

# **PENUNTUN PRAKTIKUM PENGUKURAN LISTRIK**

**Disusun oleh**

**Ir. Zulkifli Bahri**



**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2013**

## **KATA PENGANTAR**

*Laboratorium pada suatu Perguruan Tinggi mempunyai peranan yang sangat penting sekali, dimana Laboratorium berfungsi sebagai sarana untuk menunjang teori yang telah diberikan di bangku kuliah. Laboratorium juga mengantarkan mahasiswa agar dapat melihat dan mempraktekkan secara langsung peralatan-peralatan yang disebut dalam teori serta melatih mahasiswa untuk bekerja secara tepat dengan menggunakan peralatan yang tepat dan belajar mengenali dan memecahkan masalah-masalah yang timbul dalam pelaksanaan praktikum. Pada hakikatnya percobaan yang dilakukan di Laboratorium adalah pengkombinasian teori dan praktek. Mengingat pentingnya praktikum di laboratorium maka penulis mencoba menyusun suatu buku penuntun yaitu : **PENUNTUN PRAKTIKUM PENGUKURAN LISTRIK**. Materi yang diberikan dalam praktikum telah disesuaikan dengan materi dalam perkuliahan. Pelajaran teori dirasakan sangat sulit bila tidak disertai percobaan-percobaan. Oleh karena itu melaksanakan praktikum di laboratorium adalah merupakan suatu hal yang tidak mungkin diabaikan.*

*Materi praktikum mulai TA 2007-2008 mengalami perubahan dengan penambahan 2 materi praktikum, dimana sebelumnya terdiri dari 6 materi*

*Semoga buku penuntun praktikum ini dapat bermanfaat bagi kita, khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Medan Area.*

*Medan , Mei 2008*

*P e n y u s u n ,*

*Ir. Zulkifli Bahri*

**TATA TERTIB PRAKTIKUM  
PADA LABORATORIUM PENGUKURAN LISTRIK  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

1. Praktikan diwajibkan hadir tepat pada waktunya, keterlambatan tanpa alasan yang dapat diterima akan dikenakan sanksi berupa pembatalan praktikum pada hari tersebut
2. Praktikan yang tidak mengikuti 2 (dua) kali praktikum tanpa alasan yang dapat diterima, maka seluruh praktikumnya dianggap batal dan harus mengulangi lagi pada periode berikutnya.
3. Praktikan harus mematuhi segala petunjuk yang diberikan oleh pembimbing praktikum.
4. Praktikan terlebih dahulu harus membaca buku penuntun praktikum, bila ada yang kurang jelas tanyakan kepada pembimbing praktikan.
5. Praktikan harus bekerja dengan hati-hati, penuh tanggung-jawab, bila terjadi kerusakan akibat kelalaian peserta praktikan, maka praktikan harus mengganti peralatan yang rusak tersebut.
6. Bila terjadi penyimpangan pada peralatan selama melaksanakan praktikum, segera putuskan hubungan dengan sumber daya listrik dan segera beritahukan kepada pembimbing praktikum.
7. Sebelum memulai praktikum, periksalah semua peralatan apakah berfungsi dengan baik
8. Segala tas dan yang sejenisnya, diletakkan pada tempat yang telah disediakan
9. Tidak dibenarkan merokok dan meninggalkan ruangan tanpa izin selama melaksanakan praktikum.
10. Setiap praktikan harus membuat laporan praktikum yang ditulis tangan, setelah selesai melaksanakan praktikum
11. Setiap praktikan wajib mentaati peraturan yang berlaku di laboratorium.

-zb-

## **TATA CARA MEMBUAT LAPORAN HASIL PRAKTIKUM PADA LABORATORIUM PENGUKURAN LISTRIK**

1. Laporan hasil praktikum dibuat oleh setiap mahasiswa peserta praktikum
2. Pada sampul depan harus dicantumkan :
  - Nama mahasiswa
  - N I M mahasiswa
  - Group
  - Waktu pelaksanaan (Semester dan Tahun ajaran)
3. Pada halaman awal laporan setiap materi praktikum, dilampirkan data praktikum yang berisikan :
  - Nama mahasiswa
  - N I M mahasiswa
  - Materi praktikum
  - Tanggal pelaksanaan
  - Tandatangani asli asisten/pembimbing praktikum
  - Data hasil percobaan
4. Laporan setiap materi praktikum terdiri dari :
  - Judul praktikum
  - T u j u a n
  - T e o r i
  - Alat yang digunakan
  - Rangkaian percobaan
  - Prosedure percobaan
  - Pengolahan data
  - Jawaban seluruh tugas dan pertanyaan
5. Laporan ditulis tangan dengan rapi dan bersih.
6. Laporan yang tidak sesuai dengan ketentuan di atas tidak akan diperiksa.
7. Laporan praktikum diserahkan paling lambat 2 (dua) minggu setelah seluruh praktikum selesai dilaksanakan.

## DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar .....	i
Tata Tertib Pada Laboratorium	
Pengukuran Listrik .....	ii
Tata Cara Membuat Laporan Hasil Praktikum Pada Laboratorium Pengukuran Listrik .....	iii
Daftar Isi .....	iv
Percobaan 1 :	
<b>Pemakaian Alat-alat ukur</b> .....	1
Percobaan 2 :	
<b>Pengukuran Daya Listrik Satu Phasa</b> .....	8
Percobaan 3 :	
<b>Pengukuran Daya Tiga Phasa</b> .....	15
Percobaan 4 :	
<b>Pengukuran Pemakaian Enersi Listrik</b> .....	20
Percobaan 5 :	
<b>Pengukuran Tahanan Tanah</b> .....	24
Percobaan 6 :	
<b>Pengukuran Tahanan Isolasi</b> .....	27
Percobaan 7	
<b>Jembatan Wheatstone</b> .....	30
Percobaan 8	
<b>Transformator instrumentasi</b> .....	34

-zb-

# PERCOBAAN 1

## PEMAKAIAN ALAT-ALAT UKUR LISTRIK

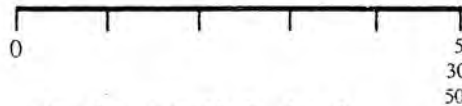
### I. Tujuan :

1. Mengenal alat ukur secara langsung dan mengetahui jenis dan pemakaian alat-alat ukur yaitu meliputi pemasangan pada rangkaian, membaca simpangan (penunjukan) dan kalibrasi.
2. Mengetahui penggunaan osiloskop sebagai alat ukur.

### II. Teori

Pada umumnya alat-alat ukur dirancang untuk beberapa rating (batas ukur) dengan panjang skala yang sama, lihat gambar 1.1

Contoh :



Gambar 1.1: Skala alat ukur

Untuk batas ukur 0 - 5, berarti 1 strip = 1 satuan.

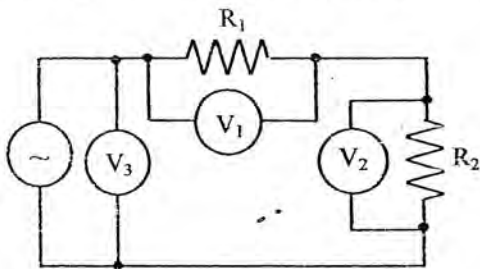
Untuk batas ukur 0 - 30, berarti 1 strip = 6 satuan.

Untuk batas ukur 0 - 50, berarti 1 strip = 10 satuan.

Demikian untuk seterusnya.

### Beberapa Alat Ukur Besaran Listrik

1. **Volt meter**, dipasang secara paralel dengan beban (rangkaiannya). Pembacaan ada yang memakai skala analog atau digital. Pada alat ukur AC pembacaan yang ditunjukkannya adalah harga efektif kecuali diberi keterangan yang lain. Contoh cara pemasangan voltmeter dapat dilihat seperti pada gambar 1.2



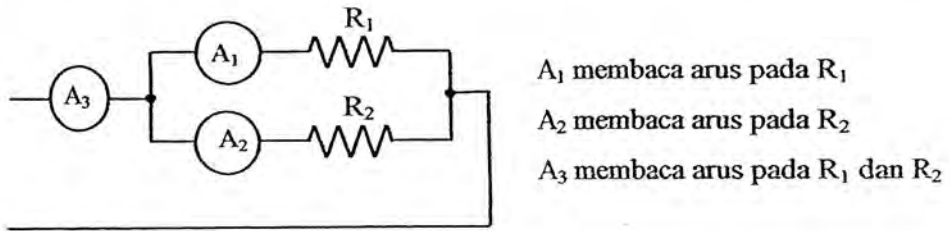
$V_1$  mengukur tegangan  $R_1$

$V_2$  mengukur tegangan  $R_2$

$V_3$  mengukur tegangan sumber

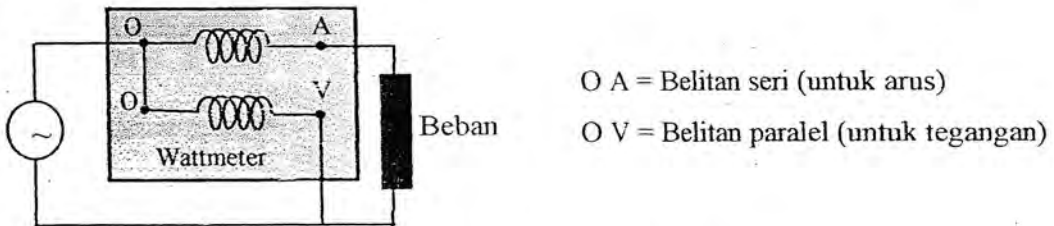
Gambar 1.2 : Rangkaian pemasangan voltmeter

2. **Amperemeter**, dipasang seri dengan beban atau rangkaian. Pembacaan sama seperti voltmeter. Contoh cara pemasangan amperemeter dapat dilihat seperti pada gambar 1.3



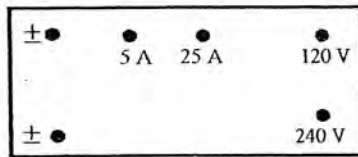
Gambar 1.3 : Rangkaian pemasangan amperemeter

