

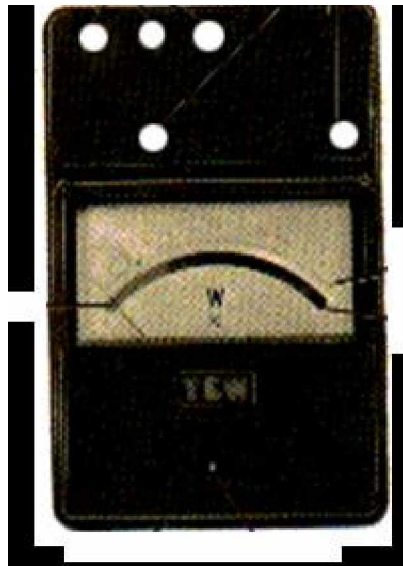
KODE MODUL

TS.003



SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Alat Ukur dan Teknik Pengukuran



BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2003

KATA PENGANTAR

Modul **Alat Ukur dan Teknik Pengukuran** digunakan sebagai panduan kegiatan belajar untuk membentuk salah satu kompetensi, yaitu : Mengoperasikan peralatan telekomunikasi konsumen. Modul ini dapat digunakan untuk peserta diklat pada Bidang Keahlian Teknik Telekomunikasi.

Modul ini memberikan latihan untuk mempelajari menggunakan alat sesuai dengan prosedur penggunaan pada buku manual, jenis aplikasinya pada buku manual aman dari kesalahan penggunaan dan melakukan pengukuran besaran listrik. Modul ini terdiri atas empat kegiatan belajar. Kegiatan Belajar 1 membahas tentang simbol dan data teknis alat ukur. Kegiatan Belajar 2 membahas tentang karakteristik alat ukur, Kegiatan belajar 3 membahas tentang memilih alat ukur. Kegiatan belajar 4 membahas tentang mengukur besaran listrik.

Yogyakarta, Desember 2003

Penyusun.

Tim Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

DAFTAR ISI MODUL

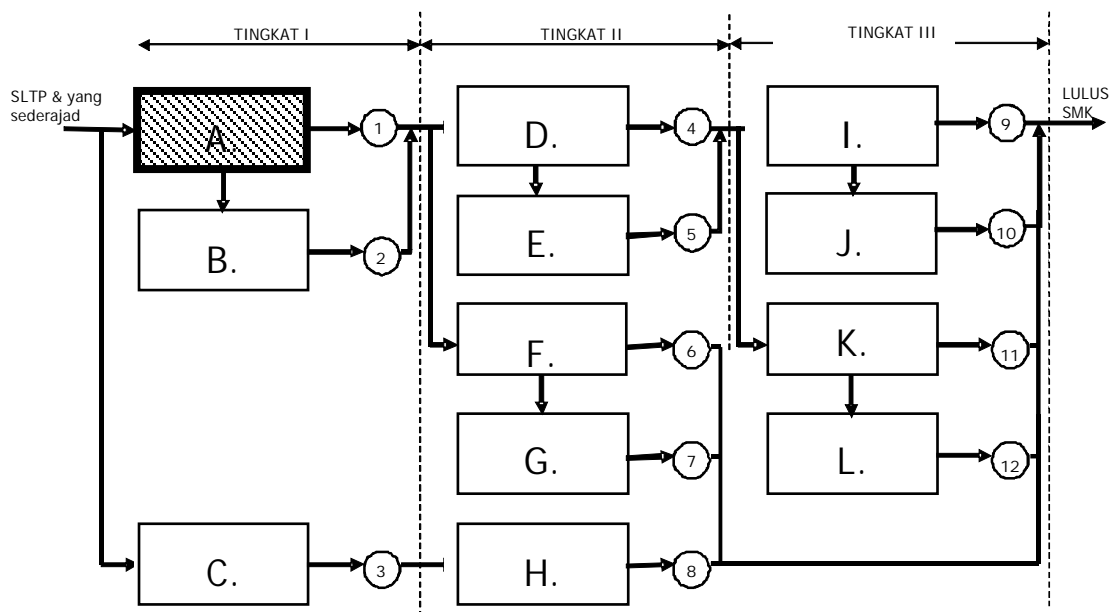
	Halaman
HALAMAN DEPAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
PETA KEDUDUKAN MODUL	v
PERISTILAHAN/GLOSSARY	vii
I. PENDAHULUAN	1
A. DESKRIPSI	1
B. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	1
1. Petunjuk Bagi Peserta Diklat	1
2. Petunjuk Bagi Guru.....	2
C. TUJUAN AKHIR	3
D. KOMPETENSI	4
E. CEK KEMAMPUAN.....	5
II. PEMBELAJARAN.....	6
A. RENCANA PEMBELAJARAN	6
B. KEGIATAN BELAJAR	7
1. Kegiatan Belajar 1: Simbol dan Data Teknik Alat Ukur.....	7
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran	7
b. Uraian Materi	7
c. Rangkuman 1	9
d. Tugas	9
e. Tes Formatif 1	9
f. Kunci Jawaban Tes Formatif 1	9
g. Lembar Kerja 1	10
2. Kegiatan Belajar 2: Karakteristik Alat Ukur	12
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran	12

b. Uraian Materi 2	12
c. Rangkuman 2.....	13
d. Tugas 2	13
e. Tes Formatif 2.....	13
f. Kunci Jawaban Tes Formatif 2	13
g. Lembar Kerja 2	14
3. Kegiatan Belajar 3: Memilih Alat Ukur.....	16
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran	16
b. Uraian Materi 3	16
c. Rangkuman 3	42
d. Tugas 3.....	42
e. Tes Formatif 3	42
f. Kunci Jawaban Tes Formatif 3.....	43
g. Lembar Kerja 3	45
4. Kegiatan Belajar 4: Mengukur Besaran Listrik.....	47
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran	47
b. Uraian Materi 4	47
c. Rangkuman 4	52
d. Tugas 4.....	53
e. Tes Formatif 4	53
f. Kunci Jawaban Tes Formatif 4.....	53
g. Lembar Kerja 4	54
III. EVALUASI	57
A. PERTANYAAN.....	57
B. KUNCI JAWABAN.....	57
C. KRITERIA PENILAIAN	58
IV. PENUTUP	59
DAFTAR PUSTAKA	60

PETA KEDUDUKAN MODUL

A. Diagram Pencapaian Kompetensi

Diagram ini menunjukkan tahapan urutan pencapaian kompetensi yang dilatihkan pada peserta didik dalam kurun waktu tiga tahun. Modul Alat Ukur Dan Teknik Pengukuran merupakan salah satu dari 9 modul untuk membentuk kompetensi mengoperasikan peralatan telekomunikasi konsumen (blok A).



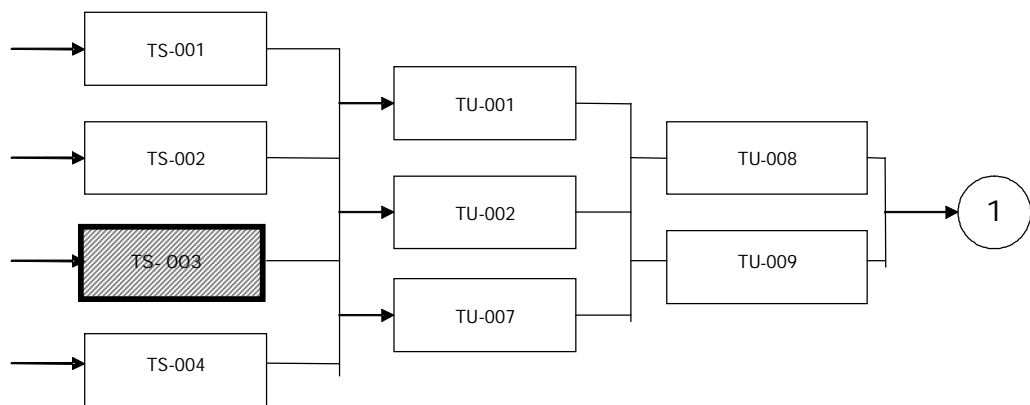
Keterangan :

- A. : Mengoperasikan peralatan telekomunikasi konsumen
- B. : Memelihara peralatan telekomunikasi konsumen
- C. : Mengoperasikan peralatan pendukung transmisi
- D. : Mengoperasikan peralatan transmisi radio terestrial
- E. : Memelihara peralatan transmisi radio terestrial
- F. : Mengoperasikan peralatan transmisi optik
- G. : Memelihara peralatan transmisi optik

- H. : Memelihara peralatan pendukung transmisi
- I. : Mengoperasikan peralatan transmisi seluler
- J. : Memelihara peralatan transmisi seluler
- K. : Mengoperasikan peralatan transmisi satelit
- L. : Memelihara peralatan transmisi satelit

B. Kedudukan Modul

Modul TS-003 ini merupakan prasyarat untuk menempuh modul TU-001, TU-002 dan TU-007



Keterangan :

- TS-001 Dasar Elektronika Analog dan Digital)
- TS-002 Dasar Rangkaian Listrik
- TS-003 Alat Ukur dan Teknik Pengukuran
- TS-004 Pengantar Teknik Telekomunikasi
- TU-001 Peraturan Instalasi Listrik
- TU-002 Teknik Gambar Listrik
- TU-007 Teknik Jaringan Listrik
- TU-008 Teknik instalasi CPE (HP, Parabola)
- TU-009 Teknik Instalasi kabel Rumah/Gedung

PERISTILAHAN/GLOSSARY

D C	: Direct current (Arus searah)
A C	: Alternating current (Arus bolak - balik)
Elektrodinamometer	: Gaya elektromagnetik antara arus-arus.
PMMC	: Permanent magnetic moving coil
Fluksi	: Gaya gerak listrik
Paralax	: Kesalahan pembacaan akibat dari faktor manusia.
Toleransi	: Satu satuan nilai yang diperkenankan
Kalibrasi	: Peneraan
Presisi	: ketelitian dari suatu alat ukur.

BAB I

PENDAHULUAN

A. DISKRIPSI JUDUL

Modul ini mengkaji tentang Alat Ukur Dan Teknik Pengukuran yang meliputi kegiatan belajar : macam-macam alat ukur listrik, karakteristik dan pengukuran besaran listrik.

Modul alat ukur listrik dan teknik pengukuran merupakan modul teori dan atau praktikum yang menekankan pada pengertian terhadap berbagai macam alat ukur listrik, karakteristik dan cara penggunaannya di lapangan/dalam kehidupan. Dengan modul ini peserta diklat dituntut untuk dapat menguasai berbagai macam alat ukur dan menggunakannya dalam kehidupan.

Modul ini menjadi dasar dalam penggunaan alat ukur listrik yang hendak digunakan dalam setiap kegiatan peserta diklat, baik yang berkaitan dengan modul-modul lain yang sejenis pada skala laboratorium maupun pada implementasi kegiatan peserta diklat di lapangan.

B. PRASYARAT

Modul Alat Ukur Dan Teknik Pengukuran merupakan modul awal pembelajaran maka tidak membutuhkan persyaratan modul yang lain atau kemampuan lain yang harus dimiliki peserta diklat sebelum mempelajari modul ini.

C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Petunjuk Bagi Peserta Diklat

Peserta diklat diharapkan dapat berperan aktif dan berinteraksi dengan sumber belajar yang dapat digunakan, karena itu harus memperhatikan hal-hal berikut:

- a. Langkah-langkah belajar yang ditempuh:
 - 1) Persiapkan alat dan bahan.
 - 2) Bacalah dengan seksama lembar informasi pada setiap kegiatan belajar.
 - 3) Cermatilah langkah kerja pada setiap kegiatan belajar sebelum mengerjakan, bila belum jelas tanyakan pada instruktur.
 - 4) Kembalikan semua peralatan praktik yang digunakan.
- b. Perlengkapan yang harus dipersiapkan
Guna menunjang keselamatan dan kelancaran tugas/ pekerjaan yang harus dilakukan, maka persiapkanlah seluruh perlengkapan yang diperlukan. Beberapa perlengkapan yang harus dipersiapkan adalah:
 - 1) Peralatan tulis
 - 2) Perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja
 - 3) Piranti alat ukur
- c. Hasil pelatihan
Peserta diklat mampu:
 - 1) Memahami simbol dan data teknis alat ukur
 - 2) Memahami karakteristik alat ukur
 - 3) Memilih alat ukur dengan tepat
 - 4) Mampu melakukan pengukuran dengan baik dan benar

2. Peran guru

Guru yang akan mengajarkan modul ini hendaknya mempersiapkan diri sebaik-baiknya yaitu mencakup aspek strategi pembelajaran, penguasaan materi, pemilihan metode, alat bantu media pembelajaran, dan perangkat evaluasi.

Guru harus mempersiapkan rancangan strategi pembelajaran yang mampu mewujudkan peserta diklat terlibat aktif dalam proses pencapaian/ penguasaan kompetensi yang telah diprogramkan. Penyusunan rancangan strategi pembelajaran mengacu pada kriteria unjuk kerja (KUK) pada setiap sub kompetensi yang ada dalam GBPP.

D. TUJUAN AKHIR

Setelah selesai melaksanakan kegiatan belajar peserta diklat memahami :

- 1) Mampu memahami simbol-simbol dan bagian-bagian alat ukur, sehingga mampu merangkai bila digunakan untuk mengukur.
- 2) Mampu melakukan pengukuran untuk setiap besaran listrik

E. KOMPETENSI

Modul ini merupakan subkompetensi Menguasai alat ukur dan teknik pengukuran yang menjadi salah satu unsur untuk membentuk kompetensi mengoperasikan peralatan telekomunikasi konsumen. Uraian subkompetensi ini dijabarkan seperti ini.

