

KATA PENGANTAR

Modul dengan judul “**PENGGUNAAN ALAT UKUR ANALOG**” merupakan bahan ajar yang digunakan sebagai panduan praktikum peserta diklat (siswa) Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) untuk membentuk salah satu bagian dari kompetensi Penggunaan Alat Ukur Listrik pada Bidang Keahlian Teknik Elektro.

Materi modul ini mencakup penggunaan alat ukur analog yang meliputi penggunaan multimeter, penggunaan Wattmeter, Frekuensi meter dan penggunaan $\cos \phi$ meter. Kegiatan belajar 1, 2, 3 dan 4 merupakan penjelasan dari berbagai jenis alat ukur listrik tersebut yang membahas mengenai fungsi, konstruksi maupun cara penggunaan dari masing-masing alat ukur.

Modul ini terkait dengan modul lain sebelumnya yaitu mengenai simbol dan data teknis alat ukur, memilih alat ukur dan teknik pengukuran listrik. Oleh karena itu peserta diklat dituntut untuk dapat menguasai modul-modul sebelumnya.

Yogyakarta, Nopember 2001

Penyusun.

Tim Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta

DISKRIPSI JUDUL

Modul ini mengkaji tentang **PENGGUNAAN ALAT UKUR ANALOG** yang meliputi kegiatan belajar : penggunaan multimeter, penggunaan Wattmeter, Frekuensi meter dan penggunaan $\cos \phi$ meter.

Modul penggunaan alat ukur analog merupakan modul teori dan atau praktikum yang menekankan pada cara penggunaan dan fungsi dari alat ukur tersebut. Dengan modul ini peserta diklat dituntut untuk dapat menggunakan alat ukur analog untuk keperluan pengukuran.

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.

PETA KEDUDUKAN MODUL

PRASYARAT

Untuk melaksanakan modul **TEKNIK PENGUKURAN LISTRIK** memerlukan kemampuan awal yang harus dimiliki peserta diklat, yaitu :

- Menguasai dan mengetahui berbagai macam simbol dari alat ukur listrik.
- Memahami prinsip kerja dari alat ukur listrik.
- Menguasai hukum Kirchoff, hukum Ohm.
- Mampu mengidentifikasi dari suatu alat ukur dan mampu memilih alat ukur tersebut untuk keperluan pengukuran sesuai dengan spesifikasinya dan karakteristiknya.
- Mampu menggunakan beberapa alat ukur listrik untuk pengukuran.
- Mampu membuat rangkaian listrik sederhana dengan menggunakan berbagai macam alat ukur listrik.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DESKRIPSI JUDUL	iii
PETA KEDUDUKAN MODUL	iv
PRASYARAT	v
DAFTAR ISI	vi
PERISTILAHAN/ GLOSSARY	viii
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	ix
TUJUAN	x
1. Tujuan Akhir	x
2. Tujuan Antara	x
KEGIATAN BELAJAR 1	1
Lembar Informasi	1
Lembar Kerja	5
Kesehatan dan Keselamatan Kerja	6
Langkah Kerja	6
Lembar Latihan	11
KEGIATAN BELAJAR 2	12
Lembar Informasi	12
Lembar Kerja	15
Kesehatan dan Keselamatan Kerja	15
Langkah Kerja	16
Lembar Latihan	17
KEGIATAN BELAJAR 3	18
Lembar Informasi	18
Lembar Kerja	21
Kesehatan dan Keselamatan Kerja	21

Langkah Kerja	22
Lembar Latihan	23
KEGIATAN BELAJAR 4	24
Lembar Informasi	24
Lembar Kerja	24
Kesehatan dan Keselamatan Kerja	25
Langkah Kerja	25
Lembar Latihan	26
LEMBAR EVALUASI	27
LEMBAR KUNCI JAWABAN	28
Kunci Jawaban Kegiatan Belajar 1	28
Kunci Jawaban Kegiatan Belajar 2	28
Kunci Jawaban Kegiatan Belajar 3	29
Kunci Jawaban Kegiatan Belajar 4	30
Kunci Jawaban Lembar Evaluasi	30
DAFTAR PUSTAKA.....	31

PERISTILAHAN / GLOSSARY

Faktor daya, yaitu perbandingan antara tahanan murni dengan tahanan total (impedansi)

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mempelajari modul ini :

1. Bacalah tujuan akhir, tujuan antara , dan tujuan pada masing-masing kegiatan belajar dengan seksama.
2. Bacalah dengan seksama lembar informasi pada masing-masing kegiatan belajar.
3. Cermatilah setiap kebutuhan alat dan bahan yang diperlukan.
4. Jawablah pertanyaan pada lembar latihan pada masing-masing kegiatan belajar, cocokkan dengan kunci jawabannya yang telah tersedia pada lembar kunci jawaban.
5. Salah satu kunci keberhasilan dalam pemahaman modul adalah langkah kerja. Oleh karena itu jangan sekali-kali mengabaikan urutan pada langkah kerja.

