

Pengukuran Listrik

II. Kesalahan dlm Pengukuran



Anhar, ST. MT.
Lab. Jaringan Komputer

Outline

- Konsep pengukuran
- Kesalahan Pengukuran
- Istilah Teknik Pengukuran
- Analisis statistik

Konsep Pengukuran

- Menentukan nilai kuantitatif atau besar fisis suatu variabel
- Menggunakan instrumen
- Instrumen elektronik

3

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Kesalahan Pengukuran

- Penyimpangan variabel yg diukur dr harga (nilai) sebenarnya.
- Jenis-jenis kesalahan pengukuran :
 - Kesalahan-kesalahan umum
 - Kesalahan-kesalahan sistematis
 - Kesalahan lingkungan
 - Kesalahan-kesalahan yg tak disengaja

4

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Kesalahan Umum

- Disebabkan kesalahan manusia
- Kesalahan pembacaan alat ukur
- Penyetelan yg tdk tepat
- Kesalahan penaksiran
- Pemakaian instrumen yg tdk sesuai

5

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Kesalahan Umum (2)

- Contoh :
 sebuah voltmeter dng kepekaan 1000 ohm/volt membaca 100 v pd skala 150V bila dihubungkan di antara ujung2 sebuah tahanan yg besarnya tdk diketahui. Tahanan ini dihubungkan secara seri dng sebuah miliampermeter.
 Bila miliamper membaca 5 mA, tentukan :
 - a) tahanan yg terbaca
 - b) nilai tahanan aktual dr alat ukur
 - c) kesalahan krn efek pembebanan voltmeter

6

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Kesalahan Umum (3)

- Penyelesaian :

a) tahanan total rangkaian :

$$R = V/I = 100V / 5mA = 20 \text{ Kohm}$$

b) tahanan voltmeter :

$$R_v = 1000 \Omega/V \times 150V = 150 \text{ kohm}$$

Krn voltmeter tsb paralel dng tahanan yg tdk diketahui, maka :

$$R_x = R_x R_v / (R_v + R) = (20 \times 150) / 170 = \dots\dots$$

c) Persentase kesalahan :

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{\text{aktual} - \text{terbaca}}{\text{aktual}} \times 100\% = \frac{\dots - 20}{\dots} \times 100\% = \dots\% \dots\dots$$

7

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Kesalahan sistematis

- Disebabkan keausan komponen mekanik dr alat ukur.
- Kerusakan komponen.
- Diatasi dng :
 - Perawatan dan pemeliharaan
 - Kalibrasi alat
 - Gunakan sesuai prosedur

8

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Kesalahan lingkungan

- Pengaruh lingkungan sekitar.
- Suhu, interferensi dll.

9

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Kesalahan Acak

- Kesalahan yg tdk diketahui penyebabnya
- Bisa dihindari dng menambah jumlah pembacaan dan melakukan analisa statistik.

1
0

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Ketelitian/Akurasi

- Harga terdekat dng mana suatu pembacaan instrumen mendekati harga sebenarnya dr variabel yg diukur (tingkat kesesuaian/dekatnya suatu hasil pengukuran dng harga sebenarnya)
- Contoh :
 - Kelas 0,05 (akurasi 0,05%) sangat baik
 - Kelas 1 (akurasi 1%) utk keperluan trouble shooting
- Contoh :
Jika tegangan 10V terbaca pada voltmeter kelas 0,5 dng menggunakan range 20V dan 30V. Tentukan range mana yg menghasilkan kesalahan pengukuran terkecil.
- Jawab : $\Delta V = akurasi \times range$

$$= 0,5\% \times 20V = 0,1V$$
 Maka , $10V \pm 0,1V$

11

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Ketepatan/presisi :

- Suatu ukuran kemampuan utk mendptkan hasil pengukuran yg serupa (tingkat kesamaan didlm sekelompok pengukuran)
- Misal : hasil pengukuran nya adlh 43,0 ; 42,9 : 43,1 :
maka dpt dikatakan kepresisian hasil pengukurannya dlh 0,1V.

12

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Resolusi/ketajaman

- Perubahan terkecil yg masih dpt diobservasi oleh instrumen ukur.

13

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Angka-angka Yg Berarti

- Indikasi bagi ketetapan pengukuran diperoleh dr banyaknya angka-angka yang berarti
- Makin banyak angka2 yg berarti, ketepatan pengukuran menjadi lebih besar
- Contoh :
 - Bila $R=68 \Omega$, artinya : tahanan tsb akan lebih mendekati 68Ω daripada $67/69\Omega$.
 - Bila $R=68,0\Omega$, artinya : tahanan tsb akan lebih mendekati $68,0\Omega$ daripada $67,9\Omega$ atau $69,1\Omega$.
 - Pd 68Ω terdpt 2 angka yg berarti, sedangkan pd $68,0\Omega$ terdpt 3 angka yg berarti.
 - Tahanan $68,0\Omega$ memiliki angka yg berarti lebih banyak, mempunyai ketepatan yg lebih tinggi drpd 68Ω

1
4

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

II.1 Angka-angka Yg Berarti (2)

- Contoh lain :

Sebuah voltmeter dibaca 117,1 volt, maka ini menunjukkan bhw penafsiran yg paling baik menurut pengamat lebih mendekati 117,1 drpd 117,0 atau 117,2 volt.

Atau dng menggunakan rangkuman kesalahan yg mungkin. Dng cara ini, tegangan dpt dituliskan dng $117,1 \pm 0,05$ volt. Yg menunjukkan teg terletak antara 117,05 hingg 117,15 volt.

