



MODUL PRAKTIKUM PENGUKURAN BESARAN LISTRIK



**LABORATORIUM TEGANGAN TINGGI DAN PENGUKURAN
LISTRIK**

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS INDONESIA

MODUL I

PENGUKURAN BESARAN LISTRIK

Pengukuran merupakan suatu perbandingan antara suatu besaran dengan besaran lain yang sejenis secara eksperimen dan salah satu besaran dianggap sebagai standar atau acuan. Dalam pengukuran listrik terjadi juga perbandingan, dalam perbandingan ini digunakan suatu alat Bantu (alat ukur). Alat ukur ini sudah dikalibrasi, sehingga dalam pengukuran listrikpun telah terjadi perbandingan.

Pada pengukuran listrik dapat dibedakan dua hal:

- a. Pengukuran besaran listrik, seperti arus (ampere), tegangan (volt), daya listrik (watt), dan lain – lain.
- b. Pengukuran besaran nonlistrik, seperti suhu, luas cahaya, tekanan, dan lain – lain.

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

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

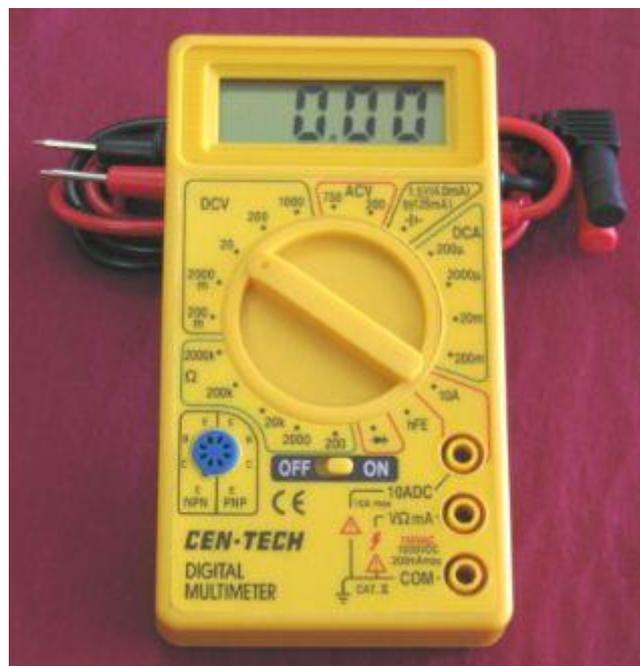
Alat ukur adalah alat yang dapat digunakan untuk mendapatkan / mengetahui hasil perbandingan antara suatu besaran / ukuran yang ingin diketahui dengan standar yang dipakai. Fungsi penting dari alat ukur baik alat ukur listrik maupun mekanik adalah untuk mengetahui nilai yang telah ditentukan sebagai batasan baik atau tidaknya peralatan / jaringan akan dioperasikan. Alat ukur terdiri dari dua jenis, yaitu:

- a. Alat ukur analog
Alat yang menggunakan penyimpangan jarum untuk membaca hasil pengukurannya.
- b. Alat ukur digital

Alat yang menggunakan angka desimal untuk membaca hasil pengukurannya



Voltmeter (Alat ukur analog)



Multimeter (Alat ukur digital)

Dalam pengukuran besaran listrik, terdapat beberapa unit besaran listrik yang harus diperhatikan, diantaranya:

- a. Muatan listrik

- b. Beda potensial
- c. Arus listrik
- d. Hambatan/tahanan listrik
- e. Induktansi
- f. Kapasitansi

Besaran	Simbol	Satuan	Singkatan satuan
Panjang	l	meter	m
Massa	m	kilogram	Kg
Waktu	t	Second/detik	s
Temperatur	T	Derajat Kelvin	$^{\circ}$ K
Intensitas cahaya		candela	cd
Arus listrik	I	amper	A
Beda potensial	V	volt	V
Besarnya muatan	Q	coulomb	C
Tahanan listrik	R	ohm	Ω
Kapasitansi	C	farad	F
Induktansi	L	henry	L

Nilai dari suatu besaran listrik yang tidak diketahui dapat diperoleh dengan cara melakukan pengukuran, baik pengukuran langsung maupun pengukuran tidak langsung. Pengukuran langsung merupakan pengukuran yang dilakukan dengan cara mengukur langsung besaran tersebut dan mendapatkan nilainya dari besaran tersebut. Sedangkan pengukuran tidak langsung merupakan suatu cara mendapatkan nilai dari suatu besaran listrik dengan melakukan pengukuran pada besaran listrik yang terkait dan melakukan perhitungan dengan besaran listrik tersebut untuk mendapatkan nilai besaran listrik yang diinginkan.

Pada praktikum Pengukuran Besaran Listrik ini akan dilakukan pengukuran dengan dua cara, yaitu pengukuran langsung dan pengukuran tidak langsung. Praktikum tersebut diantaranya:

1. Pengukuran daya 1 fasa
2. Pengukuran pencahayaan
3. Pengukuran tahanan pentanahan
4. Pengukuran daya 3 fasa
5. Pengukuran hambatan dalam dengan wheatstone bridge
6. Pengukuran dengan kWh meter

MODUL II

PENGUKURAN DAYA SATU FASA

I. TUJUAN

1. Mengetahui pengukuran daya dan faktor daya arus bolak-balik dengan berbagai jenis beban
2. Mengetahui prinsip kerja alat ukur wattmeter 1 phasa, cos phi meter, amperemeter, voltmeter, dan LCR meter

II. DASAR TEORI

Suatu beban yang dicatu oleh suatu sumber tegangan AC, sehingga tegangan beban V dan arus yang mengalir pada beban I , maka daya yang terjadi pada beban Z adalah :

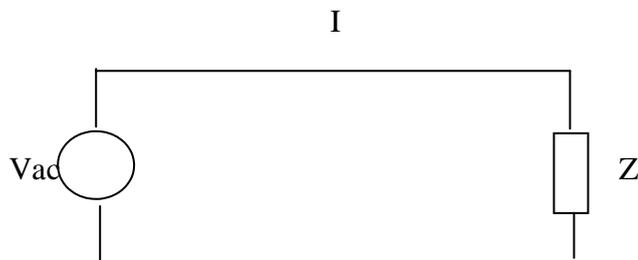
$$S = V \times I^*$$
$$= P + jQ$$

Dimana :

