal pertemuan Guru pemandu menginformasikan kompetensi dan tujuan pembelajaran pada kegiatan belajar 2, selanjutnya guru pemandu menjelaskan teknik kerja kelompok serta persiapan alat bahan yang harus disiapkan untuk menunjang kegiatan belajar 2. Guru pemandu memberi kesempatan kepada peserta untuk bertanya atau berdiskusi, jika ada hal-hal yang belum jelas atau belum disepakati untuk pelaksanaan kegiatan belajar 2.

Kegiatan Kelompok (90 menit)

Pada kegiatan kelompok, guru pemandu meminta peserta untuk mengkaji kegiatan belajar 2 secara berkelompok; selanjutnya setiap kelompok melakukan



percobaan sesuai dengan panduan praktikum yang ada dalam kegiatan belajar 2. Guru pemandu berkeliling untuk memberikan bimbingan kepada setiap kelompok pada saat melaksanakan kegiatan praktikum. Hasil pengkajian kegiatan belajar 2 dari setiap kelompok dibuat dalam bentuk rangkuman materi dan laporan praktikum.

Diskusi Kelas (45 menit)

Setelah waktu pengkajian selesai, peserta secara bergiliran mempresentasikan hasil kerjanya untuk ditanggapi oleh kelompok lain. Tanggapan hendaknya berupa perbaikan atau melengkapi hal-hal yang dibahas oleh kelompok presenter. Pada akhir presentasi dari dari setiap kelompok, guru pemandu memberikan klarifikasi dan penguatan sehingga materi kajian dapat dipahami oleh seluruh peserta.

Evaluasi (30 menit)

Semua peserta secara serentak mengerjakan evaluasi kegiatan belajar 2; setelah seluruh peserta menyelesaikan seluruh evaluasi sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan, peserta kemudian menyerahkan hasil kerjanya kepada guru pemandu untuk diperiksa. Guru pemandu menyerahkan hasil evaluasi kegiatan belajar 2 pada pertemuan berikutnya.

Reviu dan Klarifikasi (20 menit)

Guru pemandu meminta beberapa orang peserta untuk mengerjakan di papan tulis evaluasi kegiatan belajar 2 yang dianggap sulit. Jika ada kesulitan dan pertanyaan yang belum jelas, guru pemandu memberikan klarifikasi sekaligus memberikan pendalaman materi untuk kegiatan belajar 2.

5. Bahan Bacaan untuk Fasilitator dan Peserta

Listrik bolak-balik atau dinamakan juga listrik AC, banyak banyak dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari. Di Negara kita kebutuhan konsumen terhadap listrik AC dipenuhi oleh PLN. Listrik AC di dalam rumah tangga digunakan sebagai sumber listrik untuk penerangan rumah dan

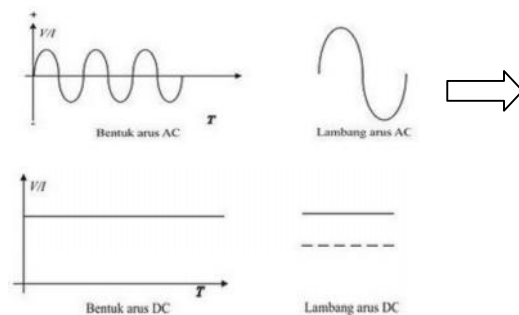


keperluan rumah tangga lainnya misalnya untuk TV, radio, mesin cuci, kulkas, computer, *rice cooker*, kipas angin, setrika, dan lain-lain.

Listrik bolak-balik atau listrik AC dihasilkan oleh generator Arus Bolak-balik. Standarisasi tegangan yang dihasilkan oleh generator arus bolak-balik untuk konsumsi rumah tangga di Negara kita adalah 110 V atau 220 V pada frekuensi 50 Hz. Bentuk pulsa arus listrik bolak-balik atau listrik AC berubah-ubah secara periodik baik besar maupun arahnya.