3. **Wattmeter**, mempunyai dua belitan utama yaitu belitan seri untuk arus dan belitan paralel untuk tegangan. Belitan diatas masing-masing dipasang seri dan paralel dengan beban, lihat gambar 1.4



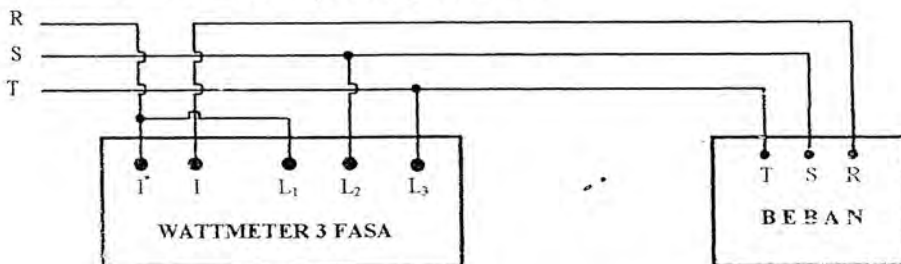
Gambar 1.4: Rangkaian belitan pada wattmeter

A. Bentuk terminal wattmeter 1 fasa, gambar 1.5



Gambar 1.5 : Terminal wattmeter 1 fasa

B. Bentuk terminal wattmeter 3 fasa gambar 1.6



Gambar 1.6 : Terminal wattmeter 3 fasa

Untuk mengukur daya satu fasa dengan menggunakan wattmeter tiga fasa maka, hanya sepasang terminal tegangan yang digunakan misalnya  $L_1$  dan  $L_2$ .

4. **Oscilloscope**, adalah alat ukur yang dapat menampilkan bentuk gelombang pada layar display (tabung gambar). Oscilloscope mempunyai switch untuk mengatur posisi bentuk gelombang sesuai dengan yang diinginkan. Besaran yang dapat dibaca langsung pada skala adalah :

1. Harga puncak (maksimum)
2. Periode/frekuensi gelombang
3. Sudut fasa (dengan menggunakan double beam oscilloscope)

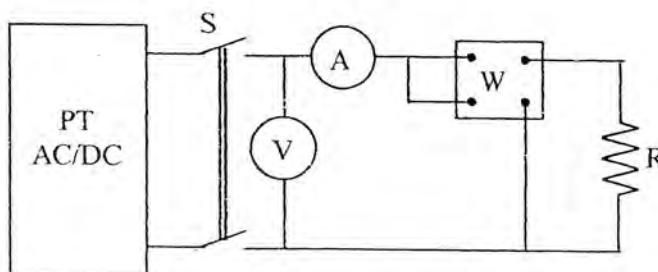
Pemasangan oscilloscope dengan besaran yang akan diukur dilakukan secara paralel dengan beban.

### III. Alat yang digunakan

1. Voltmeter AC 300 Volt	3 buah
2. Amperemeter AC 5: 10 Ampere	2 buah
3. Voltmeter DC 300 Volt	3 buah
4. Amperemeter DC 5: 10 Ampere	2 buah
5. Wattmeter 1 fasa	1 buah
6. cosphimeter	1 buah
7. Pengatur Tegangan AC (PT AC)	1 unit
8. Pengatur Tegangan DC (PT DC)	1 unit
9. Oscilloscope double beam 20 MHz	1 buah
10. Signal generator digital 1 MHz	1 buah
11. Beban resistif induktif dan kapasitif	1 set

### IV. Prosedur percobaan :

#### A. Pengukuran tegangan, arus dan daya pada tahanan.



Gambar 1.7 : Pengukuran tegangan, arus dan daya beban resistif



1. Buat rangkaian seperti gambar 1.7. Saklar S dalam keadaan terbuka dan PT AC = 0 volt
2. Naikkan tegangan PT AC setahap demi setahap mulai dari nol sampai harga tertentu.
3. Untuk tiap kenaikan tegangan catat pembacaan tegangan (V), arus (A), dan daya (W). Buatlah tabel 1 seperti berikut:

Tabel 1

No	1	2	3	4	5	6
V (volt)						
I (amp)						
W (watt)						

4. Untuk pembangkit daya arus bolak-balik, buat  $V_0 = 220$  volt konstant dan ganti beban dengan lampu pijar untuk daya-daya yang berbeda. Catatlah data daya lampu yang digunakan. Buatlah tabel 2 seperti berikut:

Tabel 2:

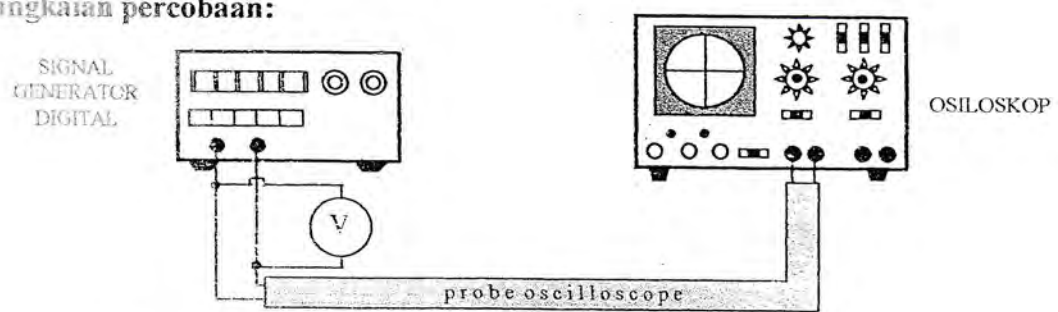
Tegangan lampu pijar = ..... volt AC

Lampu	1	2	3	4	5	6
I (amp)						
W (watt)						

5. Lakukan juga untuk sumber daya DC dengan beban lampu pijar.
6. Buatlah tabel seperti tabel 1 dan 2
7. Percobaan selesai

**B. Mengukur tegangan, frekuensi dan beda fasa dengan oscilloscope.**

Rangkaian percobaan:



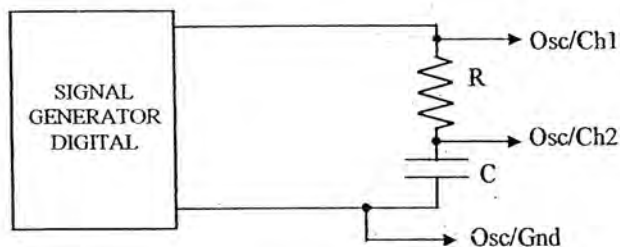
Gambar 1.8: Rangkaian percobaan pengukuran dengan osiloskop

## Mengukur tegangan

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 1.8. Gunakan voltmeter digital untuk mengukur tegangan. Nyalakan osiloskop dan signal generator
2. Atur tegangan dan frekuensi signal generator pada tegangan dan frekuensi tertentu dengan bentuk gelombang sinusoidal. Minta petunjuk pelaksana praktikum
3. Switch sweep time dan skala tegangan pada posisi Cal (calibration). Atur skala waktu (volt/div) dan sweep time (time/div) sehingga diperoleh gambar yang baik pada layar osiloskop.
4. Catatlah besar tegangan puncak dengan bantuan skala (volt/div) pada sumbu Y dan waktu periode dengan bantuan skala (time/div) pada sumbu X. Catat juga faktor pengali probe yang digunakan.
5. Bandingkan hasilnya dengan pembacaan pada voltmeter dan pada signal generator untuk frekuensi.
6. Percobaan selesai.

## Mengukur beda fasa

### Rangkaian percobaan:

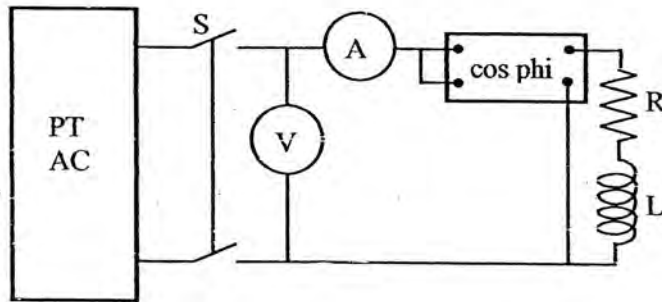


Gambar 1.9 : Mengukur beda fasa dengan osiloskop

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 1.9. Catatlah harga R dan C. Minta petunjuk pelaksana praktikum
2. Atur tegangan dan frekuensi signal generator pada harga tertentu dengan bentuk gelombang sinusoidal.
3. Atur osiloskop sehingga pada layar terlihat dua buah gelombang sinusoidal
4. Ukurlah beda fasa antara kedua gelombang dengan menggunakan skala waktu.
5. Ganti kapasitor C dengan induktor. Amati bentuk gelombang dan beda fasa yang terjadi yang terjadi

6. Percobaan selesai.

### C. Melihat beda fasa (faktor daya) dengan cosphimeter.



Gambar 1.10 : Mengukur beda fasa dengan cosphimeter

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 1.10. PT AC mulainya pada posisi 0 volt. Catatlah harga R dan L (L dapat diganti dengan C), minta petunjuk pelaksana praktikum.
2. Tutup saklar S dan naikan tegangan PT AC. Perhatikan batas tegangan dari cosphimeter.
3. Catatlah pembacaan pada cosphimeter. Pembacaan tersebut merupakan beda fasa antara arus dan tegangan leading ataupun lagging
4. Gantikan induktor dengan kapasitor dan ulangi langkah point 1 sampai dengan 3.

### V. Tugas dan pertanyaan

1. Apa yang dimaksud dengan kelas pada alat-alat ukur listrik? Berikan contoh kelas alat-alat ukur.
2. Sebutkan jenis-jenis alat ukur putar (analog) dan gambarkan simbolnya.
3. Gambarkan simbol-simbol cara peletakan alat ukur yang sdr. ketahui
4. Bagaimana cara mengukur suatu arus/tegangan bila alat ukur tidak mempunyai batas kemampuan arus/tegangan yang besar? Gambarkan rangkaiannya dan berikan contoh perhitungannya.
5. Apa keuntungan dan kerugian penggunaan osiloskop sebagai alat ukur. Jelaskan dengan singkat
6. Apa saja yang mempengaruhi keakuratan hasil yang kita peroleh dari pengukuran yang kita lakukan.