Sub kompetensi	Kriteria Unuk Kerja	Lingkup Belajar	Materi Pokok Pembelajaran		
			Sikap	Penegtahuan	Keterampilan
1	2	3	4	5	6
A4. Menguasai alat ukur dan teknik pengukuran	Mampu menggunakan alat sesuai dengan: <ul style="list-style-type: none"> · Prosedur penggunaan pada buku manual · Jenis aplikasinya pada buku manual · Aman dari kesalahan penggunaan Mampu melakukan pengukuran besaran listrik	Alat-alat ukur listrik	Tekun dan kritis dalam mengkaji penggunaan alat ukur peralatan telekomunikasi pelanggan	<ul style="list-style-type: none"> · Alat ukur listrik elektronika (avo metr analog, avo meter digital, watt meter, dan CRO) · Karakteristik alat ukur listrik dan elektronika · Teknik pengukuran besaran listrik (arus, tegangan, daya, impedansi, dan luminansi) 	<ul style="list-style-type: none"> · Menggunakan AVO meter analog, AVO meter digital, watt meter, CRO, · Pengukuran besaran listrik tegangan, arus, daya, impedansi dan luminansi

F. CEK KEMAMPUAN

Sebelum mempelajari modul ini, isilah cek list (√) kemampuan yang telah anda miliki dengan sikap jujur dan dapat dipertanggung jawabkan:

Sub Kompetensi	Pernyataan	Jawaban		Bila jawaban "Ya" kerjakan
		Tidak	Ya	
Menguasai alat ukur listrik dan teknik pengukuran	1. Saya mampu memahami simbol dan data teknis alat ukur			Soal Tes formatif 1
	2. Saya mampu memahami karakteristik alat ukur			Soal Tes formatif 2
	3. Saya mampu memilih alat ukur dengan tepat			Soal Tes formatif 3
	4. Saya mampu melakukan teknik pengukuran dengan baik dan benar			Soal Tes formatif 4

BAB II PEMBELAJARAN

A. RENCANA PEMBELAJARAN

Kompetensi : Mengoperasikan peralatan telekomunikasi konsumen

Sub kompetensi : Menguasai alat ukur listrik dan teknik pengukuran

Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda Tangan Guru
Memahami simbol dan data teknis alat ukur					
Memahami karakteristik alat ukur					
Memilih alat ukur listrik					
Mengukur besaran listrik					

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1: Simbol dan Data Teknis Alat Ukur

a. Tujuan Kegiatan Belajar

Setelah melaksanakan kegiatan belajar 1 diharapkan siswa dapat memahami simbol-simbol dan data teknis alat ukur listrik








b. Uraian Materi 1

Mengukur pada hakekatnya membandingkan suatu besaran yang belum diketahui besarnya dengan besaran lain yang diketahui besarnya. Untuk keperluan tersebut diperlukan alat ukur.

Pekerjaan pengukuran, memerlukan alat ukur yang baik. Alat ukur yang baik setidaknya mengandung informasi besaran-besaran yang diukur yang sesuai dengan kondisi senyatanya. Akan tetapi di dalam proses pengukuran terdapat kekeliruan-kekeliruan. Ada 2 kelompok kekeliruan, yaitu kekeliruan sistematis (berkaitan dengan alat ukur, metode pengukuran, dan faktor manusia) dan kekeliruan acak (berkaitan dengan faktor non teknis/sistematis).

Pada prinsipnya memilih alat ukur listrik adalah upaya untuk mendapatkan alat ukur yang sesuai dengan besaran-besaran listrik yang hendak diketahui nilai besarnya. Hal ini berkaitan dengan upaya untuk menentukan nilai kuantitas besaran listrik yang hendak diketahui. Ada 2 besaran listrik yang esensial yang hendak diketahui nilai besarnya, yaitu arus dan tegangan. Ragam, jenis, tanda gambar, tanda huruf, prinsip kerja, penggunaan, daerah kerja, dan penggunaan daya ditunjukkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh-Contoh Alat Ukur Penunjuk Listrik

Jenis	Tanda gambar	Tanda huruf	Prinsip Kerja	Contoh*	Dipakai dalam rangkaian	Penunjukan dalam hal AC	Daerah kerja			Penggunaan daya
							Arus	Tegangan	Frekwensi	
Kumparan putar		M	Gaya elektromagnetik antara medan magnet suatu magnet tetap dan arus	VAΩNΩLφ	DC		$1,5 \times 10^{-6} \sim 10^2$	$10^{-2} \sim 10^3$	—	Kecil
Penyearah		R	Kombinasi suatu pengubah memakai penyearah semi-conductor saat suatu alat ukur jenis kumparan putar	VAΩf	AC	Harga rata-rata	$5 \times 10^{-4} \sim 10^{-1}$	$1 \sim 10^3$	$< 10^4$	Kecil
Thermo-kopel		T	Kombinasi suatu pengubah memakai thermokopel dan alat ukur jenis kumparan putar	VAW	AC dan DC	Harga efektif	$10^{-3} \sim 5$	$5 \times 10^{-1} \sim 1,5 \times 10^2$	$< 10^4$	Kecil
Besi putar		S	Gaya elektromagnetik pada suatu inti besi dalam suatu medan magnet	VA	AC dan DC	Harga efektif	$10^{-2} \sim 3 \times 10^2$	$10 \sim 10^3$	$< 5 \times 10^2$	Besar
Elektro-dinamo-meter		D	Gaya elektromagnetik antara arus-arus	VAWf	AC dan DC	Harga efektif	$10^{-2} \sim 50$	$1 \sim 10^3$	$< 10^3$	Besar
Induksi		I	Gaya elektromagnetik yang ditimbulkan oleh medan magnet bolak-balik dan arus yang terimbas oleh medan magnet	VAWNWh	AC	Harga efektif	$10^{-1} \sim 10^2$	$1 \sim 10^3$	$< 3 \times 10 \sim 10^2$	Besar
Elektro-statik		E	Gaya tarik elektrostatis antara dua elektroda bermuatan	VΩ	AC dan DC	Harga efektif	—	$10 \sim 5 \times 10^3$	$< 10^4$	Kecil sekali

*Contoh... V: voltmeter, A: ammeter, W: Wattmeter, Ω: ohm meter, N: rotating speed meter, φ: thermometer, L: luximeter, φ: magnetic fluxmeter
f: frequency meter Wh: Electric energy meter

c. Rangkuman 1

- 1) Mengukur pada hakekatnya membandingkan suatu besaran yang belum diketahui besarnya dengan besaran lain yang diketahui besarnya. Untuk keperluan tersebut diperlukan alat ukur.
- 2) Ada 2 kelompok kekeliruan dalam kegiatan pengukuran, yaitu kekeliruan sistematis (berkaitan dengan alat ukur, metode pengukuran, dan faktor manusia) dan kekeliruan acak (berkaitan dengan faktor non teknis/sistematis).
- 3) Ada 2 besaran listrik yang esensial yang hendak diketahui nilai besarnya, yaitu arus dan tegangan.

d. Tugas 1

Sebutkan alat ukur yang ada dilaboratorium sekolah anda kemudian gambar dan jelaskan simbol yang ada pada alat ukur tersebut serta jelaskan data teknik alat ukur tersebut.

e. Tes Formatif 1

- 1) Apakah yang dimaksud dengan mengukur ?
- 2) Gambarkan 5 macam simbol alat ukur dan jelaskan maksudnya!
- 3) Jelaskanlah prinsip kerja kumparan putar !
- 4) Jelaskanlah prinsip kerja besi putar !
- 5) Jelaskanlah prinsip kerja termokopel !
- 6) Jelaskanlah prinsip kerja elektrostatik

f. Kunci Jawaban Test Formatif 1

- 1) Mengukur adalah membandingkan sesuatu besaran yang belum diketahui besarnya dengan besaran lain yang diketahui besarnya.
- 2) Lihat tabel 1
- 3) Prinsip kerja kumparan putar : gaya elektromagnetik antara medan magnet suatu magnet tetap dan arus

- 4) Prinsip kerja besi putar: gaya elektromagnetik pada suatu inti besi dalam suatu medan magnet.
- 5) Prinsip kerja thermokopel: kombinasi suatu pengubah memakai thermokopel dan alat ukur jenis kumparan putar.
- 6) Prinsip kerja elektrostatik: gaya tarik elektrostatik antara dua elektroda bermuatan.

g. Lembar Kerja 1

Alat dan bahan :

- 1) Ampere meter DC portable standar: klas 0,5 dengan batas ukur 1/3/10/30 mA.
- 2) Ampere meter DC portable standar : klas 0,5 dengan batas ukur 10/30/100/300 mA
- 3) Miniatur ampere meter DC portable standar.
- 4) Handy calibrator : 0 - 30 V DC.
- 5) Tahanan Standar : 1 KW , dan 10KW.
- 6) Volt meter DC portable standar : klas 0,5 dengan batas ukur 0,3/1/3/10 V.
- 7) Volt meter DC portable standar : klas 0,5 dengan batas ukur 3/10/30/100 V.
- 8) Volt meter DC portable standar : klas1,0 dengan batas ukur 10/30/100/300 V.
- 9) Miniatur Volt meter DC portable Klas 1,0 dengan ukur 3/10/30/100/300 V.
- 10) Obeng (Drei).
- 11) Buku manual pada masing-masing meter.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja :

- 1) Letakkanlah peralatan pada posisi yang aman pada meja praktikum.
- 2) Pastikanlah meter dalam kondisi belum terhubung dengan untai yang lain.

- 3) Aturlah posisi batas ukur sesuai dengan nilai yang akan diukur. Untuk lebih amannya letakkan pada posisi batas ukur yang paling besar.
- 4) Biasakanlah membedakan probe meter antara terminal positif (+) dan negatif (-) dengan kabel penghubung yang berlainan warna.
- 5) Lihatlah dan bacalah terlebih dahulu resistor yang hendak dipakai. Apakah sudah sesuai dengan percobaan yang hendak berlangsung.
- 6) Janganlah sekali-kali menghubungkan meter DC dengan tegangan sumber AC.
- 7) Biasakanlah meja, kursi, dan ruangan praktikum dalam keadaan bersih dan nyaman, baik sebelum maupun sesudah praktikum.

Langkah Kerja :

- 1) Catatlah spesifikasi masing-masing meter, cocokkan dengan manual masing-masing meter.
- 2) Amatilah dan baca masing-masing meter yang saudara hadapi, yang berkaitan dengan jenis meter, tanda gambar, daerah kerja dan batas ukur.
- 3) Lakukanlah perbandingan antar meter sejenis, catat hasilnya.
- 4) Berilah keterangan dari masing-masing meter yang saudara amati.

2. Kegiatan Belajar 2: Karakteristik Alat Ukur

a. Tujuan Kegiatan Belajar

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran ini diharapkan siswa mampu memahami karakteristik alat ukur sehingga mampu menggunakannya dengan baik.

b. Uraian Materi 2

Alat ukur yang dipakai dalam pengukuran telah dirancang sedemikian rupa sehingga dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan. Setiap alat ukur mempunyai karakteristik masing-masing sesuai dengan besaran yang akan diukur. Diantara karakteristik alat ukur yang ada antara lain:

1) Alat ukur kumparan putar

- a) Penggunaan daya kecil
- b) Dipakai untuk DC saja, kalau untuk AC harus dipasang penyearah
- c) Kemampuan ukur arus $1,5 \times 10^{-6} \sim 10^2$ A
- d) Kemampuan ukur tegangan $10^{-2} \sim 10^3$ V
- e) Digunakan dalam alat ukur voltmeter, amperemeter, ohmmeter, termometer

2) Alat ukur termokopel

- a) Penggunaan daya kecil
- b) Dipakai untuk AC dan DC
- c) Kemampuan ukur arus $10^{-3} \sim 5$ A
- d) Kemampuan ukur tegangan $5 \times 10^{-1} \sim 1,5 \times 10^2$ V
- e) Digunakan dalam alat ukur voltmeter, amperemeter, wattmeter

3) Alat ukur besi putar

- a) Penggunaan daya besar
- b) Dipakai untuk AC dan DC
- c) Kemampuan ukur arus $10^{-2} \sim 3 \times 10^2$ A
- d) Kemampuan ukur tegangan $10 \sim 10^3$ V
- e) Digunakan dalam alat ukur voltmeter & amperemeter

- 4) Alat ukur elektrostatik
 - a) Penggunaan daya kecil sekali
 - b) Dipakai untuk AC dan DC
 - c) Kemampuan ukur tegangan $10 \sim 5 \times 10^3$ v
 - d) Digunakan dalam alat ukur voltmeter, ohmmeter

- c. Rangkuman 2

Karakteristik alat ukur perlu dipahami dan dimengerti agar dapat digunakan sesuai dengan besaran yang diukur sehingga terhindar dari kesalahan.

- d. Tugas 2

Amati alat ukur yang ada dilaboratorium sekolah kemudian jelaskan karakteristik masing-masing alat yang anda amati!