S dalam VA, disebut daya semu

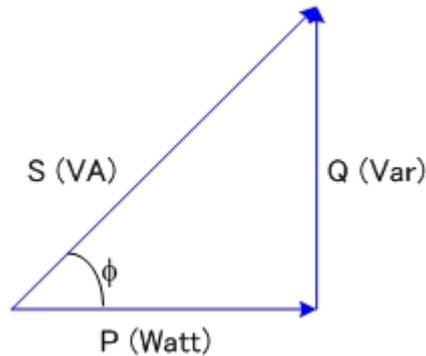
P dalam Watt, disebut daya aktif

Q dalam VAR, disebut daya reaktif



Gambar 1. Rangkaian arus bolak balik I dengan impedansi Z dan tegangan V

Hubungan antara daya aktif, daya reaktif, dan daya semu dikenal dengan istilah *segitiga daya*. Berikut gambar segitiga daya



Gambar 2. Segitiga daya

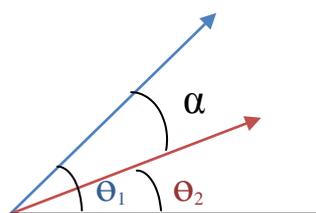
Impedansi Z dalam hal ini dapat terdiri dari berbagai jenis beban resistif, induktif, kapasitif ataupun kombinasi dari ketiga jenis beban sehingga sebuah impedansi Z yang memiliki karakteristik gabungan dari karakteristik berbagai jenis beban yang menyusunnya.

Yang dimaksud dengan karakteristik beban adalah jenis daya yang diserapnya, sifat arus dan tegangannya yang bila digabungkan dengan jenis beban yang berbeda dapat terbentuk karakteristik yang lebih baik maupun lebih buruk (jika dilihat dari sudut pandang yang berbeda-beda).

Pada pengukuran daya, ada juga yang dikenal dengan faktor daya, yaitu perbandingan antara daya aktif (Watt) dengan daya semu (VA), atau cosinus sudut antara daya aktif dan daya semu.

$$\cos \phi = \frac{P}{S}$$

Pada perhitungan daya semu sesuai persamaan (1) di atas, nilai arus berupa operasi matematika konjugasi, ditandai dengan lambang (*). Persamaan tersebut menyatakan bahwa sudut yang terbentuk antara tegangan dan arus merupakan pengurangan antara sudut yang dibentuk oleh tegangan dengan sudut yang dibentuk oleh arus tersebut. Ilustrasinya sebagai berikut.



$$\alpha = \theta_1 - \theta_2$$

$$S = V I *$$

$$= V \angle \theta_1 \cdot I \angle - \theta_2$$

$$S = V I \angle \theta_1 - \theta_2$$

Pada praktikum ini, untuk pengukuran nilai arus, tegangan, daya, serta faktor daya digunakan alat ukur analog, yang mana rangkaian di dalamnya terdiri dari kumparan tetap dan kumparan berputar. Nilai besaran listrik hasil pengukuran ditunjukkan oleh jarum penunjuk.

Sedangkan untuk menghitung besar tahanan pada lampu pijar digunakan alat ukur digital LCR meter.



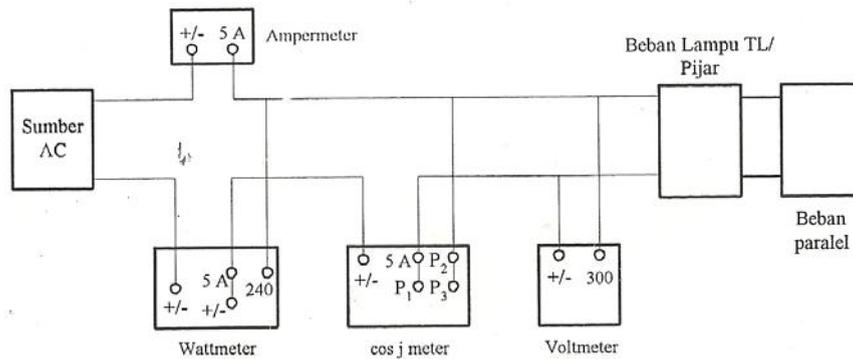
Gambar 3. Alat ukur LCR meter

III. PERALATAN PRAKTIKUM

- Ampermeter AC 1 – 5 A [A]
- Voltmeter AC 0 – 600 V [V]
- Wattmeter [W]
- Cos phi meter
- LCR meter
- Beban resistif
- Beban induktif

- Beban kapasitif
- Lampu pijar 100 Watt
- Sumber tegangan AC 220 V
- Kabel – kabel penghubung

IV. RANGKAIAN PERCOBAAN



Gambar 1.2

V. PROSEDUR PERCOBAAN

A. Mengukur daya dan faktor daya berbagai jenis beban

1. Susunlah rangkaian percobaan seperti digambar
2. Pasang kombinasi beban menggunakan set beban
3. Masukkan saklar S sumber AC
4. Ukur dan catat besar V, I, P dan pf

B. Mengukur nilai tahanan lampu pijar

1. Masukkan lampu pijar ke fitting lampu
2. Hubungkan probe LCR meter dengan kutub pada fitting lampu
3. Ukur dan catat besar tahanan lampu pijar

VI. PERTANYAAN DAN TUGAS

1. Hitung daya dari masing-masing beban dari data ampermeter, voltmeter serta $\cos \phi$ meter? kemudian bandingkan dengan data yang dihasilkan pada pembacaan Wattmeter?
2. Hitung besar kesalahan dari alat ukur ? ($e = M - T$)
Dimana :
 - M adalah harga yang didapatkan dari pengukuran
 - T adalah harga sebenarnya
 - e adalah kesalahan dari alat ukur
3. Hitung impedansi lampu TL dan pijar ?
4. Apa pengaruh dari perubahan kapasitansi dan induktansi terhadap *power factor* ?
5. Plot $\cos \phi$ vs I untuk masing – masing beban ?
6. Jelaskan prinsip kerja Wattmeter 1 dan 3 fasa?
7. Bagaimanakah $\cos \phi$ yang diinginkan para pelanggan PLN (rumah tangga dan industri) dan $\cos \phi$ yang diinginkan PLN ?
8. Bagaimanakah cara untuk mencapai optimasi antara masing – masing pihak tersebut diatas ?
9. Terangkan apa yang anda ketahui tentang kapasitor bank ?
10. Terangkan apa yang dimaksud dengan daya reaktif ?
11. Buat kesimpulan dari percobaan ini ?

