

## FISIKA TERAPAN

Mahasiswa Prodi PKK setelah mengikuti perkuliahan Fisika Terapan ini diharapkan mampu melakukan pengukuran besaran-besaran fisika, membaca dan menuliskan hasil pengukuran, menerapkan satuan Sistem Internasional (SI) dengan memperhatikan angka penting, menghitung kesalahan pengukuran dan mengkonversikan besaran dasar dan turunan; memahami dan menerapkan konsep listrik searah, bolak balik dalam kehidupan sehari-hari, membedakan konsep energi (usaha) dan daya listrik, menghitung energi listrik dan menghitung besar daya listrik yang digunakan , mendeskripsikan konversi energi listrik pada peralatan listrik yang sering dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari, mengenal bahan-bahan listrik, memasang dan menggunakannya dengan benar, memperbaiki kerusakan ringan dan merawat peralatan listrik yang sering dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari.

### Besaran dan Satuan

Pengukuran dalam ilmu Fisika menyangkut dua hal yaitu besaran dan satuan. Besaran adalah sesuatu yang dapat diukur dan dapat dinyatakan dalam nilai dengan satuan-satuan tertentu. Satuan adalah sesuatu yang digunakan untuk menyatakan ukuran besaran. Besaran ada dua macam yaitu besaran pokok dan besaran turunan. Besaran pokok adalah besaran yang menggunakan Sistem metrik yang pemakaiannya mulai diresmikan secara internasional sejak tahun 1889. Sistem satuan ini dikenal juga dengan sistem internasional (SI). SI ini dibedakan menjadi sistem mks, yaitu meter, kilogram dan sekon ; sistem cgs, yaitu centimeter, gram dan sekon.

. Pada tabel berikut ini tercantum tujuh macam besaran pokok, beserta satuannya dalam sistem internasional :

No.	Besaran Pokok	Satuan

1.	Panjang	Meter
2.	Massa	Kilogram
3.	Waktu	Sekon
4.	Kuat arus	Ampere
5.	Suhu	Kelvin
6.	Intensitas Cahaya	Candela
7.	Jumlah molekul	Mole

Satuan besaran pokok (dasar), disepakati, didefinisikan dan ditentukan. Syarat besaran pokok tidak boleh bergantung pada besaran lain.

Satuan Internasional panjang adalah meter (m) ; 1m besarnya = 1.650.763,73 kali panjang gelombang cahaya yang dihasilkan oleh gas Krypton berwarna jingga. Panjang suatu benda dapat diukur dengan menggunakan alat-alat sebagai berikut :Mistar dengan ketelitian sampai lebih kurang 0,5 mm

Meter klos , dengan ketelitian sampai 0,5 mm

Jangka sorong , dengan ketelitian sampai 0,1 mm

Micrometer, dengan ketelitiannya sampai kurang lebih 0,01 mm

Massa merupakan jumlah zat materi yang terkandung dalam suatu benda. Besaran massa (m), tidak dipengaruhi oleh letak dan ruang serta gravitasi. Jumlah massa suatu benda sebelum reaksi sama dengan sesudah reaksi. Satuan Internasional satuan massa adalah kilogram(kg) ; 1kg besarnya = massa 1 liter air pada suhu 4 C. Massa suatu benda dapat diukur dengan neraca timbang, neraca O-Haus, neraca lengan (neraca yang dilengkapi dengan anak timbangan).

Satuan Internasional waktu adalah sekon atau detik. 1 detik besarnya = waktu yang dibutuhkan oleh atom Cesium -133 untuk melakukan getaran sebanyak 9.192.631.770 kali. Waktu dapat diukur dengan menggunakan erloji biasa, stop watch dan jam Atom Cesium.

Kuat arus listrik atau intensitas listrik (I) adalah banyaknya muatan listrik yang mengalir melalui penampang suatu penghantar listrik setiap detiknya. Alat ukur kuat arus menggunakan amperemeter (basiometer + Shunt). Lambang alat ini berupa huruf A dalam lingkaran dan dipasang secara seri pada rangkaian listrik.

