



KEMENTERIAN
KETENAGAKERJAAN
REPUBLIK INDONESIA



MATERI PELATIHAN BERBASIS KOMPETENSI

MENGUKUR LISTRIK / ELEKTRONIK
C.28LOG12.002.2

PEMERINTAH KABUPATEN PATI
DINAS TENAGA KERJA
UPTD BALAI LATIHAN KERJA
Jl. Raya Banyuurip Km. 3 Margorejo

MENGUKUR LISTRIK/ELEKTRONIK

Untuk mengetahui besaran listrik DC maupun AC seperti tegangan, arus, resistansi, daya, faktor kerja, frekuensi kita menggunakan alat ukur listrik. Awalnya dipakai alat-alat ukur analog dengan penunjukan menggunakan jarum dan membaca dari skala. Kini banyak dipakai alat ukur listrik digital yang praktis dan hasilnya tinggal membaca pada layar display. Bahkan dalam satu alat ukur listrik dapat digunakan untuk mengukur beberapa besaran, misalnya tegangan AC dan DC, arus listrik DC dan AC, resistansi kita menyebutnya Multimeter. Untuk kebutuhan praktis tetap dipakai alat ukur tunggal, misalnya untuk mengukur tegangan saja, atau daya listrik saja. Kedepan alat ukur analog masih tetap digunakan karena handal, ekonomis dan praktis. Namun alat ukur digital makin luas dipakai, karena harganya makin terjangkau, praktis dalam pemakaian, penunjukannya makin akurat dan presisi.

Elektronik merupakan cabang dari ilmu fisika yang mencakupi perantai dan dampak dari adanya pergerakan atau perpindahan elektron di dalam tabung vakum (vacuum tube), perilaku gas, dan bahan semikonduktor. Sedang listrik merupakan cabang ilmu fisika menyangkut fenomena alam. Listrik dapat diketahui hanya melalui dampak atau efek yang ditimbulkan oleh muatan listrik, arus listrik, medan listrik, dan magnet listrik.

Listrik biasanya mengacu kepada pembangkitan tenaga listrik, transmisi tenaga listrik, dan pemanfaatan tenaga listrik. Sedang elektronik biasanya berhubungan dengan penggunaan listrik daya rendah (arus lemah) untuk mengontrol rangkaian atau sirkit berdaya besar (arus kuat).

1. Pengertian Pengukuran

Mengukur pada hakekatnya membandingkan suatu besaran yang belum diketahui besarnya dengan besaran lain yang diketahui besarnya atau dengan kata lain measurement (pengukuran) adalah suatu perbandingan antara suatu besaran dengan besaran lain yang sejenis secara eksperimen dan salah satu besaran dianggap sebagai standar. Sehingga dalam pengukuran perlu mengetahui besaran, satuan & dimensi.

Besaran adalah sesuatu yang dapat diukur (besaran dasar, besaran turunan, besaran pelengkap). Satuan adalah ukuran dari pada suatu

besaran (system satuan metric/universal dan satuan internasional) sedangkan dimensi adalah cara penulisan dari besaran-besaran dengan menggunakan symbol-simbol (lambang-lambang) besaran dasar. Dalam pengukuran listrik terjadi juga perbandingan, dalam perbandingan ini digunakan suatu alat Bantu (alat ukur). Alat ukur ini sudah dikalibrasi, sehingga dalam pengukuran listrikpun telah terjadi perbandingan.

Alat ukur listrik merupakan peralatan yang diperlukan oleh manusia. Karena besaran listrik seperti : tegangan, arus, daya, frekuensi dan sebagainya tidak dapat secara langsung ditanggapi oleh panca indera. Untuk mengukur besaran listrik tersebut, diperlukan alat pengubah. Atau besaran ditransformasikan ke dalam besaran mekanis yang berupa gerak dengan menggunakan alat ukur. Perlu disadari bahwa untuk dapat menggunakan berbagai macam alat ukur listrik perlu pemahaman pengetahuan yang memadai tentang konsep - konsep teoritisnya.

Pada pengukuran listrik dapat dibedakan dua hal:

1. Pengukuran besaran listrik, seperti arus (ampere), tegangan (volt), daya listrik (watt), dll
2. Pengukuran besaran nonlistrik, seperti suhu, luas cahaya, tekanan, dll.

Dalam melakukan pengukuran, pertama harus ditentukan cara pengukurannya. Cara dan pelaksanaan pengukuran itu dipilih sedemikian rupa sehingga alat ukur yang ada dapat digunakan dan diperoleh hasil dengan ketelitian seperti yang dikehendaki. Juga cara itu harus semudah mungkin, sehingga diperoleh efisiensi setinggi-tingginya. Jika cara pengukuran dan alatnya sudah ditentukan, penggunaannya harus dengan baik pula. Setiap alat harus diketahui dan diyakini cara kerjanya. Dan harus diketahui pula apakah alat-alat yang akan digunakan dalam keadaan baik dan mempunyai kelas ketelitian sesuai dengan keperluannya.

Jadi jelas pada pengukuran listrik ada tiga unsur penting yang perlu diperhatikan yaitu:

- cara pengukuran
- orang yang melakukan pengukuran
- alat yang digunakan

Sehubungan dengan ketiga hal yang penting ini sering juga harus diperhatikan kondisi dimana dilakukan pengukuran, seperti suhu, kelembapan, medan magnet, dll. Mengenai alat ukur itu sendiri penting diperhatikan mulai dari pembuatannya sampai penyimpanannya. Karena

sejak pembuatannya, alat itu ditentukan ketelitiannya sesuai dengan yang dikehendaki. Setelah itu dalam pemakaian, pemeliharaan dan penyimpanan memerlukan perhatian kita agar ketelitiannya tetap terpelihara.

2. Simbol Alat Ukur dan Sistem Satuan

Pada awal perkembangan teknik pengukuran mengenal dua sistem satuan, yaitu sistem metrik (dipelopori Perancis sejak 1795), Amerika Serikat dan Inggris juga menggunakan sistem metrik untuk kepentingan internasional, tapi untuk kebutuhan lokal menggunakan sistem CGS (centimeter-gram-second). Sejak tahun 1960 dikenalkan Sistem Internasional (SI Unit) sebagai kesepakatan internasional. Enam besaran yang dinyatakan dalam sistem SI, yaitu :

Besaran Sistem Internasional

Besaran	Satuan	Simbol
Panjang	<i>meter</i>	m
Massa	<i>kilogram</i>	kg
Waktu	<i>detik</i>	s
Arus listrik	<i>amper</i>	A
Temperatur termodinamika	<i>derajat kelvin</i>	^o K
Intensitas cahaya	<i>candela</i>	Cd

Besaran dan Simbol Kelistrikan

Besaran dan simbol	Nama dan simbol	Persamaan
Arus listrik, I	amper A	-
Gaya gerak listrik, E	volt, V V	-
Tegangan, V	volt, V V	-
Resistansi, R	ohm, Ω	$R = V/I$
Muatan listrik, Q	coulomb C	$Q = It$
Kapasitansi, C	farad F	$C = Q/V$
Kuat medan listrik, E	- V/m	$E = V/l$
Kerapatan fluk listrik, D	- C/m ²	$D = Q/l^2$
Permittivity, s	- F/m	$s = D/E$
Kuat medan magnet, H	- A/m	$\int Hdl = nI$
Fluk magnet, 0	weber Wb	$E = d0/dt$
Kerapatan medan magnet, B	tesla T	$B = 0/l^2$
Induktansi, L, M	henry H	$M = 0/I$
Permeability, μ	- H/m	$\mu = B/H$

Simbol Alat ukur dan Besaran Listrik Yang Diukur

Jenis Alat Ukur	Simbol	Besaran Yang Diukur	Satuan
Voltmeter	V	Tegangan Searah (DC)	volt (V)
	V	Tegangan AC (Nilai Efektif)	
Amperemeter	A	Arus Searah (DC)	ampere (A)
	A	Arus AC (Nilai Efektif)	
Wattmeter	W	Daya DC	watt (W)
	W	Daya AC	
Frequency meter	f	Frekwensi	Hertz (Hz)
Galvanometer	G	Adanya Arus dan Tegangan	
Power factor meter	PF	Faktor Daya ($\cos \Omega$)	Percent (%)
Ohm meter	Ω	Tahanan penghantar/ isolator	Ohm (Ω)

Tingkat (Kelas) Kecermatan Alat Ukur

Kelas	Kesalahan yang diijinkan	Uraian
2.5	$\pm 2.5 \%$	Semi-umum, digunakan untuk panel-panel daya, dan sebagainya
1.5	$\pm 1.5 \%$	Kelas umum, digunakan untuk pengukuran di industri
1.0	$\pm 1.0 \%$	Semi-presisi, digunakan untuk pengukuran dengan beberapa kecermatan
0.5	$\pm 0.5 \%$	Presisi, digunakan untuk pengukuran yang memerlukan kecermatan.
0.2	$\pm 0.2 \%$	Presisi khusus, digunakan sebagai sub standard

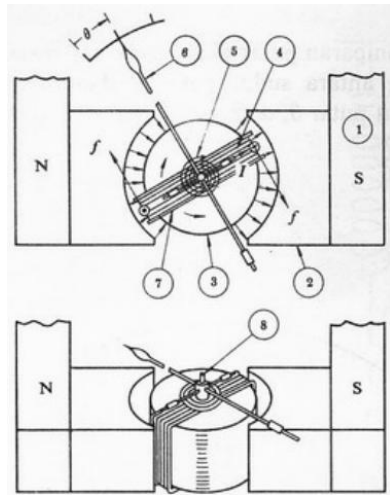
3. Macam-macam Alat Ukur dan Penggunaannya

3.1 Alat Ukur & Penggunaannya Menurut Prinsip Kerja dan Konstruksi

a. Alat ukur kumparan putar adalah alat ukur yang bekerja dengan prinsip listrik ditempatkan dalam medan listrik permanen.