MODUL III

PENGUKURAN PENCAHAYAAN

I. TUJUAN PERCOBAAN

1. Mengetahui alat ukur pencahayaan
2. Mengetahui cara kerja alat ukur pencahayaan
3. Mengetahui intensitas pencahayaan
4. Mengetahui fungsi dilakukannya pengukuran pencahayaan

II. DASAR TEORI

Cahaya adalah bentuk dari radiasi elektromagnetik yang dapat ditangkap oleh mata dan memiliki panjang gelombang dengan jangkauan $0.4 \times 10^{-4} - 0.75 \times 10^{-4}$ cm. Dalam pengukuran cahaya, ada beberapa istilah yang digunakan, antara lain:

- Intensitas cahaya
Intensitas cahaya adalah flux cahaya per satuan sudut ruang yang dipancarkan ke suatu arah tertentu. Besarnya intensitas cahaya diukur dalam satuan candela (cd)
- Lumen
Lumen (disimbolkan dengan lm) adalah unit satuan SI untuk mengukur keluaran cahaya oleh suatu sumber cahaya. Satu lumen setara dengan besarnya cahaya yang dipancarkan sumber cahaya secara seragam sebesar 1 candela pada 1 steradian *solid angle* atau sudut ruang. Sehingga dituliskan $1 \text{ lm} = 1 \text{ cd sr}$
- Iluminasi
Iluminasi atau intensitas penerangan adalah banyaknya cahaya yang mengenai suatu permukaan. Iluminasi dihitung dalam satuan footcandles (fc) atau dalam bentuk lux. $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen} / \text{m}^2$

Alat ukur pencahayaan adalah lux meter. Lux meter memiliki satuan lux, yang didefinisikan sebagai satuan metrik ukuran cahaya pada suatu permukaan. Lux

meter memiliki range intensitas cahaya antara 1 sampai dengan 100.000 Lux. Luxmeter disusun oleh tiga komponen utama yakni rangka, LED dan photo diode. Prinsip kerja lux meter adalah dengan mengubah energi cahaya menjadi arus listrik yang kemudian ditampilkan pada LED.

Pengukuran lumen pada dasarnya adalah pengukuran yang menggunakan pendekatan sumber titik. Pengukuran lumen dilakukan dalam ruang gelap dimana tidak ada cahaya pantul yang diterima sensor luxmeter. Terdapat tiga jenis pengukuran lumen, yakni :

1. Pengukuran umum

Pengukuran umum lumen artinya pengukuran yang dilakukan pada satu ruangan. Pengukuran jenis ini dilakukan dengan membagi ruangan menjadi beberapa titik pengukuran dengan jarak antar titik sama besar

2. Pengukuran local

Pengukuran jenis lokal ini dilakukan pada objek berupa benda tertentu. Mekanismenya benda ukur akan dibagi menjadi beberapa titik ukur.

3. Pengukuran reflektan

Pengukuran jenis ini adalah pengukuran besar reflektan dengan melakukan dua kali pengukuran. Pengukuran pertama adalah mengukur intensitas pencahayaan yang jatuh pada bidang ukur dengan meletakkan photo cell menghadap sumber cahaya. Pengukuran kedua dengan membalik photo cell untuk menghadap bidang ukur, kemudian menarik photo cell sampai angka pada display menunjukkan angka tertinggi. Besarnya reflektan dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Reflektan} = (\text{Pengukuran 2} / \text{Pengukuran 1}) \times 100\%$$

Pengukuran lumen penting untuk menghemat energi dalam pencahayaan. Aplikasi pengukuran lumen adalah pada bidang-bidang berikut:

1. Pengukuran tingkat pencahayaan pada bangunan
2. Pengukuran distribusi intensitas cahaya lumener
3. Bidang video, fotografik dan arsitektur

III. PERALATAN PERCOBAAN

1. Luxmeter LX-1108
2. Lampu LED
3. Lampu pijar
4. 1 buah *Measuring Tape Case 30M/100FT*

IV. PROSEDUR PERCOBAAN

A. Pengukuran Umum Variasi Jenis Lampu

1. Pasang lampu pada *fitting*-nya.
2. Tentukan dua belas titik pengukuran pada ruangan.
3. Nyalakan lampu dan ukur lumen pada dua belas titik pengukuran dengan jarak vertikal 1m dari lantai.
4. Catat hasil pengukuran dan variasikan jenis lampu percobaan.

B. Pengukuran Umum Variasi Tinggi

1. Pasang lampu pada *fitting*-nya.
2. Nyalakan lampu dan ukur lumen tepat di bawah sinar lampu dengan ketinggian 0.5m dari lantai
3. Catat hasil pengukuran dan variasikan tinggi.

C. Pengukuran Umum Variasi Tegangan

1. Pasang lampu pada *fitting*-nya.
2. Tentukan dua belas titik pengukuran pada ruangan.
3. Nyalakan lampu dan ukur lumen pada dua belas titik pengukuran dengan jarak vertikal 1m dari lantai.
4. Catat hasil pengukuran dan variasikan tegangan percobaan.

D. Pengukuran Umum dengan Empat Jenis Lampu

1. Pasang keempat lampu pada *fitting*-nya.

2. Tentukan dua belas titik pengukuran pada ruangan.
3. Nyalakan lampu dan ukur lumen pada dua belas titik pengukuran dengan jarak vertikal 1m dari lantai.
4. Catat hasil pengukuran dan variasikan jenis lampu percobaan.

V. PERTANYAAN DAN TUGAS

1. Jelaskan komponen utama yang terdapat pada luxmeter beserta fungsinya
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan luxmeter.
3. Jelaskan mengapa pengukuran pencahayaan harus dilakukan.