$I = \frac{Q}{T}$   $\rightarrow Q = \text{muatan (Coulomb)}$  ,  $T = \text{waktu (detik)}$  ,  $I = \text{kuat arus (Ampere)}$

Suhu atau temperatur adalah derajat panas – dinginnya suatu benda. Suhu suatu benda diukur dengan Termometer. Prinsip kerja Termometer didasarkan pada pemuaian zat cair dalam tabung jika dipanaskan. Jenis zat cair yang digunakan dalam Termometer adalah air raksa (Hg) dan alkohol. Kebaikan air raksa : cepat mengikuti panas, pemuaiannya teratur, tidak membasahi dinding, sehingga jelas dilihat / diamati , berada pada titik beku  $-40\text{ C}$  dan titik didihnya  $360\text{ C}$ . Kebaikan alcohol : dipakai untuk mengukur benda dengan suhu relatif rendah , titik bekunya  $-130\text{ C}$  dan titik didihnya  $76\text{ C}$ . Termometer yang biasa digunakan antara lain Termometer berskala Celcius (C), Reamur (R), Fahrenheit (F) dan Kelvin (K). Perbandingan skala :  $C : R (F-32) : (K- 273) = 5 : 4 : 9 : 4$

Besaran turunan , yaitu besaran-besaran lain yang dapat diturunkan dari besaran pokok. Contoh besaran turunan yaitu luas, volume, kecepatan, percepatan, laju, gaya, usaha, daya, berat, tekanan, energi. Volume diturunkan dari besaran panjang. Kecepatan didefinisikan sebagai perpindahan yang dilakukan persatuan waktu. Perbedaan kecepatan dan laju, kecepatan termasuk dalam besaran vector (memiliki nilai dan arah), sedangkan laju termasuk dalam besaran scalar (memiliki nilai saja). Percepatan merupakan perubahan kecepatan persatuan waktu. Gaya adalah kekuatan yang dapat menyebabkan perubahan gerak dan bentuk, pada sebuah benda. Pada dasarnya gaya dibedakan menjadi dua jenis, yaitu gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Macam-macam gaya yaitu gaya listrik, gaya magnetik, gaya pegasik dan gaya gravitasi. Gaya termasuk ke dalam besaran vector karena di samping memiliki nilai, gaya juga ditentukan oleh arahnya, berupa dorongan atau tarikan. Satuan gaya, menurut sistem SI adalah Newton. Satuan Newton adalah gaya yang memberikan percepatan  $1\text{m/s}^2$  kepada massa 1 kilogram. Usaha didefinisikan sebagai segala sesuatu yang dilakukan. Jika sebuah gaya sebesar F bekerja pada benda sehingga dapat berpindah sejauh S, maka dapat dikatakan melakukan usaha. Besarnya usaha yang dilakukan sebuah benda , yaitu :  $W = F \times S$  ;  $W = \text{Usaha (j)}$ ,  $F = \text{Gaya (N)}$ ,  $S = \text{Perpindahan (m)}$ . Satu usaha yaitu satu jule, satu erg. Satu joule : besarnya usaha yang dilakukan oleh gaya 1 Newton, apabila benda berpindah sejauh 1 meter. Satu erg : besarnya usaha yang dilakukan oleh 1 dyne, apabila benda berpindah sejauh t centimeter.

Daya adalah besaran usaha atau energi yang dilakukan persatuan waktu. Beberapa faktor penting yang mempengaruhi besarnya daya yaitu gaya yang dilakukan, jarak perpindahan dan waktu yang diperlukan. Berat benda besarnya tergantung dari massa dan gravitasi.  $W = m \times g$  ( $W =$  berat (N),  $m =$  massa (kg),  $g =$  gravitasi). Tekanan adalah besarnya gaya yang bekerja pada benda tiap satuan luas. Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha

Massa jenis suatu zat adalah massa zat persatuan volumenya, dapat dirumuskan sbb. :  $\rho = \frac{m}{v} \left( \frac{kg}{m^3} \right)$

Tegangan listrik (voltage atau voltase) atau beda potensial adalah banyaknya energi listrik yang dapat menimbulkan muatan listrik sebagai coulombnya.  $V = \frac{W}{Q} \mapsto W =$  Energi listrik (joule),  $Q =$  muatan listrik (Coulomb)  
 $V =$  Tegangan listrik ( Volt) Satuan beda potensial adalah Volt, dimana 1 volt  
 $= \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ coulomb}}$

### Pengukuran dan Kesalahan Pengukuran

Mengukur adalah membandingkan suatu besaran dengan satuan pengukuran pada besaran. Komponen-komponen pengukuran yang mempengaruhi ketepatan dan ketelitian kualitas pengukuran, yaitu :

1. Besaran yang diukur
2. Alat ukur
3. Orang yang melakukan pengukuran

Ketelitian pengukuran dapat dilihat dari terdapatnya persesuaian antar hasil pengukuran dengan ukuran benda senenarnya, berupa nilai hasil pengukuran : angka taksiran ; nilai pendekatan yang dianggap benar.