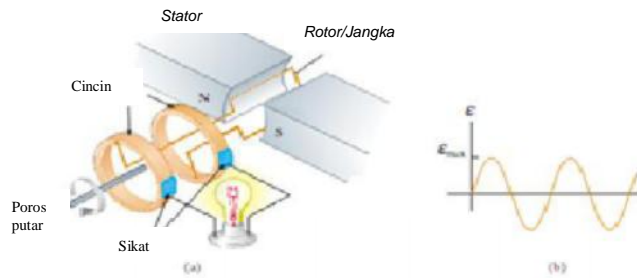
a. Bentuk Tegangan Listrik AC dan Listrik DC

Kita dapat mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus listrik searah atau listrik DC dengan menggunakan adaptor atau *power supply*. Bentuk perubahan arus listrik bolak-balik (AC) menjadi arus listrik searah (DC) ditunjukkan seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 2.7 Listrik AC berubah menjadi Listrik DC

Arus listrik bolak-balik atau listrik AC terbentuk karena di dalam generator AC terjadi perubahan medan magnet yang sifatnya kontinu atau terus menerus di dalam kumparan. Generator AC adalah sumber tegangan bolak-balik, mempunyai bagian yang tetap disebut Stator dan bagian berputar disebut Rotor.



Gambar 2.8. Bagan Generator AC

b. GGL dan Arus Induksi

Besarnya GGL induksi elektromagnetik dalam generator AC dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\max} \sin \omega_t \tag{10}$$

$$I = I_{\max} \sin \omega_t \tag{11}$$

Dimana :

\mathcal{E} = tegangan sesaat, (volt)

I = arus sesaat, (ampere)

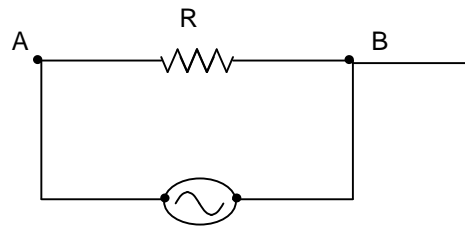
ω_t = sudut fase

$$\omega = 2\pi f$$

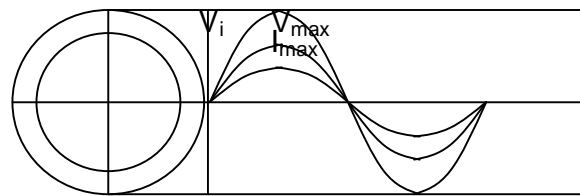
f = frekuensi (hertz)

Arus listrik AC bersifat sinusoida, oleh karena itu dinamakan arus bolak-balik. Sudut fase tegangan V_r dan kuat arus I_r selalu sama, artinya setiap saat kedudukan sudut-sudut fase (ω_t) dari V_r dan I_r selalu sama. Besaran sinusoida dari kuat arus dan tegangan dapat dinyatakan dengan fasor. Fasor (fase & vektor) adalah garis berarah semacam vektor yang berputar pada pangkalnya dengan kecepatan sudut tetap. Proyeksi fasor pada sumber vertikal, meng atakan harga sesaat dari besaran yang bersangkutan.

$$\begin{matrix} V_R = V_{\max} \sin \omega_t \\ I_R = I_{\max} \sin \omega_t \end{matrix} \tag{12}$$



(a)



(b)

Fasor digunakan untuk memudahkan perhitungan penjumlahan dan perkalian pada rangkaian dalam arus bolak-balik yang sinusoidal dan merupakan efektif dari besaran tersebut. Pada $t = \frac{1}{4} T$, kuat arus dan tegangan mencapai maksimum.

Kuat arus dan tegangan sesaat yaitu kuat arus dan tegangan yang dicapai pada saat t dengan persamaan : $I(t) = I_{\max} \sin \omega t$

$$V(t) = V_{\max} \sin \omega t$$

Nilai tersebut akan mencapai maksimum jika:

$$\sin \omega t = 1 \text{ atau untuk } \omega t = \pi/2 = 2 k \pi$$

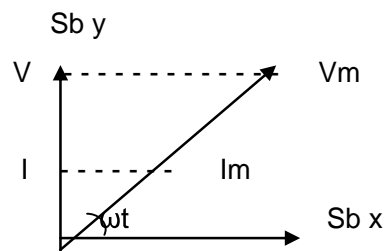
Tegangan puncak ke puncak adalah beda tegangan maksimum dengan tegangan minimum. Pada rangkaian arus bolak-balik dapat terjadi perbedaan fase arus dan tegangan. Sumber tegangan bolak-balik jika dihubungkan dengan ujung-ujung "beban", maka pada beban itu akan timbul arus listrik. Yang dimaksud dengan beban disini adalah Resistor, Induktor, dan Kapasitor.



