

PENGUKURAN LISTRIK



Ir. Antonius Ibi Weking, MT

**Jurusan Teknik Elektro – FT
Universitas Udayana**

TUJUAN :

Teori : Mahasiswa memahami berbagai macam alat ukur listrik dan kesalahannya, kalibrasinya, serta memahami penggunaan alat ukur listrik, metode pengukuran.

Praktikum :

Mahasiswa mampu melakukan pengukuran listrik menggunakan alat ukur listrik dengan teknik/metode pengukuran yang benar serta mampu mencari kesalahan alat ukur dan pengukuran.

POKOK MATERI :

Sistem pengukuran, karakteristik peralatan dan metode pengukuran, klasifikasi alat-alat ukur listrik dan penggunaannya, kesalahan dalam pengukuran, metode pembandingan, dan kalibrasi alat ukur. Pengukuran besaran listrik : arus, tegangan, resistansi, kapasitansi, induktansi, daya nyata, daya reaktif, faktor daya. Transformator ukur (transformator arus dan transformator tegangan). Cara kerja dan penggunaan oscilloscope (CRO), spectrum analyzer.

KEPUSTAKAAN :

A.K Sawhney, A.K, (1990). Electrical dan Electronic Measurement and Instrumentation, Dampat Rai & Sons, New Delhi.

Sapiie Soedjana, (1976). Pengukuran dan Alat-Alat Ukur Listrik, Jakarta, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

D. Cooper, William, (1985). Electronic instrumentation and Measurement Technique, Prentice Hall, 1978.

Diktat Kuliah.

Kasifikasi Alat ukur

- Alat ukur kumparan putar
- Alat ukur besi putar
- Alat ukur elektrodinamis
- Alat ukur elektrostatik

Kesalahan-kesalahan dalam pengukuran

- Relative error
- Systematic error
- Perhitungan maksimum systematic error

Tahanan dan pengukurannya

- Nilai tahanan dan pengaruh suhu
- Pengukuran tahanan
- Pengukuran tahanan isolasi (tahanan tinggi)
- Mengukur tahanan pentanahan

Potensiometer (pembanding)

- Pengukuran tahanan dengan potensiometer
- Pengukuran tegangan dengan potensiometer

Penggunaan Ampere-meter, Volt-meter dan Ohm-meter

- Ampere-meter
- Memperbesar batas ukur/range ampere-meter
- Volt-meter
- Memperbesar batas ukur/range volt-meter
- Ohmeter

Pengukuran Kapasitor dan Induktor

- Kapasitor
- Induktor

Pengukuran Daya

- Pengukuran daya arus searah (DC)
- Pengukuran daya arus bolak-balik(AC) sistem 3 phasa

Pengukuran Daya Reaktif

- Sistem 1 phasa
- Sistem 3 phasa

Oscilloscope

Grounding tester

Merger

SATUAN DAN STANDARD

Satuan menunjukkan besaran apa yang akan diukur

Sistem satuan standard :

1. Sistem CGS (Centimeter, Gram, Second)
2. Sistem MKS (Meter, Kilogram, Second)

Satuan-satuan :

Arus Listrik (I) = Ampere (A)

Tegangan (V) = Volt (V)

Tahanan (R) = Ohm (Ω)

Daya (P) = Watt (W)

Induktansi (L) = Henry (H)

Kapasitansi (C) = Farad (F)

Muatan Listrik (Q) = Coulomb (C)

Penurunan dari satuan-satuan :

1. Picco (p) = 10^{-12}
2. Nano (n) = 10^{-9}
3. Micro (μ) = 10^{-6}
4. Milli (m) = 10^{-3}
5. Centi (c) = 10^{-2}
6. Deci (d) = 10^{-1}
7. Deca (da) = 10^1
8. Hecto (h) = 10^2
9. Kilo (k) = 10^3
10. Mega (M) = 10^6
11. Giga (G) = 10^9
12. Tera (T) = 10^{12}