7. Dari percobaan A bandingkan hasil yang diperoleh dari hasil perhitungan dan pengukuran. Gambarkan grafik antara daya dan arus, tegangan dan arus pada percobaan A untuk dengan menggunakan sumber AC dan DC
8. Ukurlah tegangan dan frekuensi pada percobaan B dan bandingkan hasilnya dengan pembacaan pada voltmeter dan signal generator.
9. Ukurlah beda fasa yang terjadi antara dua gelombang yang diperoleh pada layar osiloskop dan bandingkan hasilnya dengan perhitungan secara teori.
10. Berikan kesimpulan dari hasil percobaan yang sdr. lakukan

-zb-

## PERCOBAAN 2 PENGUKURAN DAYA LISTRIK SATU PHASA

### I. Tujuan:

1. Mengukur daya listrik dengan menggunakan wattmeter dan cosphimeter pada beban listrik satu phasa.
2. Mengukur daya satu fasa dengan menggunakan tiga buah voltmeter atau tiga buah amperemeter

### II. Teori

#### A. Pengukuran daya dengan wattmeter

Daya pada arus bolak-balik disebabkan beban yang berupa impedansi  $Z = R \pm jX$ , dimana  $Z$  = impedansi,  $R$  = resistansi dan  $X$  = reaktansi induktif atau pun reaktansi kapasitif. Oleh karena itu daya pada arus bolak-balik terdiri dari tiga komponen yaitu:

- Daya semu adalah daya yang diserap oleh beban impedansi yang dinyatakan dengan

$$\text{Daya semu: } S = V \times I \quad [\text{VA}]$$

Dimana :

$$V = \text{Tegangan pada impedansi}$$

$$I = \text{Arus pada impedansi}$$

- Daya aktif (nyata) adalah daya yang diserap oleh komponen resistif dari beban impedansi

$$\text{Daya aktif: } P = V \times I \times \cos \phi \quad [\text{Watt}]$$

$$P = I^2 \times R$$

$$P = \frac{V_R^2}{R}$$

dimana :

$$I = \text{Arus pada resistansi}$$

$$V_R = \text{Tegangan pada resitansi}$$

$$\text{Cos } \phi = \text{Faktor daya}$$

$\cos \phi$  dinamakan faktor daya beban, yang besarnya tergantung pada impedansi bebannya.

$$\text{Faktor daya } \cos \phi = \frac{\text{daya aktif}}{\text{daya semu}} = \frac{P}{V \times I} \quad \text{yang nilainya } 0 \leq \cos \phi \leq 1$$

- Daya reaktif adalah daya yang diserap oleh komponen reaktansi dari beban impedansi (daya reaktif induktif dan daya reaktif kapasitif)

$$\text{Daya reaktif: } Q = V \times I \times \sin \phi \quad [\text{VAR}]$$

$$Q = I^2 \times X$$

$$Q = \frac{V_x^2}{X}$$

dimana :

$I$  = Arus pada komponen reaktif

$V_x$  = Tegangan pada komponen reaktif

$\cos \phi$  = Faktor daya

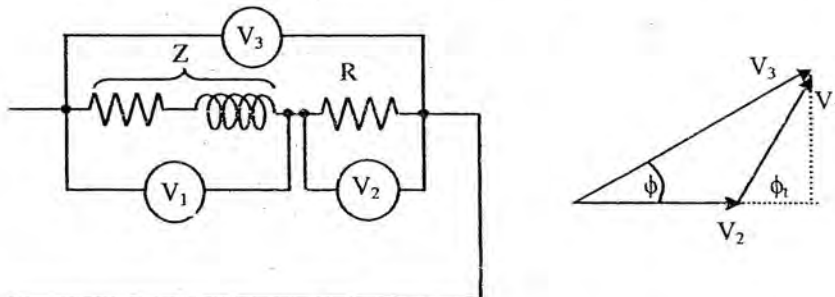
Ditinjau dari faktor daya, beban pada arus bolak balik terdiri dari:

- Beban induktif dengan faktor daya lagging
- Beban kapasitif dengan faktor daya leading

Daya aktif diukur dengan menggunakan wattmeter. Untuk mengetahui besar faktor daya dan sifat beban (leading/lagging) dapat dilakukan dengan menggunakan cosphimeter. Daya reaktif dapat diukur dengan menggunakan VARmeter.

### B. Pengukuran daya menggunakan tiga buah voltmeter

Pengukuran daya dapat dilakukan tanpa menggunakan wattmeter tetapi dengan menggunakan tiga buah voltmeter. Rangkaianannya dapat dilihat seperti pada gambar 2.1

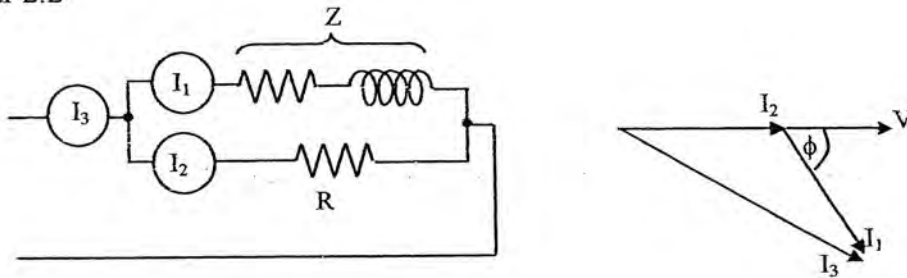


Gambar 2.1: Pengukuran daya dengan tiga voltmeter

$$\text{Daya pada beban Z adalah : } P = \frac{V_3^2 - V_1^2 - V_2^2}{2R}$$

**C. Pengukuran daya menggunakan tiga buah amperemeter**

Pengukuran daya dapat juga dilakukan tanpa menggunakan wattmeter tetapi dengan menggunakan tiga buah amperemeter. Rangkaianannya dapat dilihat seperti pada gambar 2.2



Gambar 2.2: Pengukuran daya dengan tiga amperemeter

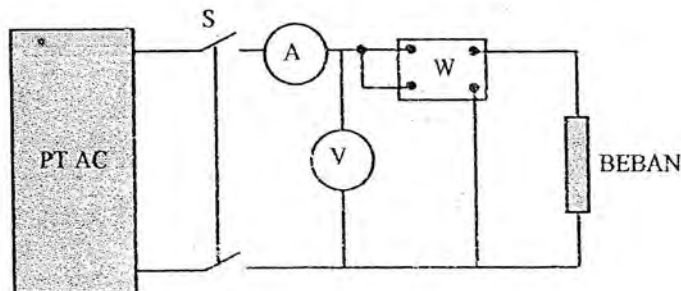
Daya pada beban Z adalah : 
$$P = \frac{R (I_3^2 - I_1^2 - I_2^2)}{2}$$

**III. Alat yang digunakan**

- |  |        |
|--|--------|
| 1. Wattmeter satu fasa 220V/5A             | 1 buah |
| 2. Voltmeter 300 Volt/AC                   | 3 buah |
| 3. Amperemeter 10 A/AC                     | 3 buah |
| 4. cosphimeter 220 V/5A                    | 1 buah |
| 5. Pengatur tegangan AC (PT AC)            | 1 buah |
| 6. Beban resistif , kapasitif dan induktif | 1 set  |

**IV. Prosedur percobaan**

**A. Mengukur daya aktif dengan wattmeter 1 fasa**



Gambar 2.3: Mengukur daya dengan wattmeter

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 2.3. PT AC pada posisi 0 volt. Beban yang digunakan adalah beban impedansi yang bersifat induktif atau kapasitif, minta petunjuk pelaksana praktikumi. Catatlah beban impedansi yang digunakan ( R, dan C atau L yang digunakan)
2. Tutup saklar S dan naikkan tegangan PT AC setahap demi setahap sampai pada tegangan nominal beban.
3. Catatlah pembacaan tegangan dan daya pada setiap tahapan. Buatlah tabel 1 sebagai berikut.

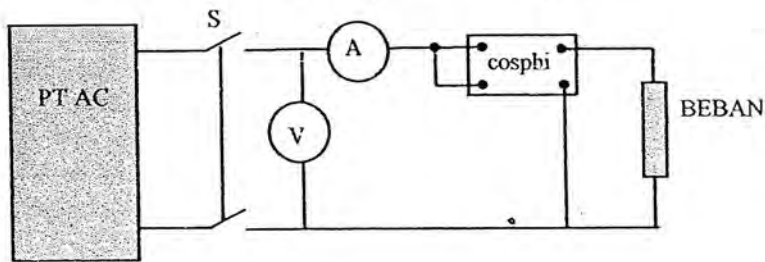
**Tabel :1**

No.	1	2	3	4	5	6
V (volt)						
I (Amp)						
P (Watt)						
S (VA)						
Q(VAR)						

**Catatan :** Pada Tabel : 1 ini S dan Q dihitung dengan menggunakan rumus

4. Ulangi percobaan untuk beban impedansi yang lain
5. Turunkan PT AC hingga nol, buka saklar S percobaan selesai

### B. Mengukur daya dengan voltmeter, amperemeter dan cosphimeter



**Gambar 2.4:** Mengukur daya dengan cosphimeter

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 2.4. PT AC pada posisi 0 volt. Beban yang digunakan sama dengan beban pada percobaan A
2. Tutup saklar S dan naikkan tegangan PT AC setahap demi setahap sampai pada tegangan nominal sama dengan pada percobaan A