Panjang fasor menyatakan nilai maksimum dari tegangan dan kuat arus bolak-balik yaitu V_m dan I_m . Proyeksi fasor pada sumbu (sb) y menyatakan nilai sesaat dari tegangan dan kuat arus bolak-balik yaitu :

$$V = V_{\max} \sin \omega t$$

$$I = I_{\max} \sin \omega t$$



c. Harga Efektif

Seperti telah kita ketahui, tegangan dan arus pada listrik bolak-balik atau listrik AC selalu berubah secara periodik. Untuk memudahkan dalam keperluan praktis, harus dianggap arus dan tegangan pada listrik bolak-balik yang dianggap tetap; harga seperti itulah yang dimaksud dengan harga efektif. Jadi, harga efektif arus listrik bolak-balik adalah kuat arus listrik yang dianggap setara dengan arus yang menghasilkan jumlah kalor yang sama ketika melalui suatu penghantar dalam waktu yang sama.

Kuat arus efektif dinyatakan :

$$I_{\text{ef}} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} \quad \text{atau} \quad I_{\text{ef}} = 0,707 I_{\max}$$

Tegangan listrik efektif dinyatakan :

$$V_{\text{ef}} = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}} \quad \text{atau} \quad V_{\text{ef}} = 0,707 V_{\max}$$

Ingat:

Penunjukkan ampermeter, voltmeter yang dipakai pada pengukuran arus bolak-balik menunjukkan harga efektif.



Contoh

Jala-jala listrik yang nilai hambatannya 1000 ohm mempunyai beda tegangan 230 volt.

Tentukan :

- a. tegangan maksimum
- b. arus listrik efektif
- c. arus maksimum

Jawab :

$$\text{a. } v_{\text{ef}} = \frac{v_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \quad \text{atau} \quad v_{\text{max}} = v_{\text{ef}} \sqrt{2}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} v_{\text{max}} &= 230 \sqrt{2} \\ v_{\text{max}} &= 230 \cdot 1,4 \\ v_{\text{max}} &= 322 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{a. } i_{\text{ef}} &= v_{\text{ef}}/R \\ &= 230/1000 \end{aligned}$$

$$i_{\text{ef}} = 0,23 \text{ ampere}$$

$$\text{c. } I_{\text{ef}} = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \quad \text{atau} \quad I_{\text{max}} = I_{\text{ef}} \cdot \sqrt{2}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} I_{\text{max}} &= 0,23 \cdot \sqrt{2} \\ I_{\text{max}} &= 0,32 \text{ ampere} \end{aligned}$$



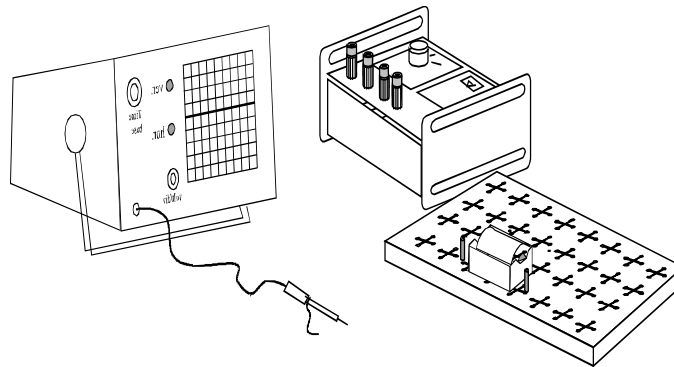
6. Kegiatan Praktikum

1) PENGANTAR

Batere cenderung akan mempertahankan nilai tegangan pada potensial yang tetap. Berbeda dengan listrik bolak-balik atau listrik AC (Alternating Current) nilai tegangannya setiap saat berubah secara periodik. Listrik AC secara berulang potensial berubah dari positif ke potensial negatif dan terjadi secara terus menerus. Pada percobaan ini anda diminta untuk menyelidiki dan menggambar bentuk pola tegangan DC dan AC.

2) Alat dan bahan

Osiloskop	1 buah
Batu batere	4 buah
Power Supply	1 buah
Kabel penghubung	secukupnya
Papan rangkaian	1 buah
Dudukan batere	4 buah
Hambatan geser	4 buah



Gambar 2.9 Alat dan Bahan

3) Langkah Kegiatan

- Siapkan semua peralatan seperti dalam daftar
- Hubungkan Osiloskop dengan tegangan yang sesuai; kemudian nyalakan osiloskop dengan cara menekan tombol power.
- Lakukan kalibrasi dengan sumber tegangan internal osiloskop yang bertuliskan "CAL" dengan cara menempelkan probe atau pelacak ke



terminal kemudian atur ujung tombol “volt/div” pada posisi skala 1 volt/div.