KLASIFIKASI ALAT UKUR

Menurut Prinsip Kerja dan Konstruksi

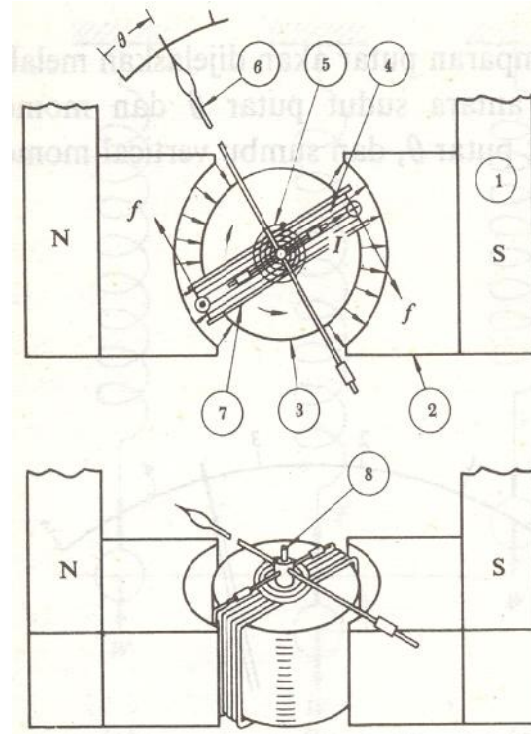
1. Alat ukur kumparan putar
2. Alat ukur besi putar
3. Alat ukur elektrodinamis
4. Alat ukur elektrostatis
5. Alat ukur induksi

A. ALAT UKUR KUMPARAN PUTAR

Adalah alat ukur yang bekerja dengan prinsip listrik ditempatkan dalam medan listrik permanen

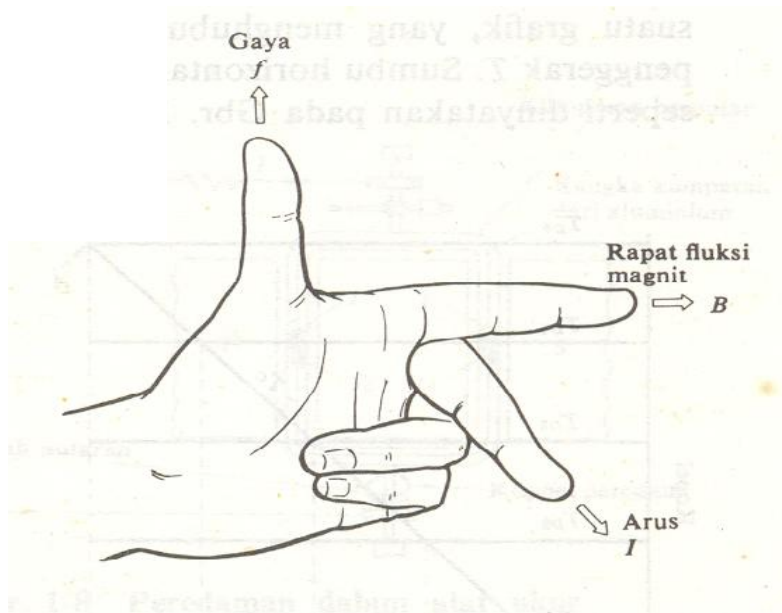
Prinsip Kerja :

Kumparan bergerak dalam medan magnet permanen, selinder inti besi terletak diantara kedua kutub magnet. Jika ada arus searah yang mengalir melalui kumparan tsb, maka gaya elektromagnetis yang mempunyai arah tertentu akan dikenakan pada kumparan putar.



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

Prinsip Kerja Alat Ukur Jenis Kumparan Putar



Arah Gaya berdasarkan hukum tangan kiri dari Fleming

$$\text{Gaya } f = nabi$$

$$\text{Kopel } Td = Bnabi$$

dimana :

n = jumlah lilitan

a = panjang kumparan

B = besar medan magnet dalam celah udara

I = kuat arus

b = lebar kumparan

Pegas dipasang pada gambar didepan untuk mendapatkan simpangan jarus yang sesuai dengan harga dari besaran arus yang diukur, sehingga :