Prinsip kerjanya adalah Kumparan bergerak dalam medan magnet permanen, silinder inti besi terletak diantara kedua kutub magnet.

Jika ada arus searah yang mengalir melalui kumparan tsb, maka gaya elektromagnetis yang mempunyai arah tertentu akan dikenakan pada kumparan putar



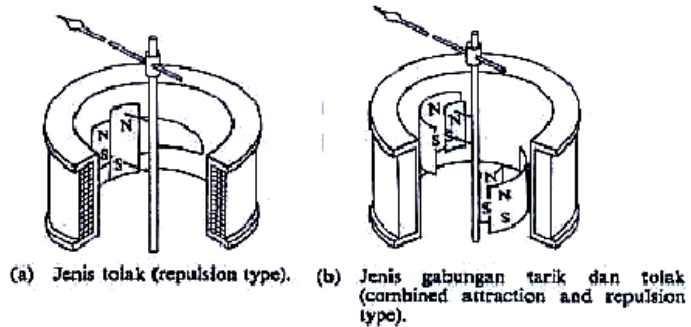
1. Magnet tetap
2. Kutub sepatu
3. Inti besi lunak
4. Kumparan putar
5. Pegas Spirial
6. Jarum penunjuk
7. Rangka kumparan putar
8. Tiang poros

Gambar Prinsip Kerja alat ukur jenis kumparan putar

b. Alat ukur besi putar terdiri dari kumparan tetap dan pasang besi lunak yang mudah dimagnetisasi. Penempatan besi lunak seperti pada gambar yaitu terhubung dengan sumbu dari jarum penunjuk sehingga dapat bergerak bebas.

Prinsip kerjanya adalah Arus mengalir, timbul medan elektromagnetis yang memagnetisasi besi lunak. Arah kedua kutub lunak akan sama, yang mengakibatkan saling tolak menolak sehingga terjadi pergeseran jarum penunjuk. Karena kedua besi lunak tersebut mempunyai arah kutub yang sama maka alat ukur ini dapat digunakan untuk mengukur besaran arus searah dan bolak-balik.

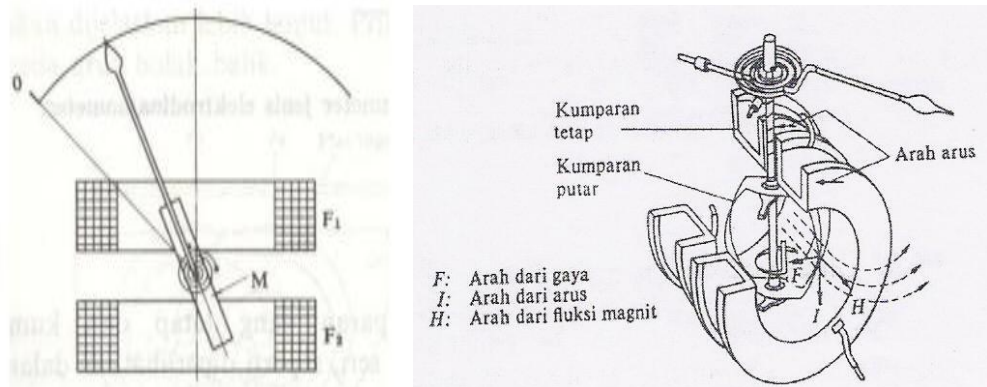
Ada 2 type untuk alat ukur ini antara lain :



Gambar Type alat ukur besi putar

c. Alat ukur elektrodinamis Terdiri dari kumparan putar dan kumparan tetap. Alat ukur ini bisa digunakan untuk mengukur arus searah dan arus bolak balik, tetapi jarang digunakan karena pemakaian dayanya cukup tinggi. Pemakaian yang lain yang banyak dijumpai adalah dalam pengukuran daya sebagai Watt-meter.

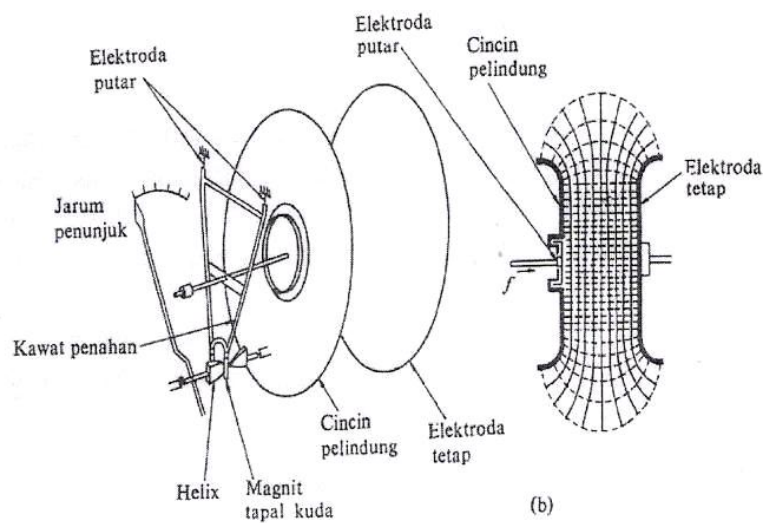
Prinsip kerjanya adalah bila ada arus yang mengalir melalui kumparan putar dan kumparan tetap, maka akan terjadi interaksi antara medan magnet dan arus yang menyebabkan terjadinya momen putar pada kumparan tersebut sehingga jarum memberikan simpangan. Pegas spiral berguna untuk memberikan momen lawan sehingga penunjukkan jarum sesuai dengan besaran arus yang diukur.



Gambar alat ukur elektrodinamis

d. Alat ukur elektrostatik terdiri dari elektroda tetap, elektroda putar, cincin pelindung.

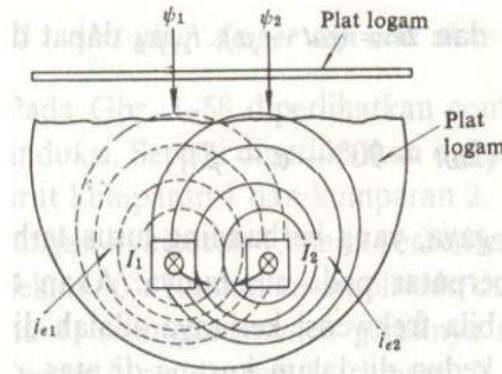
Prinsip kerjanya berdasarkan prinsip elektrostatik sebagai interaksi kedua elektroda. Jika Tegangan tinggi V ditempatkan diantara elektroda tetap dan putar, maka akan timbul atraksi yang mengakibatkan bertambahnya kapasitas dari kondensator. Elektroda putar akan berputar dan dihubungkan dengan suatu alat sehingga dapat memutar jarum penunjuk.



Gambar alat ukur elektrostatik

e. Alat Ukur Induksi terdiri dari piringan logam yang dapat berputar pada porosnya dan dua buah kumparan tetap. Penggunaan alat ini sebagai pengukur tegangan, arus dan daya.

Prinsip kerjanya adalah bila kumparan dilalui arus, timbul medan magnet yang akan menginduksi piringan logam sehingga menimbulkan momen putar.



Gambar alat ukur induksi

2. Alat Ukur & Penggunaannya Menurut Macam Arus terdiri dari :

- a. Arus searah
- b. Arus bolak balik
- c. Arus searah dan arus bolak-balik




3. Alat Ukur & Penggunaannya Menurut tipe/jenis terdiri dari :

- a. Tipe jarum penunjuk adalah harga/nilai hasil ukur yang dibaca adalah yang ditunjuk oleh jarum petunjuk, harga tersebut adalah harga sesaat pada waktu meter tersebut dialiri arus listrik
- b. Tipe Recoder adalah harga/nilai hasil ukur yang dibaca adalah harga yang ditulis/dicatat pada kertas, pencatat ini dilakukan secara otomatis dan terus menerus selama meter tersebut dialiri arus listrik.
- c. Tipe Integrator adalah harga/nilai hasil ukur yang dibaca adalah harga dari hasil penjumlahan yang dicatat pada selang waktu tertentu selama alat tersebut digunakan.
- d. Tipe Digital adalah harga/nilai hasil ukur yang dibaca adalah harga sesaat.