- d) Atur tombol “volt/div” osiloskop pada skala 1 volt/div dan pewaktu dasar “time base” 1 milisekon (1mS)
- e) Atur tombol “vertical” dan “horizontal” sehingga diperoleh berkas garis cahaya osiloskop tepat berada di tengah.
- f) Tempelkan probe atau pelacak osiloskop pada kutub positif ke kutub negatif batere. Gambarkan pola berkas cahaya yang terlihat pada layar osiloskop.
- g) Lakukan hal yang sama untuk tegangan DC atau AC dari power supply. Misalnya untuk tegangan 3 volt.
- h) Lakukan pula untuk tegangan AC dan DC yang lainnya.
- i) Tentukan nilai tegangannya sesuai dengan gambarkan pola berkas cahaya yang dibentuk oleh osiloskop.

Tabel 2.1. Pengamatan Tegangan AC dan DC

Tegangan Batere (Power Supply)	Bentuk pola tegangan keluaran DC (Power Supply)	Besar tegangan terukur
3 volt (Betere)		
3 Volt DC (PS)		
3 Volt DC (PS)		
6 Volt DC (PS)		
6 Volt DC (PS)		



Tegangan Batere (Power Supply)	Bentuk pola tegangan keluaran DC (Power Supply)	Besar tegangan terukur
9 Volt DC (PS)		
9 Volt DC (PS)		

7. Evaluasi Kegiatan Belajar 2

- a. Jala-jala listrik yang nilai hambatannya 1000 ohm dipasang pada tegangan 220 volt .

Tentukan :

- Tegangan maksimum
- Arus efektif
- Arus maksimum

- b. Sumber tegangan bolak-balik $V = 220 \sin 120 \pi t$ dihubungkan dengan sebuah resistor yang mempunyai hambatan 20Ω .

Berapakah besar penunjukkan jarum amperemeter AC yang dipasang seri dengan Resistor?

3. Tegangan maksimum yang dapat mengalir dalam suatu penghantar adalah 322 volt. Tentukan tegangan efektifnya!

4. Dua buah hambatan yang masing-masing nilainya 100 ohm secara bergantian dihubungkan secara seri dan paralel. Setiap hambatan susunan hambatan kemudian secara bergantian dihubungkan dengan batere yang tegangannya 24 volt.

Tentukan :

- Hambatan pengganti untuk setiap rangkaian
- Kuat arus listrik pada setiap rangkaian



5. Tentukan nilai hambatan dan arus puncak pengering rambut yang dayanya 1000 watt yang dipasang pada tegangan 240 volt.

C. KEGIATAN BELAJAR 3 :Energi dan daya listrik

1. Pengantar

Berbagai peralatan rumah tangga dapat berfungsi dengan baik jika pasokkan energi listriknya terpenuhi. Berbagai peralatan rumah tangga lainnya misalnya untuk TV, radio, mesin cuci, kulkas, komputer, *rice cooker*, kipas angin, setrika, dan lain-lain.

Berbagai produk teknologi banyak yang menggunakan listrik sebagai suplay energinya. Hal ini disebabkan karena listrik merupakan energi yang murah dan dapat diperbaharui. Listrik merupakan energi masa depan yang harus terus dikembangkan untuk kesejahteraan umat manusia yang lebih baik.

Energi listrik digunakan mulai dari skala kecil seperti untuk penerangan di rumah tangga; sampai dengan skala yang sangat besar yaitu pabrik-pabrik untuk operasional berbagai mesin yang harus terus berfungsi selama 24 jam *nonstop*. Seiring dengan semakin banyaknya didirikan pabrik-pabrik di negara kita, maka penggunaan listrik dari tahun ke tahun terus meningkat pula. Hal ini perluantisipasi supaya tidak terjadi krisis energi.

Walaupun energi listrik merupakan energi yang dapat diperbaharui, tetapi jumlah pengguna yang terus meningkat dari waktu ke waktu menjadikan masalah tersendiri. Semakin meningkatnya jumlah penduduk berarti semakin banyak dibutuhkan energi listrik, dan tentunya semakin lama penggunaan listrik akan semakin banyak membutuhkan listrik.

Hal itulah yang akan dibahas pada kegiatan belajar 3 dengan harapan siswa dapat mengetahui bagaimana caranya menentukan besarnya energi listrik yang dipakai minimalnya untuk skala rumah. Berdasarkan hal tersebut diharapkan siswa memiliki kesadaran pentingnya penghematan energi sehingga kelangsungan kehidupan dapat terus terjaga.



2. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini diharapkan peserta dapat:

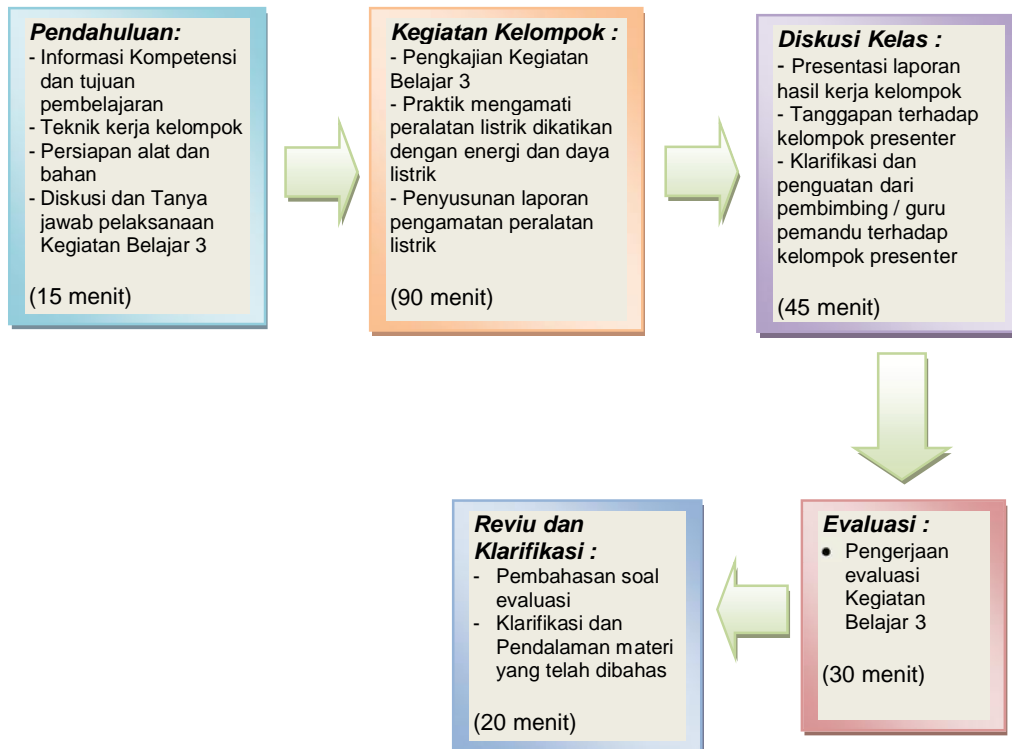
1. Mendeskripsikan pengertian energi listrik
2. Mendeskripsikan pengertian daya listrik
3. Menghitung besarnya energi listrik yang digunakan
4. Menghitung besarnya daya listrik

3. Bahan, Alat, dan sumber Belajar

- a. Bola lampu
- b. Radio
- c. Setrika
- d. Televisi
- e. Solder



4. Langkah Kegiatan



Gambar 2.10. Langkah kegiatan belajar 3

Strategi Pembelajaran Energi dan Daya Listrik

Pendahuluan (15 menit)

Di awal pertemuan Guru pemandu menginformasikan kompetensi dan tujuan pembelajaran pada kegiatan belajar 3, selanjutnya guru pemandu menjelaskan teknik kerja kelompok serta persiapan alat bahan yang harus disiapkan untuk menunjang kegiatan belajar 3. Guru pemandu memberi kes empatan kepada peserta untuk bertanya atau berdiskusi, jika ada hal-hal yang belum jelas atau belum disepakati untuk pelaksanaan kegiatan belajar 3.

Kegiatan Kelompok (90 menit)

Pada kegiatan kelompok, guru pemandu meminta peserta untuk mengkaji kegiatan belajar 3 secara berkelompok; selanjutnya setiap kelompok melakukan



pengamatan peralatan listrik dikaitkan dengan penggunaan energinya. Guru pemandu berkeliling untuk memberikan bimbingan kepada setiap kelompok pada saat melaksanakan kegiatan pengamatan peralatan listrik. Hasil pengkajian kegiatan belajar 3 dari setiap kelompok dibuat dalam bentuk rangkuman materi dan laporan pengamatan.