Momen lawan : $Tc =$

= konstanta pegas

= sudut simpangan

Dalam keadaan seimbang :

$$Td = Tc$$

$$Bnabi =$$

$$= Bnabi /$$

$Bnabi /$ adalah konstanta alat ukur

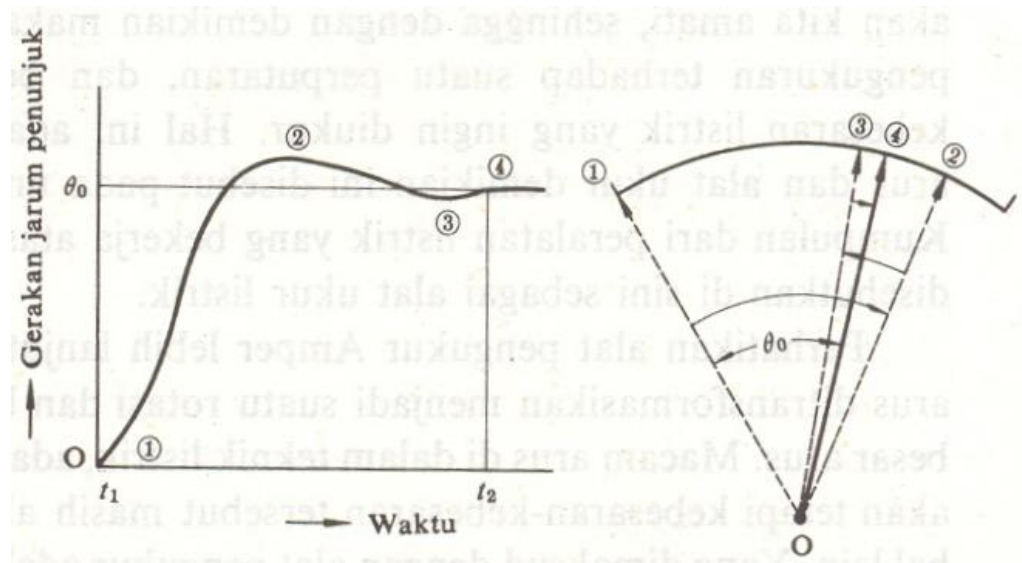
Dari gerakan osilasi jarum penunjuk, maka diperlukan redaman dengan cara :

1. Rem udara dengan penghisap tabung.
2. Rem arus putar dengan keping dan magnet permanen.
3. Memasang rangka pada kumparan putar dengan kerangka aluminium.

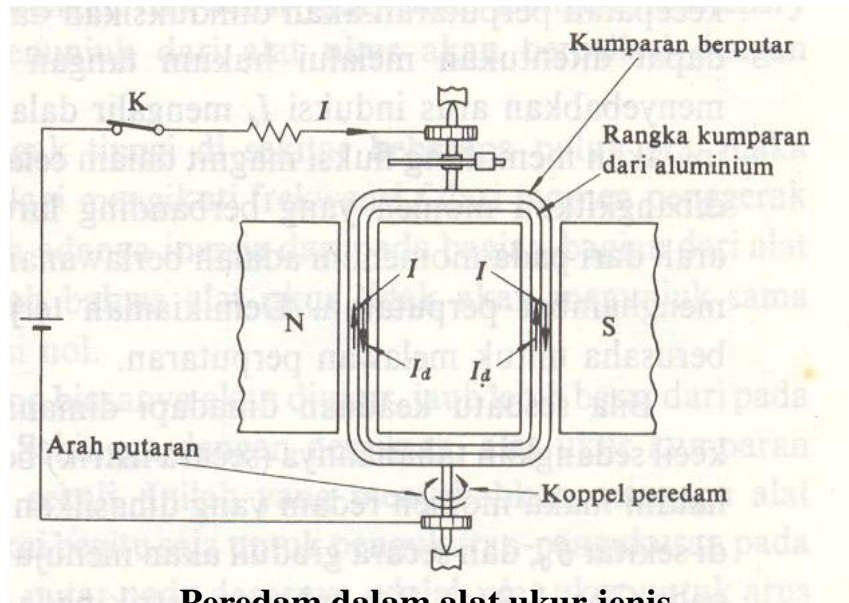
Kerangka aluminium akan timbul arus induksi yang arahnya melawan dari arah putaran kumparan putar sehingga menghambat perputaran.