TUJUAN

1. Tujuan Akhir

Setelah selesai melaksanakan kegiatan belajar peserta diklat memahami :

- a. Mampu memahami bagian-bagian alat ukur analog, sehingga mampu merangkai bila digunakan untuk mengukur.
- b. Mampu menjelaskan penggunaan alat ukur analog baik DC maupun AC.

2. Tujuan Antara

Setelah selesai kegiatan belajar diharapkan peserta diklat mampu:

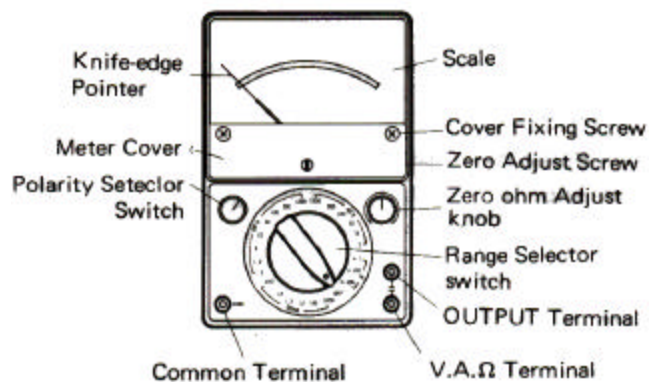
- a. Menggunakan multimeter untuk mengukur arus, hambatan, tegangan AC maupun tegangan DC.
- b. Mampu menggunakan Cos ϕ meter untuk mengukur faktor daya dengan benar.
- c. Mampu menggunakan Wattmeter untuk mengukur daya, baik dalam sistem seri maupun paralel dengan benar.
- d. Mampu menggunakan Frekuensi meter untuk mengukur frekuensi dengan benar.

KEGIATAN BELAJAR I

PENGGUNAAN MULTIMETER

Lembar Informasi

Multimeter sering disebut AVOMeter atau multimeter, alat ini biasa dipakai untuk mengukur harga resistansi (tahanan), tegangan AC (Alternating Current), tegangan DC (Direct Current), dan arus DC. Bagian-bagian multimeter seperti ditunjukkan gambar di bawah



Gambar 1. Multimeter / AVOMeter

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 Ω (Ohm), test lead + (merah

dihubungkan ke test lead – (hitam), kemudian tombol pengatur kedudukan 0Ω diputar ke kiri atau ke kanan sehingga menunjuk pada kedudukan 0Ω .

3. Saklar pemilih (*Range Selector Switch*), berfungsi untuk memilih posisi pengukuran dan batas ukurannya. Multimeter biasanya terdiri dari empat posisi pengukuran, yaitu :
 - a. Posisi Ω (Ohm) berarti multimeter berfungsi sebagai ohmmeter, yang terdiri dari tiga batas ukur : x 1; x 10; dan K Ω
 - 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.

4. Lubang kutub + (V A Ω Terminal), berfungsi sebagai tempat masuknya test lead kutub + yang berwarna merah.
5. Lubang kutub – (*Common Terminal*), berfungsi sebagai tempat masuknya test lead kutub - yang berwarna hitam.
6. Saklar pemilih polaritas (*Polarity Selector Switch*), berfungsi untuk memilih polaritas DC atau AC.
7. Kotak meter (Meter Cover), berfungsi sebagai tempat komponen-komponen multimeter.
8. Jarum penunjuk meter (Knife –edge Pointer), berfungsi sebagai penunjuk besaran yang diukur.
9. Skala (Scale), berfungsi sebagai skala pembacaan meter.

Menggunakan Multimeter

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 2 a), dan untuk skala ohmmeter posisi jarum nol di bagian kanan (lihat gambar 2 b). Jika belum tepat harus diatur dengan memutar sekrup pengatur kedudukan jarum penunjuk meter ke kiri atau ke kanan dengan menggunakan obeng pipih (-) kecil.



Gambar 2. Kedudukan Normal Jarum Penunjuk Meter

a. Multimeter digunakan untuk mengukur resistansi

Untuk mengukur resistansi suatu resistor, posisi saklar pemilih multimeter diatur pada kedudukan Ω 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 Ω . 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 10Ω . Apabila dengan batas ukur $\times 10$ jarum penunjuk meter masih berada di bagian kiri daerah tahanan, maka batas ukurnya diubah lagi menjadi $K \Omega$ dan dilakukan proses yang sama seperti waktu mengganti batas ukur $\times 10$. Pembacaan hasilnya pada skala $K\Omega$, yaitu angka penunjukan jarum meter dikalikan dengan $1 K\Omega$.

b. 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.

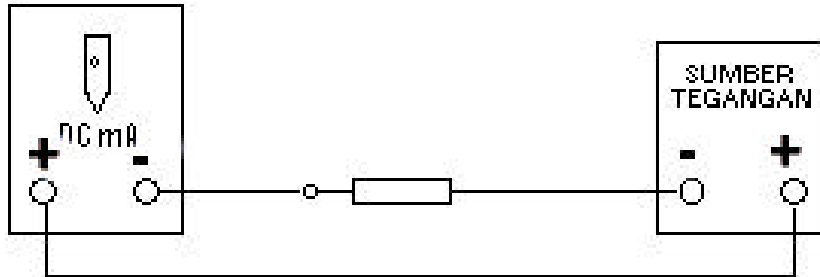
c. Multimeter digunakan untuk mengukur tegangan AC

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.

d. 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.3 di bawah)



Gambar 3. 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.