MODUL IV

PENGUKURAN TAHANAN PENTANAHAN

I. TUJUAN

1. Mengetahui besarnya tahanan pentanahan pada suatu tempat
2. Mengetahui dan memahami fungsi dan kegunaan dari pengukuran tahanan pentanahan dan aplikasinya sehari-hari
3. Mengetahui syarat suatu sistem pentanahan
4. Mengetahui prinsip kerja ground earth tester

II. DASAR TEORI

Pentanahan merupakan bagian dari sistem proteksi. Pada kehidupan nyata, pentanahan digunakan sebagai proteksi terhadap petir. Petir adalah suatu fenomena alam, yang pembentukannya berasal dari terpisahnya muatan di dalam awan cumulonimbus. Sambaran petir pada tempat yang jauh + 1,5 km sudah dapat merusak sistem elektronika dan peralatan, seperti instalasi komputer, telekomunikasi kantor dan instrumentasi serta peralatan elektronik sensitif lainnya. Prinsip proteksi petir sendiri biasa disebut dengan *six point plan*. Tujuan dari “*Six Point Plan*” adalah menyiapkan sebuah perlindungan yang sangat efektif dan dapat diandalkan terhadap serangan petir. Komponen – komponen *Six Point Plan* diantaranya :

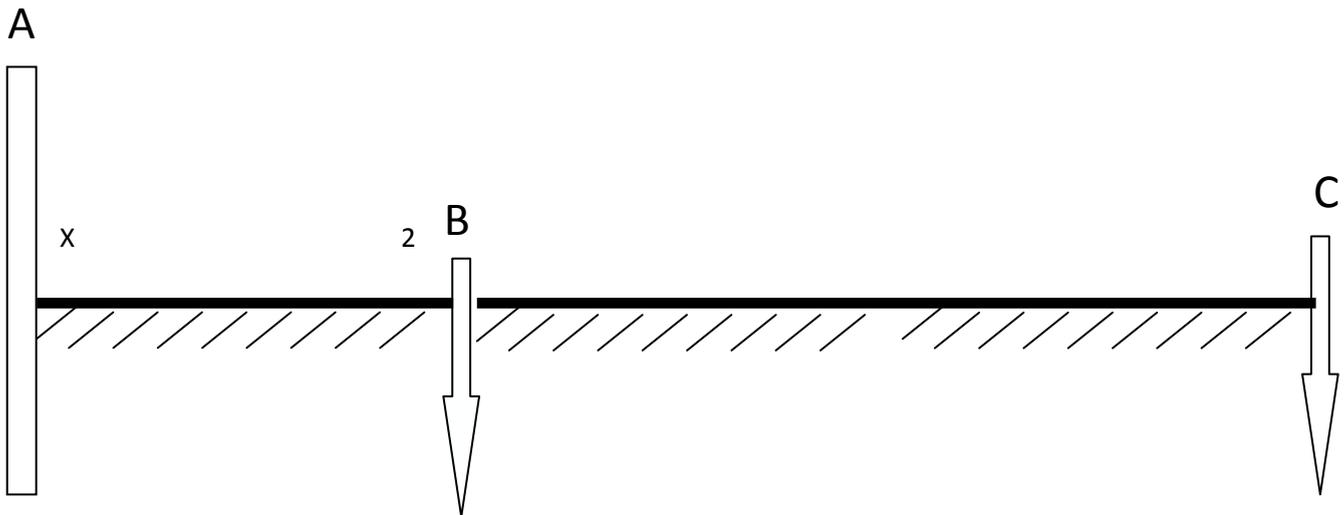
- Menangkap Petir
Dengan jalan menyediakan system penerimaan (air terminal) yang dapat dengan cepat menyambut luncuran arus petir
- Menyalurkan petir
Luncuran petir yang telah ditangkap dilalurkan ke tanah/arde secara aman tanpa mengakibatkan terjadinya loncatan listrik (imbasan) ke bangunan atau manusia.
- Menampung Petir
Dengan cara membuat system pertanahan sebaik mungkin (maximum tahanan tanah 5 ohm). Hal ini lebih di karenakan agar arus petir yang turun dapat sepenuhnya diserap oleh tanah dan menghindari terjadinya step potensial.

- Proteksi Grounding
Mencegah terjadinya loncatan yang ditimbulkan adanya perbedaan potensial tegangan antara satu system pentanahan dengan yang lainnya
- Proteksi Jalur Power
Proteksi terhadap jalur dari power mutlak diperlukan untuk mencegah induksi ke peralatan melalui jalur power (yang umumnya bersumber dari jaringan listrik yang cukup jauh).
- Proteksi Jalur Data/ Komunikasi
Memproteksi seluruh jalur data yang melalui peralatan telephone data dan signaling.

Pentanahan atau pembumian adalah hubungan listrik yang sengaja dilakukan dari beberapa bagian instalasi listrik ke sistem pentanahan. Kawat pentanahan digunakan untuk menghubungkan bagian yang diketanahkan dari suatu instalasi dengan elektroda pentanahan

Tahanan pentanahan dari suatu system pentanahan ditentukan oleh jumlah tahanan dari elektroda pentanahan ke bumi dan kawat penghantar. Tahanan tanah dari sebuah elektroda pentanahan ditentukan oleh ratio dari potensial elektroda terhadap arus yang lewat melalui elektroda tersebut ke bumi.

Pada sistem pentahan terdapat bagian – bagian yang harus ditanahkan, yaitu : bagian atas penangkap petir, *down conductor*, dan titik netral dari perangkat listrik. Suatu sistem pentahanan juga memiliki beberapa syarat agar sistem pentahanan dapat bekerja dengan baik, yaitu, tahanan pentahanan yang digunakan, sistem dapat digunakan untuk berbagai musim, biaya serendah mungkin, elektroda yang digunakan, dan lainnya. Elektroda pentanahan sendiri terbagi menjadi beberapa bentuk, yaitu : Bulat, Batang, Plat, dan Pita.