4. Alat Ukur & Penggunaannya Menurut Sumber Tegangan terdiri dari :

=	Pengukuran untuk kebesaran arus searah	DC
\approx	Pengukuran untuk kebesaran arus bolak-balik	AC
$\approx =$	Pengukuran untuk kebesaran arus searah dan bolak balik	AC DC
$3 \approx$	Pengukur fasa tiga	AC 3

5. Alat Ukur & Penggunaannya Berdasarkan Tegangan Pengujiannya terdiri dari :

Tegangan Pengujannya	Simbol
Tegangan uji 2kV	
Tegangan uji 3kV	
Tegangan uji 4kV	

6. Alat Ukur & Penggunaannya Menurut Posisi Pengoperasian terdiri dari :

Posisi Memasang	Simbol
Pemasangan Tegak Lurus	
Pemasangan Mendatar	
Pemasangan Miring	

7. Alat ukur menurut sifat penggunaannya terdiri dari :

- Portable yaitu alat ukur yang mudah dipergunakan dan dibawa pergi kemana-mana sesuai kehendak hati kita dalam pengukuran.
- Papan hubung/panel yaitu alat yang dipasang pada panel secara permanent atau tempat-tempat tertentu, sehingga tidak dapat dibawa pergi untuk mengukur ditempat lain.

8. Alat ukur & Penggunaannya Menurut besaran yang diukur

Nama Alat Ukur	Besaran yang diukur	Tanda Satuan	Rangkaian Penggunaan	Keterangan
AmperMeter	Arus	A	AC & DC	V/R
VoltMeter	Tegangan	V	AC & DC	I.R
WattMeter	Daya	W	AC & DC	V.I
OhmMeter	Tahanan	Ohm	DC	V/I
kWhMeter	Energi	kWh	AC & DC	V.I.t cos ϕ
kVARhMeter	Energi	kVARh	AC & DC	V.I.t sin ϕ
Frekwensi	Getaran/detik	Hz	AC	-
CosPhiMeter	Faktor Kerja	Cos phi	AC	-

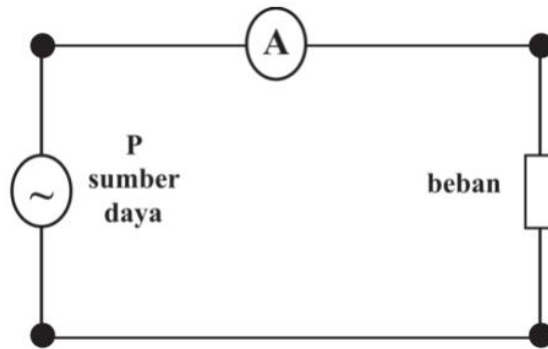
3.2 Amperemeter

Amperemeter adalah alat ukur ini digunakan untuk mengetahui besarnya arus/aliran listrik. Cara penyambungan dari ampere meter adalah dengan menghubungkan seri dengan sumber daya listrik (power source) karena mempunyai tahanan dalam (RA) yang kecil. Sehingga apabila amperemeter dihubungkan paralel akan terjadi dua aliran (I1 dan I2), karenanya pengukuran tidak benar (salah) akan tetapi merusak

amperemeter karena dihubungkan singkat dengan baterai/tegangan sumber alat ukur tersebut.



Gambar Amperemeter



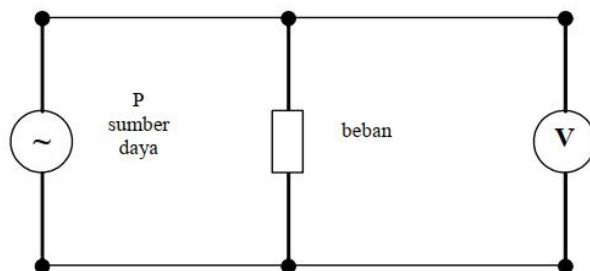
Gambar pemasangan Amperemeter

3.3 Voltmeter

Voltmeter adalah alat ukur yang digunakan untuk mengetahui besarnya tegangan. Cara penyambungan dari voltmeter adalah dengan menghubungkan parallel dengan sumber daya listrik (power source) karena mempunyai tahanan dalam (RA) yang besar.



Gambar Voltmeter



Gambar pemasangan Voltmeter

3.4 Ohmmeter

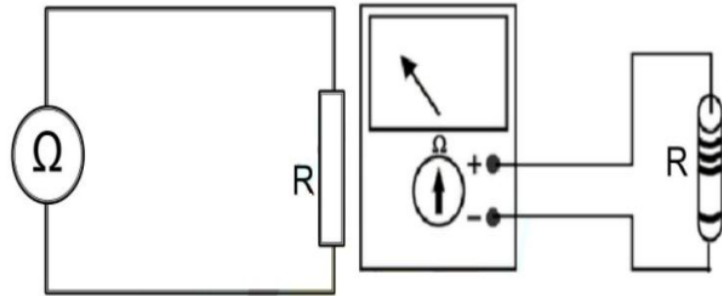
Ohm meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur hambatan listrik pada rangkaian tertutup atau daya untuk menahan mengalirnya arus listrik pada sebuah konduktor. Besarnya satuan hambatan yang diukur oleh alat ini dinyatakan dalam ohm. Alat Ohm meter ini menggunakan galvanometer untuk mengukur besarnya arus listrik yang lewat atau mengalir pada sebuah hambatan listrik (R) yang kemudian dikalibrasikan ke satuan ohm.

Yang harus diperhatikan pada saat melakukan pengukuran :

- Saat Melakukan pengukuran tahanan, ohmmeter dipasang parallel dengan hambatan yang akan diukur.
- Hambatan yang diukur harus tidak boleh bertegangan

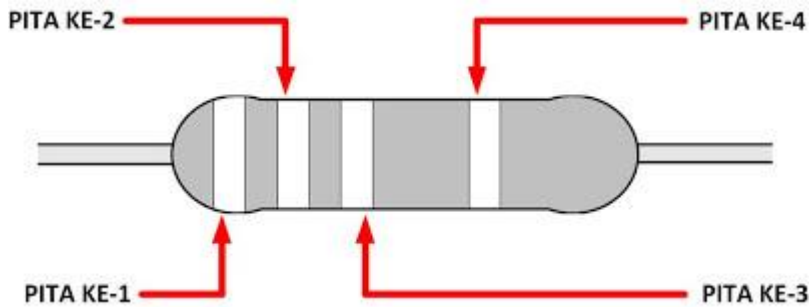


Gambar Ohmmeter



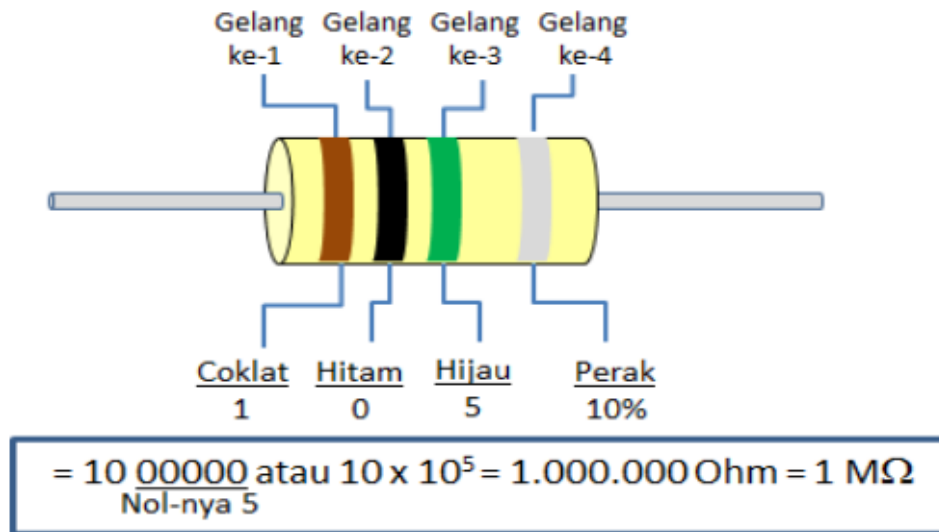
Gambar pemasangan ohmmeter

Membaca Kode Warna Resistor



Kode Warna	Pita ke-1	Pita ke-2	Pita ke-1	Pita ke-1
Hitam	0	0	10^0	-
Coklat	1	1	10^1	-
Merah	2	2	10^2	-
Orange	3	3	10^3	-
Kuning	4	4	10^4	-
Hijau	5	5	10^5	-
Biru	6	6	10^6	-
Ungu	7	7	10^7	-
Abu-abu	8	8	10^8	-
Putih	9	9	10^9	-
Emas	-	-	10^{-1}	5 %
Perak	-	-	10^{-2}	10 %
Tak berwarna	-	-	-	20 %

Contoh :
Resistor dengan 4 Gelang



3.5 Multimeter

Multimeter adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik, tegangan, dan hambatan. Multimeter juga dapat digunakan untuk mengukur temperature, induktansi, frekuensi, dan sebagainya. Ada yang menyebut multimeter dengan sebutan AVO meter yang maksudnya A (ampere), V (volt), dan O (ohm).