3. Catatlah pembacaan tegangan, arus dan cos phi. Buatlah tabel 2 sebagai berikut:

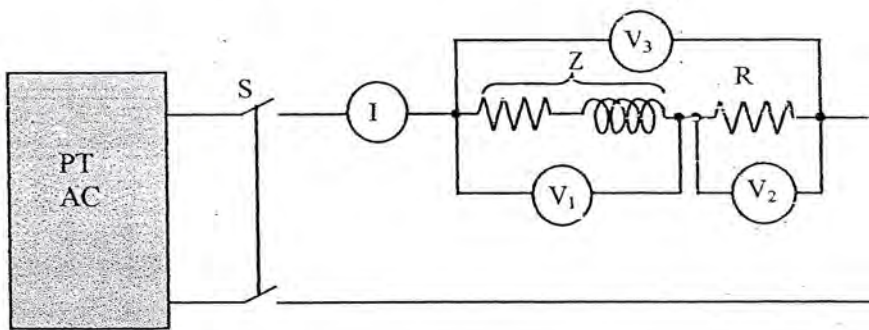
Tabel :2

No	1	2	3	4	5	6
V (volt)						
I (Amp)						
P (Watt)						
S (VA)						
Q(VAR)						

**Catatan:** Pada Tabel : 2 ini daya P, Q dan S diperoleh dari rumus-rumus

4. Bandingkan hasil perhitungan daya ini dengan percobaan A.
5. Turunkan PT AC hingga nol, buka saklar S percobaan selesai

**C. Mengukur daya dengan tiga buah voltmeter**



Gambar 2.5: Rangkaian pengukuran daya dengan tiga voltmeter

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 2.5. Beban yang digunakan sama seperti pada percobaan A. Amperemeter (I) dipasang untuk mengukur arus sehingga daya aktif pada beban dapat dihitung, dan dapat dibandingkan dengan hasil pengukuran pada percobaan sebelumnya.
2. Catat komponen rangkaian impedansi yang digunakan dan tahanan pembantu yang digunakan.
3. Tutup saklar S naikan tegangan pada beban impedansi ( $V_1$ ) sampai dengan tegangan tertentu, misalnya ..... Volt. (Ambil salah satu tegangan pada percobaan A sebelumnya, minta petunjuk pada pelaksana praktikum),

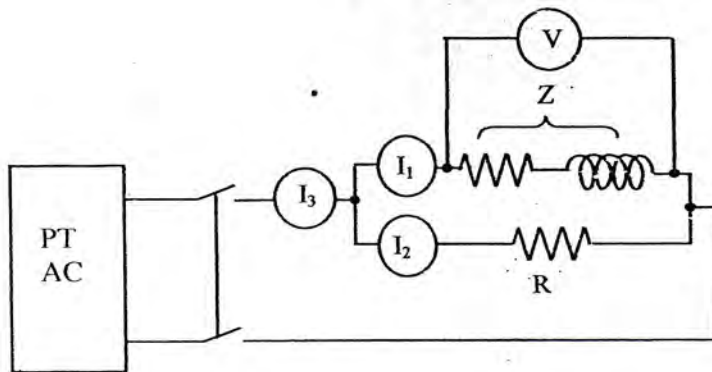
4. Catatlah  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ,  $I$  dan harga  $R$  (tahanan pembantu)

**Tabel 3:**

$V_1$ (Volt)	$V_2$ (Volt)	$V_3$ (Volt)	$I$ (Amp)	$P$ (Watt)

5. Bandingkan daya yang diperoleh dari data pada Tabel 3 dengan daya yang diperoleh pada pembacaan wattmeter pada percobaan sebelumnya.

**D. Mengukur daya dengan tiga buah amperemeter**



Gambar 2.6: Rangkaian pengukuran daya dengan tiga ampcremeter

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 2.6. Beban yang digunakan sama seperti pada percobaan A. Voltmeter (V) dipasang untuk mengukur tegangan pada beban.
2. Lakukan percobaan seperti pada C. Naikkan tegangan PT AC sehingga tegangan pada beban (V) sama dengan pada percobaan A sebelumnya
3. Catatlah  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  dan  $V$  serta nilai  $R$  (tahanan pembantu)

**Tabel 4:**

$I_1$ (Volt)	$I_2$ (Volt)	$I_3$ (Volt)	$V$ (Volt)	$P$ (Watt)

4. Bandingkan daya yang diperoleh dari data pada Tabel 4 dengan daya yang diperoleh pada pembacaan wattmeter pada percobaan sebelumnya

## V. Tugas dan pertanyaan

1. Tentukan rumus untuk mencari daya pada suatu beban.
2. Turunkan persamaan untuk mencari daya dengan menggunakan tiga voltmeter dan tiga amperemeter
3. Apa keuntungan dan kerugian pengukuran daya dengan menggunakan tiga voltmeter dan tiga amperemeter?
4. Apabila beban yang digunakan bersifat reaktansi murni (induktor dan kapasitor murni), mengapa wattmeter tidak menunjukkan suatu pembacaan tertentu? Jelaskan dengan singkat.
5. Dari data tabel 2 buatlah grafik pada kertas milimeter:
  - a. Daya (P) sebagai fungsi tegangan (V)
  - b. Daya (P) sebagai fungsi arus (I)
6. Berikan kesimpulan dari hasil percobaan yang sdr. lakukan.

-zb-

## PERCOBAAN 3 PENGUKURAN DAYA TIGA PHASA

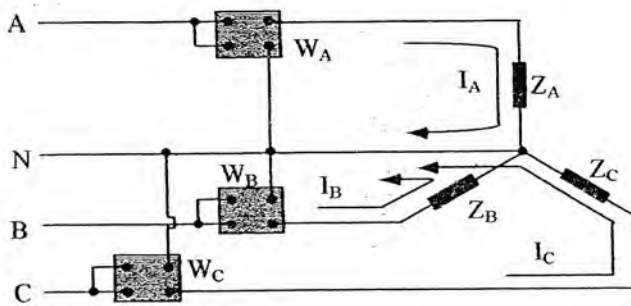
### I. Tujuan

Untuk mengukur daya tiga fasa hubungan wye dan delta seimbang dapat digunakan satu wattmeter tiga fasa atau dengan menggunakan beberapa wattmeter satu fasa

### II. Teori

Daya pada beban sistem tiga fasa hubungan wye atau delta dapat diukur dengan menggunakan beberapa wattmeter satu fasa selain menggunakan wattmeter tiga fasa (lihat percobaan 1)

#### A. Mengukur daya tiga fasa 4 kawat dengan menggunakan 3 buah wattmeter satu fasa



Gambar 3.1: Pengukuran daya tiga fasa dengan 3 wattmeter

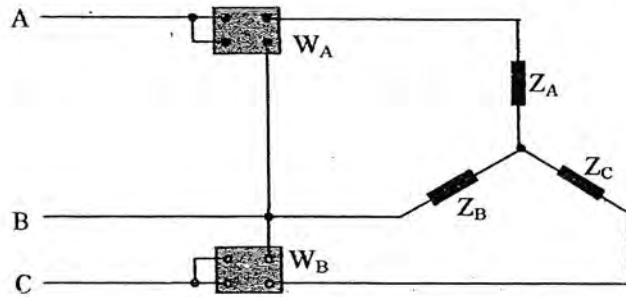
Daya tiga fasa adalah:

$$P_{3\phi} = W_A + W_B + W_C$$

Untuk beban yang seimbang pengukuran dapat dilakukan hanya dengan menggunakan satu buah wattmeter, dimana daya tiga fasa adalah:

$$P_{3\phi} = 3W_{1\phi}$$

**B. Mengukur daya tiga fasa 3 kawat dengan menggunakan 2 buah wattmeter satu fasa**

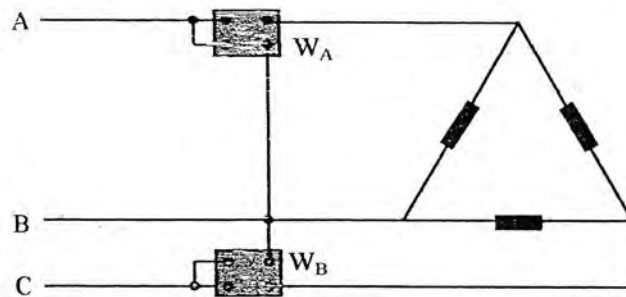


Gambar 3.2: Pengukuran daya tiga fasa dengan 2 wattmeter

Daya tiga fasa adalah:

$$P_{3\phi} = W_A + W_B$$

**C. Mengukur daya tiga fasa hubungan delta dengan menggunakan 2 buah wattmeter satu fasa**



Gambar 3.3: Pengukuran daya tiga fasa dengan 2 wattmeter

Daya tiga fasa adalah:

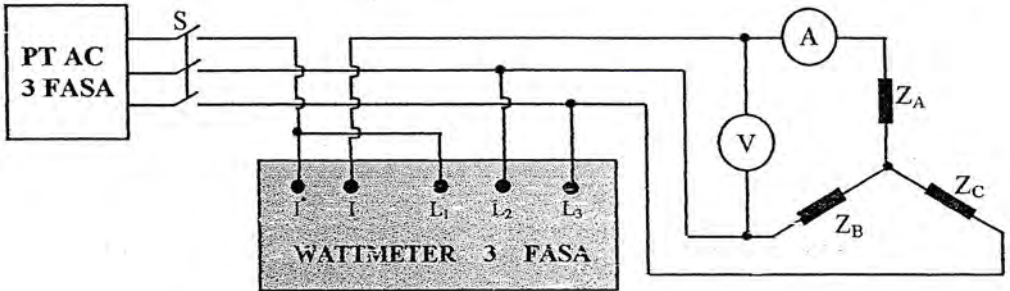
$$P_{3\phi} = W_A + W_B$$

**III. Alat yang digunakan**

- |                       |        |
|-----------------------|--------|
| 1. Voltmeter AC 300 V | 1 buah |
| 2. Wattmeter 1 fasa   | 3 buah |
| 3. Wattmeter 3 fasa   | 1 buah |
| 4. PT AC tiga fasa    | 1 unit |
| 5. Beban tiga fasa    | 1 unit |
| 6. Amperemeter        | 1 buah |