Gambar rangkaian pengujian tahanan pentanahan

Keterangan :

A = Down Conductor

B = Paku Pentanahan 1

C = Paku Pentanahan 2

III. PERALATAN PERCOBAAN

- 1 buah *Earth Tester Model 4102 Kyoritsu*
- 1 buah *Measuring Tape Case 30M/100FT*
- Kabel-kabel penghubung
- Paku pentanahan
- Palu

IV. RANGKAIAN PERCOBAAN

Lihat pada petunjuk pemasangan alat di *Earth Model 4102 Kyoritsu* atau sesuai dengan petunjuk asisten

V. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Pasangkan koneksi *Earth Tester* ke *down conductor*, dan ke elektroda pentanahan. (P1 dan C1 ke A ; P2 ke B ; C2 ke C)
2. Lakukan pengukuran tahanan pentanahan sesuai dengan jarak yang ditentukan asisten.
3. Catat hasil pengukuran yang didapat pada lembar data percobaan yang disediakan
4. Ulangi langkah 1 dan 2 untuk kawat pentanahan pada tempat yang berbeda

VI. PERTANYAAN DAN TUGAS

1. Jelaskan fenomena terjadinya petir!(teori dan gambar)
2. Jelaskan macam-macam system (bukan jenis) pentanahan dan cara kerjanya yang banyak digunakan pada bangunan-bangunan (termasuk pembangkit)!
3. Apa yang dimaksud dengan tegangan langkah dan tegangan sentuh!
4. Sebutkan dan jelaskan metode perancangan pada *air terminal*, dalam proteksi eksternal terhadap petir !

MODUL V

POWER QUALITY (KUALITAS DAYA) DAN PENGUKURAN DAYA 3 FASA

I. TUJUAN

- Memahami kualitas daya
- Memahami pengukuran daya rangkaian tiga fasa beban seimbang dengan menggunakan dua wattmeter dan satu wattmeter.
- Memahami pengukuran power factor (PF) beban RLC tiga fasa.
- Mengerti prinsip kerja dari wattmeter

II. TEORI

II.1 POWER QUALITY

Kualitas daya listrik memiliki tiga parameter penting yaitu tegangan, arus, dan frekuensi listrik. Segala penyimpangan nilai tegangan, arus, dan frekuensi listrik dapat memperburuk kualitas daya listrik yang dihantarkan. Buruknya kualitas daya listrik dapat menyebabkan kegagalan atau salah operasi beban listrik pada konsumen.

Berikut penyimpangan-penyimpangan yang terjadi.

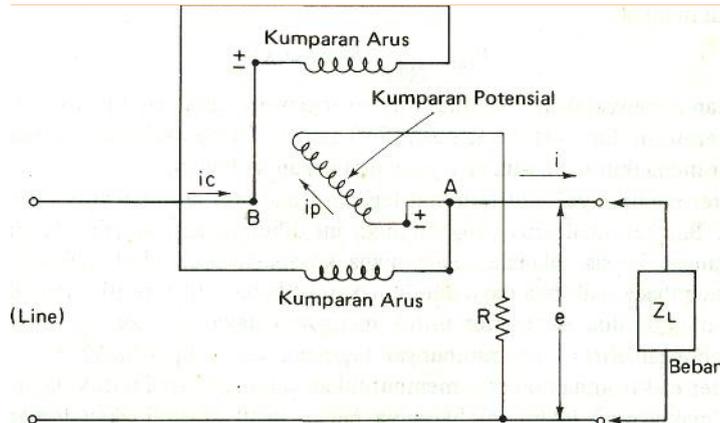
- Tegangan
 - Drop Tegangan (Voltage Drop)
 - Tegangan Kedip
 - Tegangan Sag.
 - Tegangan Swell
 - Tegangan Lebih (Overvoltage)

- Frekuensi

Frekuensi juga harus konstan supaya kualitas daya listrik baik, sama halnya dengan tegangan, frekuensi juga tidak selalu konstan dimana suatu saat frekuensi naik dan suatu saat frekuensi turun.

II.2 PENGUKURAN DAYA TIGA FASA

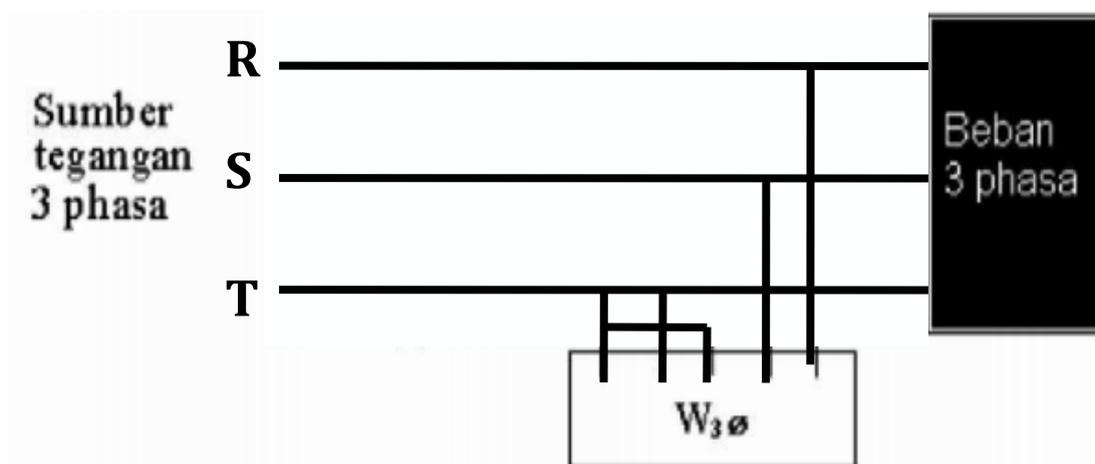
Alat yang digunakan untuk mengukur daya adalah wattmeter. Wattmeter terbagi dua yaitu wattmeter AC dan wattmeter DC. Untuk wattmeter AC terbagi dua lagi yaitu wattmeter *single phase* dan wattmeter *poly phase*. Salah satu tipe wattmeter AC yang sering digunakan adalah wattmeter tipe elektrodinamometer.