Multimeter atau multimeter pada umumnya terdiri dari 3 bagian penting, diantaranya adalah :

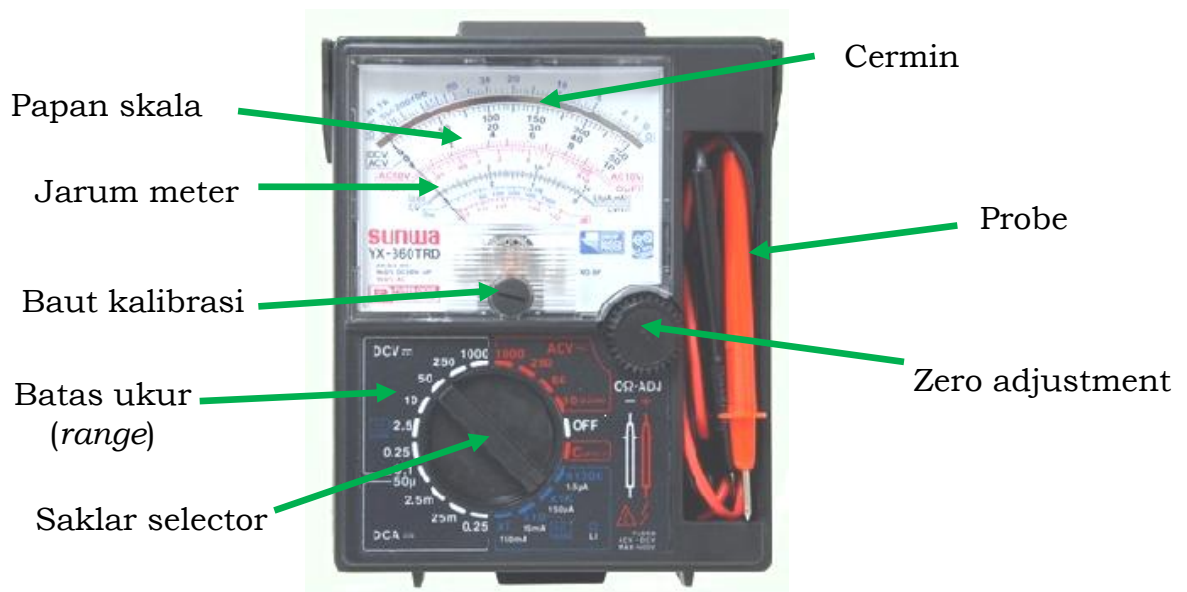
1. Display
2. Saklar Selektor
3. Probe

Fungsi Multimeter :

- Voltage (Tegangan) AC dan DC satuan pengukuran Volt
- Current (Arus Listrik) satuan pengukuran Ampere
- Resistance (Hambatan) satuan pengukuran Ohm
- Capacitance (Kapasitansi) satuan pengukuran Farad
- Frequency (Frekuensi) satuan pengukuran Hertz
- Inductance (Induktansi) satuan pengukuran Henry
- Pengukuran atau Pengujian Dioda
- Pengukuran atau Pengujian Transistor



BAGIAN-BAGIAN MULTIMETER



Gambar Bagian-bagian Multimeter

Cara Membaca nilai tahanan (ohm) pada multimeter analog :

1. Pasang multimeter pada komponen yang akan diukur
2. Perhatikan posisi jarum pointer hingga benar-benar berhenti dan tidak bergerak lagi
3. Pilih skala paling atas sebagai skala ukur tahanan ohm
4. Baca nilai tahanan sesuai dengan angka yang ditunjuk oleh jarum pointer lalu kalikan dengan saelektor pemilih



JARUM POINTER MENUNJUK
PADA NILAI = 26



SELEKTOR PEMILIH
MENUNJUK DI = 100 OHM

Pada Gambar diatas, maka nilai tahanan sesuai pembacaan diatas adalah :

Jika selector pemilih berada diposisi x100 maka nilai tahanannya adalah :

Nilai Tahanan (Ohm) = $26 \times 100 \text{ ohm} = 2600 \text{ ohm}$ (2,6 kilo ohm)

Jika selector pemilih berada diposisi x1k maka nilai tahanannya adalah :

Nilai Tahanan (Ohm) = $26 \times 1\text{k}\Omega (1000) = 26000 \Omega$ (26 Kilo ohm)

Cara Membaca nilai tegangan (volt) AC/DC pada multimeter analog :

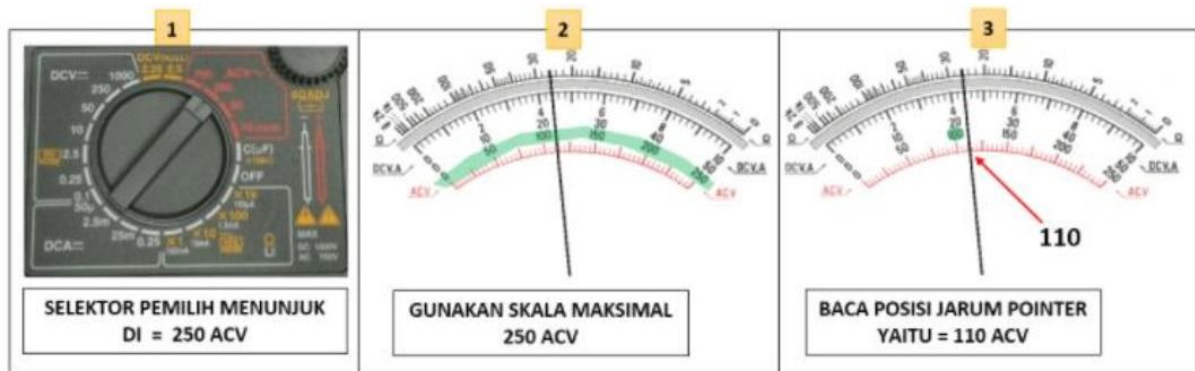
1. Perhatikan nilai dan posisi selector pemilih
2. Pilih skala bagian tengah untuk membaca nilai pengukuran tegangan
3. Gunakan nilai selector sebagai nilai maksimum skala yang ada pada skala papan ukur
4. Baca posisi jarum pointer berdasarkan skala yang sudah dipilih

Contoh membaca nilai tegangan DC pada multimeter analog

1	2	3
SELEKTOR PEMILIH MENUNJUK DI = 50 DCV	GUNAKAN SKALA MAKSIMAL 50 DCV	BACA POSISI JARUM POINTER YAITU = 22 DCV

1	2	3
SELEKTOR PEMILIH MENUNJUK DI = 10 DCV	GUNAKAN SKALA MAKSIMAL 10 DCV	BACA POSISI JARUM POINTER YAITU = 4,2 DCV

Contoh membaca nilai tegangan AC pada multimeter analog



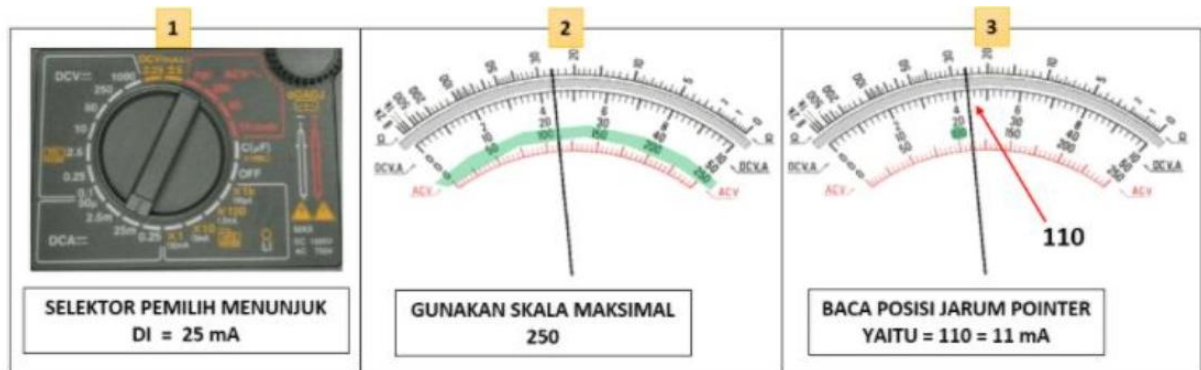
Dalam pengukuran berlaku persamaan :

$$\text{Hasil Pengukuran} = \frac{\text{Penunjukan Jarum}}{\text{Skala}} \times \text{Batas Ukur}$$

Cara Membaca nilai arus (ampere) pada multimeter analog :

1. Perhatikan nilai dan posisi selector
2. Pilih skala bagian tengah untuk membaca nilai pengukuran arus
3. Gunakan nilai maksimal yang sesuai dengan nilai selector
4. Baca nilai angka jarum pointer sesuai skala yang sudah dipilih

Contoh membaca nilai tegangan AC pada multimeter analog



3.6 Wattmeter

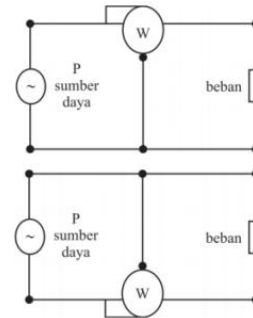
Wattmeter adalah alat ukur ini untuk mengetahui besarnya daya nyata (daya aktif). Pada wattmeter terdapat spoel/belitan arus dan spoel/belitan tegangan, sehingga cara penyambungan watt pada umumnya merupakan kombinasi cara penyambungan voltmeter dan ampere meter.