**IV. Prosedur percobaan**

**A. Mengukur daya 3 fasa hubungan wye dan delta dengan wattmeter 3 fasa**



Gambar 3.4 : Pengukuran daya dengan wattmeter 3 fasa

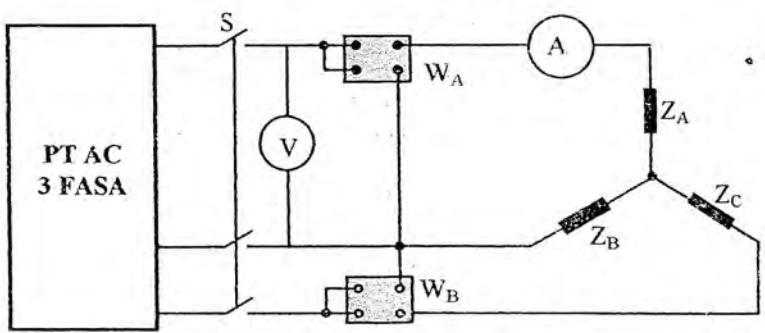
1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 3.4. Saklar S dalam keadaan terbuka dan PT AC pada posisi 0 volt
2. Naikkan tegangan PT AC setahap demi setahap. Catatlah tegangan dan daya pada alat ukur pada setiap tahap. Buatlah tabel 1 seperti berikut:

**Tabel: 1**

No	1	2	3	4	5	6
V (volt)						
I (Amp)						
$W_{3\phi}$ (watt)						

3. Ganti hubungan wye pada beban menjadi hubungan delta
4. Lakukan percobaan seperti pada point 2.
5. Turunkan tegangan PT AC buka saklar S, percobaan selesai

**B. Mengukur daya 3 fasa hubungan wye dengan 1 dan 2 buah wattmeter**



Gambar 3.5: Pengukuran daya tiga fasa dengan 2 wattmeter

1. Buatlah rangkaian seperti gambar 3.4. PT AC pada posisi 0 volt dan S dalam keadaan terbuka. Gunakan beban hubungan wye yang sama seperti pada percobaan A
2. Tutup saklar S dan naikkan tegangan PT AC setahap demi setahap. Catatlah pembacaan voltmeter dan wattmeter  $W_A$  dan  $W_B$  pada setiap tahap.
3. Buatlah tabel 2 sebagai berikut:

**Tabel: 2**

No	1	2	3	4	5	6
V (volt)						
I (Amp)						
$W_A$ (watt)						
$W_B$ (watt)						
$W_A + W_B$						

4. Untuk mengukur daya tiga fasa dengan satu buah wattmeter, lepaskan salah satu wattmeter dari rangkaian dan belitan tegangan wattmeter yang digunakan diberi tegangan line to netral
5. Lakukan langkah seperti pada point 2 sampai dengan 3. Buatlah tabel 3 sebagai berikut:

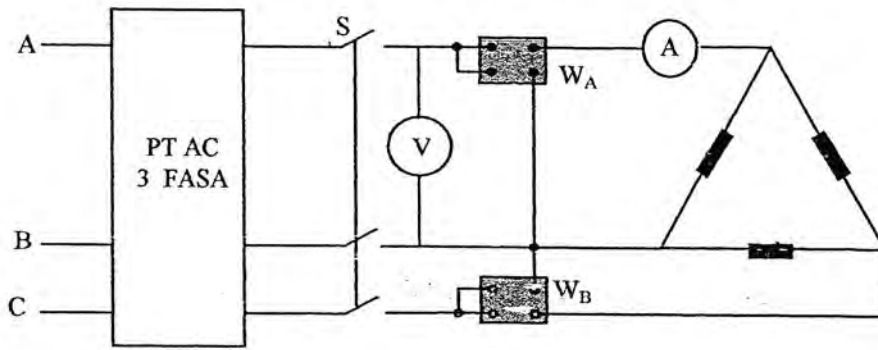
**Tabel 3**

No.	1	2	3	4	5
V (volt)					
I (Amp)					
$W_{1\phi}$ (watt)					
$W_{3\phi}$ (watt)					

Catatan:  $W_{3\phi} = 3 \times W_{1\phi}$

6. Banding kedua hasil percobaan ini.
7. Turunkan PT AC hingga nol , percobaan selesai

### C. Mengukur daya tiga fasa hubungan delta dengan 2 buah wattmeter



Gambar 3.6: Pengukuran daya tiga fasa hubungan delta dengan 2 wattmeter

1. Buatlah rangkaian seperti pada 3.6. Gunakan beban yang sama dengan percobaan A. Saklar S dalam keadaan terbuka dan PT AC dalam keadaan 0 volt.
2. Tutup saklar S dan naikan tegangan setahap demi setahap seperti pada percobaan A.
3. Catatlah pembacaan tegangan dan daya, buatlah tabel seperti tabel 1
4. Bandingkan hasil yang diperoleh dengan hasil pada percobaan A
5. Turunkan tegangan PT AC buka saklar S, percobaan selesai

### V. Tugas dan pertanyaan

1. Buktikan bahwa daya pada sistem tiga fasa adalah:

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$$

Apakah rumus diatas berlaku juga untuk hubungan delta?

2. Buktikan rumus pengukuran daya dengan dua buah wattmeter yaitu:

$$W_{3\phi} = W_A + W_B$$

3. Apakah dayanya sama, apabila suatu beban dihubungkan wye dan delta dengan tegangan sumber yang sama?
4. Berikan kesimpulan dari hasil yang sdr. peroleh dari percobaan yang dilakukan

-zb-



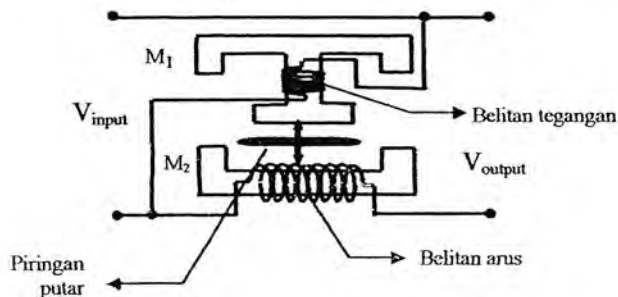
## PERCOBAAN 4 PENGUKURAN PEMAKAIAN ENERSI LISTRIK

### I. Tujuan :

Untuk mengetahui cara mengukur pemakaian enersi listrik yang digunakan oleh beban pada waktu yang tertentu

### II. Teori

Enersi listrik yang digunakan oleh suatu beban adalah:  $E = \text{Daya} \times \text{waktu}$  dengan satuan Wattjam = Watt  $\times$  jam. Wattjam (watthour = Wh) merupakan enersi yang dikeluarkan jika beban 1 watt digunakan selama satu jam. Satuan yang lebih besar adalah KiloWatthour (KWh).  $1 \text{ KWh} = 1000\text{Wh}$ . KWHmeter adalah peralatan listrik yang digunakan untuk mengukur enersi listrik yang terpakai pada waktu yang tertentu. Karena enersi merupakan perkalian antara daya dan waktu, maka kedua besaran tersebut harus diperhitungkan dalam pengukuran enersi. Alat ukur KWHmeter adalah motor induksi kecil yang kecepatannya setiap saat sebanding dengan daya pada saat itu. Jumlah putaran piringan dalam waktu tertentu merupakan enersi yang digunakan selama waktu tersebut. Konstruksi KWHmeter dapat dilihat seperti pada gambar 4.1



Gambar 4.1 : Bagian KWHmeter

Bahagian yang penting dari suatu KWHmeter adalah :

- Piringan aluminium (disk)
- Belitan tegangan
- Belitan Arus
- Angka penunjukan/register (tidak terlihat)

Pada piringan KWHmeter bekerja dua macam momen yaitu :

- Momen putar ( $M_P$ )
- Momen ( $M_L$ )

Momen putar dihasilkan oleh tegangan, arus dan  $\cos \phi$  yang diukur oleh KWHmeter, hubungan tersebut dinyatakan dengan persamaan :

$$M_P = K_1 \times V \times I \times \cos \phi = K_1 \times P$$

dimana :

- $K_1$  = Konstanta
- $V$  = Tegangan (Volt)
- $I$  = Arus (ampere)
- $\cos \phi$  = Faktor daya
- $P$  = Daya (watt)

Sedangkan momen lawan dihasilkan oleh :

$$M_P = K_2 \times \omega$$

dimana :

- $K_2$  = Konstanta
- $\omega$  = Kecepatan sudut

Apabila piringan telah mencapai putaran yang konstan, maka :

$$M_P = M_L$$

$$K_1 \times P = K_2 \times \omega$$

Atau :

$$P = \frac{K_2}{K_1} \times \omega = K_3 \times \omega$$

Jadi pada suatu daerah periode tertentu, jumlah enersi yang telah mengalir adalah :

$$E = \int_{t_1}^{t_2} P dt = K_3 \int_{t_1}^{t_2} \omega dt = K \cdot N$$

dimana :

- $N$  = Jumlah putaran piringan selama  $t$  detik
- $K$  = Konstanta KWHmeter (putaran/KWH)

Daya dapat dinyatakan dengan :

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

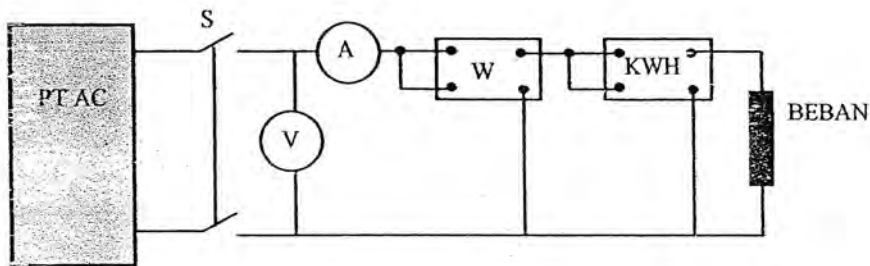
sehingga :

$$t = \frac{N \times 1000 \times 3600}{P \times K}$$

### III. Peralatan yang digunakan

- |                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| 1. Voltmeter AC 300 Volt              | 1 buah |
| 2. Amperemeter AC 15 Ampere           | 1 buah |
| 3. Auto transformator 0 ~ 220 V/3 KVA | 1 buah |
| 4. KWHmeter 1 fasa                    | 1 buah |
| 5. Wattmeter 1 fasa                   | 1 buah |
| 6. Beban resistif dan induktif        | 1 set  |
| 7. Stopwatch                          | 1 buah |