- e. Tes Formatif 2

Sebutkan karakteristik dari alat ukur dibawah ini:

 - 1) Kumparan putar
 - 2) Thermokopel
 - 3) Besi putar
 - 4) Elektrostatik

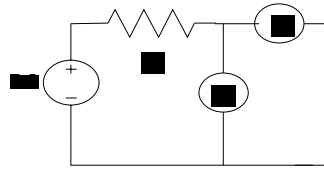
- f. Kunci Jawaban Tes Formatif 2
 - 1) Alat ukur kumparan putar
 - a) Penggunaan daya kecil
 - b) Dipakai untuk DC saja, kalau untuk AC harus dipasang penyearah
 - c) Kemampuan ukur arus $1,5 \times 10^{-6} \sim 10^2$ A
 - d) Kemampuan ukur tegangan $10^{-2} \sim 10^3$ V
 - e) Digunakan dalam alat ukur voltmeter, ampermeter, ohmmeter, thermometer
 - 2) Alat ukur thermokopel

- a) Penggunaan daya kecil
 - b) Dipakai untuk AC dan DC
 - c) Kemampuan ukur arus $10^{-3} \sim 5$ A
 - d) Kemampuan ukur tegangan $5 \times 10^{-1} \sim 1,5 \times 10^2$ V
 - e) Digunakan dalam alat ukur voltmeter, ampermeter, wattmeter
- 3) Alat ukur besi putar
- a) Penggunaan daya besar
 - b) Dipakai untuk AC dan DC
 - c) Kemampuan ukur arus $10^{-2} \sim 3 \times 10^2$ a
 - d) Kemampuan ukur tegangan $10 \sim 10^3$ v
 - e) Digunakan dalam alat ukur voltmeter & ampermeter
- 4) Alat ukur elektrostatik
- a) Penggunaan daya kecil sekali
 - b) Dipakai untuk AC dan DC
 - c) Kemampuan ukur tegangan $10 \sim 5 \times 10^3$ v
 - d) Digunakan dalam alat ukur voltmeter, ohmmeter

g. Lembar Kerja 2

Alat dan bahan :

- 1) Ampere meter DC portable standar: klas 0,5 dengan batas ukur 1/3/10/30 mA.
- 2) Ampere meter DC portable standar : klas 0,5 dengan batas ukur 10/30/100/300 mA
- 3) Tahanan Standar : 1 KW , dan 10KW.
- 4) Volt meter DC portable standar : klas 0,5 dengan batas ukur 0,3/1/3/10 V.
- 5) Volt meter DC portable standar : klas1,0 dengan batas ukur 10/30/100/300 V.
- 6) Sumber tegangan DC Variabel
- 7) Obeng (Drei).
- 8) Buku manual pada masing-masing meter.



Gambar 1. Gambar Kerja

Keselamatan dan Kesehatan Kerja :

- 1) Letakkanlah peralatan pada posisi yang aman pada meja praktikum.
- 2) Pastikanlah meter dalam kondisi belum terhubung dengan untai yang lain.
- 3) Aturlah posisi batas ukur sesuai dengan nilai yang akan diukur. Untuk lebih amannya letakkan pada posisi batas ukur yang paling besar.
- 4) Biasakanlah membedakan probe meter antara terminal positif (+) dan negatif (-) dengan kabel penghubung yang berlainan warna.
- 5) Lihatlah dan bacalah terlebih dahulu resistor yang hendak dipakai. Apakah sudah sesuai dengan percobaan yang hendak berlangsung.
- 6) Janganlah sekali-kali menghubungkan meter DC dengan tegangan sumber AC.
- 7) Biasakanlah meja, kursi, dan ruangan praktikum dalam keadaan bersih dan nyaman, baik sebelum maupun sesudah praktikum.

Langkah Kerja :

- 1) Catatlah spesifikasi masing-masing meter, cocokkan dengan manual masing-masing meter.
- 2) Amatilah dan baca masing-masing meter yang saudara hadapi, yang berkaitan dengan jenis meter, tanda gambar, daerah kerja dan batas ukur.
- 3) Jelaskan karakteristik alat ukur yang anda pakai!
- 4) Lakukan pengukuran terhadap tahanan standar dengan keempat alat ukur tersebut dan bandingkan hasilnya!

3. Kegiatan Belajar 3: Memilih Alat Ukur

a. Tujuan Kegiatan Belajar

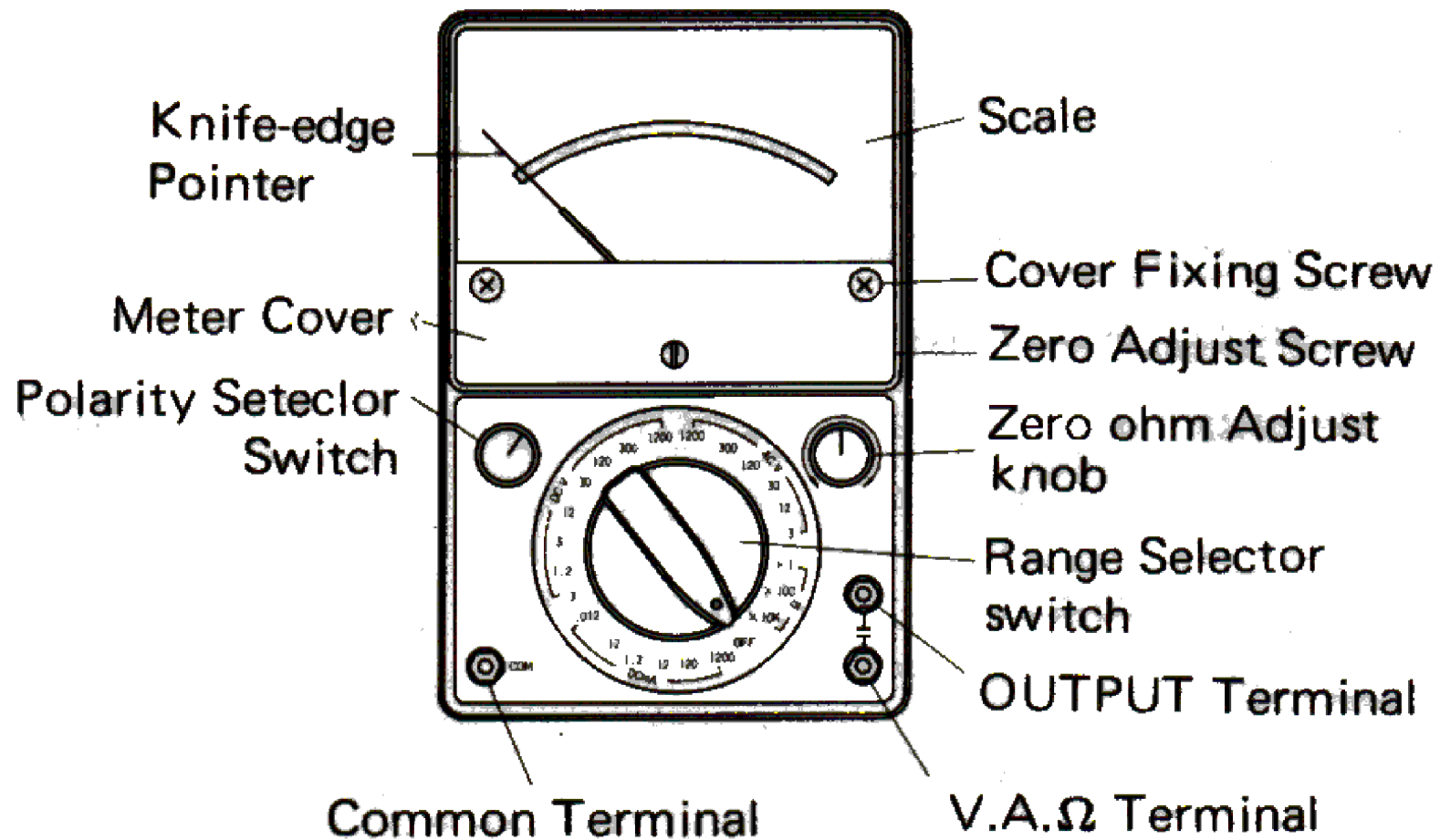
Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran ini diharapkan siswa dapat memilih dan menggunakan alat ukur dengan tepat sehingga hasilnya akurat.

b. Uraian Materi 3

1) Penggunaan AVO meter

a) AVO meter analog

Multimeter sering disebut AVOMeter atau multimeter, ada dua jenis AVO meter yaitu Analog dan Digital. Alat ini biasa dipakai untuk mengukur harga resistansi (tahanan), tegangan AC (Alternating Current), tegangan DC (Direct Current), dan arus DC. Bagian-bagian multimeter analog seperti ditunjukkan gambar di bawah ini:



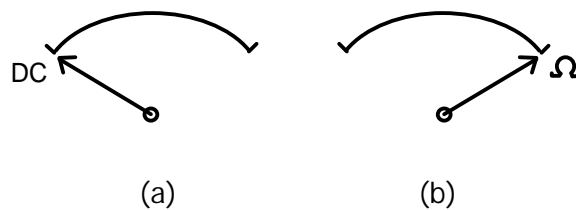
Gambar 2. Multimeter / AVO meter Analog

Dari gambar multimeter dapat dijelaskan bagian-bagian dan fungsinya :

- (1) Sekrup pengatur kedudukan jarum penunjuk (Zero Adjust Screw), berfungsi untuk mengatur kedudukan jarum penunjuk dengan cara memutar sekrupnya ke kanan atau ke kiri dengan menggunakan obeng pipih kecil.
- (2) Tombol pengatur jarum penunjuk pada kedudukan zero (Zero Ohm Adjust Knob), berfungsi untuk mengatur jarum penunjuk pada posisi nol. Caranya : saklar pemilih diputar pada posisi W (Ohm), test lead + (merah) dihubungkan ke test lead - (hitam), kemudian tombol pengatur kedudukan 0 W diputar ke kiri atau ke kanan sehingga menunjuk pada kedudukan 0 W.
- (3) Saklar pemilih (Range Selector Switch), berfungsi untuk memilih posisi pengukuran dan batas ukurannya. Multimeter biasanya terdiri dari empat posisi pengukuran, yaitu :
- (4) Posisi W (Ohm) berarti multimeter berfungsi sebagai ohmmeter, yang terdiri dari tiga batas ukur : $\times 1$; $\times 10$; dan $\times 100$.
- (5) Posisi ACV (Volt AC) berarti multimeter berfungsi sebagai voltmeter AC yang terdiri dari lima batas ukur : 10; 50; 250; 500; dan 1000.
- (6) Posisi DCV (Volt DC) berarti multimeter berfungsi sebagai voltmeter DC yang terdiri dari lima batas ukur : 10; 50; 250; 500; dan 1000.
- (7) Posisi DCmA (miliampere DC) berarti multimeter berfungsi sebagai mili amperemeter DC yang terdiri dari tiga batas ukur : 0,25; 25; dan 500.

- (8) Tetapi ke empat batas ukur di atas untuk tipe multimeter yang satu dengan yang lain batas ukurannya belum tentu sama.
- (9) Lubang kutub + (V A W Terminal), berfungsi sebagai tempat masuknya test lead kutub + yang berwarna merah.
- (10) Lubang kutub - (Common Terminal), berfungsi sebagai tempat masuknya test lead kutub - yang berwarna hitam.
- (11) Saklar pemilih polaritas (Polarity Selector Switch), berfungsi untuk memilih polaritas DC atau AC.
- (12) Kotak meter (Meter Cover), berfungsi sebagai tempat komponen-komponen multimeter.
- (13) Jarum penunjuk meter (Knife -edge Pointer), berfungsi sebagai penunjuk besaran yang diukur.
- (14) Skala (Scale), berfungsi sebagai skala pembacaan meter.

Adapun cara pemakaian multimeter adalah pertama-tama jarum penunjuk meter diperiksa apakah sudah tepat pada angka 0 pada skala DCmA , DCV atau ACV posisi jarum nol di bagian kiri (lihat gambar 3a), dan untuk skala ohmmeter posisi jarum nol di bagian kanan (lihat gambar 3b). Jika belum tepat harus diatur dengan memutar sekrup pengatur kedudukan jarum penunjuk meter ke kiri atau ke kanan dengan menggunakan obeng pipih (-) kecil.



Gambar 3. Kedudukan Normal Jarum Penunjuk Meter

Multimeter digunakan untuk mengukur resistansi

Untuk mengukur resistansi suatu resistor, posisi saklar pemilih multimeter diatur pada kedudukan W dengan batas ukur $\times 1$. Test lead merah dan test lead hitam saling dihubungkan dengan tangan kiri, kemudian tangan kanan mengatur tombol pengatur kedudukan jarum pada posisi nol pada skala W. Jika jarum penunjuk meter tidak dapat diatur pada posisi nol, berarti baterainya sudah lemah dan harus diganti dengan baterai yang baru. Langkah selanjutnya kedua ujung test lead dihubungkan pada ujung-ujung resistor yang akan diukur resistansinya. Cara membaca penunjukan jarum meter sedemikian rupa sehingga mata kita tegak lurus dengan jarum meter dan tidak terlihat garis bayangan jarum meter. Supaya ketelitian tinggi kedudukan jarum penunjuk meter berada pada bagian tengah daerah tahanan. Jika jarum penunjuk meter berada pada bagian kiri (mendekati maksimum), maka batas ukurnya di ubah dengan memutar saklar pemilih pada posisi $\times 10$. Selanjutnya dilakukan lagi pengaturan jarum penunjuk meter pada kedudukan nol, kemudian dilakukan lagi pengukuran terhadap resistor tersebut dan hasil pengukurannya adalah penunjukan jarum meter dikalikan 10 W. Apabila dengan batas ukur $\times 10$ jarum penunjuk meter masih berada di bagian kiri daerah tahanan, maka batas ukurnya diubah lagi menjadi K W dan dilakukan proses yang sama seperti waktu mengganti batas ukur $\times 10$. Pembacaan hasilnya pada skala KW, yaitu angka penunjukan jarum meter dikalikan dengan 1 K W.

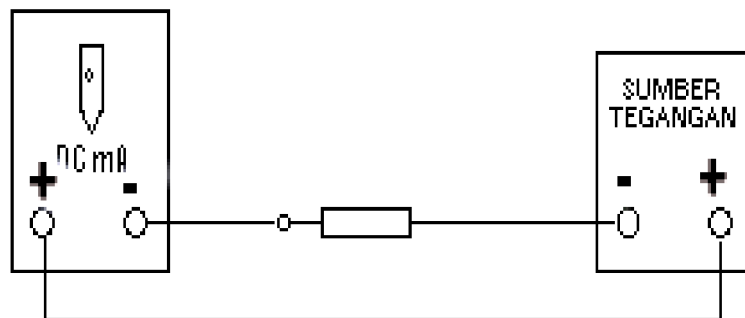
Multimeter digunakan untuk mengukur tegangan DC

Untuk mengukur tegangan DC (misal dari baterai atau power supply DC), saklar pemilih multimeter diatur pada

kedudukan DCV dengan batas ukur yang lebih besar dari tegangan yang akan diukur. Test lead merah pada kutub (+) multimeter dihubungkan ke kutub positif sumber tegangan DC yang akan diukur, dan test lead hitam pada kutub (-) multimeter dihubungkan ke kutub negatif (-) dari sumber tegangan yang akan diukur. Hubungan semacam ini disebut hubungan paralel. Untuk mendapatkan ketelitian yang paling tinggi, usahakan jarum penunjuk meter berada pada kedudukan paling maksimum, caranya dengan memperkecil batas ukurnya secara bertahap dari 1000 V ke 500 V; 250 V dan seterusnya. Dalam hal ini yang perlu diperhatikan adalah bila jarum sudah didapatkan kedudukan maksimal jangan sampai batas ukurnya diperkecil lagi, karena dapat merusakkan multimeter.