Penggunaan alat ukur ini dalam pengukuran arus searah sebagai ampere-meter, ohm-meter, volt-meter dan multi-meter.

Penggunaan pada pengukuran arus bolak-balik diperlukan suatu penyearah (rectifier) sebelum diukur.



Gerakan Jarum Penunjuk



Peredam dalam alat ukur jenis kumparan putar

B. ALAT UKUR BESI PUTAR

Ada 2 Type :

1. Jenis Tolak (*repulsion type*)
2. Jenis Tarik Menarik (*attraction type*)

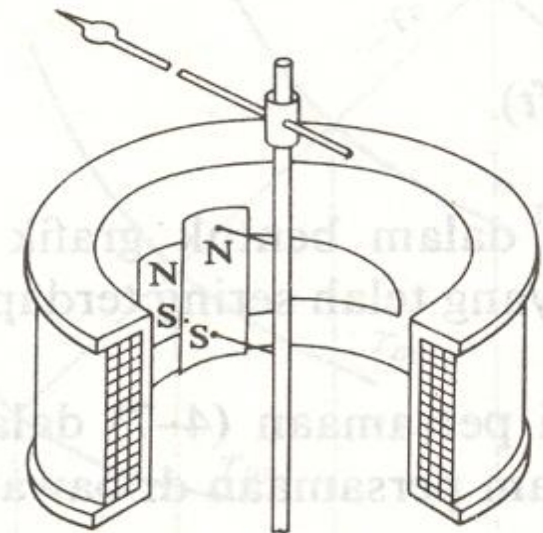
Konstruksi :

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

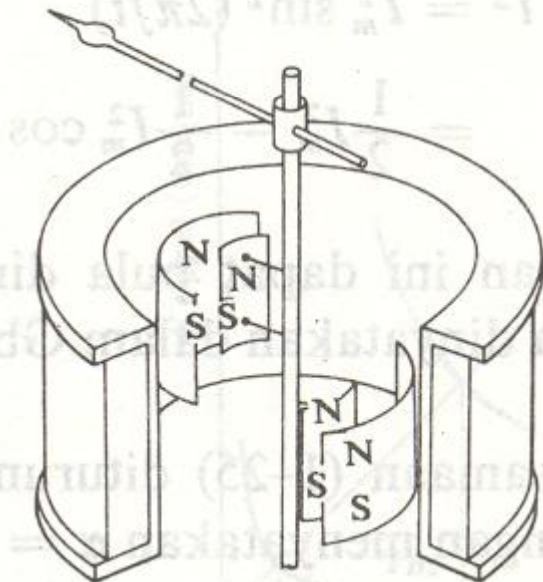
Prinsip Kerja :

Arus mengalir, timbul medan elektromagnetis yang memagnetisasi besi lunak. Arah kedua kutub lunak akan sama, yang mengakibatkan saling tolak menolak sehingga terjadi pergeseran jarum penunjuk.

Karena kedua besi lunak tersebut mempunyai arah kutub yang sama maka alat ukur ini dapat digunakan untuk mengukur besaran arus searah dan bolak-balik



Jenis tolak (repulsion type)



Jenis gabungan tarik dan tolak (combined attraction and repulsion type)

C. ALAT UKUR ELEKTRODINAMIS

Konstruksi :