Fungsi wattmeter antara lain :

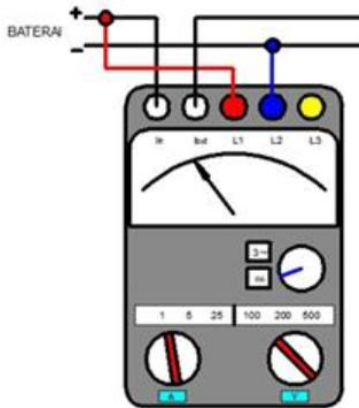
- a. Pengukuran daya arus searah
- b. Pengukuran daya arus bolak balik satu fasa
- c. Pengukuran daya arus bolak balik tiga fasa



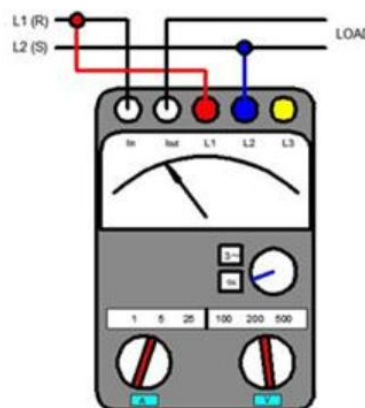
Gambar Wattmeter



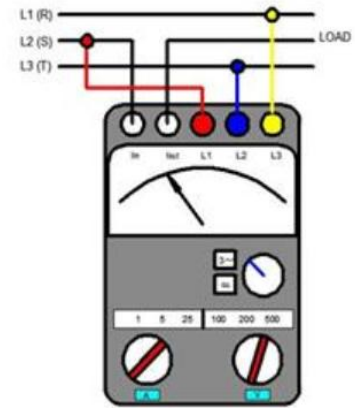
Pemasangan Wattmeter



Gbr daya searah



Gbr daya satu fasa

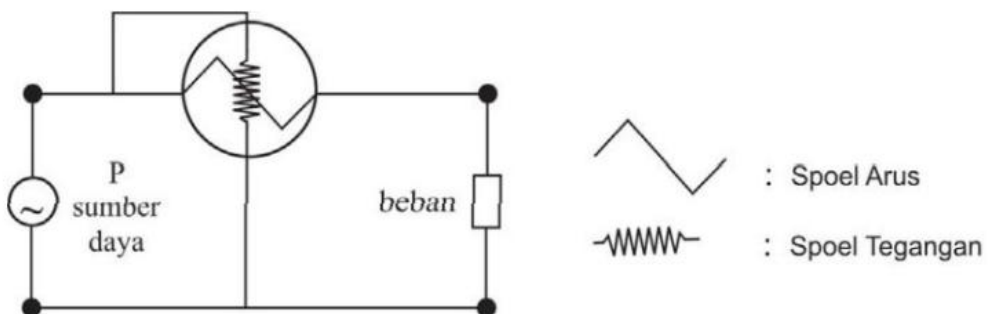


Gbr daya tiga fasa

3.7 KWH - Meter

KWH - Meter adalah alat ukur type induksi ini digunakan untuk mengukur arus bolak balik dan untuk menentukan besar kecilnya rekening listrik si pemakai.

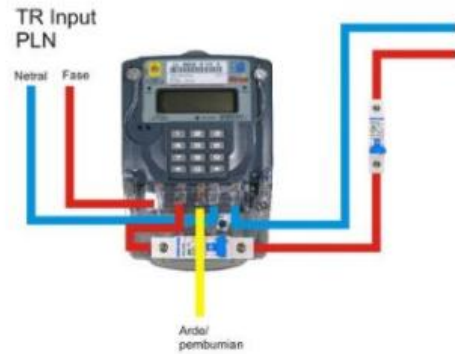
Alat ukur ini banyak dijumpai di rumah-rumah penduduk. Kwh meter menggunakan semacam piringan yang terbuat dari aluminium. Piringan aluminium tersebut bekerja menggunakan prinsip induksi magnet, di mana medan magnet menggerakkan piringan. Satuan yang digunakan adalah kiloWatt/jam (kWh).



Gambar penyambungan KWH - Meter



Gambar KWH Meter Analog



Gambar KWH Meter Digital

3.8 Insulation Resistance Tester

Alat ukur ini dipergunakan untuk mengukur nilai tahanan isolasi dari alat-alat listrik maupun instalasi-instalasi listrik, tujuannya adalah agar peralatan tenaga listrik seperti generator, transformator dan motor aman pada saat dioperasikan.

Untuk mengukur tahanan isolasi digunakan Mega Ohm Meter / Insulation tester. Isolasi yg dimaksud adalah isolasi antara bagian yang bertegangan dengan bertegangan maupun dengan bagian yang tidak bertegangan seperti body / ground.

Jenis insulation tester adalah:

1. Insulation tester dengan engkol sbg pembangkit tegangan. Sumber tenaga pada insulation tester jenis ini berasal dari generator pembangkit tenaga listrik yang ada dalam alat ukur ini dan untuk membangkitkannya poros insulation tester harus diputar dengan alat penunjukannya jarum.



Gambar Insulation engkol

2. Insulation tester dengan sumber tenaga dari baterai dan alat penunjukannya berupa jarum juga. Salah satu contoh penggunaan dari alat ukur ini adalah untuk mengukur kemungkinan gangguan lain adalah terjadinya hubung singkat pada belitan antar fasa, antara fasa dengan bodi dan antar belitan pada fasa yang sama



Gambar Insulation tester digital

Insulation tester digunakan untuk mengukur tahanan isolasi instalasi tegangan menengah maupun tegangan rendah.

- Untuk instalasi tegangan menengah digunakan insulation tester dengan batas ukur Mega sampai Giga Ohm dan tegangan alat ukur antara 5.000 sampai dengan 10.000 Volt arus searah.
- Untuk instalasi tegangan rendah digunakan insulation tester dengan batas ukur sampai Mega Ohm dan tegangan alat ukur antara 500 sampai 1.000 Volt arus searah.

Ketelitian hasil ukur dari insulation tester ditentukan oleh cukup tidaknya tegangan generator / baterai yang dipasang pada alat ukur tsb. Dewasa ini telah banyak pula insulation tester yang mengeluarkan tegangan tinggi, yang didapatkan dari baterai sebesar 8 – 12 volt (insulation tester dengan sistem elektronis). insulation tester dgn baterai umumnya membangkitkan tegangan tinggi yang jauh lebih stabil dibanding insulation tester dengan generator yang diputar dengan tangan.

Tegangan alat ukur ini umumnya tegangan Tinggi arus searah yang besarnya berkisar 500 s/ 10.000 Volt. Tegangan insulation tester dipilih berdasar tegangan kerja daripada sistem tegangan kerja peralatan atau instalasi yang akan diuji Hasil pengujian ditetapkan bahwa harga penahan isolasi minimum = 1000 X tegangan kerja peralatan yang akan diuji.

4. Pemakaian Alat Ukur Dan Jenis Kesalahan Pengukuran

Instumen ukur pada umumnya peka terhadap getaran dan benturan, maka dalam pemakaiannya perlu diperhatikan hal-hal sbb. :

1. Jangan diletakkan pada permukaan yg diberi penghangat atau pemanas.
2. Lindungi dari kelembaban, debu dan kotoran.
3. Jangan memberikan beban yang melebihi batas ukurnya (over load).
4. Kedudukan nol pada jarum penunjuk perlu diperiksa apakah sudah pada posisi yang tepat.

Jenis Kesalahan Dalam Pengukuran :

1. Kesalahan penunjukan yang timbul karena gesekan bantalan dan kekurang telitian fabrikasi, seperti kurang teliti pada skala. Besar kesalahan yang diperkenankan ditentukan oleh kelas ketelitian alat ukur.
2. Kesalahan akibat pengaruh luar seperti:
 - a. Kesalahan karena kedudukan (posisi)
 - b. Kesalahan karena temperatur.
 - c. Kesalahan karena pengaruh medan luar
3. Kesalahan pembacaan, yaitu :
 - a. Kesalahan dalam memperkirakan
 - b. Kesalahan paralaks

5. Memelihara Peralatan Pengukur Listrik

Tersedianya peralatan laboratorium yang memadai dalam lembaga pendidikan merupakan faktor pendukung pencapaian kualitas pendidikan khususnya pencapaian tujuan kegiatan laboratorium. Kualitas data yang dihasilkan dari suatu kegiatan laboratorium sangat dipengaruhi oleh kualitas alat dan profesionalitas pelaksana kegiatan. Peralatan yang berkualitas biasanya relatif mahal. Penggunaan dan usia alat akan mempengaruhi validitas dan reliabilitasnya. Untuk dua alasan tersebut, maka perlu untuk menjaga dan merawat alat tersebut agar selalu dalam keadaan siap digunakan, tetap valid dan reliabel. Alat ukur listrik yang rusak akan mengganggu kelancaran pelaksanaan kegiatan pelatihan sehingga diperlukan perawatan dan perbaikan terhadap alat ukur tersebut.