Lembar Kerja

Alat dan Bahan

1. Multimeter 1 buah
2. Saklar satu kutub 1 buah
3. Power supply DC variabel..... 1 buah
4. Variac 1 buah
5. Transformator step down..... 1 buah

6. Resistor dengan berbagai macam ukuran hambatan dan daya
7. Batu baterai dengan berbagai macam tegangan
8. Kabel penghubung secukupnya
9. Kotak terminal

Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Saat merangkai sumber tegangan harus dalam keadaan mati atau saklar dalam keadaan terbuka

1. Rangkailah dengan teliti sesuai dengan gambar rangkaian.
2. Sumber tegangan pada awalnya diatur pada 0 Volt.
3. Janganlah meletakkan peralatan di tepi meja.
4. Kabel penghubung yang tidak terpakai jangan dekat dengan rangkaian.

Langkah Kerja

Percobaan Mengukur Hambatan (Range Ω) menggunakan Multimeter

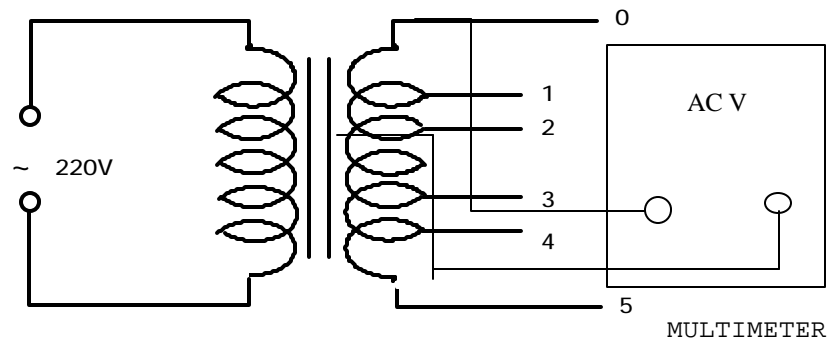
1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk mengukur beberapa resistor dengan berbagai macam hambatan
2. Sesuaikan batas ukur dengan besar resistor yang akan diukur.
3. Aturilah kedudukan jarum penunjuk pada posisi nol ohm dengan menghubungkan test lead (+) dan test lead negatif kemudian memutar tombol pengatur pada kedudukan nol ke kanan atau ke kiri.
4. Ukurlah hambatan tersebut dan masukan hasilnya dalam tabel
5. Ulangilah langkah 2 sampai 4 untuk resistor dengan nilai yang berbeda
6. Bandingkan hasilnya antara yang tertera pada body resistor dengan hasil pengukuran.

Tabel 1. Percobaan Mengukur Hambatan (Range Ω) menggunakan Multimeter

No	Harga yang tertulis pada body (Ω)	Pengukuran (Ω)	Selisih (Ω)
1			
2			
3			
4			
5			

Percobaan Mengukur Tegangan AC (Range ACV) dengan Multimeter

1. Buatlah rangkaian seperti gambar di bawah.



Gambar 4. Multimeter untuk Mengukur Tegangan AC

2. Aturlah saklar pemilih multimeter pada ACV dengan batas ukur paling besar.
3. Hubungkan rangkaian saudara dengan sumber tegangan AC 220 Volt, lakukan pengukuran seperti tabel 2 di bawah, batas ukur diperkecil secara bertahap sampai didapatkan kedudukan maksimal jarum penunjuk meter,

Tabel 2. Percobaan Mengukur Tegangan AC (Range ACV) dengan Multimeter

No	Terminal yang diukur	Tegangan output Transformator (Volt)	Pengukuran (Volt)	Selisih (Volt)
1	0 – 1			
2	0 – 2			
3	0 – 3			
4	0 – 4			
5	0 – 5			

Percobaan Mengukur Tegangan DC (Range DCV) dengan Multimeter

1. Siapkanlah beberapa buah batu baterai yang akan diukur tegangannya.
2. Aturlah saklar pemilih pada posisi DCV dan sesuaikan batas ukur Voltmeter dengan tegangan baterai yang akan diukur
3. Ukurlah tegangan baterai dengan cara kutub positif meter dihubungkan kutub positif baterai dan kutub negatif meter dihubungkan dengan kutub negatif baterai, hasilnya masukan dalam tabel 3 (lihat gambar 5)