Perbedaan antara ukuran sebenarnya dengan hasil pengukuran yang dianggap benar disebut kesalahan sistimatis. Sumber kesalahan sistimatis, yaitu :

1. Kesalahan kalibrasi
2. Kesalahan titik nol
3. Kesalahan mutlak alat ukur

4. Kesalahan paralaks, kesalahan pembacaan alat ukur oleh sipengukur, akibat posisi pengamatan yang tidak tepat ( misalnya mata tidak tegak lurus dengan skala)
5. Kesalahan benda yang diukur
6. Kesalahan patigue pegas

Ciri kesalahan sistimatis, hasil pengukuran menyimpang ke arah tertentu dari harga sebenarnya. Kemungkinan penyimpangan ke arah positif atau ke arah negatif.

Pengukuran tunggal ialah pengukuran yang dilakukan sekali saja dan langsung diperoleh data hasil pengukuran berikut nilai penyimpangannya. Dalam pengukuran tunggal, terdapat kesalahan mutlak dan relatif. Hasil pengukuran dinyatakan dengan  $X = x \pm \Delta x$

$X$  : Hasil pengukuran

$x$  : Hasil pembacaan alat ukur

$\Delta x$  : Kesalahan mutlak

Kesalahan relatif berhubungan dengan ketelitian atau akurasi pengukuran; makin kecil kesalahan relatif, makin besar ketelitian dicapai.

Pengukuran di Laboratorium pada benda yang sama dilakukan berulang-ulang

$$X = x \pm \Delta x$$

$$\Delta x = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n-1}}$$

$n$  = banyaknya pengulangan program

Suatu besaran  $x$  diukur sebanyak 10 kali pengukuran dan diperoleh hasil sebagai berikut : 12,0 -12,1 - 12,1 - 11,9 - 12,4 - 12,1 - 11,8 - 12,1 - 12,4 -12,1, nyatakan pengukuran berulang tersebut dalam bentuk  $X = x \pm \Delta x$

i	x	x <sup>2</sup>
---	---	----------------

1.	12,0	144	$\Delta x = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n-1}}$
----	------	-----	---

2.	12,1	146,41	$= \frac{1}{10} \sqrt{\frac{10 \times 1464,42 - (121)^2}{10 - 1}}$	
3.	12,1	146,41	$= \frac{1}{10} \sqrt{\frac{14644,2 - 14641}{9}}$	
4.	11,9	141,61	$= \frac{1}{10} \sqrt{\frac{3,2}{9}}$	$X = x + \Delta x$
5.	12,4	153,76	$= \frac{1}{10} \sqrt{0,36}$	$= 12,1 + 0,06$
6.	12,1	146,41	$= \frac{1}{10} \times 0,6$	$= 12,16$
7.	11,8	139,24	$= 0,06$	
8.	12,1	146,41		
9.	12,4	153,76	$x = \frac{121}{10}$	
10.	12,1	146,42	$= 12,1$	
Jml	121,0	1464,42		

### Listrik Searah dan Sumbernya

Listrik adalah sesuatu zat yang tidak dapat dilihat, namun dapat diketahui melalui gejala atau tanda – tandanya bahwa adanya listrik, diantaranya : timbulnya cahaya pada lampu pijar, timbulnya panas pada setrika listrik, kompor listrik, solder listrik; timbulnya tenaga magnet pada kipas angin, bel listrik, motor listrik dan timbulnya tenaga kimia pada pekerjaan penyetruman accu, penyepuhan logam. Listrik memberikan penerangan pada kita, panas pada setrika, kompor listrik.

Sebuah benda dapat dikatakan bermuatan listrik, apabila setelah benda tersebut digosokkan dengan benda-benda tertentu dapat menarik benda-benda kecil di sekitarnya. Suatu alat yang digunakan untuk meneliti jenis muatan listrik disebut Elektroskop Muatan listrik terdiri dari dua macam, yaitu muatan listrik positif dan muatan listrik negatif. Medan listrik adalah ruangan di sekitar muatan listrik yang masih dipengaruhi oleh gaya listrik dari muatan itu. Gaya listrik itu

dapat berupa gaya tarik menarik atau tolak menolak yang besarnya dipengaruhi oleh jenis, besar dan jarak kedua benda. Arus listrik : aliran muatan listrik pada suatu penghantar yang disebabkan beda potensial. Arah arus mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah (muatan positif). Ciri arus listrik searah, besar dan arah arus tetap.