### IV. Prosedure percobaan.



Gambar 4.2: Rangkaian pengukuran enersi listrik

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 4.2. PT AC pada posisi 0 volt dan saklar S dalam keadaan terbuka.
2. Tutup saklar S dan naikan tegangan PT AC sampai  $V = \dots\dots$  volt (konstan), minta petunjuk pelaksana praktikum.
3. Catatlah pembacaan pada amperemeter dan wattmeter.
4. Amati perputaran piringan KWHmeter catatlah waktu yang diperlukan piringan untuk melakukan sejumlah putaran dengan menggunakan *stopwatch*. Lakukanlah beberapa kali pencatatan waktu untuk jumlah putaran yang sama.
5. Lakukan seperti pada point 3 dan 4 untuk jumlah putaran yang berbeda.
6. Lakukan seperti pada point 3, 4 dan 5 untuk arus beban yang lain.
7. Buatlah tabel 1 sebagai berikut:

Tabel : 1

V = ..... Volt (konstan)      K = ..... putaran/KWH  
 I = ..... Amper                      N = ..... putaran  
 P = ..... Watt

No.	T' (detik)	T (detik)
1		
2		
3		
4		
5		
T' Rata-rata		

Catatan: T adalah waktu yang diperoleh berdasarkan perhitungan dari data yang ada  
 T' adalah waktu yang diperoleh berdasarkan percobaan

8. Turunkan PT AC hingga 0 volt percobaan selesai.

**V. Tugas dan pertanyaan**

1. Dari data dan hasil pengamatan bandingkanlah hasil yang diperoleh.
2. Suatu beban dengan tegangan dan daya tertentu dengan faktor daya yang kecil diperbaiki faktor daya sehingga menjadi besar. Menurut sdr. apakah enersi yang diperlukan akan berubah atau tidak? Jelaskan secara ringkas!
3. Berikan kesimpulan dari hasil percobaan yang sdr. lakukan

-zb-

## PERCOBAAN 5 PENGUKURAN TAHANAN TANAH

### I. Tujuan :

1. Untuk mempelajari pemakaian alat ukur Earth Tester
2. Mempelajari besar tahanan pentanahan untuk daerah-daerah tertentu.
3. Mempelajari sistem pentanahan dengan elektroda.
4. Mempelajari sistem paralel ground.

### II. Teori

Salah satu faktor yang sangat penting dalam setiap usaha pengamanan sistem kelistrikan adalah pentanahan. Agar suatu sistem pentanahan dapat bekerja dengan efektif harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

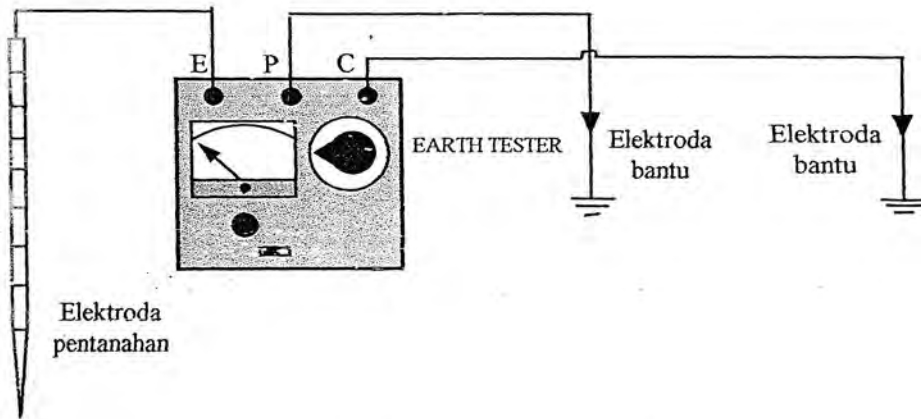
- Membuat tahanan pentanahan/elektroda pentanahan yang kecil.
- Dapat bekerja secara berulang-ulang. Tahanan pentanahan harus dapat bekerja secara efektif walaupun terjadi gangguan yang berulang-ulang seperti gangguan surja
- Harus tahanan terhadap korosi dan sifat kimiawi tanah.
- Menggunakan sistem mekanis yang kuat agar tidak mudah lepas dari sistem yang diamankannya.

Untuk mengukur tahanan elektroda pentanahan digunakan *earth tester*

### III. Alat yang digunakan

- |                         |        |
|-------------------------|--------|
| 1. Earth tester         | 1 unit |
| 2. Elektroda pentanahan | 2 buah |
| 3. Meteran 50 meter     | 1 buah |
| 4. Martil/palu 5 kg     | 1 buah |

#### IV. PROSEDUR PERCOBAAN :



Gambar 5.1 : Rangkaian percobaan earth tester

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 5.1. Tanamkan elektroda bantu dari *Earth Tester* seperti yang tertera pada rangkaian percobaan. Penanaman elektroda bantu ini harus segaris dengan elektroda pentanahan.
2. Tanamlah elektroda pada kedalaman  $h = \dots\dots$  cm .
3. *Check Battery* volt dengan mengatur selector switch pada posisi **BATT CHECK** sehingga jarum galvanometer menunjukkan posisi **BATT OK**, hal ini menunjukkan keadaan Battery masih baik. Lihat petunjuk pada *Earth Tester*
4. Tentukan range tahanan (  $\times 1$  ;  $\times 10$  ;  $\times 100$  ) dengan mengatur selektor *switch*.
5. Tekan tombol **PUSH ON** pada EarthTester
6. Cari nilai tahanan pentanahan dengan memutar-mutar range variable resistance pada *Earth Tester* sampai menunjukkan jarum penunjuk menunjukkan pada posisi *balance* (posisi angka nol ).
7. Setelah jarum penunjuk pada Galvanometer menunjukkan angka nol, maka lihat posisi dari range variable resistance *Earth Tester*.
8. Untuk tahanan pentanahan maka kalikan hasil penunjukkan selector (  $\times 1$  ;  $\times 10$  ;  $\times 100$  ) dengan penunjukan pada resistance variable.
9. Catat hasil perkalian tersebut dan masukan dalam tabel.
10. Lakukan langkah-langkah diatas untuk kedalaman Elektroda dan daerah yang berbeda.
11. Lakukan juga untuk elektroda pentanahan dari jenis logam yang lain

12. Lakukan juga untuk lokasi tanah dengan kondisi/struktur tanah yang lain.

13. Buatlah tabel-tabel sebagai berikut:

- a. Struktur tanah : .....
- b. Keadaan tanah : .....
- c. Keadaan lingkungan : .....
- d. Lokasi : .....

No.	Kedalaman Elektroda (cm)		Tahanan Pentanahan (ohm)	
	Besi	Tembaga	Besi	Tembaga
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				

**V. Tugas dan pertanyaan:**

1. Apa yang dimaksud dengan pentanahan (*grounding*)? Apa guna pentanahan? Jelaskan secara ringkas.
2. Buatlah grafik antara kedalaman tanah dengan tahanan pentanahan.
3. Buatlah denah lokasi dimana anda melakukan percobaan.
4. Bagaimana caranya jika sdr. tidak mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang anda perlukan. Jelaskan secara ringkas.
5. Jenis elektroda apa yang baik untuk pentanahan.
6. Berapa nilai tahanan maksimum pentanahan untuk:
  - Instalasi perumahan
  - Instalasi penangkal petir
  - Instalasi motor dan generator
7. Daerah bagaimana yang baik untuk sistem pentanahan dan keadaan tanah yang bagaimana berikan penjelasan.
8. Apa tujuan dari pada sistem pentanahan dengan paralel grounding.
9. Titik netral dari sistem tiga fasa empat kawat selalu ditanahkan. Apa tujuannya?
10. Berikan kesimpulan dari hasil percobaan yang sdr. lakukan.

## PERCOBAAN 6 PENGUKURAN TAHANAN ISOLASI

### I. Tujuan:

Untuk mengukur tahanan isolasi dari kabel, instalasi dan peralatan lain seperti transformator, motor dan lain-lain

### II. Teori

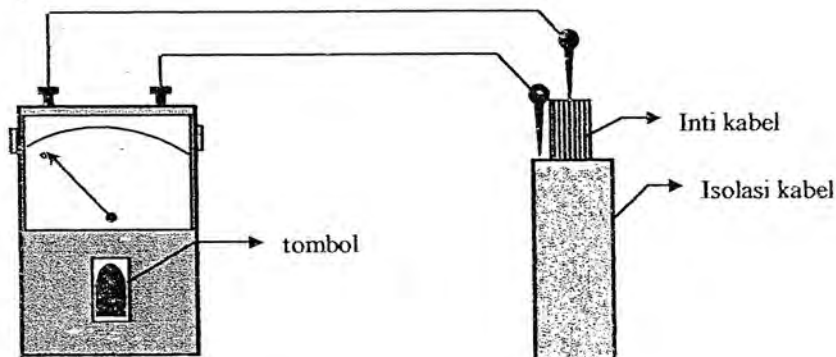
Untuk mengukur tahanan isolasi digunakan *insulation tester* atau disebut juga *megger*. Alat ini digunakan untuk mengukur tahanan isolasi alat-alat listrik maupun instalasi. Makin tinggi tegangan kerja suatu peralatan, makin tinggi tahanan isolasi yang dibutuhkan. Dengan demikian sumber tegangan dari megger harus dipilih tidak hanya tergantung dari batas pengukuran akan tetapi juga terhadap tegangan kerja peralatan yang sedang diuji tahanan isolasinya. Pada umumnya isolasi yang dianggap cukup untuk tegangan rendah akan tidak dapat bertahan untuk tegangan yang lebih tinggi. Besarnya tahanan isolasi dari suatu peralatan adalah 1000 kali tegangan kerja peralatan.