Gambar 5. Multimeter untuk Mengukur Tegangan DC

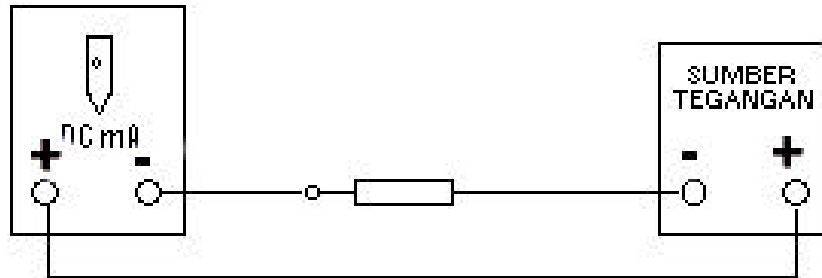
4. Ulangilah langkah 2 sampai dengan 3 untuk batu baterai dengan tegangan yang berbeda.
5. Bandingkan hasilnya antara yang tertulis di baterai dengan hasil pengukuran

Tabel 3. Percobaan Mengukur Tegangan DC (Range DCV) dengan Multimeter

No	Tegangan Baterai (Volt)	Pengukuran (Volt)	Selisih (Volt)
1	1.5		
2	3		
3	6		
4	9		

Multimeter digunakan untuk mengukur Arus DC (Range DC mA)

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar di bawah



Gambar 6. Multimeter untuk Mengukur Arus DC

2. Aturlah batas ukur pada posisi maksimal, power supply DC pada posisi nol.
3. Aturlah saklar dalam posisi terbuka (keadaan OFF)
4. Telitilah rangkaian saudara dengan cermat
5. Hubungkan saklar, aturlah sumber tegangan DC sampai didapatkan simpangan jarum meter setengah skala penuh, amati penunjukan jarum multimeter dan hasilnya masukan dalam tabel 4.
6. Bukalah saklar gantilah resistor dengan harga yang berbeda sesuai dengan tabel 4 di bawah.
7. Lakukanlah seperti pada langkah 7.
8. Ulangi langkah no 6 sampai dengan 7, kemudian hasilnya masukan dalam tabel 4.

Tabel 4. Percobaan Mengukur Arus DC (Range DCmA) dengan Multimeter

No	Harga Hambatan (Ω)	Perhitungan (mA)	Pengukuran (mA)	Selisih (mA)
1	47			
2	56			
3	100			
4	220			
5	330			

Lembar Latihan

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 mengukur arus DC ?
5. Apakah yang harus diatur jika multimeter akan digunakan mengukur tahanan ?

KEGIATAN BELAJAR II

PENGUANAAN COS ϕ METER

Lembar Informasi

Cos ϕ meter adalah alat untuk mengukur faktor daya pada suatu beban listrik AC. Faktor daya adalah perbandingan antara tahanan murni dengan tahanan total (impedansi), hal ini bisa dirumuskan :

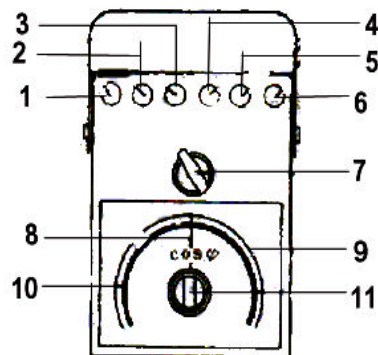
$$\text{Cos } \phi = \frac{R}{Z}$$

Dengan pengertian : Cos ϕ : Faktor daya

R : Tahanan murni (Ω)

Z : Impedansi (Ω)

Gambar di bawah memperlihatkan penampang atas dari sebuah Cos ϕ meter Merk Hinki type 3304. Adapun bagian-bagian yang tampak pada penampang atas Cos ϕ meter adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Cos ϕ meter

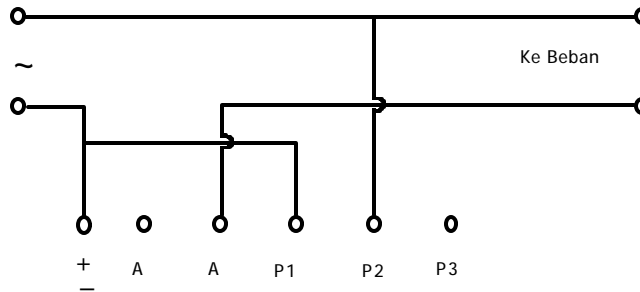
1. Terminal (\pm) , adalah terminal penghubung ke salah satu terminal sumber tegangan yang digunakan.
2. Terminal 25 A, adalah terminal kumparan arus dengan batas ukur 25 A.
3. Terminal 5 A, adalah terminal kumparan arus dengan batas ukur 5 A.

4. Terminal P1, adalah terminal kumparan tegangan untuk fasa R.
5. Terminal P2, adalah terminal kumparan tegangan untuk fasa S.
6. Terminal P3, adalah terminal kumparan tegangan untuk fasa T.
7. Saklar pemilih batas ukur tegangan terdiri dari tiga batas ukur, yaitu : 100 V; 200 V; dan 400 V.
8. Skala pembacaan faktor daya.
9. Cermin
10. Skala pembacaan sudut perbedaan fasa.
11. Jarum penunjuk Cos ϕ meter.