Perawatan adalah suatu upaya yang dilakukan dalam rangka meningkatkan, mempertahankan dan mengembalikan peralatan (fasilitas pada umumnya) dalam kondisi yang baik dan tetap berfungsi.

Karena sifatnya, maka perawatan dibedakan menjadi dua jenis yakni :

1. Perawatan terencana (Preventif/pencegahan)

Jenis perawatan terencana dilaksanakan sesuai dengan rencana yang disertai dengan monitoring dan evaluasi. Dengan demikian jenis perawatan tersebut betul-betul diprogram, diorganisir, dijadwal, dianggarkan, dilaksanakan, dimonitor, dan dievaluasi. Tujuan perawatan terencana adalah mencegah terjadinya gangguan kemacetan atau kerusakan dan mengembalikannya pada kondisi standar yang dapat berfungsi normal.

2. Perawatan tak terencana (Darurat)

Perawatan tak terencana bersifat perbaikan terhadap gangguan atau kerusakan yang tidak diperkirakan sebelumnya. Pada umumnya kerusakan yang terjadi pada tingkatan yang berat (tak beroperasi). Jenis perawatan tersebut jelas tidak direncanakan dan tidak pula terjadwal.

Fungsi Perawatan alat ukur antara lain :

- a. memperpanjang usia pemakaian
- b. melancarkan kegiatan laboratorium
- c. mengetahui kerusakan dini
- d. menghindari kerusakan mendadak
- e. mencegah kerusakan fatal
- f. menjamin keamanan dan kenyamanan pemakai

6. Kalibrasi Alat Ukur

Kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukan alat ukur dan bahan alat ukur dengan cara membandingkan terhadap nstandar ukur yang mampu telusur ke standar nasional untuk satuan ukuran dan tau internasional.

Arti pentingnya kalibrasi alat ukur selain digunakan untuk memenuhi salah satu persyaratan/klausul system management mutu ISO 9001:2008, Sistem manajemen lingkungan ISO 14000:2005, ataupun OHSAS 18000:2007 tetapi mempunyai manfaat lainnya antara lain:

1. Menjamin mutu terhadap produk yang dihasilkan melalui system pengukuran yang valid
2. Menghindari cacat/penyimpangan alat ukur
3. Menjamin kondisi alat ukur tetap terjaga sesuai spesifikasi

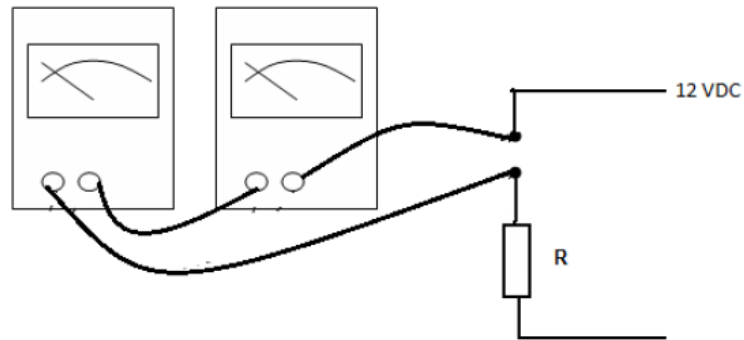
Fungsi kalibrasi alat ukur adalah untuk menjaga kendali mutu dengan memastikan kinerja dan akurasi berbagai instrument yang digunakan melalui penentuan penyimpangan nilai standart dengan nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur, atau dengan kata lain untuk dapat memastikan akurasi dari alat ukur tersebut sehingga instrument yang digunakan dapat menghasilkan pengukuran yang akurat.

Contoh kalibrasi :

Kalibrasi Amperemeter

Kalibrasi secara sederhana yang dilakukan pada amperemeter arus searah. Caranya dapat dilakukan dengan membandingkan arus yang melalui amperemeter yang akan dikalibrasi (A) dengan amperemeter standar

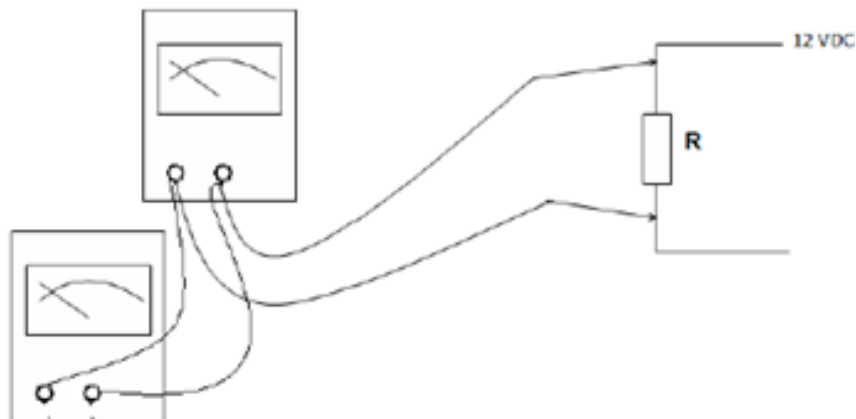
(As). Langkah-langkahnya amperemeter (A) dan amperemeter standar (As) dipasang secara seri perhatikan gambar di bawah



Kalibrasi Amperemeter arus searah

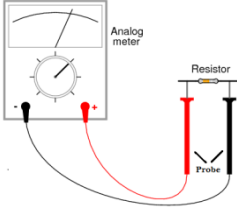
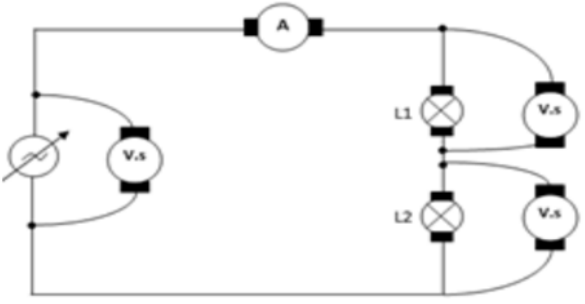
Kalibrasi Voltmeter

Sama halnya pada amperemeter, kalibrasi voltmeter arus searah dilakukan dengan cara membandingkan harga tegangan yang terukur voltmeter yang dikalibrasi (V) dengan voltmeter standar (Vs). Langkah-langkahnya voltmeter (V) dan voltmeter standar (Vs) dipasang secara paralel perhatikan gambar di bawah.



Kalibrasi voltmeter arus searah

LANGKAH KERJA

MENGUKUR LISTRIK/ELEKTRONIK																																																																																								
No	PANDUAN GAMBAR				CAPAIAN	KETERANGAN																																																																																		
1	<p>Menyiapkan Dokumen Kerja</p>  <table border="1" data-bbox="526 359 1064 718"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>R</th> <th>KODE WARNA</th> <th>PENGUKURAN</th> <th>PEMBACAAN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>R1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>R2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>R3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>R4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>R5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>R6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>R7</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>R8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>R9</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>R10</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Mengukur tahanan Resistor</p> <p>DIAGRAM KERJA</p>  <table border="1" data-bbox="257 1165 1086 1332"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Jenis Beban</th> <th>Vs</th> <th>A (hitung)</th> <th>A (Ukur)</th> <th>V1 (hitung)</th> <th>V1 (Ukur)</th> <th>V2 (hitung)</th> <th>V2 (Ukur)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2 buah lampu @ 40 watt dihubung seri</td> <td>220 V</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2 buah lampu 40 watt dan 25 watt dihubung seri</td> <td>220 V</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Mengukur arus dan tegangan</p>				No	R	KODE WARNA	PENGUKURAN	PEMBACAAN	1	R1				2	R2				3	R3				4	R4				5	R5				6	R6				7	R7				8	R8				9	R9				10	R10				No	Jenis Beban	Vs	A (hitung)	A (Ukur)	V1 (hitung)	V1 (Ukur)	V2 (hitung)	V2 (Ukur)	1	2 buah lampu @ 40 watt dihubung seri	220 V							2	2 buah lampu 40 watt dan 25 watt dihubung seri	220 V							<p>Akurasi penggunaan kesesuaian pengukur listrik dengan SOP</p>	<p>1.1 Menyiapkan dokumen Kerja seperti diagram kerja, table pengukuran atau gambar pengawatan terkait variable listrik yang akan diukur</p>
No	R	KODE WARNA	PENGUKURAN	PEMBACAAN																																																																																				
1	R1																																																																																							
2	R2																																																																																							
3	R3																																																																																							
4	R4																																																																																							
5	R5																																																																																							
6	R6																																																																																							
7	R7																																																																																							
8	R8																																																																																							
9	R9																																																																																							
10	R10																																																																																							
No	Jenis Beban	Vs	A (hitung)	A (Ukur)	V1 (hitung)	V1 (Ukur)	V2 (hitung)	V2 (Ukur)																																																																																
1	2 buah lampu @ 40 watt dihubung seri	220 V																																																																																						
2	2 buah lampu 40 watt dan 25 watt dihubung seri	220 V																																																																																						