Sumber listrik arus searah merupakan alat penghasil energi listrik oleh karena reaksi kimia. Sumber – sumber arus searah atau Direct current, diantaranya : Elemen Volta, Elemen Kering, Elemen Leclanche, Akumulator. Ahli ilmu alam Italia Alessandro Volta membuat sumber energi listrik yang dikenal dengan elemen volta. Elemen Volta merupakan sumber energi listrik yang dapat mengalirkan arus listrik cukup besar. Elemen Volta terdiri atas komponen seng (Zn) dan lempengan tembaga (Cu) yang dicelupkan ke dalam larutan asam sulfat encer ( $H_2SO_4$ ). Reaksi antara larutan asam sulfat encer dan seng mengakibatkan lempengan seng bermuatan negatif. Reaksi antara larutan asam sulfat encer dan tembaga bermuatan positif. Jika lempengan seng kita hubungkan dengan lampu kecil, lampu itu menyala. Baterai termasuk salah satu jenis elemen kering. Bahan penyusun baterai yaitu bagian seng sebagai kutub positif, batang karbon sebagai kutub negatif, pasta campuran salmiak, serbuk arang dan batu kawi. Baterai basah disebut akumulator atau aki berisi larutan elektrolit ( $H_2SO_4$ ). Penyusun aki selain larutan  $H_2SO_4$ , timbal oksida ( $PbO_2$ ) sebagai elektroda positif dan timbal ( $Pb$ ) sebagai elektroda negatif. Pada saat aki mengalirkan arus, maka terjadi perubahan energi kimia menjadi listrik. Pada saat pengisian aki terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia. Elemen Leclanche merupakan sumber tegangan Direct current (DC) yang dapat tahan lama karena terdapat bahan mangan dioksida ( $MnO_2$ ), sebagai depolarisasi yang berfungsi menyerap gelembung gas hidrogen ( $H_2$ ). Selain itu bahan penyusunnya yaitu batang seng sebagai kutub negative, batang karbon sebagai kutub positif, Ammonium Chlorida ( $NH_4Cl$ ) dan kain berpori.

#### Listrik Bolak Balik dan Sumbernya

Arus listrik adalah aliran muatan listrik pada suatu penghantar yang disebabkan oleh beda potensial. Arah arus mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah

untuk muatan positif. Ciri arus listrik DC, besar dan arah arus tetap. Besar arus listrik yaitu banyaknya muatan listrik pada suatu penghantar listrik, setiap satuan waktu.

$$I = \frac{Q}{t} \mapsto I = \text{kuat arus listrik (Ampere)} ; 1 \text{ A} = 1000 \text{ mA} = 10^3 \text{ mA}$$

Q = muatan listrik (Coulomb)

T = waktu (detik)

Hukum Kirchoff :

1. Pada penghantar tak bercabang, kuat arus listrik dimana-mana sama
2. Pada penghantar bercabang, jumlah kuat arus listrik yang menuju suatu titik percabangan, sama dengan jumlah kuat arus listrik yang meninggalkan titik percabangan.

Arus listrik bolak balik ( AC = Alternatif current), karena besar dan arahnya berubah-ubah, dapat dilihat dengan menggunakan Osiloskop. Penemu pembangkit arus bolak balik yaitu Michael Faraday. Faraday menemukan bahwa magnet yang digerakkan dapat menimbulkan arus listrik. Motor listrik banyak digunakan orang, misalnya untuk menghidupkan kendaraan bermotor dan menggerakkan mesin. Motor listrik menggunakan elektro magnet. Elektromagnet ialah magnet yang terjadi karena aliran listrik pada suatu kumparan. Elektromagnet digunakan pada bel listrik, telegraf, telepon. Tahun 1821 Oersted menemukan bahwa arus listrik mempengaruhi kemagnetan. Sebuah paku besi dililit dengan kawat tembaga, kemudian alirkan arus listrik pada kawat tembaga tersebut. Paku tersebut menjadi bersifat seperti magnet. Magnet yang dibuat dengan arus listrik disebut elektro magnet. Sifat kemagnetan elektro magnet bersifat sementara.

Listrik yang bertenaga karena ada arusnya. Suatu benda yang menyimpan energi listrik bisa dimanfaatkan untuk suatu keperluan jika disitu ada arus. Arus listrik bisa timbul disebabkan elektro-elektron mengalir secara teratur menuju ke suatu arah. Elektron tersebut bergerak dari satu atom ke atom lainnya, demikian berturut-turut. Sesuatu alat yang menimbulkan arus listrik disebut sumber listrik. Elektro mekanis yaitu suatu alat yang menimbulkan listrik karena proses induksi (magnetik) dengan cara mengubah secara periodik besarnya medan

magnet yang dilengkapi dengan suatu penghantar. Tehniknya dengan dua cara pertama penghantar bergerak dalam medan magnet; ke dua dengan menggerakkan magnet di sekitar penghantar atau kumparan. Dinamo atau generator adalah sebuah alat yang terdiri atas kumparan dan magnetik, yang digunakan untuk mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik. Dinamo sepeda terdiri atas magnet berbentuk U dan suatu kumparan. Bila dinamo sepeda berputar, kumparan yang berada di tengah magnet ikut berputar. Perputaran magnet ini menyebabkan timbulnya arus listrik. Generator adalah dinamo yang sangat besar. Tenaga listrik dari stasion pembangkit disalurkan melalui kawat ke gardu listrik. Tenaga listrik disalurkan dari gardu listrik ke tempat-tempat yang memerlukannya.