Cara menggunakan Cos ϕ meter

Dalam keadaan tidak terhubung apapun, jarum penunjuk Cos ϕ meter harus menunjuk angka 0 ditengah-tengah daerah skala. Bila kedudukan jarum tersebut menyimpang ke kiri, maka putarlah sekrup pengatur kedudukan jarum penunjuk ke kanan secara perlahan-lahan sampai kedudukan jarum penunjuk tersebut tepat pada angka 0. Sebaliknya jika kedudukan jarum penunjuk tersebut menyimpang ke kanan, maka putarlah sekrup pengatur ke kiri sampai kedudukan jarum penunjuk tersebut tepat pada angka 0.

Cara penyambungan Cos ϕ meter adalah terminal arus (A) disambung secara seri, sedangkan terminal kumparan tegangan (P1; P2; dan P3) disambung secara paralel. Gambar penyambungannya seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Sambungan Cos ϕ Meter 1 Phasa

Untuk mengetahui besarnya jangkauan tegangan dan arus pada Cos ϕ meter dapat dilihat seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. Besarnya jangkauan tegangan dan arus pada Cos ϕ meter

Range	Jangkauan
100 V	85 – 160 V
200 V	160 – 320 V
400 V	320 – 500 V
1 A	0,1 – 2 A
5 A	0,5 – 10 A
25 A	2,5 – 50 A

Untuk pengukuran daya listrik yang menggunakan sumber 1 fasa (sumber tegangan PLN) yang besar tegangannya 220 V, digunakan range 200 V. Sedangkan untuk pengukuran daya listrik pada beban 3 fasa yang menggunakan tegangan antar fasa 380 V, menggunakan range 400 V.

Pemilihan range pada terminal kumparan putar adalah disesuaikan dengan besarnya daya beban listrik yang akan diukur. Jika besarnya daya listrik belum diketahui, maka untuk beban 1 fasa dapat menggunakan range 5 A, sedangkan untuk beban 3 fasa yang relatif besar dapat menggunakan range 25 A.

Apabila jarum penunjuk $\cos \phi$ meter diselah kiri daerah skala, berarti bebanya bersifat kapasitif (leading), yaitu arus mendahului tegangan. Apabila jarum penunjuk $\cos \phi$ meter menunjuk disebelah kanan daerah skala, berarti bebannya bersifat induktif (lagging), yaitu : arusnya ketinggalan terhadap tegangannya.

Lembar Kerja

Pengukuran Faktor Daya Listrik

Alat dan Bahan

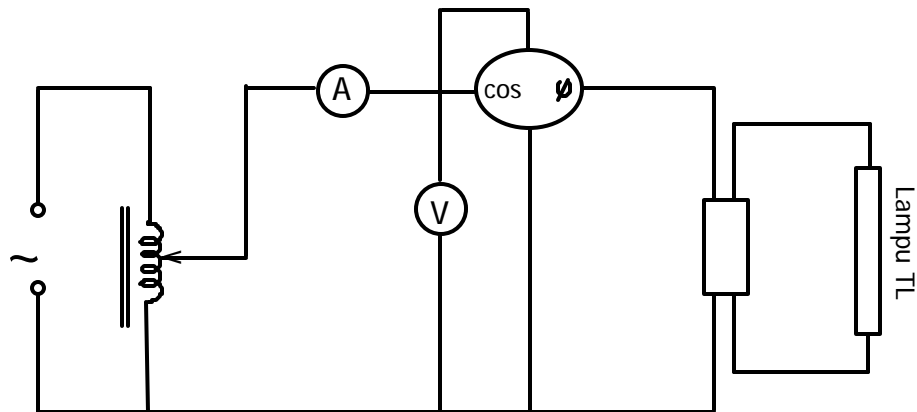
1. $\cos \phi$ Meter..... 1 buah
2. Voltmeter AC 1 buah
3. Amperemeter AC 1 buah
4. Sumber tegangan AC 1 buah
5. Variac 1 buah
6. Saklar 1 buah
7. Lampu pijar 10 Watt; 15 Watt; 25 Watt @ 1 buah
8. Lampu TL 10 Watt; 15 Watt; 20 Watt @ 1 buah
9. Bok dan kabel penghubung secukupnya.

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.

Langkah Kerja

1. Siapkanlah alat dan bahan sesuai dengan rangkaian
2. Buatlah rangkaian seperti gambar di bawah



Gambar 8. Rangkaian Pengukuran Faktor Daya Menggunakan Cos ϕ Meter

3. Hubungkanlah rangkaian dengan sumber dan catatlah penunjukkan jarum pada CosQ meter, amperemeter, voltmeter dan hasilnya masukkan dalam tabel pengamatan.
4. Matikanlah rangkaian dan gantilah lampu TL 10 watt dengan lampu TL 15 Watt; kemudian hubungkan dengan sumber dan catatlah penunjukkan jarum pada Cos Q meter, amperemeter, voltmeter dan hasilnya masukkan dalam tabel pengamatan.
5. Ulangilah langkah 4 lampu TL 20 watt; kemudian hubungkan saklar dan catatlah penunjukkan jarum pada Cos Q meter, amperemeter, voltmeter dan hasilnya masukkan dalam tabel pengamatan.
6. Bukalah saklar dan gantilah lampu TL dengan lampu pijar 10 Watt; kemudian hubungkan dengan sumber dan catatlah penunjukkan jarum pada Cos ϕ meter, amperemeter, voltmeter dan hasilnya masukkan dalam tabel pengamatan.