Multimeter digunakan untuk mengukur tegangan AC
Untuk mengukur tegangan AC dari suatu sumber listrik AC, saklar pemilih multimeter diputar pada kedudukan ACV dengan batas ukur yang paling besar misal 1000 V. Kedua test lead multimeter dihubungkan ke kedua kutub sumber listrik AC tanpa memandang kutub positif atau negatif. Selanjutnya caranya sama dengan cara mengukur tegangan DC di atas.

Multimeter digunakan untuk mengukur arus DC
Untuk mengukur arus DC dari suatu sumber arus DC, saklar pemilih pada multimeter diputar ke posisi DCmA dengan batas ukur 500 mA. Kedua test lead multimeter dihubungkan secara seri pada rangkaian sumber DC (perhatikan Gambar 4 di bawah)



Gambar 4. Multimeter untuk Mengukur Arus DC

Ketelitian paling tinggi akan didapatkan bila jarum penunjuk multimeter pada kedudukan maksimum. Untuk mendapatkan kedudukan maksimum, saklar pilih diputar setahap demi setahap untuk mengubah batas ukurnya dari 500 mA; 250 mA; dan 0, 25 mA. Yang perlu diperhatikan adalah bila jarum sudah didapatkan kedudukan maksimal jangan sampai batas ukurnya diperkecil lagi, karena dapat merusakkan multimeter.

b) AVO meter digital

Pada dasarnya AVO digital sama dengan AVO analog, perbedaan yang mencolok yaitu pada penunjukkan harga pengukuran. kalau AVO analog penunjukkan memakai jarum sedangkan AVO digital penunjukkan menggunakan angka. Bagian-bagian AVO digital ditunjukkan seperti gambar dibawah:



Gambar 5. AVO meter digital

Dari gambar AVO meter digital dapat dijelaskan bagian-bagian dan fungsinya:

- (1) Layar tampilan. Berguna untuk menampilkan besarnya harga pengukuran dalam bentuk angka, sehingga mudah dibaca.
- (2) Saklar pemilih (Range Selector Switch) berfungsi untuk memilih posisi pengukuran dan batas ukurnya. Sebagaimana pada AVO meter analog, AVO digital biasanya juga terdiri dari posisi pengukuran, yaitu:
 - (a) Posisi W (Ohm) berarti multimeter berfungsi sebagai ohmmeter, yang terdiri dari tiga batas ukur : x 1; x 10; dan K W
 - (b) Posisi ACV (Volt AC) berarti multimeter berfungsi sebagai voltmeter AC yang terdiri dari lima batas ukur : 10; 50; 250; 500; dan 1000.
 - (c) Posisi DCV (Volt DC) berarti multimeter berfungsi sebagai voltmeter DC yang terdiri dari lima batas ukur : 10; 50; 250; 500; dan 1000.

(d) Posisi DCmA (miliampere DC) berarti multimeter berfungsi sebagai mili amperemeter DC yang terdiri dari tiga batas ukur : 0,25; 25; dan 500.

Tetapi ke empat batas ukur di atas untuk tipe multimeter yang satu dengan yang lain batas ukurannya belum tentu sama.

(3) Kabel test lead berfungsi untuk penghubung dengan peralatan peralatan yang akan diukur.

(4) Kotak meter (meter cover) sebagai pelindung atau tempat komponen.

2) Penggunaan Watt Meter

Wattmeter 1 fasa adalah alat untuk mengukur daya listrik suatu beban listrik AC 1 fasa. Satuan daya listrik adalah watt, yang rumusnya sebagai berikut :

$$P = V \cdot I \cdot \cos Q$$

Dengan pengertian :

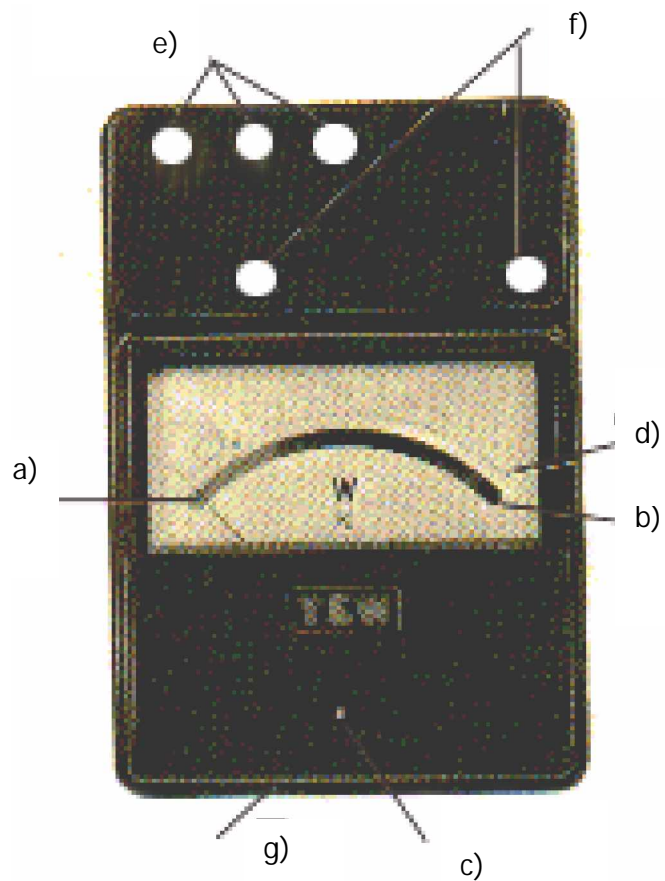
P : daya listrik (Watt)

V : tegangan listrik (Volt)

I : arus listrik (ampere)

Cos Q : faktor daya

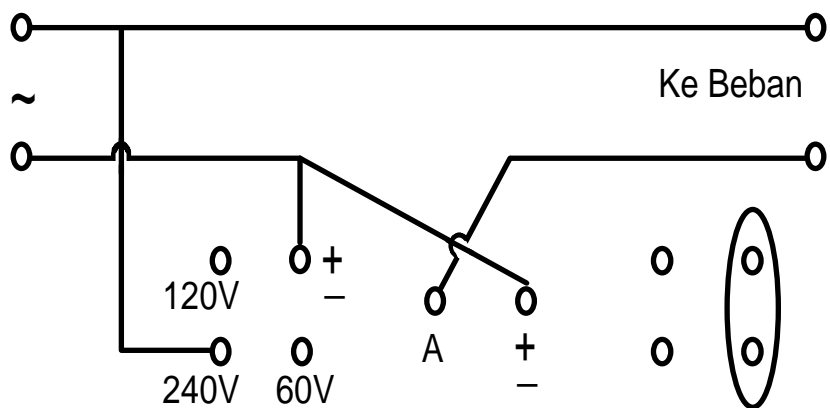
Gambar di bawah memperlihatkan penampang atas sebuah wattmeter 1 fasa model PD-310; kelas 0.5; buatan Takimoto Electrical Instrument CO. LTD.



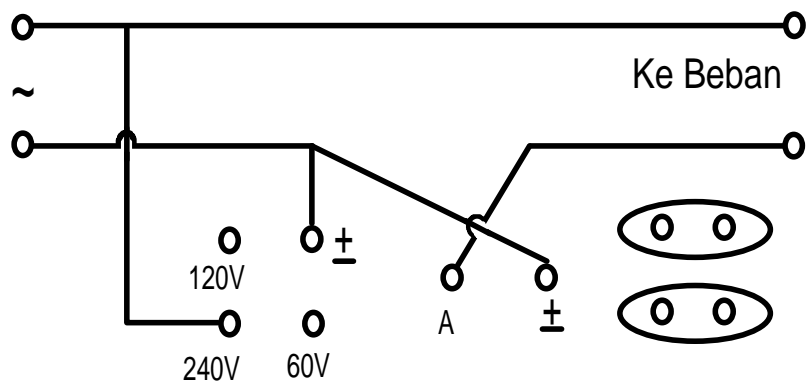
Keterangan gambar :

- a) Terminal tegangan 120 V
- b) Terminal tegangan 240 V
- c) Terminal \pm
- d) Terminal tegangan 60 V
- e) Terminal arus A
- f) Terminal hubungan seri atau paralel
- g) Skala pembacaan
- h) Cermin
- i) Jarum penunjuk
- j) Sekrup pengatur kedudukan jarum

Cara menggunakan wattmeter pertama-tama telitilah kedudukan jarum penunjuknya; jika kedudukannya sudah tepat pada angka 0 berarti wattmeter sudah siap untuk digunakan. Apabila kedudukan jarum penunjuk belum tepat pada angka 0, maka harus diatur dengan memutar sekrup pengatur kedudukan jarum. Diagram hubungan wattmeter dapat diperlihatkan seperti pada gambar di bawah.



(a) Hubungan Seri



(b) Hubungan parallel

Gambar 7. Diagram Hubungan Wattmeter

Dari gambar diagram hubungan wattmeter diatas terlihat bahwa terminal tegangan yaitu terminal 240 V dan terminal \pm dihubungkan secara paralel, sedangkan terminal arus A dan terminal \pm dihubungkan secara seri. Gambar a terlihat bahwa terminal-terminal hubungan disambung antara terminal atas dan terminal bawah, ini disebut hubungan seri. Sedangkan pada gambar b terminal samping kanan disambung dengan terminal samping kiri, ini disebut hubungan paralel.

Hasil pengukuran wattmeter didapatkan dengan mengalikan angka penunjukkan jarum penunjuk dengan faktor pengali sesuai dengan batas ukur dan jenis hubungannya seperti terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Diagram Hubungan Wattmeter

Multiple					
		Volt			
		60 V	120 V	240 V	
Ampere	Seri	0.5 A	0.25	0.5	1
	Paralel	1 A	0.5	1	2

Tabel di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Dalam hubungan seri, batas ukur arus listriknya 0.5 ampere, jika digunakan batas ukur tegangan berturut-turut 60 V; 120 V; 240 V, maka hasil pengukuran dayanya adalah angka penunjukkan jarum dikalikan dengan 0.25; 0.5; 1.
- Dalam hubungan paralel, batas ukur arus listriknya 1 ampere, jika digunakan batas ukur tegangan berturut-turut 60 V; 120 V; 240 V, maka hasil pengukuran dayanya adalah angka penunjukkan jarum dikalikan dengan 0.5; 1; 2.
- Dalam hubungan seri, batas ukur dayanya sebesar 120×1 (Watt) = 120 Watt.

- Dalam hubungan paralel, batas ukur dayanya sebesar 120 X 2 (Watt) = 240 Watt.

3) Penggunaan CRO

Cathode Ray Oscilloscope lebih dikenal dengan sebutan CRO, atau ada yang menyebut sebagai Osiloskop Sinar Katoda atau Osiloskop saja. Merupakan sebuah alat ukur elektronik yang penting bagi teknisi atau montir elektronik dalam menyelesaikan pekerjaannya.

Manfaatnya adalah untuk mengukur besaran-besaran: tegangan, frekuensi, periode dan beda fasa. Bentuk sinyal listrik juga dapat dilihat dengan CRO. Ada berbagai bentuk sinyal listrik, yaitu sinusoida, segitiga atau triangle, kotak atau square, denyut atau pulse. Berbagai bentuk sinyal listrik tersebut dapat dengan mudah diukur tegangannya, periodenya dan dapat ditentukan berapa frekuensinya.

CRO ada dua jenis, jenis 1 kanal dan jenis 2 kanal. Dengan CRO 2 kanal bisa menampilkan 2 signal secara serempak dalam layar, yaitu masuk kanal X dan kanal Y.

a) Spesifikasi CRO

Sebelum menggunakan CRO lebih baik mengetahui bagaimanakah spesifikasi CRO yang akan dipakai. Sebagai contoh diberikan contoh spesifikasi umum seperti berikut :

(1) Vertical Axis

Sensitivity	: 10 mV / div ~ 20 V / div $\pm 5\%$
Attenuator	: 10 mV / div ~ 20 V / div 1 - 2 - 5 step (1 div = 10mm)
Input Impedance	: 1 M Ohm $\pm 5\%$
Input Capacitance	: 22 pF $\pm 3\%$
Frequency Response	: DC ~ 10MHz (less than -3 dB) (DC)

: 2 Hz ~ 10 MHz (less than –
 3dB) (AC)
 Rising time : less than 35 nsec
 Overshoot : less than 3 % (at 100 kHz
 square wave)
 Maximum input Voltage : 600 Vp-p or 300 V (DC + AC
 peak)

2) Sweep circuit

Sweep system : Triggering sweep and auto sweep (free
 running sweep at no signal time)
 Sweep time : 1 μ s / div ~ 0.5 s / div \pm 5% and
 EXT H: 1 – 2 – 5 step.
 Fine adjustment in all 18 ranges.
 Magnifier : 5 times \pm 10 % (PULL X 5 MAG)
 Linearity : less than 3 % (5 μ s / div ~ 0.5 s / div).
 Less than 5% (1 μ s / div ~ 2 μ s / div)

3) Triggering

Source : INT : vertical input signal
 EXT : EXT TRIG input signal
 Sync section : NOR : positive and negative.
 TV : positive and negative
 Triggering Voltage : Amplitude on CRT screen more than
 1 div
 EXT ... more than 1 Vp-p
 Triggering range : INT : 20 Hz ~ 10 MHz
 EXT : DC ~ 10 MHz.