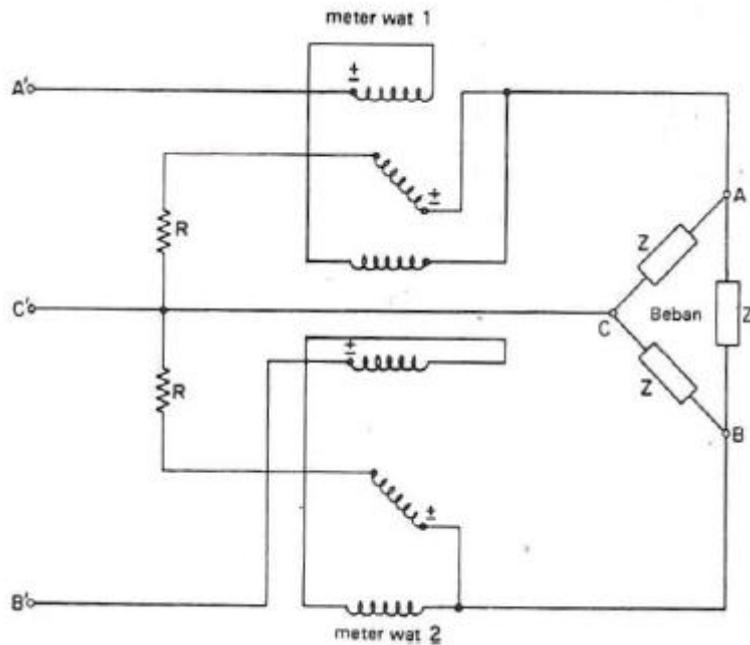
Gambar. Diagram Wattmeter Elektrodinamometer Untuk Beban Satu Fasa.

Berikut gambar untuk pemasangan wattmeter pada rangkaian tiga fasa :

- a. Dengan menggunakan 1 wattmeter



b. Dengan menggunakan 2 wattmeter



III. PERALATAN PERCOBAAN

Percobaan Pengukuran Daya 3 Fasa

- 1 Wattmeter 3 phase
- 1 $\cos \theta$ meter
- 1 variable resistor
- 1 variable inductor
- 1 variable capacitor
- Konektor (kabel penghubung)

IV. PROSEDUR PERCOBAAN

A. Percobaan Pengukuran Daya dengan 1 Wattmeter 3 phase

1. Rangkai percobaan dengan Z1 menggunakan variable resistor, Z2 menggunakan variable inductor, dan Z3 menggunakan variable capacitor
2. Hubungkan probe pertama ke fasa R. Lalu hubungkan output dari probe ini yaitu P_1 dan A_1 ke beban pertama pada rangkaian tiga fasa.
3. Hubungkan P_2 ke fasa S dan ke beban kedua yang tidak terhubung ke beban pertama.
4. Hubungkan fasa T ke probe kedua. Hubungkan output dari probe ini yaitu P_3 dan A_2 ke beban ketiga yang tidak terhubung ke beban kedua.
5. Amati dan catat nilai yang terbaca pada wattmeter.

B. Percobaan Pengukuran Power Factor

1. Rangkai percobaan seperti sebelumnya.
2. Hubungkan probe pertama pada cos pi meter ke fasa R. Lalu hubungkan output dari probe ini yaitu P_1 dan A ke beban pertama pada rangkaian tiga fasa.
3. Hubungkan P_2 pada cos pi meter dan fasa S ke beban kedua yang tidak terhubung ke beban pertama.
4. Hubungkan fasa T ke P_3 dan ke beban ketiga pada rangkaian tiga fasa yang tidak terhubung ke beban kedua.
5. Amati dan catat nilai yang terbaca pada cos θ meter.

VI. PERTANYAAN DAN TUGAS**Tugas :**

1. Hitung nilai daya dan factor daya secara teori dan percobaan! Bandingkan keduanya dan cari nilai persen kesalahannya!

Pertanyaan :

1. Apa yang dimaksud dengan kualitas daya? apa saja parameter yang dapat kita analisa? Jelaskan!
2. Jelaskan cara kerja wattmeter 3 fasa!

MODUL VI PENGUKURAN TAHANAN DENGAN WHEATSTONE

I. TUJUAN

1. Mengetahui pengukuran tahanan
2. Mengetahui fungsi dari pengukuran tahanan
3. Mengetahui jenis pengukuran tahanan
4. Mengetahui alat – alat pengukuran tahanan dan cara kerjanya

II. DASAR TEORI

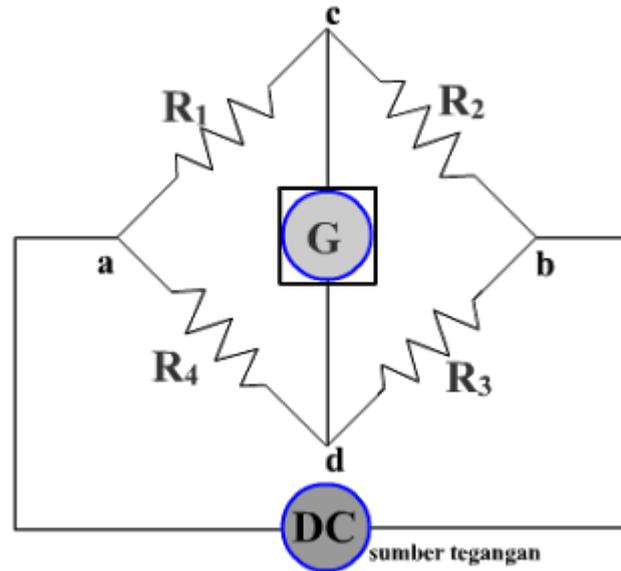
Pengukuran tahanan merupakan suatu pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui nilai tahanan dari suatu sistem. Pengukuran tahanan dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan :

- Ohmmeter
- Voltmeter dan Amperemeter
- Bridge

Pengukuran tahanan dengan bridge dilakukan untuk menentukan nilai – nilai besaran listrik. Pengukuran dengan bridge terdiri dari beberapa jenis, yaitu:

- Kelvin
- Wien
- Wheatstone

Pada praktikum ini akan dilakukan pengukuran tahanan dalam pada suatu kabel dengan menggunakan metode wheatstone bridge. Selain itu, juga akan dilakukan pengukuran dengan menggunakan LCR meter untuk mengukur tahanan dalam tersebut.