Perubahan garis gaya medan magnet ( $E_i$  ggl induksi) tergantung pada banyaknya lilitan kumparan ( $N$ ), kecepatan perubahan garis-garis gaya magnet (fluks magnetik =  $\frac{d\phi}{dt}$ )

$$E_i = -N \frac{d\phi}{dt}$$

Hukum Lenz : garis arus listrik

Pembangkit tegangan arus listrik bolak balik

Pembangkit tegangan arus bolak balik terjadi akibat berputarnya kumparan dalam medan magnet. atau berputarnya medan magnet dalam kumparan.

Besarnya tegangan yang timbul tergantung dari : 1. banyaknya lilitan kumparan ( $N$ ) 2. kecepatan perubahan garis-garis medan magnet ( $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ ) 3. kuat medan magnet ( $B$ )

$$W = \text{kecepatan sudut} = 2\pi / T$$

Persamaan tegangan bolak balik  $E_i = 50 \sin 314t$ , berapa harga maksimal tegangan bolak balik tersebut? Tentukan frekuensi tegangan bolak balik

$$E_i = 50 \sin 314t = 50 \text{ volt}$$

$$W = 3,14$$

$$2\pi f = 3,14 \quad f = 3,14 / 2 \quad (3,14 = 50 \text{ volt})$$

Root Mean Square (RMS) = harga efektif arus bolak balik didefinisikan sebagai arus searah yang mengalir pada rangkaian untuk waktu tertentu akan menghasilkan proses yang sama bila arus bolak balik melalui rangkaian tersebut

Besar arus efektif :  $I_{RMS} = \frac{I_M}{\sqrt{2}} = 0,707 I_M$

Analog :  $V_{RM} = V_{ef} = \frac{V_M}{\sqrt{2}} = 0,707 V_M$

Tegangan PLN dengan avometer merupakan multi tester, selector pada posisi ACV menunjukkan 220 volt, berapakah tegangan efektifnya ?

$V_{ef} = 220 \text{ volt}$      $V_m = 220 / 0,707 \text{ volt}$

### Rangkaian Listrik Bolak Balik

Hubungan listrik dapat dibuat secara seri atau paralel (sejajar). Pada hubungan paralel arus listrik mengalir melalui dua cabang atau lebih. Pada hubungan seri, tidak. Sinar lampu yang dihubungkan secara seri tidak sama terangnya dengan yang paralel. Rangkaian seri, besarnya arus sama. Rangkaian listrik dalam rumah dihubungkan secara paralel; bila kita memadamkan salah satu lampu, peralatan listrik yang lain, tidak ikut padam.

Dua buah lampu yang dihubungkan seri menyala lebih redup dari pada yang dihubungkan secara parallel. Bila lampu pada rangkaian seriterputus, lampu yang lain tak bisa menyala.

Jika beda potensial antara titik A dan B sebesar Q ohm yang menyebabkan muatan listrik sebesar I dan besar hambatan penghantar listrik

Susunan hambatan listrik

1. Hubungan seri :  $R_{total} = R_1 + R_2$ , besarnya arus sama ( $I = I_1 = I_2$ ) kuat arus listrik pada masing-masing sama besar ; beda potensial total = jumlah masing-masing hambatan listrik ( $V_{AC} = V_{AB} + V_{BC}$ ).
2. Hubungan parallel :  $\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ , besarnya tegangan sama ( $V = V_1 = V_2$ ); kuat arus listrik = jumlah kuat arus masing-masing hambatan ( $I = I_1 + I_2$ )

Hukum Kirchoff :

1. Pada penghantar tak bercabang , kuat arus listrik dimana-mana sama
2. Pada penghantar bercabang, jumlah kuat arus listrik yang menuju suatu titik percabangan , sama dengan jumlah kuat arus listrik yang meninggalkan titik percabangan.