Diskusi Kelas (45 menit)

Setelah waktu pengkajian selesai, peserta secara bergiliran mempresentasikan hasil kerjanya untuk ditanggapi oleh kelompok lain. Tanggapan hendaknya berupa perbaikan atau melengkapi hal-hal yang dibahas oleh kelompok presenter. Pada akhir presentasi dari dari setiap kelompok, guru pemandu memberikan klarifikasi dan penguatan sehingga materi kajian dapat dipahami oleh seluruh peserta.

Evaluasi (30 menit)

Semua peserta secara serentak mengerjakan evaluasi kegiatan belajar 3; setelah seluruh peserta menyelesaikan seluruh evaluasi sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan, peserta kemudian menyerahkan hasil kerjanya kepada guru pemandu untuk diperiksa. Guru pemandu menyerahkan hasil evaluasi kegiatan belajar 3 pada pertemuan berikutnya.

Reviu dan Klarifikasi (20 menit)

Guru pemandu meminta beberapa orang peserta untuk mengerjakan di papan tulis evaluasi kegiatan belajar 3 yang dianggap sulit. Jika ada kesulitan dan pertanyaan yang belum jelas, guru pemandu memberikan klarifikasi sekaligus memberikan pendalaman materi untuk kegiatan belajar 3.

5. Bahan Bacaan untuk Fasilitator dan Peserta

a. Energi Listrik

adalah energi yang dihasilkan oleh listrik. Besarnya energi listrik yang digunakan oleh suatu alat listrik dipengaruhi oleh 2 faktor; yaitu:

1. daya alat,
2. lama pemakaian.



Besarnya Energi listrik yang digunakan oleh suatu alat listrik secara matematika dirumuskan sebagai berikut:

$$W = V.i.t$$

Dimana :

W = energi listrik (joule)

V = tegangan listrik (volt)

I = arus listrik (Ampere)

t = waktu (detik)

b. Daya Listrik

Besarnya Daya Listrik dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$P = W/t$$

Dimana :

P = Daya (watt)

W = energi listrik (Joule)

t = waktu (detik)

Besar-kecilnya energi listrik yang digunakan oleh seseorang atau rumah tangga akan menentukan besar-kecilnya biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar penggunaan energi listrik.

Karena :

$$P = W/t$$

Maka

$$W = P.t$$

Dimana :

W = energi listrik (joule = watt.s)

P = Daya listrik (Watt)



$t = \text{waktu}$ (s)

Berdasarkan persamaan tersebut, satuan energi dapat kita nyatakan dengan:

$$1 \text{ watt.sekon} = 1/3600 \text{ watt.hours (w.h)}$$

$$1 \text{ watt hours (wh)} = 1/1000 \text{ kilowatthours (kwh)}$$

Dimana :

$$1 \text{ KWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Joule}$$

c. Biaya Listrik

Untuk menentukan besarnya biaya yang harus dikeluarkan oleh konsumen sangat bergantung pada berapa banyak energi listrik yang digunakan oleh konsumen tersebut. Semakin besar energi listrik yang digunakan, maka biaya yang harus dikeluarkannya pun menjadi semakin besar.

Besarnya biaya yang harus dikeluarkan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Biaya} = W(\text{kwh}) \times \text{harga per Kwh}$$

Contoh :

Pak Eman setiap harinya menyalakan 5 buah lampu yang masing-masing dayanya 40 watt, sebuah TV yang dayanya 80 watt, sebuah mesin cuci yang dayanya 350 watt, dan sebuah setrika yang dayanya 300 watt. Jika setiap harinya lampu dinyalakan 8 jam sedangkan TV, mesin cuci, dan setrika rata-rata dipakai selama 3 jam.

Hitunglah:

- Energi yang dipakai dalam sehari (kWh)!
- Besarnya energi yang dipakai selama satu bulan (30 hari)
- Besarnya biaya yang harus dikeluarkan Pak Eman selama 1 bulan jika harga setiap KWhnya adalah Rp 200,00?