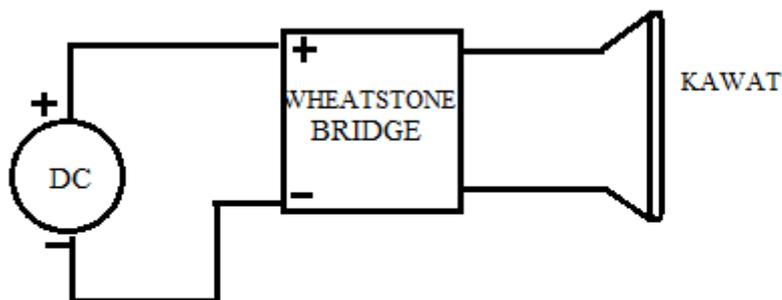


Jika $R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4$, maka $V_{cd} = 0$

III. PERALATAN PRAKTIKUM

- Wheatstone Bridge
- LCR meter
- Kabel
- Sumber tegangan DC

IV. Rangkaian Percobaan



V. Prosedur Percobaan

A. Pengukuran tahanan

1. Susunlah rangkaian percobaan seperti pada gambar.
2. Ubah variabel – variabel pada wheatstone bridge hingga jarum pada Galvanometer berhenti bergerak.
3. Catatlah nilai R_x yang didapat dari pengukuran wheatstone bridge.
4. Ganti kabel yang tersambung pada kabel yang diukur dengan kedua probe dari LCR meter.
5. Catatlah nilai R yang didapat dari pengukuran dengan LCR meter.

6. Lakukan pengukuran pada kabel lain yang memiliki diameter berbeda dengan kabel sebelumnya.

B. Pengukuran tahanan

1. Susunlah rangkaian percobaan seperti pada gambar.
2. Ubah variabel – variabel pada wheatstone bridge hingga jarum pada Galvanometer berhenti bergerak.
3. Catatlah nilai R_x yang didapat dari pengukuran wheatstone bridge.
4. Ganti kabel yang tersambung pada kabel yang diukur dengan kedua probe dari LCR meter.
5. Catatlah nilai R yang didapat dari pengukuran dengan LCR meter.
6. Lakukan pengukuran pada kabel lain yang memiliki panjang berbeda dengan kabel sebelumnya.

VI. PERTANYAAN DAN TUGAS

1. Mengapa jarum Galvanometer dapat berhenti bergerak?
2. Apakah pengukuran dengan menggunakan wheatstone bridge dan LCR meter memiliki hasil yang sama? Mengapa?
3. Bagaimanakah nilai hambatan masing – masing kawat? Apakah sama? Jelaskan!

MODUL VII

PENGUKURAN KWH METER

I. TUJUAN

- Mengetahui cara kerja kWh meter
- Mengetahui perbedaan kWh meter analog dengan digital
- Mengurangi kelebihan dan kekurangan kWh meter analog dan digital

II. DASAR TEORI

A. Pengertian

KWh meter merupakan suatu alat listrik yang berfungsi untuk mengukur jumlah pemakaian energi listrik pada jangka waktu tertentu. Pada umumnya kWh meter berbentuk kotak atau kubikel yang mempunyai dan menggunakan *ferris wheel* (piringan) dalam proses kerjanya, alat inilah yang selanjutnya disebut dengan kWh meter analog. Namun, seiring berkembangnya zaman, muncul kWh meter yang tidak lagi menggunakan dan bekerja dengan *ferris wheel*, melainkan menggunakan IC dan sensor untuk bekerja. Alat ini disebut dengan *electronic energy meter* (kWh meter digital).

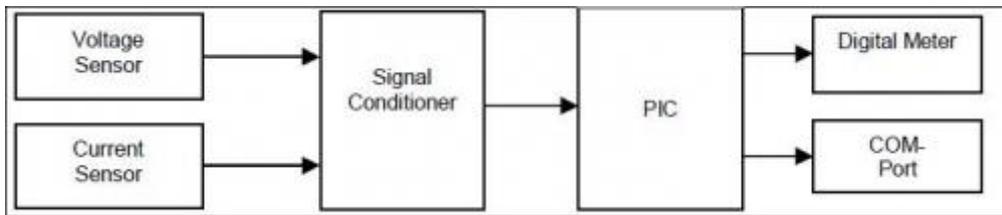
KWh meter merupakan alat esensial yang digunakan untuk pengukuran konsumsi energi. Alat ini dapat menyediakan penunjukkan besar pembayaran konsumsi energi secara sistematis dengan cara menunjukkan besar energi yang dipakai oleh pelanggan baik rumah tangga, bisnis, maupun alat-alat listrik lainnya.

B. KWh Meter Digital

Komponen utama :

- Board / IC
- Display
- Sensor tegangan dan arus
- Transformator tegangan dan arus
- Port I/O

Flow chart :



Pada EEM, ada dua sensor utama yang dipakai, yaitu sensor tegangan dan sensor arus. Sensor tegangan terbuat dari elemen penurun level tegangan dan rangkaian pembagi tegangan untuk mendeteksi tegangan fasa dan tegangan beban. Sensor kedua yaitu sensor arus, mendeteksi arus yang ditarik oleh beban pada setiap waktu. Sensor ini dibuat di sekeliling transformator arus dan divais aktif lainnya yang berfungsi untuk mengubah arus yang terdeteksi menjadi tegangan untuk diproses. Output dari kedua sensor ini kemudian diolah kedalam alat pengkondisian sinyal (atau tegangan) yang memastikan bahwa level sinyal atau tegangan sesuai dengan rangkaian kontrol (IC).