7. Ulangilah langkah 5 dengan mengganti lampu pijar 10 Watt dengan lampu pijar 15 Watt ; dan 25 Watt.
8. Turunkanlah tegangan variac sampai 0 Volt, matikan sumber tegangan dan lepas semua rangkaian, kembalikan ke tempat semula.

Tabel 6. Pengukuran faktor daya dengan beban Lampu TL

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

Tabel 7. Pengukuran faktor daya dengan beban Lampu TL

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

Lembar Latihan

1. Apakah cos Q meter itu ?
2. Bagaimanakah langkah pertama menggunakan cos Q meter ?
3. Bagaimanakah menghubungkan cos Q meter ke beban ?
4. Apakah artinya bila jarum cos Q meter menyimpang ke kanan ?
5. Apakah artinya bila jarum cos Q meter menyimpang ke kiri ?

KEGIATAN BELAJAR III

PENGGUNAAN WATTMETER 1 FASA

Lembar Informasi

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

$$P = V \cdot I \cdot \text{Cos } Q$$

Dengan pengertian :

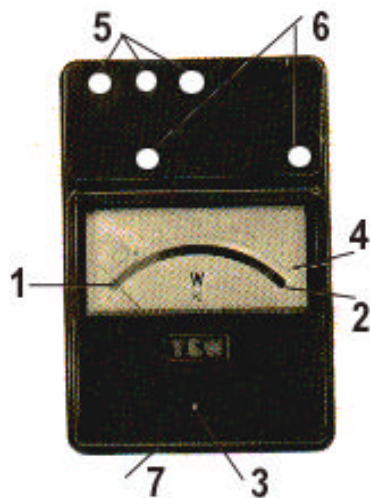
P : daya listrik (Watt)

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.



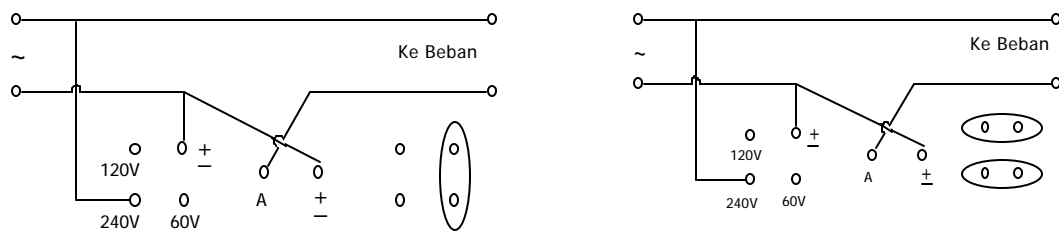
Gambar 9. Wattmeter

Keterangan gambar :

1. Terminal tegangan 120 V
2. Terminal tegangan 240 V
3. Terminal \pm
4. Terminal tegangan 60 V
5. Terminal arus A
6. Terminal hubungan seri atau paralel
7. Skala pembacaan
8. Cermin
9. Jarum penunjuk
10. 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 10. 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 8. 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 120×2 (Watt) = 240 Watt.

Lembar Kerja

Pengukuran Daya Listrik

Alat dan Bahan

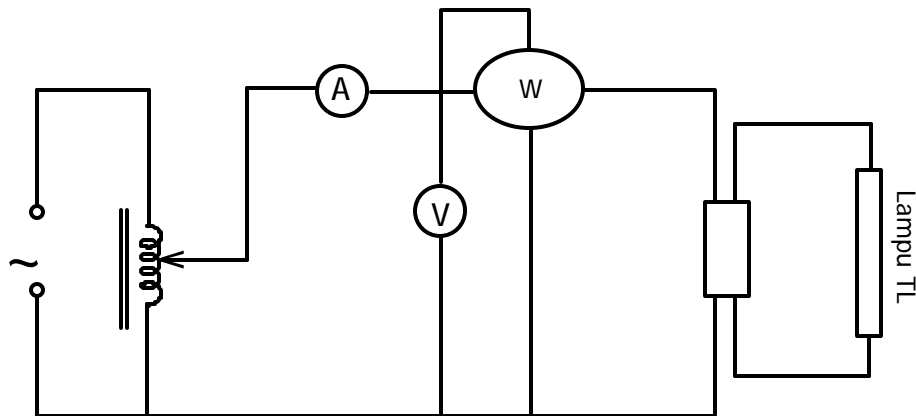
1. Wattmeter 1 fasa 1 buah
2. Voltmeter AC 1 buah
3. Amperemeter AC 1 buah
4. Sumber tegangan AC 1 buah
5. Variac 1 buah
6. Saklar 1 buah
7. Lampu pijar 10 Watt; 15 Watt; 25 Watt @ 1 buah
8. Lampu TL 10 Watt; 15 Watt; 20 Watt @ 1 buah
9. Bok dan kabel penghubung secukupnya.