4) Horizontal Axis

Operating mode : EXT H mode is selected by
 SWEEP TIME / DIV
 Sensitivity : 150 mV / div (within \pm 20%)
 (HOR GAIN MAX)
 Frequency response : DC ~ 1 MHz (less than - 3 dB)

Input impedance : 100 k Ohm / 35 pF.
Calibrating voltage : 1 Vp-p \pm 5% (50 or 60 Hz square wave)

5) Intensity modulation

Input voltage : less than 5 Vp-p (modulation)
Input impedance : 10 k Ohm \pm 20 %

6) Power Source

Power supply voltage : 100 / 117 / 220 / 240 V \pm 10
% 50 Hz or 60 Hz

Power consumption : 20 W

7) Dimensions and Weight

Width X Height X Depth : 260 mm X 190 mm X 275 mm
or (maximum sizes : 277 mm X 204 mm X 433 mm)

Weight : 8 kg

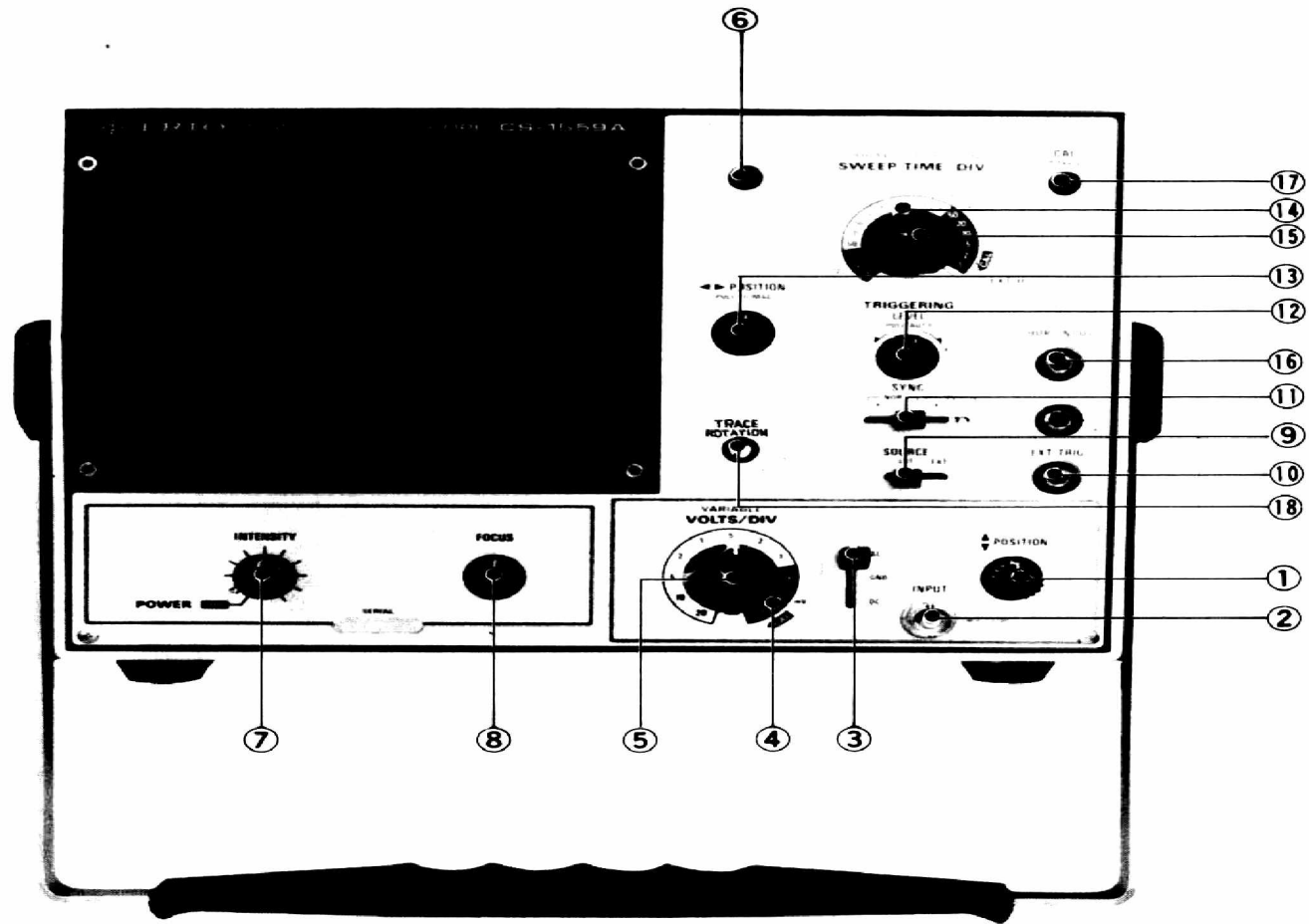
8) Accessory

Probe : PC 21 model. Damping = 1/10 ; input
imped = 10 M ohm; input capacitance =
less than 18 pF.

Fuse : 0.3 A and 0.7 A

b) Fungsi tombol kontrol pada panel CRO

Pada Gambar 8. tampak sebuah CRO dan pandangan panel depan CRO. Adapun fungsi tombol-tombol kontrol tersebut adalah:



Gambar 8. Tombol dan Terminal Kontrol pada Panel Depan

- (1) ▲ POSITION control. Putaran tombol akan mengatur posisi vertical dari berkas.
- (2) INPUT Jack : vertical input jack
- (3) AC GND DC Switch Pada posisi AC komponen DC dari signal ditahan oleh kapasitor. Pada posisi GND (ground), terminal input terbuka dan input amplifier internal disambung ke ground. Pada posisi DC terminal input disambung langsung ke amplifier dan semua komponen signal input dikuatkan.
- (4) VOLT / DIV Switch. Skala bertingkat dalam Volt per div dari layar CRT. Dapat dipilih dalam 11 range dari 0,01 V / div sampai 20 V / div.
- (5) VARIABLE control. Pengaturan attenuasi vertical. Pengatur halus (fine) dari sensitifitas vertical. Pada putaran kearah kanan maksimum (sampai berbunyi "klik") attenuasi vertical pada posisi terkalibrasikan (CAL).
- (6) LED Pilot lamp. Lampu ini akan menyala kalau power switch ON.
- (7) POWER ON/ INTENSITY control. Mengatur kecerahan berkas gambar Digunakan untuk menghidupkan dan mematikan daya listrik ke CRO dengan memutar tombol ke arah kiri maksimum.
- (8) FOCUS Control. Pengontrolan fokus berkas untuk memperoleh bentuk gelombang yang optimum kecerahannya.
- (9) SOURCE switch. Dua posisi switch untuk memilih sumber trigger untuk sweep (INT atau EXT).
- (10) EXT TRIG Jack. External sync jack. Untuk sinkronisasi eksternal diperlukan tegangan lebih dari 1 Vp-p, dengan SOURCE switch pada posisi EXT.

(11) SYNC Switch. Saklar pemisah sinkronisasi. Akan mengambil komponen signal sync dalam signal video, dan diaplikasikan pada rangkaian sync untuk menyempurnakan sinkronisasi signal video yang ditampilkan.

NORM \pm : Untuk menampilkan bentuk gelombang pada umumnya. Pada posisi ini rangkaian TV sync separator tidak tersambung. Pada polaritas "+", sweep dipengaruhi oleh slope "+", sedangkan pada polaritas "-", sweep dipengaruhi oleh slope "-".

TV \pm : Dipakai untuk menampakkan bentuk-bentuk gelombang signal video TV yang disinkronkan dengan signal sync.

(12) LEVEL Control. Triggering level / PULL AUTO akan mengatur phase sync untuk menentukan titik awal sweep pada slope dari signal trigger.

(13) ◀▶ POSITION control. Putaran pengatur posisi horizontal dari berkas gambar. PULL 5X MAG Switch, Push-pull switch memilih pembesaran 5X bila ditarik keluar (PULLED-OUT) dan normal bila ditekan kembali (PUSHED-IN).

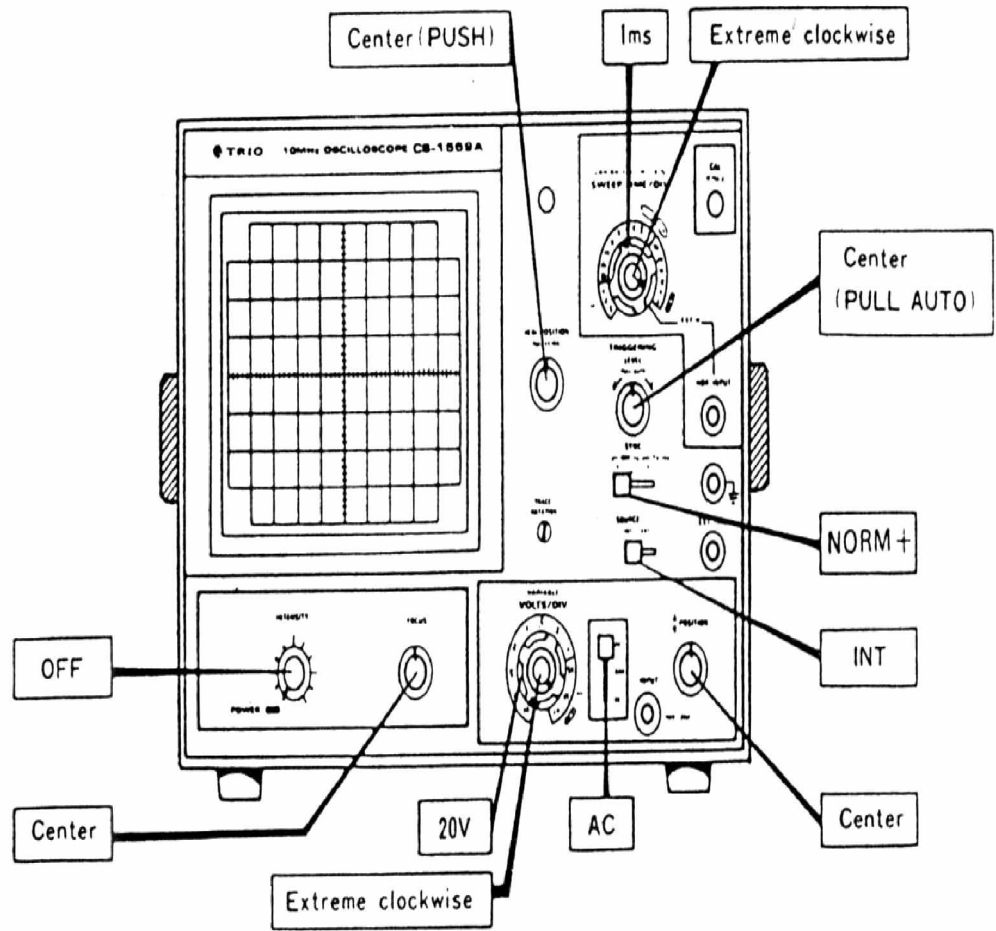
(14) SWEEP TIME / DIV Switch. Selector time sweep horizontal. Saklar pemilih sweep time dari 1 s sampai 0,5 s dalam 18 langkah. Operasi EXT H dimungkinkan dengan memutar knob ke arah kanan penuh. Bila saklar variable (15) diputar arah kanan penuh, pembacaan harga time sweep sudah terkalibrasi.

(15) VARIABLE control. Pengaturan attenuasi vertical. Pengatur halus (fine) dari sensitifitas vertical. Pada putaran ke arah kanan maksimum (sampai berbunyi "klik") attenuasi vertical pada posisi terkalibrasikan (CAL).

- (16) HOR INPUT Jack. Bila dipakai input horizontal dari luar.
- (17) CAL 1 Vp-p Jack. Jack untuk tegangan kalibrasi. Kalibrasi tegangan adalah 1 Vp-p dari gelombang kotak dengan sumber daya tersinkronisasi. Terminal CAL 1Vp-p juga dipakai untuk memeriksa kondisi vertical gain atau untuk mengatur karakteristik gelombang kotak dari probe.
- (18) TRACE Rotation. Dipakai untuk menghilangkan kemiringan berkas garis lurus horizontal.
- (19) Z – AXIS INPUT Jack.. Jack intensitas modulasi intensitas dimodulasi pada tegangan 5 Vp-p atau lebih rendah.
- (20) Power connector. Untuk menghubungkan AC power cord.
- (21) AC Voltage Selector. CRO ini dapat bekerja pada tegangan 100V, 120V, 220V dan 240V. Pemilihan posisi tegangan tersebut dengan AC Voltage Selector.
- (22) Fuse holder. Untuk tegangan operasi 100 ~ 120 V dipakai 0,7 ampere. Untuk tegangan operasi 220 ~ 240V dipakai fuse 0,3 ampere.
- (23) Cord reel. Dipakai untuk melingkarkan power cord cable pada saat CRO disimpan. Juga berfungsi sebagai penyangga kalau CRO dipakai pada posisi berdiri tegak.

c) Setting Up CRO

Sebelum menggunakan CRO perlu dilakukan persiapan awal atau setting-up procedure. Untuk melakukan setting-up siswa perlu memahami dengan benar semua tombol kontrol serta fungsinya, yang telah diuraikan pada bagian B di atas. Adapun prosedurnya adalah sebagai berikut :



Gambar 9. Posisi Tombol-Tombol Kontrol Dalam Keadaan Cro Setting-Up.