Jawab :

- a. Energi listrik yang digunakan setiap hari

$$\begin{aligned} W &= (40 \text{ watt} \times 5) \times 8 \text{ jam} + (80 + 350 + 300) \text{ watt} \times 3 \text{ jam} \\ &= 1600 \text{ watt jam} + 2190 \text{ watt jam} \\ &= 3790 \text{ watt jam} \\ &= 3,79 \text{ KWH} \end{aligned}$$

- b. Energi yang digunakan oleh Pak Eman selama 1 bulan

$$\begin{aligned} W &= 30 \text{ hari} \times 3,79 \text{ KWH/hari} \\ &= 123,7 \text{ KWH} \end{aligned}$$

- c. Biaya yang harus dikeluarkan Pak Eman selama 1 bulan

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= 123,7 \text{ KWH} \times \text{Rp } 200,00/\text{KWH} \\ &= \text{Rp } 24.740,00 \end{aligned}$$

- d. Penerapan hukum Ohm dalam kehidupan sehari-hari

Suatu alat listrik baru akan dapat berfungsi dengan baik jika tegangan listrik yang diberikan pada alat listrik tersebut sesuai dengan yang seharusnya. Jika tegangan yang diberikan pada alat listrik lebih kecil dari yang seharusnya, maka kinerja alat listrik tersebut tidak akan dapat berfungsi dengan baik sebab arus listrik yang mengalir terlalu kecil. Sebaliknya jika tegangan yang diberikan pada alat listrik lebih besar dari yang seharusnya, maka alat listrik tersebut akan mengalami kerusakan sebab arus listrik yang mengalir terlalu besar.

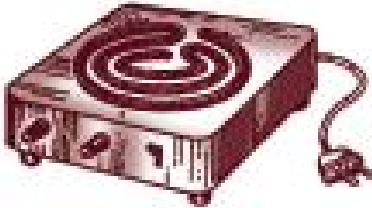



Hal ini perlu dicermati oleh pengguna per alatan listrik supaya tidak terjadi kerusakan atau bahkan dapat menyebabkan kecelakaan.




6. Kegiatan Pengamatan

- 1) Siapkan beberapa peralatan listrik yang memiliki label atau identitas yang jelas.
- 2) Masukkan identitas setiap alat pada tabel pengamatan,

Tabel 2.2. Pengamatan peralatan listrik

No	Nama/Gambar Alat	Identitas Alat		
		Tegangan	Daya	Hambatan
1				
2				
3				
4				



No	Nama/Gambar Alat	Identitas Alat		
		Tegangan	Daya	Hambatan
5				

- 3) Berdasarkan data yang anda peroleh, tentukan variabel lainnya dengan menggunakan persamaan yang sudah dipelajari !
- 4) Laporkan hasil pengamatan dan perhitungan sebagai bahan diskusi.

7. Evaluasi Kegiatan Belajar 3

1. Sebuah alat listrik menyerap daya listrik sebesar 18 watt. Jika arus 6 A, tentukan tegangan yang masuk pada alat listrik tersebut.
2. Arus yang mengalir dalam suatu elemen adalah 2 A. Jika energi untuk memindahkan arus selama 1 s adalah 10 J. Tentukan tegangan yang melintasi elemen tersebut.
3. Besarnya kuat arus listrik mengalir selama 5 detik dalam sebuah alat listrik adalah 10 A. Tentukan besarnya energi yang diperlukan untuk menghasilkan 10 V.
4. Sebuah hambatan diberi tegangan sebesar 1,2 kilo volt. Berapakah besarnya kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu kawat penghantar, nilai hambatannya 10 ohm.



5. Sebuah kumparan memiliki hambatan 1000Ω dialiri arus sebesar 2 A selama 10 menit. Berapakah energi yang dipakai pada komponen?
6. Sebuah alat listrik nilai hambatannya 25 ohm dialiri arus selama 10 menit. Jika energy yang diserap oleh alat tersebut adalah 60 kilo Joule. Berapakah besarnya kuat arus listrik yang mengalir?
7. Hitung hambatan dalam sebuah lampu yang memiliki spesifikasi $100 \text{ W}/220 \text{ V}$.
8. Setrika listrik $350 \text{ Watt}/220 \text{ Volt}$ dipakai selama 4 jam. Berapa KWh energi listrik yang terpakai?
9. Sebuah kumparan water heater $100 \text{ Watt}/220 \text{ Volt}$ memanaskan 5 liter air selama 20 menit dari suhu 30°C , kalor jenis air $4200 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$. Berapakah suhu akhir air?
10. Bola lampu $100 \text{ W}/200 \text{ V}$ dipasang pada tegangan 250 V . Agar lampu menyala normal, berapa hambatan dalam lampu tersebut?