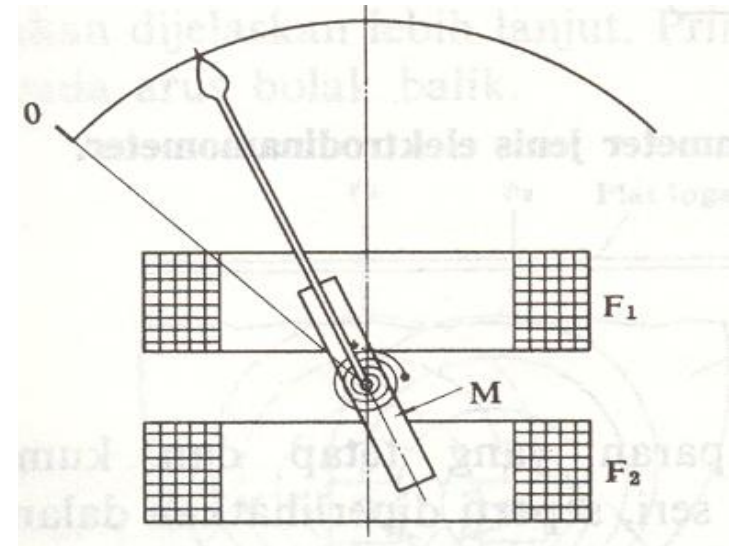
Terdiri dari kumparan putar dan kumparan tetap.

Prinsip Kerja :

Bila ada arus yang mengalir melalui kumparan putar dan kumparan tetap, maka akan terjadi interaksi antara medan magnet dan arus yang menyebabkan terjadinya momen putar pada kumparan tersebut sehingga jarum memberikan simpanan.

Pegas spiral berguna untuk memberikan momen lawan sehingga penunjukkan jarum sesuai dengan besaran arus yang diukur.

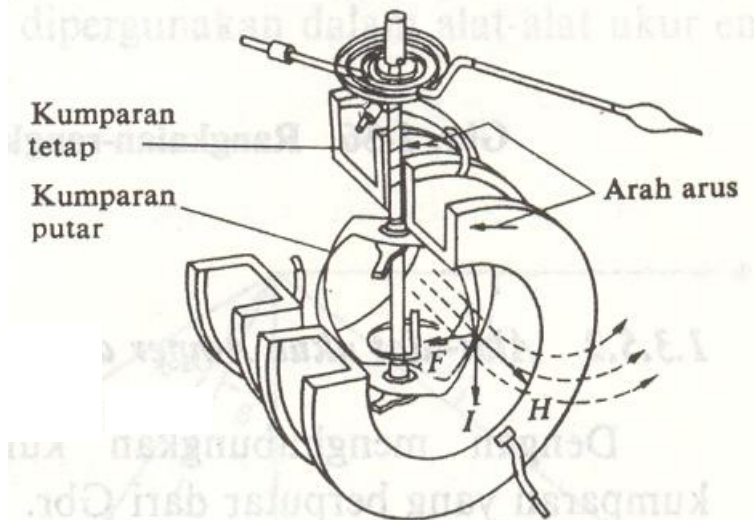
Alat ukur ini bisa digunakan untuk mengukur arus searah dan arus bolak balik, tetapi jarang digunakan karena pemakaian dayanya cukup tinggi. Pemakaian yang lain yang banyak dijumpai adalah dalam pengukuran daya sebagai Watt-meter.