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.

Langkah Kerja

1. Siapkan alat dan bahan sesuai dengan rangkaian
2. Buatlah rangkaian seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Rangkaian Pengukuran Daya dengan Menggunakan Wattmeter

3. Hubungkanlah saklar dan catatlah penunjukkan jarum pada wattmeter, amperemeter, voltmeter dan hasilnya masukkan dalam tabel
4. 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.
5. 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.
6. Bukalah saklar (matikan rangkaian) dan gantilah lampu TL dengan lampu pijar 10 Watt; kemudian hubungkan saklar dan catatlah penunjukkan jarum pada wattmeter, amperemeter, voltmeter dan hasilnya masukkan dalam tabel

7. Ulangilah langkah f dengan mengganti lampu pijar 10 Watt dengan lampu pijar 15 Watt ; dan 25 Watt.
8. Turunkanlah tegangan variac sampai 0 Volt, matikan sumber tegangan dan lepas semua rangkaian.

Tabel 9. Pengukuran daya dengan beban Lampu TL

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

Tabel 10. Pengukuran daya dengan beban Lampu Pijar

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

Lembar Latihan

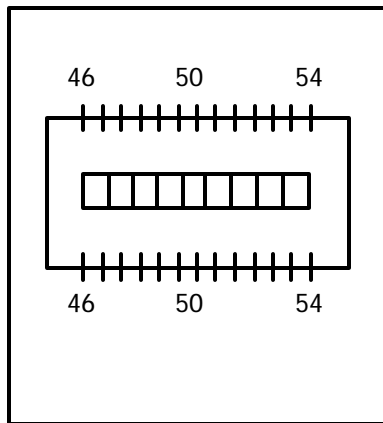
1. Apakah watt meter 1 fasa itu ?
2. Bagaimanakah langkah pertama menggunakan watt meter ?
3. Gambarkanlah cara menghubungkan watt meter dengan hubungan seri !
4. Gambarkanlah cara menghubungkan watt meter dengan hubungan paralel !
5. Sebutkan daftar faktor pengali watt meter !

KEGIATAN BELAJAR IV

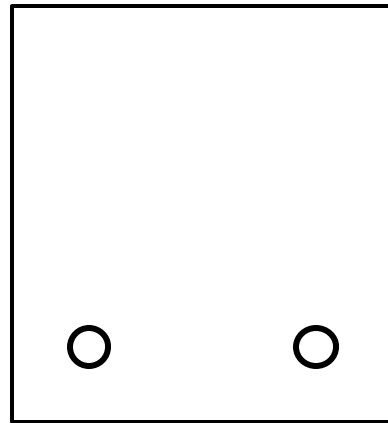
PENGGUNAAN FREKUENSIMETER

Lembar Informasi

Frekuensi meter adalah alat untuk mengukur besarnya frekuensi dari suatu sumber tegangan listrik. Gambar di bawah memperlihatkan penampang depan dan belakang frekuensi meter.



(a) Penampang depan



(b) Penampang belakang

Gambar 11. Frekuensimeter

Cara menghubungkan frekuensi meter adalah dengan menghubungkan kedua terminal frekuensi meter secara paralel dengan sumber tegangan AC yang akan diukur frekuensinya. Angka pengukurannya ditandai dengan bergetarnya lidah getar pada angka skala.

Lembar Kerja

Alat dan Bahan

1. Frekuensi meter 1 buah
2. Sumber tegangan AC 1 buah

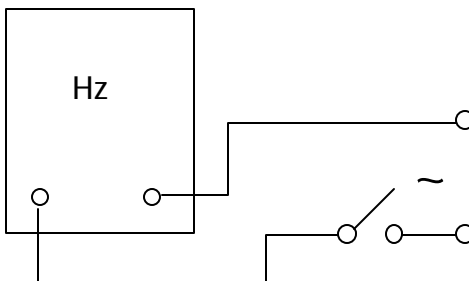
3. Saklar kutub tunggal 1 buah
4. Bok dan kabel penghubung secukupnya

Keselamatan Kerja

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. Siapkan alat dan bahan sesuai dengan kebutuhan.
2. Buatlah rangkaian seperti gambar di bawah



Gambar 12. Rangkaian Pengukuran Frekuensi

3. Periksakan rangkaian saudara dan jika disetujui oleh guru, hubungkan saklar dan amatilah lidah yang bergetar dan lihat getaran dari frekuensi meter tersebut menunjuk pada angka berapa.
4. Catatlah angka penunjukkan lidah getar
5. matikanlah rangkaian dan lepas semua rangkaian dan kembalikan ke tempat semula.

Lembar Latihan

1. Apakah frekuensi meter itu ?
2. Apakah fungsi lidah getar pada frekuensi meter ?
3. jelaskan cara menyambung frekuensi meter, bila digunakan untuk mengukur !