No	Jenis Tahanan Isolasi yang Diukur	Nilai (MΩ)	Ket
A	Kabel Jaringan 4 Inti		
1	R - S (merah - kuning)		
2	R - T (merah - hitam)		
3	S - T (kuning - hitam)		
4	R - N (merah - biru)		
5	S - N (kuning - biru)		
6	T - N (hitam - biru)		
B	Motor Listrik 3 Fasa		
1	Terminal U - V		
2	Terminal U - W		
3	Terminal V - W		
4	Terminal U - Body motor		
5	Terminal V - Body motor		
6	Terminal W - Body motor		

Mengukur tahanan isolasi

2 Menyiapkan Alat Pelindung Diri (APD) dan Alat Ukur Listrik



Memahami dan memeriksa kondisi/ kelayakan alat dan perlengkapan K3 yang diperlukan serta dokumen terkait pengukuran sesuai persyaratan

2.1 Menyiapkan Alat Pelindung Diri (APD) sesuai kebutuhan dilapangan seperti helm safety, kaca mata safety, sarung tangan dan sepatu safety. APD yang digunakan bertujuan untuk melindungi seseorang agar mampu mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya ditempat kerja

2.2 Menyiapkan alat ukur sesuai variable listrik yang akan diukur. Multimeter untuk mengukur arus, tegangan dan ohm dll. Insulation earth tester untuk mengukur tahanan isolasi kabel.

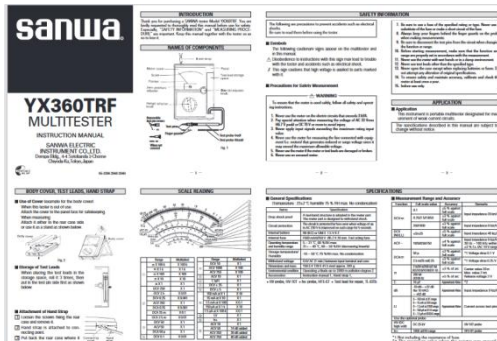
2.3 Melakukan pengecekan visual



Multimeter



Insulation Tester



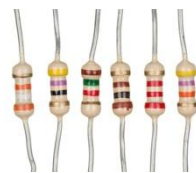
Manual Book Digital Multimeter

(Familiarisasi alat) terhadap kondisi alat ukur yang akan digunakan, apakah alat ukur listrik tersebut dalam kondisi baik atau tidak seperti mengecek baterai alat ukur, mengecek kabel probe, dan membaca manual book alat ukur serta kalibrasinya.

3 Komponen dan peralatan kerja pendukung yang dibutuhkan



Protoboard



Resistor



Motor Induksi



Workbench listrik

Menyiapkan dan memeriksa komponen dan peralatan kerja pendukung yang akan dipergunakan sesuai persyaratan yang berlaku

3.1 Menyiapkan komponen dan peralatan serta perlengkapan kerja pendukung yang dibutuhkan. Contoh untuk mengukur tahanan maka dibutuhkan protoboard dan resistor dengan kode warna yang berbeda-beda, untuk mengukur tahanan isolasi motor 3 fasa maka dipersiapkan motor 3 fasa serta workbench listrik/elektronik dipergunakan untuk mengukur tegangan 1 phase kotak kontak dan tegangan 3 fasa lainnya.

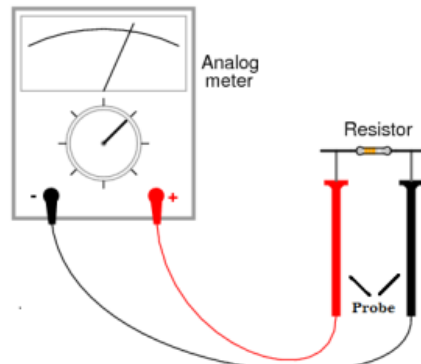
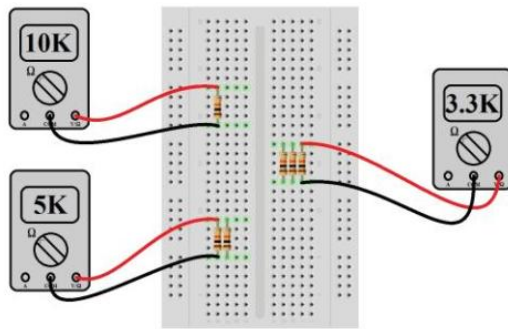
4 A. Pengukuran Tahanan (R) menggunakan AVO meter



2. Persejukkan alat ukur di angka 100, kalikan dengan selector ohm meter

1. Skala pembacaan Ohm meter

Selector Ohm meter



Mengukur resistor (ohm)

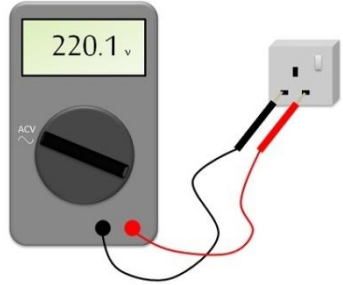
Melakukan pengukuran tahanan, tegangan dan arus dengan alat ukur yang tepat sesuai dengan SOP

- Langkah Pengukuran Hambatan :
1. Siapkan Multimeter (identifikasi) Multimeter terlebih dahulu dicek baterainya dan dipastikan sudah terkalibrasi dengan benar (jarum tepat diangka nol)
 2. Putar selektor switch pada hambatan (ohm) x1, x10 dll sesuai tahanan yang diukur
 3. Tempatkan batas ukur hambatan dari pengkali terkecil yakni x1, x10, x100 dan x1k
 4. Mulailah mengukur hambatan pada komponen resistor yang disediakan dan catat hasil pengukurannya
 5. Setelah menggunakan alat ukur multimeter, kembalikan selector switch pada kondisi awal (off) dan simpan alat ukur pada tempatnya.

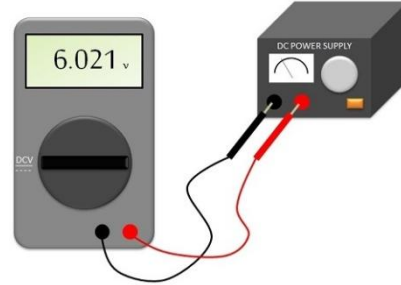
B. Mengukur Tegangan AC dan Tegangan DC



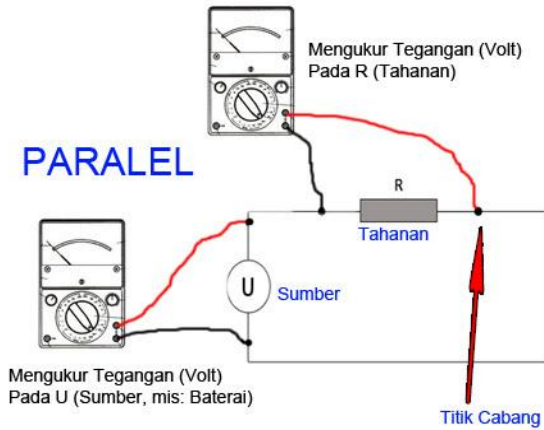
Selector Voltmeter



Mengukur tegangan AC



Mengukur Tegangan AC



Langkah Pengukuran Tegangan AC dan Tegangan DC :

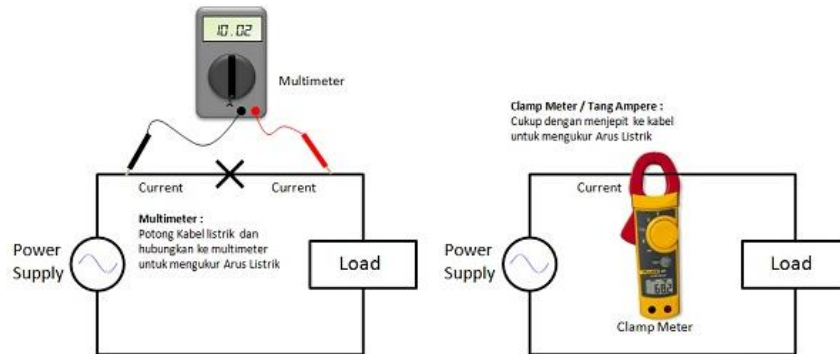
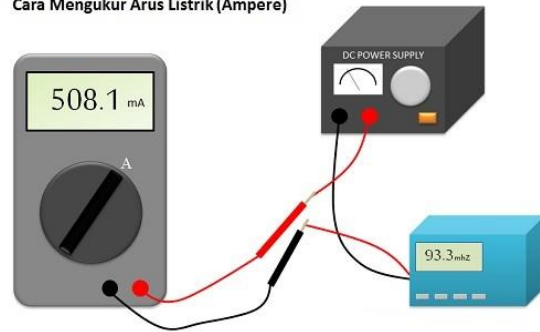
1. Siapkan Multimeter (identifikasi) Multimeter terlebih dahulu dicek baterainya dan dipastikan sudah terkalibrasi dengan benar (jarum tepat diangka nol)
2. Putar selektor switch pada Tegangan Vac atau Vdc, Pilih salah satu sesuai pengukuran yang diinginkan
3. Tempatkan batas ukur tegangan di skala paling besar
4. Untuk mengukur Vac posisi kabel probe boleh bolak balik, karena pada ACV setiap detik terjadi 50x perubahan kutub positif menjadi kutub negatif dan sebaliknya. Sedangkan, Dalam mengukur DCV, posisi kabel probe warna merah (+/out) diletakkan pada titik positif (+) dari sumber tegangan yang akan diukur, kabel probe warna hitam (-/common) diletakkan pada titik negatif (-).
5. Mulailah mengukur mengukur tegangan AC dan DC yang diinginkan dan catat hasil pengukurannya
6. Setelah menggunakan multimeter, kembalikan selektor switch pada kondisi awal (off) dan simpan alat ukur pada tempatnya.