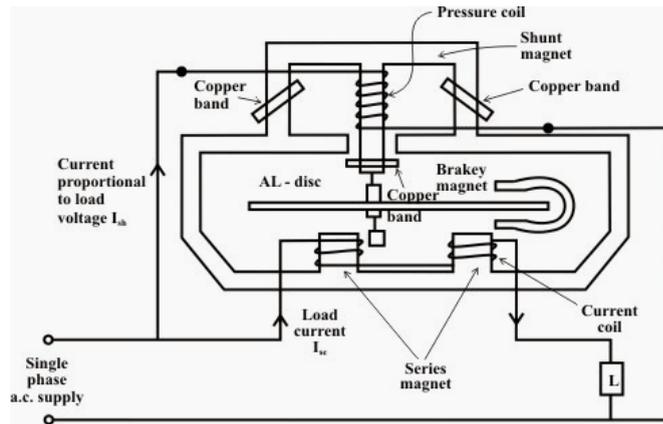
Jika daya diberikan langsung dalam bentuk angka, hasil tersebut didapatkan dari nilai dari pasangan sample V_{sample} dan I_{sample} yang diambil dalam jarak waktu tertentu. Penjumlahan dari sample ini dikalikan dengan interval waktu sampling merepresentasikan daya sesaat :

$$\int p(t)dt = \Delta t \sum V_{sample} . I_{sample}$$

C. kWh meter analog

Komponen utama :

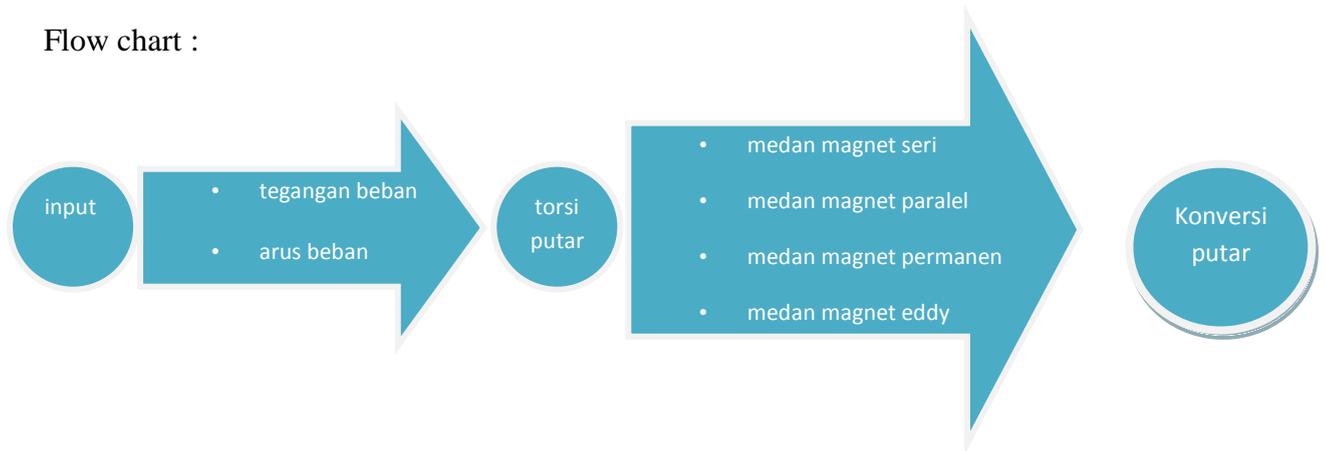
- Sistem pengarah kWh meter
- Sistem penggerak kWh meter
- Sistem pengerem kWh meter
- Sistem penghitung



Pada kWh meter analog 1 fasa, dengan mengasumsikan bahwa kondisi ideal dan pengaruh suhu diabaikan maka energi yang terbaca pada kWh meter dapat dimodelkan dalam persamaan matematis sebagai berikut

$$Energy = k \int \frac{\mu_0 N_{cc} I_{r_{cc}}^2}{(x_{cc}^2 + r_{cc}^2)^{3/2}} r_{disk} \frac{1}{R_{Disk}} \frac{d}{dt} \iint \frac{N \left(\frac{V}{R_{Coil}} \right) r_{vc}^2}{(x^2 + r_{vc}^2)^{3/2}} dA dt$$

Flow chart :

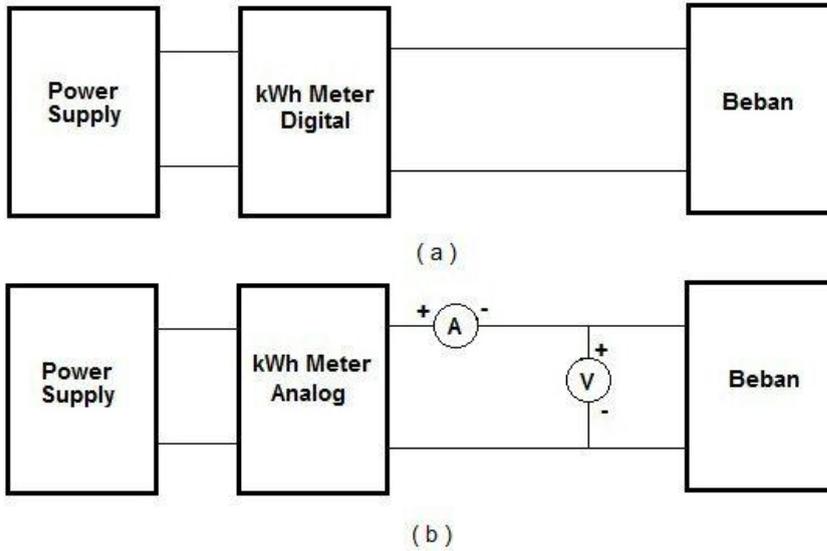


III. PERALATAN PRAKTIKUM

1. kWh meter analog
2. kWh meter digital
3. kabel

4. lampu pijar
5. fitting lampu

IV. RANGKAIAN PERCOBAAN



V. PROSEDUR PERCOBAAN

A. KWH METER ANALOG

- a. Rangkai rangkaian sesuai dengan gambar percobaan.
- b. Catat nilai awal yang berada pada kWh meter.
- c. Tunggu sampai dengan interval waktu yang diberikan.
- d. Lihat dan catat nilai akhir pada kWh meter.

B. KWH METER DIGITAL

- a. Lakukan prosedur percobaan seperti kWh meter analog

VI. TUGAS DAN PERTANYAAN

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan kWh meter!
2. Jelaskan cara kerja kWh meter!
3. Sebutkan kelebihan serta kekurangan dari kWh meter digital dan kWh meter analog!
4. Apa akibatnya jika kWh meter analog maupun digital pada negara dengan frekuensi dasar 50 Hz dipakai di negara dengan frekuensi dasar 60 Hz ? Begitu pula sebaliknya, jelaskan!