- (1) Aturlah posisi tombol kontrol seperti pada Gambar 9.
- (2) Pastikan tegangan kerja yang dipakai di laboratorium. Periksa apakah AC Voltage selector sudah pada posisi yang tepat.
- (3) Kalau sudah tepat maka putar tombol POWER (7) searah putaran jarum jam sampai ON dan LED menyala.
- (4) Sumbu horizontal akan nampak. Bila tidak nampak pada pusat screen, maka atur POSITION (1). Atur INTENSITY (7). Bila tetap kurang tajam maka atur FOCUS (8).
- (5) Osiloskop sekarang siap dipakai untuk melakukan pengukuran. Pasang tegangan input signal ke INPUT (2). Putar tombol VOLT / DIV (4) searah jarum jam untuk mendapatkan ukuran bentuk gelombang yang dikehendaki.
- (6) Dengan menekan tombol LEVEL(12), fungsi free running dicabut, sehingga bentuk gelombang akan hilang bila tombol diputar searah jarum jam, dan akan nampak lagi pada posisi mendekati tengah (MID). Gelombang akan hilang lagi kalau tombol diputar kearah kebalikan jarum jam dari posisi MID.
- (7) Bila komponen signal DC yang diukur, atur tombol AC-GND-DC pada posisi DC. Bila signal positif maka signal akan bergerak naik, dan sebaliknya bila signal negatif maka akan bergerak turun. Titik referensi tegangan "0" diperiksa pada posisi GND. Kalau meleset dari titik NOL maka bentuk signal dapat ditepatkan padaposisi NOL.

d) Cara mengkalibrasi CRO

Sebelum menggunakan CRO pada penggunaan pengukuran harus dilakukan pengkalibrasian terlebih dahulu. Kalibrasi yang dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

- (1) Kalibrasi tegangan

Kalibrasi tegangan dilakukan apabila CRO akan dipakai untuk mengukur tegangan signal dari bentuk gelombang tertentu. Langkah kerjanya dilakukan sebagai berikut :

- (a) Siapkan CRO dengan prosedur setting-up seperti di atas.
- (b) Siapkan probe CRO (PC-21 atau yang sesuai) atur perbandingan input pada posisi 1 : 1.
- (c) Atur VOLT/DIV Switch pada posisi 1 V / div. Variable Control diputar searah jarum jam penuh sampai posisi CAL.
- (d) Kaitkan ujung probe ke terminal CAL 1 Vp-p. Dan pada layar akan nampak bentuk signal kotak dengan tegangan 1 Vp-p. Bila signal tidak berhenti bergerak atur LEVEL control pada posisi PULL Auto Switch sampai signal mudah dibaca.
- (e) CRO selanjutnya siap dipakai untuk mengukur tegangan, jangan mengubah posisi Variable Control. Artinya tetap pada posisi CAL.

(2) Kalibrasi waktu.

Untuk keperluan pengukuran frekuensi dan periode harus dilakukan kalibrasi waktu. Langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

- (a) Siapkan CRO seperti pada prosedur setting-up.
- (b) Siapkan probe CRO (PC-21 atau yang sesuai) atur perbandingan input pada posisi 1 : 1.
- (c) Atur VOLT/DIV Switch pada posisi 1 V / div. Variable Control diputar searah jarum jam penuh sampai posisi CAL.
- (d) Kaitkan ujung probe ke terminal CAL 1 Vp-p. Dan pada layar akan nampak bentuk signal kotak dengan tegangan 1 Vp-p. Bila signal tidak berhenti bergerak

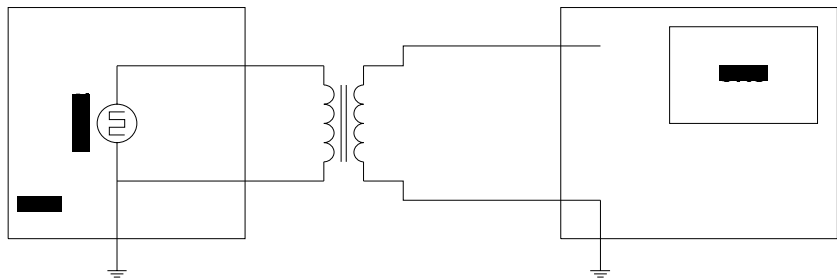
atur LEVEL control pada posisi PULL Auto Switch sampai signal mudah dibaca.

- (e) Atur SWEEP TIME / DIV Switch pada posisi 1 ms. Atur Variable Control pada posisi CAL (putar kanan maksimum).
- (f) Pada layar CRO akan nampak gelombang kotak dengan tinggi tegangan 1 Vp-p. Periodenya adalah 20 ms. Berarti frekuensinya adalah $f = 1 / 20 \times 1000$ Hz=50 Hz.
- (g) Selanjutnya CRO siap dipakai untuk mengukur frekuensi atau periode dengan tidak boleh mengubah posisi Variable Control dari SWEEP TIME / DIV Switch pada posisi CAL.

e) Teknik-teknik pengukuran dengan menggunakan CRO
Pada teknik pengukuran dengan CRO akan diuraikan cara-cara pengukuran beberapa besaran sebagai berikut :

(1) Pengukuran tegangan

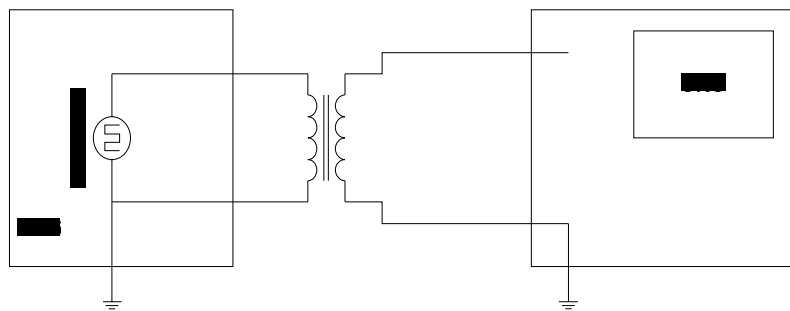
- (a) Lakukan setting-up CRO
- (b) Lakukan kalibrasi tegangan
- (c) Siapkan sumber yang akan diukur tegangannya seperti pada Gambar 10.
- (d) Atur frekuensi AFG pada 1 KHz, dengan tegangan 10 p-p, berbentuk gelombang sinus.
- (e) Pindahkan probe CRO ke titik pengukuran. Ukurlah tegangan pada titik output AFG, dan titik-titik sekunder trafo (Catatan: Ambillah pada titik-titik terminal trafo, yang dipakai dari jenis step-down 220/110 ~ 15-0-15 , 500 mA). Catatan : $1V_{rms} = 0,707 V_{maks}$. $V_{p-p} = 2 V_{maks}$ (SINUS).
- (f) Bacalah nilai tegangan yang telah disebutkan di atas dalam satuan Vp-p.



Gambar 10. Rangkaian untuk Mengukur Tegangan

(2) Pengukuran periode

- (a) Lakukan setting-up CRO
- (b) Lakukan kalibrasi waktu
- (c) Siapkan AFG, seperti pada Gambar 11.
- (d) Pindahkan probe CRO ke output AFG, atur frekuensi dari 10–1KHz, dengan tegangan sumber dari AFG 10 Vp-p, bentuk gelombang kotak.
- (e) Lakukan pengukuran periode pada titik-titik : output AFG, titik-titik sekunder trafo. Bacalah lebar waktu 1 periode (T), untuk beberapa frekuensi sumber.

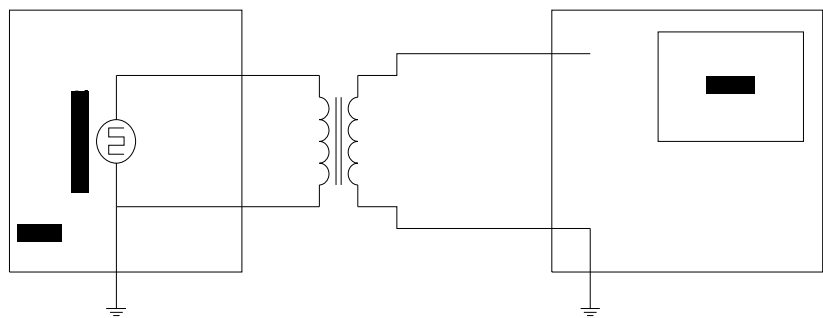


Gambar 11. Rangkaian Untuk Mengukur Periode

(3) Pengukuran frekuensi

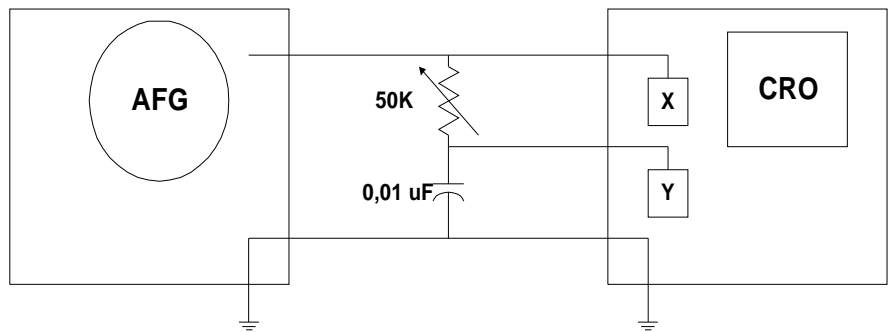
- (a) Lakukan setting-up CRO
- (b) Lakukan kalibrasi waktu

- (c) Siapkan AFG, atur frekuensi dari 10 – 1 KHz, dengan tegangan sumber dari AFG 10 Vp-p, bentuk gelombang kotak.
- (d) Pindahkan probe CRO ke output AFG
- (e) Lakukan pengukuran periode pada titik-titik : output AFG, titik-titik sekunder trafo. Bacalah lebar waktu 1 periode (T), untuk beberapa harga frekuensi sumber.
- (f) Bacalah lebar waktu 1 periode (T)
- (g) Nilai $f = 1 / T$

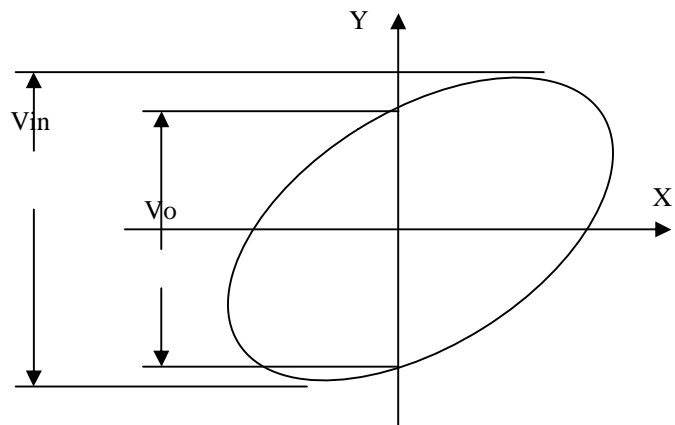


Gambar 12. Rangkaian untuk Mengukur Frekuensi

- (4) Pengukuran beda fasa
 - (a) Lakukan setting-up CRO
 - (b) Siapkan AFG, pilih pada bentuk sinus
 - (c) Siapkan rangkaian yang akan diukur beda fasanya, seperti pada Gambar 13.
 - (d) Masukkan signal sinus ke input rangkaian (c)
 - (e) Siapkan output AFG ke channel Y, dan output rangkaian ke channel X
 - (f) Dengan saklar pemilih channel ke DUAL lihatlah beda fasa pada layar
 - (g) Untuk melihat pola Lissajous pindahkan posisi saklar SWEEP TIME / DIV ke posisi X-Y



Gambar 13. Rangkaian Untuk Mengukur Beda Fasa.



Gambar 14. Pola Lissajous Menampilkan Beda Fasa Signal Input-Output

Rumus yang dipakai untuk mencari sudut beda fasa ($\Delta \phi$) adalah

$$\Phi = \text{arc sin } V_o / V_{in}$$

Dimana , $V_o = X_c / (R_{pot} + X_c) V_{in}$

$$X_c = 1 / (6,28 f C)$$

c. Rangkuman 3

- 1) AVO meter disebut juga multimeter atau multitester dan biasanya untuk mengukur besaran hambatan, tegangan DC, tegangan AC, dan Arus DC.
- 2) Ada AVO meter jenis digital dan analog, bedanya pada penunjukkan hasil pengukuran. Analog pakai jarum dan digital pakai angka.
- 3) Untuk mengukur arus AVO dipasang seri dan untuk memasang tegangan AVO dipasang paralel.
- 4) Watt meter digunakan untuk mengukur besarnya daya.
- 5) CRO digunakan untuk mengukur tegangan, frekuensi, periode dan beda fasa.

d. Tugas 3

Amati alat ukur yang ada dibengkel sekolah anda (AVO meter analog dan digital, watt meter, CRO) catat spesifikasinya dan gambarlah panelnya pada buku anda. Setelah selesai gambarkan cara penyambungan alat ukur yang anda amati tersebut.

e. Tes Formatif 3

- 1) Apakah multimeter itu ?
- 2) Apakah yang harus diatur jika multimeter akan digunakan untuk mengukur tegangan AC ?
- 3) Apakah yang harus diatur jika multimeter akan digunakan untuk mengukur tegangan DC?
- 4) Apakah yang harus diatur jika multimeter akan digunakan untuk mengukur arus DC ?
- 5) Apakah yang harus diatur jika multimeter akan digunakan mengukur tahanan
- 6) Apakah watt meter 1 fasa itu ?
- 7) Bagaimanakah langkah pertama menggunakan watt meter ?