1
5

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

II.1 Angka-angka Yg Berarti (3)

- Contoh 1 :

satu rentetan pengukuran tegangan yg tdk saling bergantung dilakukan oleh empat pengamat yg menghasilkan : 117,02V; 117,11V; 117,08V; dan 117,03V.

Tentukan :

- Tegangan rata-rata
- Rangkuman kesalahan

1
6

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

II.1 Angka-angka Yg Berarti (4)

Penyelesaian 1 :

$$\begin{aligned} \text{a) } E_{\text{rata-rata}} &= \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4}{N} \\ &= \frac{117,02 + 117,11 + 117,08 + 117,03}{4} = 117,06 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } \text{Rangkuman} &= E_{\text{maks}} - E_{\text{rata-rata}} = 117,11 - 117,06 = 0,05 \text{ V} \\ &\text{Erata-rata} - E_{\text{minim}} = 117,06 - 117,02 = 0,04 \text{ V} \end{aligned}$$

Maka rangkuman kesalahan rata-rata menjadi :

$$\frac{0,05 + 0,04}{2} = \pm 0,045 = 0,05 \text{ volt}$$

Angka-angka Yg Berarti (5)

• Contoh 2 :

dua buah tahanan R1 dan R2 dihubungkan secara berderet. Pengukuran masing-masing dng menggunakan jembatan wheatstone menghasilkan : R1 = 18,7 ohm dan R2 = 3,624 ohm. Tentukan tahanan total sampai beberapa angka yg berarti.

II.1 Angka-angka Yg Berarti (6)

- Penyelesaian 1 :

$$R1 = 18,7 \text{ ohm (tiga angka yg berarti)}$$

$$R2 = 3,624 \text{ ohm (empat angka yg berarti)}$$

$$R_{\text{tot}} = R1 + R2 = 22,324\Omega \text{ (empat angka yg berarti)} = 22,3 \text{ ohm}$$

1
9

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

II.1 Angka-angka Yg Berarti (7)

- Contoh 3 :

Jumlahkan 826 ± 5 terhadap 628 ± 3

Penyelesaian :

$$N1 = 826 \pm 5$$

$$N2 = 628 \pm 3$$

$$\text{Hasil penjumlahan} = 1,454 \pm 8 (=0,55\%)$$

2
0

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

II.3 Analisa Statistik

- Nilai rata-rata(mean) >> akurasi
- Penyimpangan/deviasi thdp nilai rata-rata
- Penyimpangan rata-rata
- Deviasi standar

2
1

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Nilai rata2 & Penyimpangan thdp nilai rata2

- Nilai rata-rata

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x}{n}$$

- Penyimpangan thdp nilai rata-rata

$$d_1 = x_1 - \bar{x}, \quad d_n = x_n - \bar{x}$$

2
2

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Penyimpangan rata2 & Deviasi Standar

- Penyimpangan rata-rata

$$D = \frac{|d_1| + |d_2| + \dots + |d_n|}{n} = \frac{\sum |d|}{n}$$

- Deviasi standar

$$\sigma = \sqrt{\frac{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum d_t^2}{n}}$$

Bila n terbatas :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d_t^2}{n-1}}$$

²
₃

Digunakan utk kepresisian

Pengukuran Listrik

Kesalahan yg mungkin dan kesalahan batas

- Besarnya kesalahan yang mungkin :
 - $R = \pm 0.6745\sigma$
- Kesalahan Batas >> kesalahan maks dr suatu alat yg dijamin oleh pembuat.
 - Misal : $500\Omega \pm 10\%$, maka nilai tahanannya berada di 450 ohm dan 550 ohm
 - Bila skala voltmeter 0-150V, dijamin sampai 1% skala penuh. Bila teg terukur 85V, maka kesalahan batasnya :

$$0.01 \times 150V = 1.5V$$

$$\frac{1.5}{85} \times 100\% = 1.81\%$$

²
₄

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Latihan

1. Untuk menentukan penurunan tegangan, arus sebesar 3.18A dialirkan melalui sebuah tahanan 35.68 ohm. Tentukan penurunan teg pd tahanan tsb sampai angka2 yg berarti.
2. Kurangkan 628 ± 3 dan 826 ± 5 dan nyatakan dlm rangkaian keragu-raguan dalam persen.
3. Satu rentetan pengukuran arus yg tdk saling bergantung dilakukan oleh enam pengamat dan menghasilkan 12.8mA; 12.2mA; 12.5mA; 13.1mA. Tentukan nilai rata-rata dan deviasi standarnya.

2
5

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Latihan ...

4. Sebuah voltmeter yg kepekaannya 10 ohm/volt membaca 75V pd skala 100V bila dihubungkan ke sebuah tahanan yg tdk diketahui. Bila arus melalui tahanan 1.5 mA, hitunglah, (a) tahanan aktual dr tahanan yg tdk diketahui (b) persentase kesalahan krn efek pembebanan voltmeter.
5. Arus melalui tahanan 100 ± 0.2 ohm adalah 2.00 ± 0.01 A. Dng menggunakan pers. $P=I^2.R$, tentukanlah kesalahan batas utk disipasi daya.

2
6

Anhar, ST.MT.

Pengukuran Listrik

Latihan...

6. Dua buah tahanan mempunyai nilai $36\Omega \pm 5\%$ dan $75\Omega \pm 5\%$. Tentukan (a) besarnya kesalahan dlm masing2 tahanan, (b) kesalahan batas dlm ohm dan persen bila kedua tahanan dihub secara seri, (c) kesalahan batas dlm ohm dan persen bila kedua tahanan dihub secara paralel.