C. Mengukur Arus Listrik



Selector Voltmeter

Cara Mengukur Arus Listrik (Ampere)

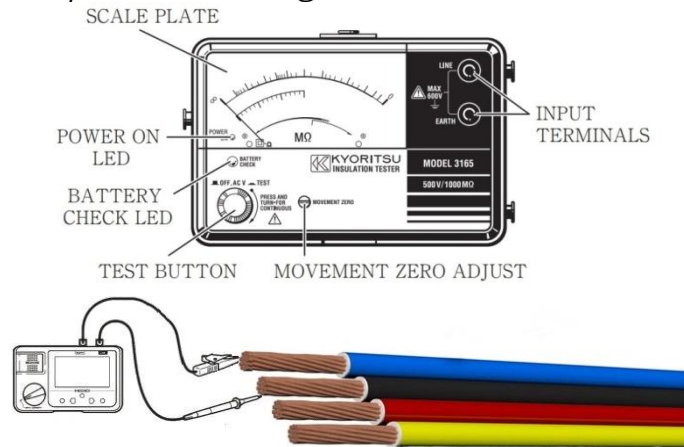


Mengukur Arus Listrik dengan multimeter dan tang ampere

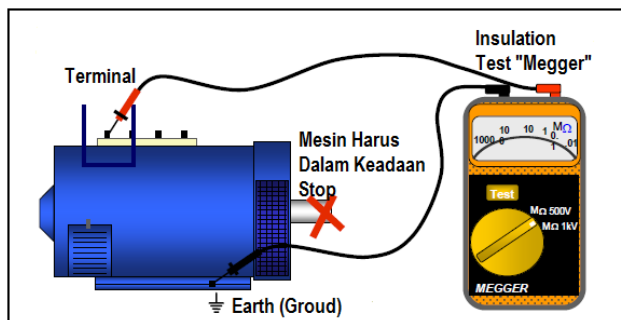
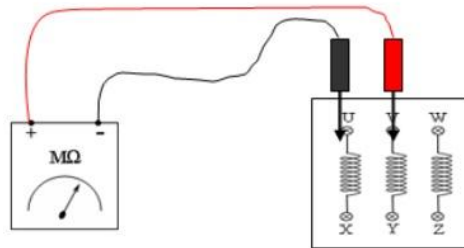
Langkah Pengukuran Arus Listrik :

1. Siapkan Multimeter (identifikasi) Multimeter terlebih dahulu dicek baterainya dan dipastikan sudah terkalibrasi dengan benar (jarum tepat diangka nol)
2. Atur Posisi Saklar Selektor ke DCA
3. Pilih skala sesuai dengan perkiraan arus yang akan diukur. Jika Arus yang akan diukur adalah 100mA maka putarlah saklar selector ke 300mA (0.3A). Jika Arus yang diukur melebihi skala yang dipilih, maka sekering dalam Multimeter akan putus. Kita harus menggantinya sebelum kita dapat memakainya lagi
4. Putuskan Jalur catu daya (power supply) yang terhubung ke beban
5. Kemudian hubungkan probe Multimeter ke terminal jalur yang kita putuskan tersebut. Probe Merah ke Output Tegangan Positif (+) dan Probe Hitam ke Input Tegangan (+) Beban ataupun Rangkaian yang akan kita ukur
6. Baca hasil pengukuran di Display Multimeter
7. Setelah menggunakan multimeter, kembalikan selector switch pada kondisi awal (off) dan simpan alat ukur pada tempatnya.

D. Mengukur Tahanan Isolasi Suatu Instalasi Listrik/instalasi tenaga Listrik



Pengukuran tahanan isolasi kabel 4 inti



Pengukuran tahanan isolasi belitan motor 3 phase

Langkah Pengukuran Tahanan Isolasi menggunakan MEGGER :

1. Check batere apakah dalam kondisi baik.
2. Mekanikal zero check pada kondisi insulation tester off, jarum penunjuk harus tepat berimpit dengan garis skala. Bila tidak tepat, atur pointer zero pada alat ukur.
3. Lakukan elektrikal zero check:
 - Pasang kabel test pada input terminal megger, serta hubung singkatkan ujung yang lain.
 - Untuk megger yang ada pengaturan, pilih tegangan dan skala pengukuran melalui saklar selector.
 - On-kan insulation tester, jarum akan bergerak dan harus menunjuk tepat ke angka nol, bila tidak tepat atur "Zero kalibrasi". Bila dengan pengaturan pointer tidak berhasil (penunjukan tidak mencapai nol) periksa/ganti batere.
 - Off-kan insulation tester dan ulangi poin pengecekan elektrikal zero.
4. Yakinkan bahwa kawat/kabel yang akan diukur tahanan isolasinya tidak terhubung dengan sumber tegangan (tidak berarus).
5. Pasang kabel test ke peralatan yang diukur, kemudian tekan tombol pengaktif megger dan baca penunjukkan jarum.
6. Kemudian On-kan insulation tester, baca tampilan pada skalanya

5



Alat Ukur dalam Kondisi off



Multimeter lengkap dengan manual book



Menempatkan kembali alat ukur ke tempat semula

Konsistensi pemeliharaan peralatan pengukur listrik

Cara merawat dan menyimpan peralatan secara rutin sesuai dengan prosedur manufaktur atau prosedur operasi (kerja) yang terstandar (SOP) :

1. Pastikan alat ukur dalam kondisi off jika telah selesai digunakan
2. Jika posisi off tidak tersedia maka penyimpanan untuk meter analog dan digital selalu harus diyakinkan dimulai dengan mematikan saklar pemilih atau mengatur saklar pemilih ke posisi V *1000
3. Pastikan juga buku petunjuk/manual selalu diletakkan didalam kotak penyimpanannya.
4. Tidak dianjurkan untuk menyimpan alat uji pada ruangan dengan keadaan ekstrim suhu (panas atau dingin), kelembaban yang berlebihan dan daerah yang terlalu banyak medan magnet maupun listrik statis.
5. Upayakan juga menghindari getaran yang terlalu banyak dan terus menerus
6. Pemeriksaan keadaan alat ukur perlu dilakukan sebelum dipergunakan untuk memastikannya alat ukur bekerja dengan benar
7. Cermat dan teliti dalam menggunakan alat ukur saat mengukur besaran-besaran listrik yang ada seperti tegangan dan arus
8. Pastikan juga sebelum melakukan pengukuran adalah keamanan kawat-

	 <p>Lakukan pergantian baterai alat ukur secara berkala</p>		<p>kawat penghubung pengindera (probe), hindarkan pemakaian kawat kawat yg terkelupas dan usahakan untuk mengganti jika ada atau minimal menutupi dengan isolasi.</p> <p>9. Sebelum bekerja dengan multimeter analog harus selalu diingat dua hal penting yaitu peneraan/kalibrasi internal alat dan keamanan kerja.</p> <p>10. Disisi lain adalah keamanan kerja. Keamanan kerja meliputi 2 hal pertama keamanan penggunaannya dan kedua keamanan alat yang digunakan. Keamanan manusia / pengguna adalah komponen penting yang harus selalu diingat untuk menghindarkan kecelakaan kerja</p>
	<p>Perilaku Kerja: Pelaksanaan Pengukuran Listrik/Elektronik membutuhkan kompetensi perilaku:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan dengan sistematis sesuai SOP 2. Dilakukan dengan teliti untuk detail proses 3. Pencatatan hasil pemeriksaan dengan detail dan teliti 	<p>Indikator perilaku:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti tahapan sesuai SOP 2. Melakukan pengamatan secara detail dan teliti 3. Pengukuran dicatat pada form hasil pengukuran secara detail dan teliti 	<p>Alat yang digunakan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Daftar alat yang digunakan sesuai dengan kebutuhan 2. Form isian pengukuran 3. SOP pelaksanaan Pengukuran Listrik/Elektronik