- 8) Gambarkanlah cara menghubungkan watt meter dengan hubungan seri !
- 9) Gambarkanlah cara menghubungkan watt meter dengan hubungan paralel !
- 10) Sebutkan daftar faktor pengali watt meter !
- 11) Sebutkan tiga kegunaan CRO dalam pengukuran ?
- 12) Pada layar CRO terukur tegangan sebesar 10 Vp-p, berapakan Vrms nilai tegangan tersebut. Isilah kolom yang kosong pada Tabel 3. berikut :

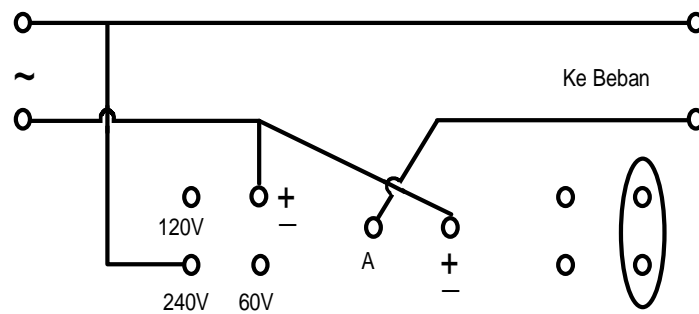
Tabel 3.

Vp-p	Vrms	Vp-p	Vrms
10		30	
15		36	
18		40	
21		45	
24		50	
28		60	

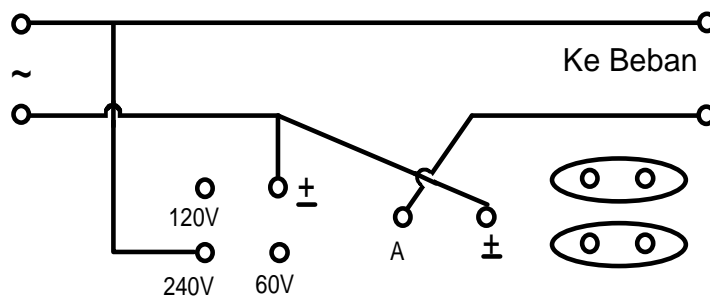
f. Kunci Jawaban 3

- 1) Multimeter adalah alat untuk mengukur tegangan AC, tegangan DC, arus DC, dan tahanan.
- 2) Saklar pemilih harus diatur pada posisi ACV.
- 3) Saklar pemilih harus diatur pada posisi DCV.
- 4) Saklar pemilih harus diletakan pada posisi DcmA.
- 5) Saklar pemilih harus diletakan pada posisi W
- 6) Watt meter adalah alat untuk mengukur daya listrik
- 7) Mengatur sekrup pengatur kedudukan jarum pada posisi nol.

8) Gambar 15.



9) Gambar 16.



10) Tabel 4.

Multiple		60 V	120 V	240 V
Volt				
Ampere				
Seri	0,5 A	0,25	0,5	1
Parallel	1 A	0,5	1	2

11) Kegunaan CRO adalah untuk mengukur tegangan, mengukur periode dan mengukur beda fase.

12) Konversi dari tegangan V_{p-p} ke V_{rms} .

Tabel 5.

V_{p-p}	V_{rms}	V_{p-p}	V_{rms}
10	3,53	30	10,60
15	5,30	36	12,72
18	6,36	40	14,14
21	7,42	45	15,90
24	8,48	50	17,67
28	9,90	60	21,21

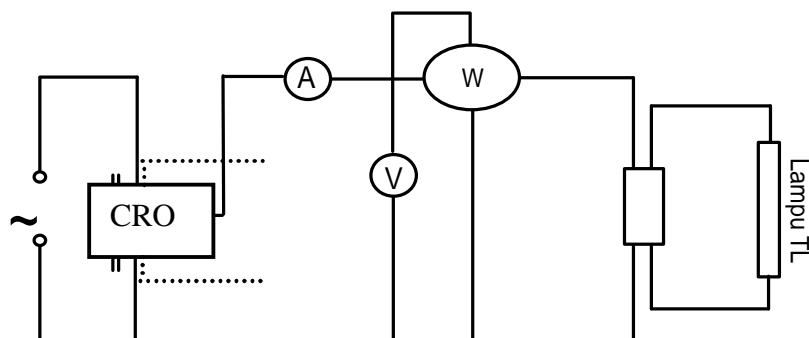
g. Lembar Kerja 3

Alat dan Bahan :

- 1) CRO 1 buah
- 2) AVO meter digital 1 buah
- 3) AVO meter analog 1 buah
- 4) Watt meter 1 buah
- 5) Lampu TL 10W, 15W, 20W..... @1 buah
- 6) Sumber tegangan AC variabel..... 1 unit
- 7) Variac..... 1 buah
- 8) Saklar..... 1 buah
- 9) Kabel secukupnya

Keselamatan Kerja dan Kesehatan :

- 1) Saat merangkai sumber tegangan harus dalam keadaan mati atau saklar dalam keadaan terbuka.
- 2) Rangkailah dengan teliti sesuai dengan gambar rangkaian.
- 3) Jangan meletakkan peralatan di tepi meja.
- 4) Kabel penghubung yang tidak terpakai jangan dekat dengan rangkaian.



Gambar 17. Gambar Kerja

Langkah Kerja :

- 1) Siapkan alat dan bahan sesuai dengan rangkaian
- 2) Buatlah rangkaian seperti gambar kerja
- 3) Set AVO meter pada pengukuran arus dan tegangan

- 4) Hubungkanlah saklar dan catatlah penunjukkan jarum pada wattmeter, amperemeter, voltmeter dan hasilnya masukkan dalam tabel
- 5) Bukalah saklar dan gantilah lampu TL 10 watt dengan lampu TL 15 Watt; kemudian hubungkan saklar dan catatlah penunjukkan jarum pada wattmeter, amperemeter, voltmeter dan hasilnya masukkan dalam tabel pengamatan.
- 6) Ulangilah langkah 4 dengan mengganti lampu TL 20 watt; kemudian hubungkan dengan sumber tegangan, amatilah penunjukkan jarum pada wattmeter, amperemeter, voltmeter dan hasilnya masukkan dalam tabel pengamatan.
- 7) Setelah semua selesai kalibrasilah CRO keudian ulangi langkah 3 sampai 5 dan ukurlah besarnya tegangan dan gambar gelombang dengan osciloskop (CRO).

Tabel 6. Pengukuran daya dengan beban Lampu TL

No	Pengukuran			Perhitungan
	Lampu TL (Watt)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	
1.	10			
2.	15			
3.	20			

Tabel 7. Pengukuran tegangan menggunakan CRO dengan beban Lampu TL

No	Pengukuran		Gambar Gelombang
	Lampu TL (Watt)	Volt/DIV	
1.	10		
2.	15		
3.	20		

4. Kegiatan Belajar 4: Mengukur Besaran Listrik

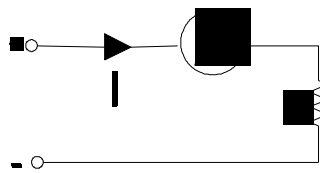
a. Tujuan Kegiatan Belajar

Setelah mempelajari kegiatan belajar ini diharapkan siswa dapat melakukan pengukuran besaran listrik dengan baik dan benar.

b. Uraian Materi 4

1) Pengukuran arus

Amper meter adalah suatu alat ukur yang menera kuat arus listrik dalam satuan amper (A). didalam kepekaan ukur menunjukkan spesifikasi dari alat ukurnya. Cara pemakaian alat ukur amper harus dihubungkan seri terhadap instrumen dari alat pemakai. Untuk mengukur arus yang lebih kecil digunakan alat ukur mili amper meter dan untulk yang lebih kecil dipergunakan mikro amper meter.



Gambar 18. Penyambungan Amper meter

Apabila dalam pengukuran arus menggunakan AVO meter, maka selector harus ditempatkan pada posisi DcmA, jika menggunakan AVO analog, maka cara membaca hasil pengukuran adalah batas ukur dibagi dengan penyimpangan skala penuh kemudian dikalikan dengan penunjukkan jarum, atau dapat dituliskan dengan rumus:

$$\text{Hasil} = \frac{\text{batasukur}}{\text{simpanganskalapenuh}} \times \text{penunjukkan}$$

Misalkan sebuah AVO meter analog untuk mengukur arus dengan batas ukur 10 amper dan simpangan skala penuh 50,

apabila penunjukkan jarum pada angka 5, maka besarnya

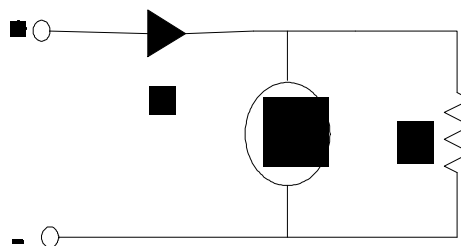
pengukuran adalah: $\frac{10}{50} \times 5 = 1$ amper

Apabila dalam pengukuran menggunakan AVO digital, maka pembacaan harga pengukuran tinggal melihat angka yang ditunjukkan dalam layar.

Pengukur amper harus mempunyai komponen tahanan yang nilainya sangat kecil, agar tidak menimbulkan kerugian yang berarti terhadap alat yang diukur.

2) Pengukuran Tegangan

Volt meter adalah suatu alat ukur yang menera teganagn listrik dalam satuan volt. Cara pemakaian volt meter harus dipasang paralel terhadap instrumen dari alat pemakai. Kelayakan batas ukur dalam masyarakat pada umumnya 110 volt, 220 v serta 380 volt, kecuali alat-alat pemakai dan pada laboratorium listrik bisa menggunakan milivolt sampaian kilovolt, bahkan pada jaringan distribusi maupun jarngan trnsmisi sampai ratusan kilovolt. Adapun cara penyambungannya sebagaimana gambar berikut:



Gambar 19. Penyambungan Volt meter

Apabila dalam pengukuran tegangan menggunakan AVO meter, maka selektor harus ditempatkan pada posisi DCV atau ACV. Adapun cara membacanya sama seperti pada pembacaan pada pengukuran arus, yaitu batas ukur dibagi penyimpangan skala

penuh kemudian dikalikan dengan penunjukkan. Apabila dirumuskan adalah sebagai berikut:

$$\text{Hasil} = \frac{\text{batasukur}}{\text{simpanganskalapenuh}} \times \text{penunjukkan}$$

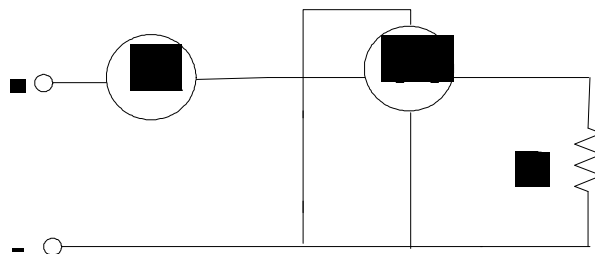
Dan apabila yang digunakan AVO digital, maka tinggal membaca angka pada layar.

3) Pengukuran Daya

Didalam teori teknik tenaga listrik teruarai untuk menentukan besarnya daya listrik yang dipakai, alam kestuan volt amper (VA) yang lebih tinggi KVA (kilo volt amper). Bisa pula dikatakan watt dan kilo watt. Dalam uraian secara perhitungan:

$$P = E.I.\text{Cos } \Phi. \text{ Watt, untuk arus bolak-balik satu fasa}$$

$$P = E.I.\text{Cos } \Phi.V3 \text{ watt, untuk arus bolak-balik 3 fasa.}$$



Gambar 20. Penyambungan Watt meter

Adapun cara penggunaannya adalah untuk kumparan arus harus dipasang seri dan kumpara tegangan harus dipasang secara paralel.

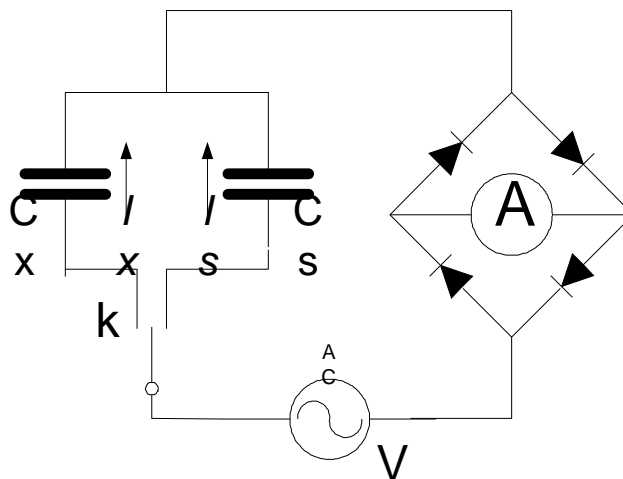
Untuk mengetahui besarnya hasil pengukuran kita harus melihat metode penyambungan, karena cara penyambungan mempengaruhi hasil pengukuran sebagaimana ditunjukkan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 8.

		Multiple		
		60 V	120 V	240 V
Ampere	Volt			
	Seri	0,5 A	0,25	0,5
Parallel	1 A	0,5	1	2

4) Pengukuran impedansi

Untuk mengukur besarnya impedansi tidak dapat diukur secara langsung sebagaimana besaran yang lain. Untuk mengetahui besarnya impedansi salah satunya dapat menggunakan rangkaian seperti gambar di bawah ini:



Gambar 21. Rangkaian Pengukur Impedansi

Adapun cara pembacaanya adalah dengan menggunakan rumus:

$$I_s = \omega C_s V$$

$$I_x = \omega C_x V$$

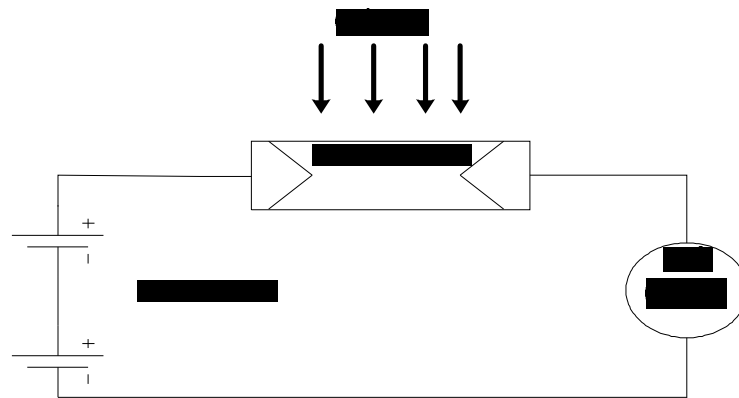
sehingga akan didapat: $C_x = \frac{I_x}{I_s} C_s$

Jadi bila alat ukur amper dibuat dengan skala $(I_x/I_s)C_s$ maka C_x akan dapat dibaca secara langsung.