LEMBAR EVALUASI

A. Daftar Pertanyaan

Buatlah suatu percobaan yang menganalisis adanya arus dan tegangan dari sumber PLN 1 Fasa AC dengan mengukur besarnya tegangan sumber dan arus yang ada. Setelah itu buatlah suatu rangkaian dengan menggunakan beban lampu TL 15, 20 W dan 40 W. Ukurlah besarnya daya yang terserap oleh masing-masing lampu beban kemudian ukur juga adanya faktor daya yang mempengaruhi beban tersebut ! (Gunakanlah alat ukur Analog !)

B. Kriteria Kelulusan

Kriteria	Skor (1-10)	Bobot	Nilai	Ket.
Kebenaran rangkaian		2		WL (Wajib Lulus) ≥ 70
Kebenaran Pengukuran		3		
Kerapian Pengukuran		3		
Keselamatan Kerja		2		
Kecepatan Kerja		1		
Nilai Akhir				

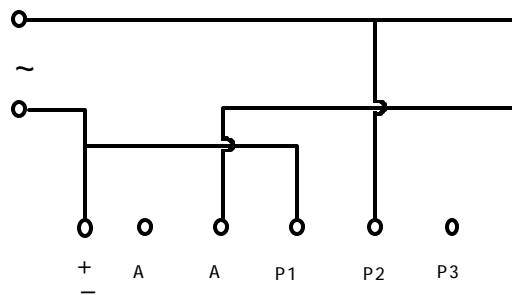
LEMBAR KUNCI JAWABAN

Lembar Kunci Jawaban Kegiatan Belajar 1

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 Ω

Lembar Kunci Jawaban Kegiatan Belajar II

1. Cos Q meter adalah alat untuk mengukur faktor daya listrik
2. Mengatur tombol pengatur kedudukan jarum, sedemikian hingga jarum menunjuk ke angka nol di tengah-tengah skala.

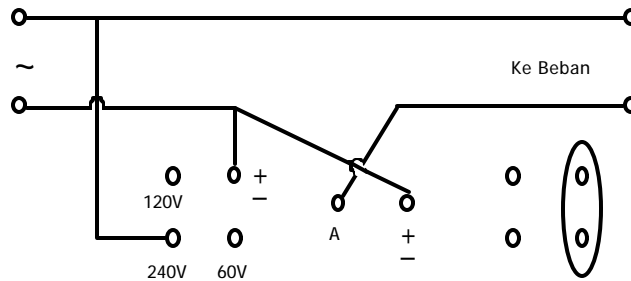


3. Beban bersifat induktif
4. Beban bersifat kapasitif.

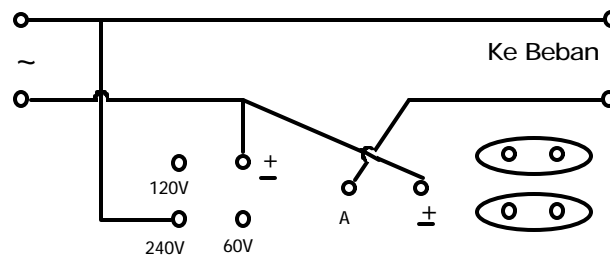
Lembar Kunci Jawaban Kegiatan Belajar III

1. Watt meter adalah alat untuk mengukur daya listrik
2. Mengatur sekrup pengatur kedudukan jarum pada posisi nol.

3.



4.



5.

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

Lembar Kunci Jawaban Kegiatan Belajar IV

1. Frekuensi meter adalah alat untuk mengukur besarnya frekuensi suatu sumber tegangan AC.
2. Lidah getar adalah penunjuk angka pengukuran frekuensimeter.
3. Cara menyambung frekuensi meter, yaitu dengan menyambung kedua terminalnya secara paralel dengan sumber tegangan yang diukur frekuensinya.

Lembar Kunci Jawaban Evaluasi.

Akan dihasilkan suatu hasil pengukuran dan analisa dari pengukuran yang dilakukan, yaitu hasil pengukuran arus yang menggunakan Amperemeter AC, hasil pengukuran tegangan AC dengan menggunakan Voltmeter AC (karena yang diukur adalah sumber AC / bolak-balik). Pengukuran daya dapat digunakan Wattmeter 1 Fasa dan untuk pengukuran faktor dayanya dapat digunakan Cos ϕ meter.

Hasil pengukuran tersebut dapat dimasukkan kedalam suatu tabel pengamatan. Untuk kejelasan jawaban dari soal ini dapat melihat pada lembar kerja dalam kegiatan belajar 1 sampai dengan kegiatan belajar 5 di dalam modul ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A.J. Dirksen.(1981). *Pelajaran Elektronika Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Cooper, W D. Trans. Sahat Pakpahan .(1985). *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Errest O. Doebelin.(1983). *Measurement System. Application and Design*. Singapore : Mc Graw – Hill International Book.
- Herry Sumual.(1988). *Penuntun Praktek Laboratorium Listrik*.__Jakarta: P2LPTK Dirjen Dikti Depdikbud.
- Soedjana, S. (1979). *Pengukuran dan Alat –alat Ukur Listrik*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Warsito S.(1988). *Teknik Ukur dan Piranti Ukur* . Jakarta : Penerbit PT Elex Media Komputindo.