F : Arah dari gaya

I : Arah dari arus

H : Arah dari fluksi magnet



Alat Ukur Elektrodinamis

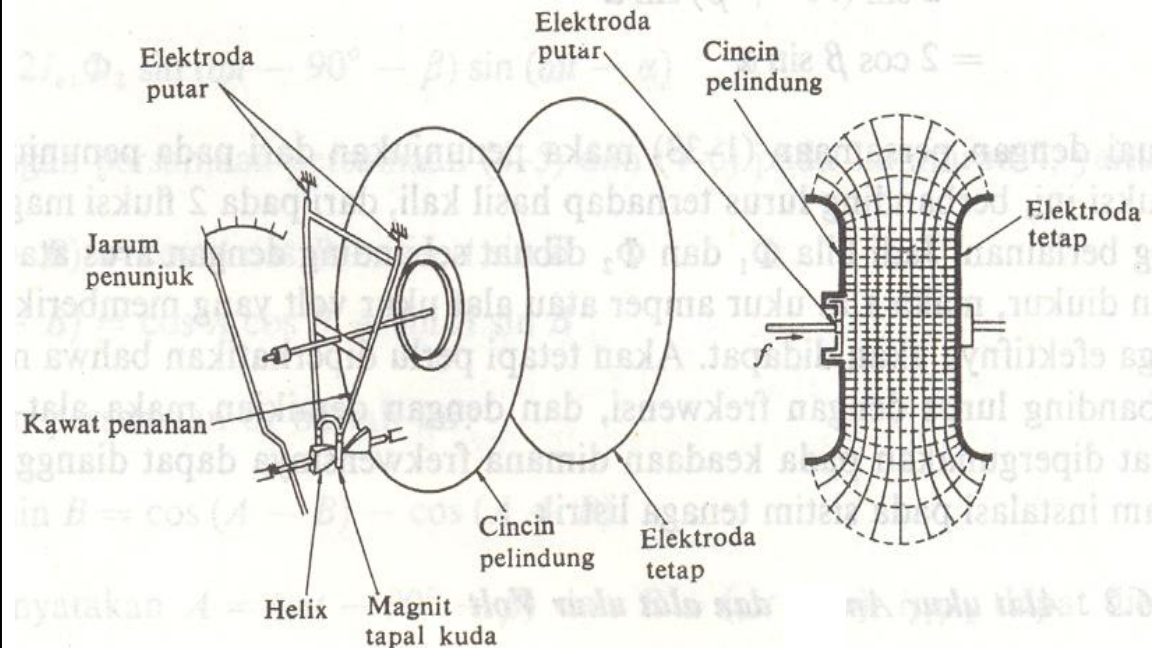
C. ALAT UKUR ELEKTROSTATIS

Konstruksi :

Terdiri dari elektroda tetap, elektroda putar, cincin pelindung

Prinsip Kerja :

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



Alat Ukur Elektro Statis

C. ALAT UKUR INDUKSI

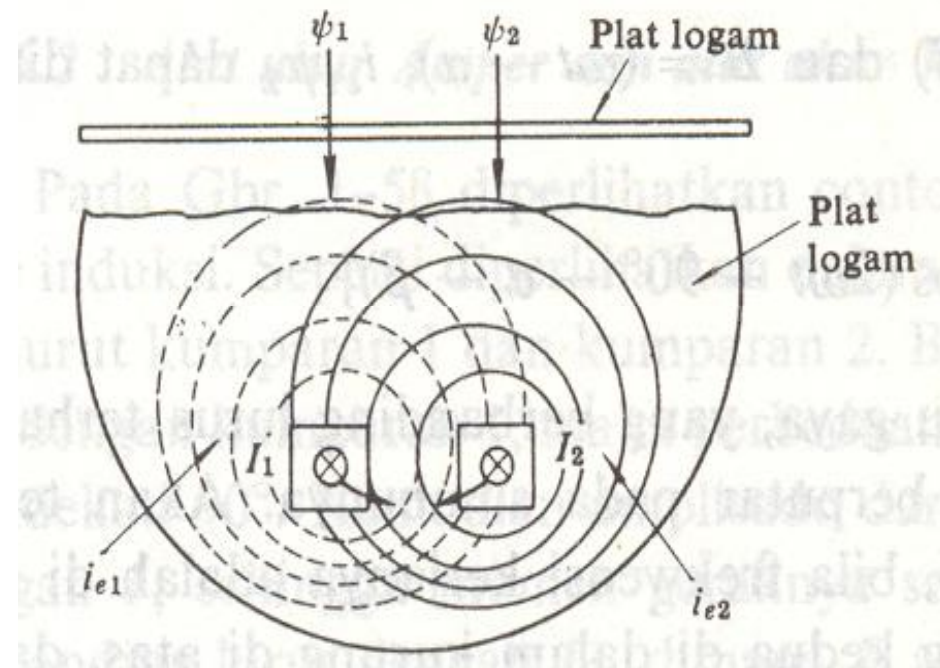
Konstruksi :

Terdiri dari piringan logam yang dapat berputar pada porosnya dan dua buah kumparan tetap.

Prinsip Kerja :

Bila kumparan dilalui arus, timbul medan magnet yang akan menginduksi piringan logam sehingga menimbulkan momen putar.

Penggunaan alat ini sebagai pengukur tegangan, arus dan daya



Alat Ukur Induksi