### Konvergi Energi Listrik

Energi listrik dihasilkan oleh sumber tegangan , yaitu :  $W = V \times Q$  Energi atau tenaga ialah kemampuan sesuatu untuk menghasilkan. Energi potensial adalah energi yang timbul karena letaknya, energi kinetik timbul karena gerakannya. Energi tidak pernah hilang, tidak dapat dimusnahkan. Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan. Energi hanya dapat berubah bentuk dan berpindah. Energi listrik berubah menjadi energi cahaya dan energi panas

Energi listrik adalah salah satu bentuk energi. Selain energi listrik, terdapat energi lain seperti energi kimia, energi kalor, energi cahaya, energi bunyi , energi kinetic dan energi potensial. Besarnya energi listrik yang dapat dihasilkan oleh suatu sumber tegangan , yaitu :  $W = V \times Q$

$$W = V \times (I \times t)$$

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

W : Energi listrik (joule)

V : beda potensial (Volt)

I : kuat arus (Ampere)

R : hambatan (ohm) : 1 ohm = 1 volt / 1 ampere 1 kilo ohm = 1000 ohm

T : waktu (sekon)

Besarnya kuat arus listrik ( I ) yang mengalir pada suatu penghantar , berbanding lurus dengan beda potensial ( V ) dan berbanding terbalik dengan hambatan ( R ) dalam penghantar tersebut.

$$I = V/R \quad R = V/I \quad V = I \times R$$

Kuat arus listrik pada sebuah lampu 0,5 A; jika beda potensial pada ujung kawat bola lampu = 100 volt, berapa hambatan kawat lampu ?

$$I = \text{Volt} / R$$

$$0,5 = 100 / R$$

$$R = 100 / 0,5 = 200 \text{ ohm}$$

Besarnya hambatan pada jenis kawat penghantar, sebanding dengan panjang kawat ( $l$ ), berbanding terbalik dengan luas penampang ( $A$ ) dan bergantung pada bahan penghantarnya ( $\rho$ ):  $R = \rho \times l / A$

$R$  = hambatan listrik (ohm)

$\rho$  = hambatan jenis kawat ( $\Omega \cdot m$ )

$l$  = panjang kawat (m)  $A$  = luas penampang ( $m^2$ )

Suatu batang logam panjangnya 4m dan jari-jarinya = 2mm. Hitung hambatan logam, jika hambatan jenisnya  $6,28 \times 10^{-8}$  ohm meter

$$r = 2\text{mm} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$A = \pi r^2 = 3,14 \times (2 \cdot 10^{-3})^2 = 3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-6}$$

$$R = \rho \frac{l}{A} = 6,28 \times \frac{10^{-8} \cdot 4}{3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-6}} = 2 \times 10^{-2} \Omega$$

### Biaya Pemakaian Listrik

Usaha yang dilakukan oleh sumber tegangan dalam menghasilkan arus listrik besarnya sama dengan energi, yaitu  $W = V \times I \times t$ . Daya listrik adalah besarnya usaha / energi yang dilakukan sumber energi tiap satu sekon.  $P = W/t$ . Satuan daya listrik, menurut SI adalah watt. Satuan daya listrik yang ukurannya lebih besar, yaitu satuan daya kuda (horse power); 1 Horse power = 746 watt. Khusus untuk penghitungan rekening listrik, digunakan satuan waktu jam dan besarnya energi listrik yang telah dipakai dinyatakan dalam kilowatt-jam (kwh).

$$1 \text{ KW} = 10^3 \text{ watt}; 1 \text{ watt} = 10^{-3} \text{ KW}. \quad W = P \times t \quad W = V \times I \times t \quad W = I^2 R \times t$$

Sejumlah lampu dalam rumah punya data sbb. : 2 buah lampu 60 watt / 220 volt, 4 buah lampu 40 watt / 220 volt. a. Susunan apa yang dapat dipergunakan b. Mana yang lebih terang 60 watt atau 40 watt c. Berapa besar arus listrik yang diperlukan

a. Susunan parallel

b.  $P = V \times I$

$$P = (110/220)^2 \times 60 \text{ w} = 15 \text{ w}$$

c.  $I = V / R =$

Sebuah bola lampu 60 watt / 220 volt dipasang pada tegangan 110 volt.

Berapakah daya bola lampu, mengapa redup ?

$$P = V \times I$$

$$I = V/R$$

Pada satu perumahan batas langganan listrik 450 watt. Tiap hari pemakaiannya rata-rata 2jam. Berapa besar usaha listrik tiap bulan, nyatakan dalam satuan kwh

Diketahui :  $P = 450 \text{ watt} = 0,45 \text{ kwh}$  ;  $t = 4 \text{ jam}$

Ditanyakan : Energi yang terpakai dalam sebulan ?