### III. Alat yang digunakan

1. Insulation Tester/Megger Hioki 3110-03 1 buah
2. Peralatan yang diuji seperti kabel-kabel, transformator dan motor

### IV. Prosedur percobaan

Rangkaian percobaan



Gambar 6.1 : Rangkaian percobaan



1. Sebelum memulai percobaan, periksa batere megger apakah masih mempunyai tegangan yang cukup (Baca petunjuk untuk pengecekan batere)
2. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 6.1. Kabel yang digunakan mempunyai satu inti.
3. Tekan tombol dan catatlah penunjukan jarum megger. Lakukan beberapa kali dan ambil nilai rata-ratanya.
4. Balikkan polaritas pengukuran lakukan seperti pada point 3.
5. Buatlah tabel sebagai berikut:

**Tabel: 1**

No.	Polaritas I	Polaritas II
	Tahanan isolasi	Tahanan isolasi
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

6. Untuk kabel berinti banyak lakukan pengukuran tahanan isolasi antara inti dengan inti dan antara inti dengan isolasi atau dengan baja pelindung (shield). Minta petunjuk pelaksana praktikum.

**Tabel: 2**

No.	Inti kabel/ isolasi	Inti kabel/ isolasi	Tahanan isolasi (Kohm)
1.	Merah	Kuning	
		Biru	
		Isolasi	
2.	Kuning	Merah	
		Biru	
		Isolasi	
3.	Biru	Merah	
		Kuning	
		Isolasi	
4.	Isolasi	Kuning	
		Biru	
		Merah	

7. Untuk transformator dapat dilakukan pengukuran tahanan isolasi:
  - Antara belitan sisi primer dan sekunder
  - Antara belitan primer/sekunder dengan inti transformator
8. Untuk motor-motor induksi dapat dilakukan pengukuran tahanan isolasi:
  - Antara belitan fasa dengan fasa
  - Antara belitan fasa dengan stator
9. Percobaan selesai.

#### V. Tugas dan pertanyaan

1. Jelaskan prinsip kerja dari insulation tester atau megger
2. Apa tujuan mengetahui tahanan isolasi dari suatu peralatan?
3. Bila instalasi rumah bekerja pada tegangan 220 volt, berapakah tahanan isolasi minimumnya yang diizinkan
4. Selain mengetahui tahanan isolasi, sebutkan kegunaan lain dari megger.
5. Berikan kesimpulan dari hasil percobaan yang sdr. lakukan

-zb-

## PERCOBAAN 7 JEMBATAN WHEATSTONE

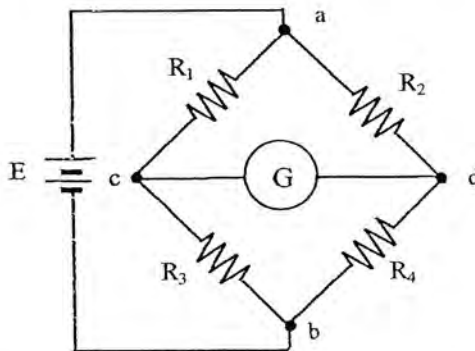
### I. Tujuan:

1. Mempelajari prinsip kerja dari rangkaian Jembatan Wheatstone
2. Mengenal jenis jembatan untuk pengukuran tahanan dan impedansi
3. Mengukur tahanan dengan menggunakan Jembatan Wheatstone

### II. Teori

Untuk mengukur tahanan (resistansi) dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain dengan menggunakan ohmmeter, mengukur arus dan tegangan (prinsip Hukum Ohm) dan menggunakan peralatan yang menggunakan prinsip jembatan. Masing-masing cara tersebut mempunyai keuntungan dan kerugian. Rangkaian-rangkaian jembatan dipakai secara luas untuk pengukuran nilai-nilai komponen seperti tahanan, induktansi, kapasitansi, dan parameter lainnya. Rangkaian jembatan hanya membandingkan nilai yang tidak diketahui dengan komponen yang besarnya diketahui secara standar.

Salah satu rangkaian jembatan yang digunakan untuk mengukur tahanan adalah Jembatan Wheatstone. Rangkaian dasarnya dapat dilihat pada gambar 7.1



Gambar 7.1 : Rangkaian Jembatan Wheatstone

Dalam keadaan seimbang, arus pada galvanometer = 0. pada saat tersebut berlaku hubungan :

$$R_1 \times R_4 = R_2 \times R_3$$

Persamaan tersebut merupakan bentuk yang telah dikenal dalam keseimbangan jembatan Wheatstone. Jika 3 dari tahanan-tahanan tersebut diketahui, tahanan ke empat dapat ditentukan dari persamaan. Bila tahanan  $R_4$  hendak diukur besarnya, maka hubungan antara  $R_4$  dengan tahanan-tahanan yang lain ( $R_1$ ,  $R_2$  dan  $R_3$ ) adalah:

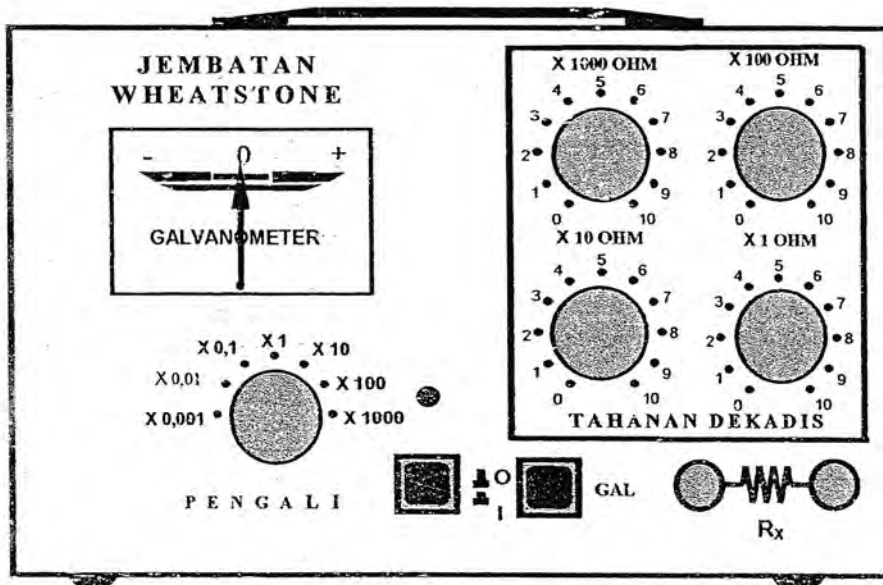
$$R_4 = R_3 \cdot \frac{R_2}{R_1}$$

Tahanan  $R_3$  disebut lengan standard yang diketahui besarnya yang merupakan tahanan dekadis (tahanan dekadis adalah tahanan yang dapat ditentukan nilainya sesuai yang diinginkan), sedangkan tahanan  $R_2$  dan  $R_1$  disebut lengan-lengan pembanding (faktor pengali). Perbandingan antara  $R_2$  dengan  $R_1$  (faktor pengali) nilainya dibuat  $\leq 1$  atau lebih  $\geq 1$ . Untuk mengukur besar tahanan, terlebih dahulu ditetapkan faktor pengali, kemudian tahanan dekadis diatur sedemikian rupa sehingga arus pada galvanometer = 0 (atau mendekati nol)

### III. Alat yang digunakan

1. Jembatan Wheatstone
2. Beberapa buah tahanan

### IV. Prosedur Percobaan



1. Hubungkan resistansi yang ingin diukur pada terminal  $R_X$  ( $R_4$ )
2. Atur posisi *multiplier switch* pada posisi tertentu, misalnya  $\times 1$
3. Operasikan Jembatan Wheatstone dengan menekan tombol power
4. Tekan tombol GAL sehingga jarum Galvanometer akan bergerak, kekanan atau ke kiri.
5. Bila penyimpangan jarum Galvanometer terlalu jauh dari posisi 0, atur kembali, posisi selektor lengan pembanding (*multiplier*) dengan mengubah menjadi lebih kecil atau lebih besar dari keadaan awal sehingga jarum penunjukan mendekati posisi 0. Pada waktu perubahan ini peralatan dalam keadaan OFF.
6. Atur kembali tahanan dekadis sambil menekan tombol galvanometer (GAL), sehingga jarum galvanometer berada pada posisi 0
7. Besar tahanan yang diukur ( $R_X$ ) sama dengan pembacaan pada tahanan dekadis dikalikan dengan faktor pengali lengan pembanding.
8. Ulangi untuk tahanan-tahanan yang lain
9. Buatlah tabel seperti berikut:

**TABEL**

NO.	RESISTOR	FAKTOR PENGALI						
		0,001	0,01	0,1	1	10	100	1000
1.								
2.								
3.								
4.								

*Catatan: Tidak semua faktor pengali dapat digunakan untuk setiap resistor yang akan diukur*

## V. Tugas dan pertanyaan

1. Jelaskan prinsip kerja Jembatan Wheatstone.
2. Sebutkan jenis-jenis jembatan lain yang sdr. ketahui dan jelaskan cara kerjanya secara singkat.
3. Hal-hal apa saja yang mempengaruhi ketelitian pengukuran menggunakan tahanan/impedansi menggunakan rangkaian jembatan
4. Selain untuk mengukur tahanan/impedansi, sebutkan kegunaan lain alat ukur jembatan
5. Berikan kesimpulan dari hasil yang sdr. peroleh.