BAB III

RANGKUMAN

Adanya gejala kelistrikan tidak dapat lepas dari keberadaan elektron. Artinya, listrik erat kaitannya dengan muatan elektron. Elektron dalam suatu penghantar ada yang mudah mengalir; tetapi ada juga yang sulit mengalir. Berdasarkan cara mengalirnya listrik dapat dibedakan menjadi listrik statis dan listrik dinamis. Listrik statis lebih banyak membicarakan medan konstan atau tetap yang ditimbulkan oleh muatan listrik sedangkan listrik dinamis membicarakan muatan yang mengalir .

Listrik dinamis dapat dibedakan menjadi listrik searah atau listrik DC (*Direct Current*) dan listrik bolak-balik atau listrik AC (*Alternating Current*). Listrik DC atau listrik searah adalah listrik yang arusnya tetap; sedangkan listrik AC adalah listrik yang arusnya secara periodik berubah dalam besar maupun arahnya.

Arus listrik menyatakan banyaknya muatan listrik yang mengalir dalam suatu penghantar tiap satuan waktu. Jika jumlah muatan listrik yang mengalir persatuan waktunya menjadi semakin banyak, maka kuat arusnya menjadi semakin besar; sebaliknya jika jumlah muatan listrik yang mengalir persatuan waktunya menjadi semakin sedikit, maka kuasa arus listriknya menjadi semakin kecil. Adanya arus listrik dimungkinkan jika ada sumber tegangan. Sumber tegangan listrik DC dapat berasal dari batere, akumulator, generator DC, sel surya.

Besar kecilnya arus listrik dalam suatu rangkaian dipengaruhi juga oleh nilai hambatan penghantarnya. Nilai hambatan suatu penghantar bergantung pada panjangnya, luas penampang, dan hambat jenis dari bahan penghantar yang digunakan.

Seorang bernama Georg Simon Ohm (1787 -1854), menemukan hubungan antara sumber tegangan dan kuat arus listrik. Ohm menyatakan bahwa :

“Kuat arus listrik yang mengalir pada suatu penghantar berbanding lurus dengan besarnya beda potensial (tegangan) pada ujung-ujung penghantar”.



Selanjutnya seorang fisikawan bernama Kirchhoff menyatakan bahwa : *“Jumlah kuat arus listrik yang melalui satu titik percabangan sama dengan jumlah kuat arus listrik yang meninggalkan titik percabangan tersebut”*.

Berbeda halnya dengan listrik DC, listrik AC atau listrik bolak-balik AC (*Alternating Current*) atau listrik bolak balik adalah listrik yang arusnya secara periodik berubah dalam besar maupun arahnya. Listrik AC dihasilkan oleh sumber penghasil GGL yaitu generator AC. Di Negara kita tegangan listrik AC adalah 110 V atau 220 V pada frekuensi 50 Hz.

Energi listrik digunakan mulai dari skala kecil seperti untuk penerangan di rumah tangga; sampai dengan skala yang sangat besar yaitu pabrik-pabrik untuk operasional berbagai mesin yang harus terus berfungsi selama 24 jam *nonstop*. Besarnya energi listrik yang digunakan oleh suatu alat listrik bergantung pada daya alat dan lamapemakaian.

besarnya daya listrik sangat bergantung pada banyaknya energi listrik yang digunakan per satuan waktu. Besarnya energi listrik yang digunakan akan menentukan besar-kecilnya biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar penggunaan energi listrik. Untuk menentukan besarnya biaya, kita dapat menghitungnya dengan cara mengalikan banyaknya energi listrik yang digunakan harga per Kwh.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Kusnandar dkk (2001), *Penerapan Konsep Dasar Listrik dan Elektronika SMK*

Bob Foster, ***Fisika Terpadu 2a***, Jakarta: Erlangga, 2000.

Buckingham-Philadelphia: Open University Press.

Budikase, Nyoman Kertiasa, ***Fisika 2***, Balai Pustaka, Jakarta: 1995.

Heru Asri Poerno, dkk., ***Fisika 2a***, Jakarta: Yudhistira, 1997.

Hasan Wiladi, S.Pd, M.Si, ***Fisika 2***, Bandung: Grafindo, 1994.

Kamajaya, ***Penuntun Belajar Fisika 2***, Bandung: Ganeca Exact, 1996.

Marthen Kanginan, ***Fisika 2000 2B***, Jakarta: Erlangga, 2000.

Martin Monk & Jhonatan Osbone (2000). *Good Prectise in Science Teacching*

Soetarmo, B. Sc. (1990) *Fisika SMA kelas III*. Surakarta : Penerbit Widya Duta.

<http://www.petra.ac.id/english/courses/fisika/bab/IX.htm>.