Jawab :  $W = P \times t$

$$= 0,45 \text{ kwh} \times 4 \text{ jam/ hari} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 0,45 \text{ kw} \times 120 \text{ jam} = 54 \text{ kwh}$$

Biaya pemakaian listrik adalah :  $p \text{ rp} / \text{kwh} \times 54 \text{ kwh} = 54 \text{ p rupiah}$

Pada pelat nama tungku listrik tertulis 750 watt / 220 volt dengan daya guna kompor 75%. Tungku tersebut dipergunakan untuk mendidihkan 5 liter air dengan suhu awal 25 C . Tentukan lah : a. Hambatan listrik tungku

b. Besar arus yang dipergunakan tungku

c. Berapa besar waktu yang diperlukan

d. Berapa jumlah energi listrik yang dipergunakan

e. Berapa biaya memasak airjika harga kwh Rp.250

Diketahui : kompor 750 w / 220 v

$$\eta = 75 \%$$

$$\text{Volume} = 5 \text{ liter} = 5 \text{ kg} = 5 \cdot 10^3 \text{ gram}$$

$$t_1 = 25 \text{ C} , t = 100 \text{ C}$$

Ditanyakan : a . R

b.I

c. t

d. w

e. Biaya

Jawab :

$$a. R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{750}$$

$$b. I = P / v = 750 / 220 = 3,4 \text{ A}$$

c. Kalor yang diserap air = Kalori yang diberikan pd air = Q uap air = Q  
kalor yang diperlukan  $m.c. \Delta t = \eta \cdot 0,24.w = \eta \cdot 0,24.P.t =$

$$5 \cdot 10^3 \cdot (100-25) = 0,24 \cdot 0,75 \cdot 750$$

$$d. W = P \times t = 0,75 \times 0,8 = 0,6 \text{ kwh}$$

$$e. \text{Biaya} = 0,6 \times \text{Rp. } 250 = \text{Rp. } 150$$

Kalor adalah suatu jenis energi yang dapat menimbulkan perubahan suhu pada suatu benda. Sebagai salah satu bentuk energi, maka akan berlaku hukum kekekalan energi : dalam suatu sistem tertutup, kalor yang dilepaskan oleh sebuah benda = kalor yang diterima benda lain (Joseph Black). Satuan kalor adalah kalori. Satu kalori adalah banyaknya kalor yang diperlukan oleh 1 gram air untuk menaikkan suhunya sebesar  $1^{\circ}\text{C}$ . Satuan kalor pada tekanan atmosfer adalah satu joule (1J) = 0,24 kal. Kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang diperlukan oleh suatu benda untuk menaikkan suhunya sebesar  $1^{\circ}\text{C}$ .  $H = Q/t$

$H =$  Kapasitas kalor (kal/ $^{\circ}\text{C}$ ).

$Q =$  Kalor yang diperlukan (kal)

$T =$  Kenaikan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Kalor jenis adalah banyaknya kalor yang diperlukan oleh satu satuan massa suatu zat untuk menaikkan suhunya 1 C.  $Q = m.c.t.$

$Q =$  Kalor yang diperlukan

$m =$  massa (g)

$c =$  Kalor jenis

$t =$  Kenaikan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ .)

Energ listrik yang dibayarkan ke PLN

## BAHAN BAHAN LISTRIK DAN PENGGUNAANNYA

1. Sakelar, ialah alat yang berfungsi menyambung dan memutus aliran listrik. Pada lampu senter sakelar berupa sebuah tombol tekan.
2. Stop kontak
3. Steker
4. Fiting adalah tempat dudukan bola lampu
5. Bola lampu
6. Lampu tabung
7. Fuse (sekring) berfungsi untuk membatasi arus listrik yang mengalir. Prinsip kerjanya yaitu sewaktu-waktu putus dengan sendirinya, bila kelebihan beban. Kondisi demikian untuk menghindari adanya kebakaran, disebabkan karena bertambahnya kuat arus, maka kawat yang dilalui menjadi panas dan mudah menyala.
8. Kabel (kawat konduktor) berfungsi untuk menghantar arus listrik. Untuk menghubungkan alat yang satu dengan yang lain dalam rangkaian listrik diperlukan penghantar. Logam yang mudah sekali menghantar arus listrik adalah perak. Perak mahal sekali harganya, maka diganti dengan tembaga. Tembaga mempunyai sifat yang hampir sama-sama baiknya dengan perak. Pada umumnya kabel-kabel listrik terbuat dari bahan tembaga. Dua buah kabel yang terkelupas yang membawa muatan listrik yang berbeda, dapat mengakibatkan hubungan singkat atau korsleting. Hubungan singkat menyebabkan arus listrik yang melewatinya sangat besar. Bila panas yang ditimbulkan arus listrik sangat besar, kabel yang dilewatinya dapat membara dan akhirnya berpijar, dapat menimbulkan kebakaran.
9. Terminal
10. Pipa
11. Isolator adalah benda yang sulit dilewati arus listrik