-zb-

## PERCOBAAN 8 TRANSFORMATOR INSTRUMENTASI

### I. Tujuan :

1. Memahami prinsip kerja transformator instrumentasi
2. Mengetahui cara pemasangan transformator instrumentasi sebagai alat bantu pengukuran
3. Mengukur daya dengan bantuan transformator instrumentasi

### II. Teori

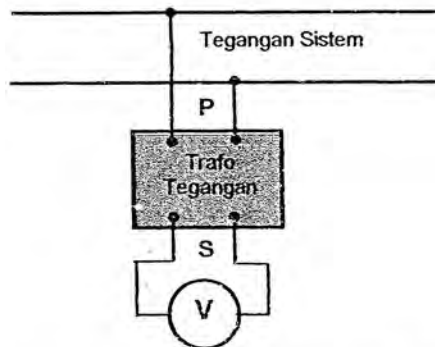
Dalam prakteknya tidaklah aman untuk menghubungkan instrumen, alat ukur atau peralatan kendali secara langsung pada rangkaian tegangan tinggi ataupun arus yang besar. Selain itu sering timbul kesulitan bila harus mengukur daya dimana batas tegangan (*range*) wattmeter lebih rendah dari tegangan yang sistem. Transformator instrumentasi umumnya digunakan untuk menurunkan tegangan tinggi dan arus yang besar hingga nilai yang aman sehingga dapat digunakan untuk kerja peralatan dan dapat juga digunakan untuk sebaliknya.

Ada dua macam transformator instrumentasi yang digunakan yaitu:

1. Transformator tegangan (Potential Transformer = PT)
2. Transformator arus (Current Transformer = CT)

#### **Transformator tegangan (Potential Transformer = PT)**

Transformator tegangan memberikan tegangan ke alat ukur, instrument atau alat kendali yang mempunyai perbandingan (*ratio*) tertentu. Cara pemasangan transformator tegangan dengan alat ukur voltmeter dapat dilihat seperti pada gambar 8.1

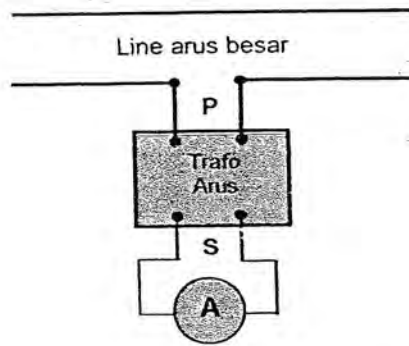


Gambar 8.1: Pemasangan PT dengan voltmeter

Dengan mengetahui faktor belitan  $a$ , maka tegangan pada sisi tegangan (primer) dapat diukur yaitu  $V_1 = a.V_2$ . Karena transformator tegangan hanya melayani beban yang kecil saja misalnya voltmeter, belitan tegangan wattmeter/kWhmeter, dan lain sebagainya maka daya VA dari transformator tegangan cukup dibuat kecil saja.

### Transformator arus (Current Transformer = CT)

Transformator arus digunakan untuk mengurangi arus saluran (*line*) ke harga yang dapat digunakan untuk mengoperasikan alat pengukur arus dan alat kendali. Karena transformator arus ini digunakan berkaitan dengan pengukuran arus, maka belitan primernya dirancang untuk hubungan secara seri dengan saluran. Perbandingan arus primer dan arus sekunder adalah berbanding terbalik dengan perbandingan jumlah belitan primer dan sekunder. Pemasangan transformator arus dapat dilihat pada gambar 8.2



Gambar 8.2: Pemasangan CT dengan amperemeter

Bila ratio transformator  $N_1/N_2 = a$  diketahui, maka arus beban  $I_1$  dapat dihitung, yaitu:

$$I_1 = \frac{N_2}{N_1} \times I_2$$

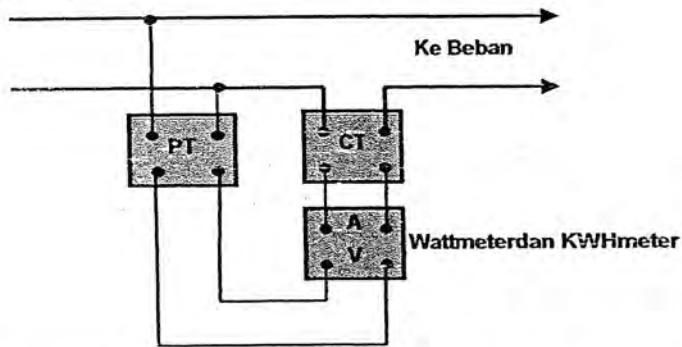
Dengan mengetahui pembacaan arus pada amperemeter dan ratio transformator, maka arus  $I_1$  dapat diketahui

### Pemasangan transformator tegangan dan transformator arus pada wattmeter/kWhmeter

Pemasangan alat ukur pada wattmeter/KWhmeter untuk arus dan tegangan yang besar diperlukan bantuan transformator arus dan tegangan. Pemasangan alat ukur



tersebut dapat dilihat seperti pada rangkaian berikut. Sebelum arus memasuki KWhmeter terlebih dahulu melalui transformator arus (CT) dan tegangan melalui transformator tegangan (PT) sehingga arus dan tegangan yang masuk ke KWhmeter menjadi lebih kecil, lihat gambar 8.3.



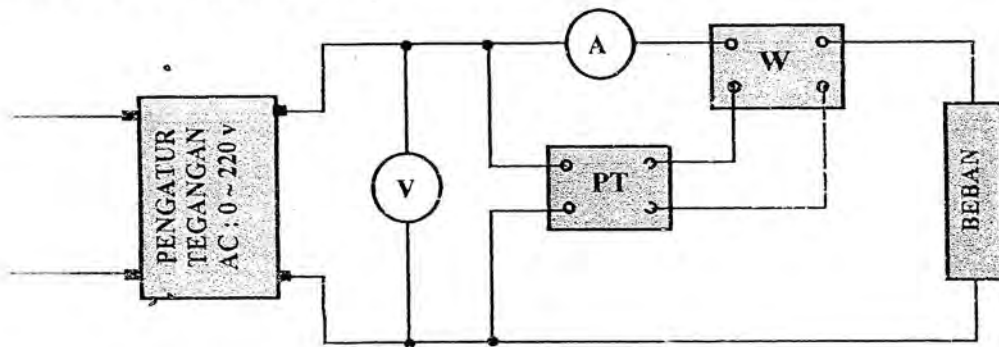
Gambar 8.3 : Pemasangan CT dan PT pada wattmeter dan KWHmeter

Pada percobaan ini dilakukan penggunaan transformator tegangan sebagai alat bantu pengukuran daya untuk tegangan sistem yang lebih besar dan juga tegangan sistem yang lebih kecil dari *range* tegangan wattmeter

### III. Alat yang digunakan

- |   |        |
|---|--------|
| 1. Wattmeter 1 fasa                               | 1 buah |
| 2. Voltmeter AC                                   | 1 buah |
| 3. Amperemeter AC                                 | 1 buah |
| 4. Pengatur tegangan AC 0 ~ 220 Volt/5 Amp 1 fasa | 1 unit |
| 5. Transformator tegangan                         | 1 buah |

### IV. PROSEDUR PERCOBAAN :



Gambar 8.4 : Rangkaian percobaan transformator tegangan

**A. Pengukuran daya untuk tegangan sistem lebih besar dari *range* tegangan wattmeter**

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 8.4
2. Catatlah faktor perbandingan transformator tegangan ( $V_{\text{primer}} : V_{\text{sekunder}}$ ). Pada waktu merangkai, tegangan sisi sekunder PT yang dihubungkan ke wattmeter harus lebih rendah dari sisi primer yang dihubungkan ke sumber. Minta petunjuk pelaksana praktikum.
3. Atur range tegangan wattmeter pada posisi 120 volt dan range arus pada posisi 5 Amper
4. Atur tegangan pada pengatur tegangan sampai 220 volt dan dijaga konstan
5. Naikkan beban secara bertahap dan pada setiap tahap catatlah pembacaan pada arus pada amperemeter dan daya pada wattmeter. (Minta petunjuk pelaksana praktikum)
6. Buatlah tabel sebagai berikut:

**Tabel:1**

Tegangan sumber (beban) = ..... konstan

Faktor perbandingan transformator = .....

	BEBAN					
	1	2	3	4	5	6
Arus (Amp)						
Daya (wattmeter)						
Daya (sebenarnya *)						

\*) : Daya sebenarnya = faktor perbandingan transformator  $\times$  pembacaan wattmeter

**B. Pengukuran daya untuk tegangan sistem lebih kecil dari *range* tegangan wattmeter**

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 8.4
2. Catatlah faktor perbandingan transformator tegangan ( $V_{\text{primer}} : V_{\text{sekunder}}$ ). Pada waktu merangkai, tegangan sisi sekunder PT yang dihubungkan ke wattmeter harus lebih tinggi dari sisi primer yang dihubungkan ke sumber. Minta petunjuk pelaksana praktikum.
3. Atur range tegangan wattmeter pada posisi 240 volt dan range arus pada posisi 1 Amper.

4. Atur tegangan pada pengatur tegangan sampai 120 volt dan dijaga konstan
5. Naikkan beban secara bertahap dan pada setiap tahap catatlah pembacaan pada arus pada amperemeter dan daya pada wattmeter. (Minta petunjuk pelaksana praktikum)
6. Buatlah tabel sebagai berikut:

**Tabel: 2**

Tegangan sumber (beban) = ..... konstan

Faktor perbandingan transformator = .....:.....

	BEBAN					
	1	2	3	4	5	6
Arus (Amp)						
Daya (wattmeter)						
Daya (sebenarnya)						

\*) : Daya sebenarnya = faktor perbandingan transformator × pembacaan wattmeter

#### V. Tugas dan pertanyaan:

1. Terangkan prinsip kerja transformator tegangan dan transformator arus
2. Mengapa pada sisi sekunder transformator arus tidak boleh terbuka. Bagaimana caranya bila sdr. ingin melepaskan amperemeter dari rangkaian transformator arus pada sistem yang sedang beroperasi?
3. Sebutkan jenis transformator arus yang sdr. ketahui. Lengkapi jenis transformator tersebut dengan gambarnya. (misalnya gambar difotokopi)
4. Selain menggunakan transformator tegangan, jelaskan cara lain sebagai alat bantu pengukuran untuk menurunkan tegangan (terutama untuk tegangan tinggi)
5. Jelaskan pemakaian alat ukur instrumentasi selain untuk pengukuran besaran listrik
6. Berikan kesimpulan dari hasil percobaan yang sdr lakukan