5) Pengukuran Luminansi

Lux meter adalah instrument yang digunakan untuk mengukur jumlah cahaya yang jatuh pada suatu permukaan, alat ini salah satu dari photo meter portabel dan dikenal juga dengan nama photo meter elektrik.

Konstruksi lux meter dengan foto resistor



Gambar 22. Konstruksi Lux meter

Prinsip kerja

Cahaya yang diukur diterima oleh sel foto resistor. sel ini jika terkena cahaya, maka nilai tahanannya akan berubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterimanya. Makin kuat intensitas cahaya yang diterimanya, makin kecil ilai tahanan selnya, begitupun sebaliknya. Naik turuyannya niklai tahanan ini dipergunakan untuk mengontrol aliran listrik dc dari sumber tegangan yang tersedia. Perubahan besar arus oleh tahanan ini selanjutnya ditera oleh sebuah miliamper kumparan putar yang sudah dikalibrasi dengan kuat penerangan (lux)

Adapun cara penggunaannya adalah dengan mendekatkan alat ukur lux meter ke dekat sumber cahaya, semakin dekat dengan sumber cahaya maka intensitas cahay asemakin tinggi.

c. Rangkuman 4

- 1) Untuk mengukur besarnya arus digunakan amper meter dengan cara daisambung seri dan jika memakai AVO meter maka selektor harus diatur pada posisi DcmA. Besarnya harga pengukuran dihitung dengan rumus:

$$\text{Hasil} = \frac{\text{batasukur}}{\text{simpangan skala penuh}} \times \text{penunjukkan}$$

- 2) Untuk mengukur besarnya tegangan digunakan vlt meter dengan cara disambung paralel dan jika memakai AVO meter maka selektor harus diatur pada posisi DCV untuk mengukur tegangan DC atau ACV untuk mengukur tegangan AC. Besarnya hasil pengukuran dihitung dengan rumus:

$$\text{Hasil} = \frac{\text{batasukur}}{\text{simpangan skala penuh}} \times \text{penunjukkan}$$

- 3) Untuk mengukur besarnya daya digunakan wattmeter dengan cara kumparan arus disambung seri dan kumparan tegangan disambung paralel. Besarnya harga pengukuran adalah penunjukkan dikalikan faktor multipel atau pengali sesuai dengan cara penyambungan.
- 4) Untuk mengukur impedansi tidak dapat secara langsung tetapi memakai rangkaian kombinasi
- 5) Untuk mengukur besarnya luminansi digunakan alat kur lux meter. Adapun caranya adalah dengan mendekatkan lux ke sumber cahaya dan besarnya harga pengukuran adalah sesuai dengan harga yang ditunjukkan oleh instrumen ukur.

d. Tugas 4

Ambilah alat ukur arus, tegangan, daya, impedansi dan luminansi masing-masing satu kemudian catat spesifikasi dan terangkan teknik penggunaannya dalam pengukuran.

e. Test Formatif 4

- 1) Jelaskan teknik pengukuran arus!
- 2) Jelaskan teknik pengukuran tegangan!
- 3) Jelaskan teknik pengukuran daya!
- 4) Jelaskan teknik pengukuran impedansi!
- 5) Jelaskan teknik pengukuran luminansi!

f. Kunci Jawaban 4

1) Teknik pengukuran arus

Arus diukur dengan menggunakan amper meter atau AVO meter. Sebelum melakukan pengukuran posisikan pada batas ukur tertinggi baru kemudian diturunkan untuk memudahkan pembacaan. Letakkan alat ukur sesuai dengan posisi yang disyaratkan sesuai simbol yang ada, lihat jarum secara tegak untuk menghindari kesalahan pembacaan. Apabila menggunakan AVO meter atur selektor pada posisi DcmA. Untuk kemudian sama caranya sebagaimana menggunakan amper meter. Amper meter harus dipasang secara seri terhadap beban.

2) Teknik pengukuran tegangan

Tegangan diukur menggunakan volt meter atau AVO meter. Sebelum melakukan pengukuran posisikan pada batas ukur tertinggi baru kemudian diturunkan untuk memudahkan pembacaan. Letakkan alat ukur sesuai dengan posisi yang disyaratkan sesuai simbol yang ada, lihat jarum secara tegak untuk menghindari kesalahan pembacaan. Apabila menggunakan AVO meter atur selektor pada posisi DCV untuk mengukur tegangan DC dan pada posisi ACV untuk mengukur

tegangan AC. Untuk kemudian sama caranya sebagaimana menggunakan volt meter. Volt meter harus dipasang secara paralel terhadap beban.

3) Teknik pengukuran daya

Daya diukur dengan menggunakan watt meter. Adapun cara penyambungannya adalah dengan cara kumparan arus dipasang seri dan kumparan tegangan dipasang paralel. Pilih batas ukur yang sesuai dan posisikan watt meter sesuai dengan simbol yang ada.

4) Teknik pengukuran impedansi

Impedansi diukur dengan menggunakan rangkaian ekivalen yang terdiri dari ampermeter

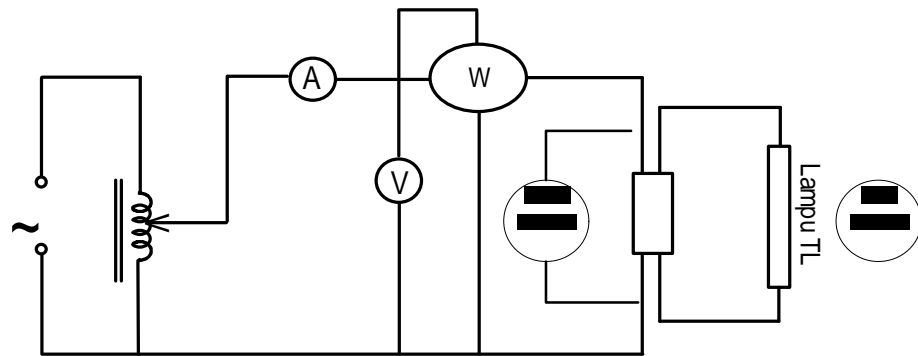
5) Teknik pengukuran luminasi

Luminasi diukur dengan menggunakan lux meter. Adapun cara penggunaannya adalah dengan mendekatkan lux meter ke dekat sumber cahaya dan serta merta lux meter akan menunjukkan besarnya intensitas cahaya yang diukur.

g. Lembar Kerja 4

Alat Dan Bahan :

- 1) Amper meter..... 1 buah
- 2) Volt meter 1 buah
- 3) Watt meter 1 buah
- 4) RCL meter 1 buah
- 5) Lux meter 1 buah
- 6) Lampu tl 10 w, 15 w, 15 w..... @1 buah
- 7) Sumber tegangan 1 unit
- 8) Variac..... 1 buah
- 9) Saklar..... 1 buah
- 10) Kabel..... secukupnya



Gambar23. Gambar Kerja

Keselamatan Kerja dan Kesehatan :

- 1) Saat merangkai sumber tegangan harus dalam keadaan mati atau saklar dalam keadaan terbuka.
- 2) Rangkailah dengan teliti sesuai dengan gambar rangkaian.
- 3) Jangan meletakkan peralatan di tepi meja.
- 4) Kabel penghubung yang tidak terpakai jangan dekat dengan rangkaian.

Langkah Kerja :

- 1) Rangkailah sesuai dengan gambar kerja
- 2) Hubungkanlah saklar dan catatlah penunjukkan jarum pada wattmeter, amperemeter, voltmeter, rcl meter, dan lux meter kemudian hasilnya masukkan dalam tabel
- 3) Bukalah saklar dan gantilah lampu tl 10 watt dengan lampu tl 15 watt; kemudian hubungkan saklar dan catatlah penunjukkan jarum pada wattmeter, amperemeter, voltmeter, rcl meter dan lux meter kemudian hasilnya masukkan dalam tabel pengamatan.
- 4) Ulangilah langkah 4 dengan mengganti lampu TL 20 watt; kemudian hubungkan dengan sumber tegangan, amatilah penunjukkan jarum pada wattmeter, amperemeter, voltmeter,

RCL meter dan lux meter kemudian hasilnya masukkan dalam tabel pengamatan.

Tabel 9. Tabel Pengamatan

No	Pengukuran					
	Lampu TL (Watt)	Impedansi (ohm)	Luminansi (luks)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1.	10					
2.	15					
3.	20					

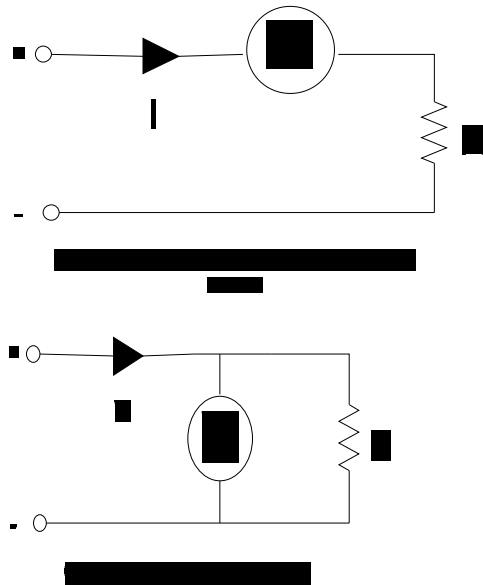
A. PERTANYAAN

1. Apakah yang dimaksud dengan mengukur itu?
2. Sebutkan dua macam kesalahan pengukuran!
3. Sebutkan karakteristik alat ukur kumparan putar dan thermokopel!
4. Gambarkan cara penyambungan ampermeter dan voltmeter!
5. Gambarkan cara penyambungan watt meter!

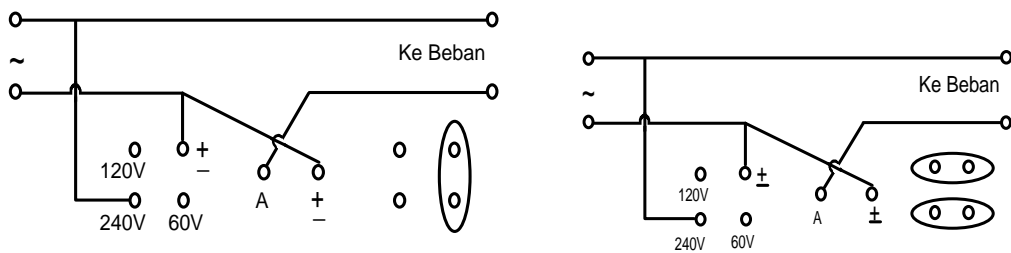
B. KUNCI JAWABAN

1. Mengukur adalah membandingkan sesuatu besaran yang belum diketahui besarannya dengan besaran lain yang diketahui besarnya.
2. Dua macam kekeliruan pengukuran adalah kekeliruan sistematis dan kekeliruan acak.
3. Karakteristik alat ukur kumparan putar dan thermokopel:
 - a. Alat ukur kumparan putar
 - 1) Penggunaan daya kecil
 - 2) Dipakai untuk DC saja, kalau untuk AC harus dipasang penyearah
 - 3) Kemampuan ukur arus $1,5 \times 10^{-6} \sim 10^2$ A
 - 4) Kemampuan ukur tegangan $10^{-2} \sim 10^3$ V
 - 5) Digunakan dalam alat ukur voltmeter, ampermeter, ohmmeter, thermometer
 - b. Alat ukur thermokopel
 - 1) Penggunaan daya kecil
 - 2) Dipakai untuk AC dan DC
 - 3) Kemampuan ukur arus $10^{-3} \sim 5$ A
 - 4) Kemampuan ukur tegangan $5 \times 10^{-1} \sim 1,5 \times 10^2$ V
 - 5) Digunakan dalam alat ukur voltmeter, ampermeter, wattmeter

4. Gambar pemasangan amperemeter dan voltmeter



5. Cara penyambungan watt meter



C. KRITERIA PENILAIAN

Kriteria	Skor (1-10)	Bobot	Nilai	Keterangan
Kognitif		3		Syarat lulus nilai minimal 70
Psikomotor		3		
Keberhasilann rangkaian bekerja		2		
Ketepatan waktu		1		
Ketepatan penggunaan alat		1		
Nilai Akhir				

BAB IV PENUTUP

Peserta diklat yang telah mencapai syarat kelulusan minimal dapat melanjutkan modul TU-001, TU-002 dan TU-007. Sebaliknya, apabila peserta diklat dinyatakan tidak lulus, maka peserta diklat harus mengulang modul ini dan tidak diperkenankan untuk mengambil modul selanjutnya.

Jika peserta diklat telah lulus menempuh 9 modul, maka peserta diklat berhak mendapatkan sertifikat kompetensi Mengoperasikan Peralatan Telekomunikasi Konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

Suryatmo S, 1999, Teknik Pengukuran Listrik dan Elektronika, Bumi aksara, Jakarta

Djumadi, Drs dkk, 1999, Pengukuran Listrik, Angkasa, Bandung

_____, 1998, Fundamental Electrical Instrumentation, Singapore : Yokogawa.

Basuki, Drs dkk, 1998, Multimeter, Dikmenjur, Jakarta

Basuki, Drs dkk, 1998, Prinsip Kerja Alat Ukur, Dikmenjur, Jakarta

Cooper W.D., 1985, Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran, Jakarta : Erlangga.

Sapiie S., Nishino O., 1979, Pengukuran dan Alat-alat Ukur Listrik., Jakarta : Pradnya Paramita.