## PRINSIP KERJA PERALATAN LISTRIK

Peralatan listrik membutuhkan sumber daya (tenaga) listrik. Arus listrik merupakan aliran muatan listrik positif dan berlawanan arah aliran elektron dalam suatu penghantar. Arus listrik dapat mengalir karena adanya perbedaan potensial, dimana arus listrik selalu bergerak dari potensial tinggi menuju potensial rendah. Beberapa sifat yang dimiliki potensial listrik : Potensial tinggi : benda bersifat positif, kekurangan electron, benda cenderung menarik electron. Potensial rendah : benda bersifat negative, kelebihan electron, cenderung melepas elektron. Kuat arus listrik atau intensitas listrik adalah banyaknya muatan listrik yang mengalir melalui penampang suatu penghantar listrik setiap detiknya. Secara matematis kuat arus listrik dinyatakan  $I = Q/t$ . Tegangan listrik atau beda potensial adalah banyaknya energi listrik yang dapat menimbulkan muatan listrik setiap coulombnya. Secara matematis besarnya tegangan listrik dapat ditentukan  $V = W/Q$ . Satuan beda potensial adalah volt.  $1 \text{ volt} = 1 \text{ joule} / 1 \text{ coulomb}$ .

Besar Energi listrik yang dapat dihasilkan oleh suatu sumber tegangan, yaitu :

$$W = V \times Q$$

$W$  = Energi listrik (joule)

$Q$  = muatan listrik (coulomb)

$V$  = beda potensial (volt)

Bentuk perubahan energi listrik yaitu energi kalor (kompor, setrika), energi gerak / kinetik (kipas listrik) dan energi kimia (proses penyepuhan emas dengan larutan elektrolit perak -  $\text{AgNO}_3$ ).

1. Tegangan kerja alat : tegangan kerja dapat bekerja sebagaimana mestinya
2. Daya alat : kemampuan alat untuk mengubah untuk mengubah energi listrik, menjadi energi yang dibutuhkan. Permasalahannya, tidak semua energi listrik dirubahnya menjadi energi yang dibutuhkan (daya guna)

Besarnya hambatan pada sepotong kawat penghantar, secara matematis dirumuskan :  $R =$

$l$  = panjang kawat (m)

$A$  = luas penampang (m<sup>2</sup>)

$R$  = hambatan listrik

= hambatan jenis kawat

Hambatan  $R$  dibuat sekecil-kecilnya,  $I$  dibuat sebesar-besarnya; hal ini sangat berbahaya, karena kuadrat arusnya akan besar sekali, dan berarti pula terjadi hubungan pendek; jadi membuat  $R$  sangat kecil, tidak benar.

Hambatan ( $R$ ) dibuat sebesar-besarnya, itu berakibat arus listrik yang mengalir sangat kecil, kuadrat arusnya masih tetap kecil dan tidak mungkin membangkitkan energi yang cukup.

Perlu membuat hambatan yang cukup dan arus yang mengalir tidak terlalu besar. Oleh karena itu perlu dipilih bahan hambatan yang dapat memenuhi persyaratan sebagai elemen pemanas. Bahan yang dapat dipakai adalah nikelin, konstantan, nichrom.

Bahan yang digunakan pada peralatan listrik untuk mengubah energi listrik menjadi panas, yaitu nikelin, bahan paduan 60% tembaga dengan 40% nikelin; memiliki hambatan jenis 0,5 ohm/mm memberikan suhu panas

$$R_t = R (1 +$$

$R_t$  = hambatan listrik setelah mengalami kenaikan suhu

$R$  = hambatan listrik pada suhu awal

= perubahan suhu ( $t_{\text{akhir}} - t_{\text{awal}}$ )

: Radio penerima transistor, radio pemancar, computer.

. Transistor diperlukan untuk kepentingan rangkaian ra, antara lain yaitu dioda penerima, amplifier. Transistor dibuat terdiri dari dua buah dioda yang disusun secara kebalikan. Katoda terdapat pada kaki kolektor dan emitor dan anodanya terdapat pada kaki basis. Transistor ini termasuk transistor. Komponen elektronika yang dianggap paling berperan dan banyak fungsinya yaitu transistor NPN; sementara untuk transistor PNP, katoda terdapat pada kaki basis dan anodanya terdapat pada kaki emitor serta kolektor. Integrated Circuit (IC) merupakan pengembangan transistor yang digabung dengan resistor kapasitor dan dioda.

Transformator adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan tegangan listrik.