

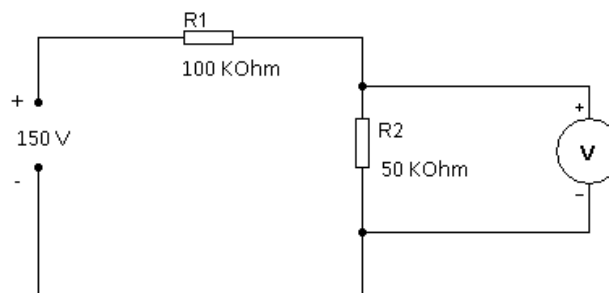
## EFEK PEMBEBANAN (*LOADING EFFECT*)

---

Sensitivitas voltmeter DC merupakan faktor penting dalam pemilihan sebuah alat ukur untuk pengukuran tegangan tertentu. Sebuah voltmeter dengan sensitivitas rendah dapat memberikan pembacaan yang tepat sewaktu mengukur tegangan dalam rangkaian – rangkaian tahanan rendah, tetapi ketika mengukur tegangan dalam rangkaian-rangkaian tahanan tinggi maka pembacaan masih diragukan.

Apabila sebuah voltmeter dihubungkan antara dua titik di dalam sebuah rangkaian tahanan tinggi maka voltmeter bertindak sebagai *shunt* bagi bagian rangkaian sehingga memperkecil tahanan ekuivalen dalam bagian rangkaian tersebut. Voltmeter akan menghasilkan penunjukan tegangan yang lebih rendah dari yang sebenarnya sebelum dihubungkan. Efek ini disebut dengan efek pembebanan yang disebabkan oleh instrumen-instrumen dengan sensitivitas rendah.

Contoh 1 efek pembebanan dapat ditunjukkan pada rangkaian berikut:



Gambar 1. Efek Pembebanan Voltmeter

Pengukuran tegangan antara ujung-ujung tahanan 50 kΩ pada gambar 1. Untuk pengukuran ini tersedia dua voltmeter. Voltmeter 1 dengan sensitivitas 1000 Ω/V dan voltmeter 2 dengan sensitivitas 20000 Ω/V. Kedua voltmeter dipakai pada tegangan 150 V. Tentukan a) pembacaan tiap voltmeter; b) kesalahan dalam tiap pembacaan (%)

Jawaban:

$$\begin{aligned} \text{Besar tegangan pada tahanan } 50 \text{ k}\Omega &= \frac{50 \text{ k}\Omega}{150 \text{ k}\Omega} \times 150 \text{ V} \\ &= 50 \text{ V} \end{aligned}$$

Jadi 50 V adalah nilai tegangan sebenarnya pada tahanan 50 kΩ

a. Pembacaan tiap voltmeter:

Voltmeter 1:

Voltmeter 1 (sensitivitas 1000  $\Omega/V$ ) memiliki tahanan 50 V x 1000  $\Omega/V$  = 50 k $\Omega$  pada tegangan 50 V.

Menghubungkan voltmeter antara tahanan 50 k $\Omega$  menyebabkan penambahan tahanan paralel ekuivalen menjadi 25 k $\Omega$  dan tahanan total rangkaian menjadi 125 k $\Omega$ .

Beda potensial pada gabungan voltmeter dan tahanan 50 k $\Omega$  menghasilkan penunjukan voltmeter sebesar:

$$V1 = \frac{25 \text{ k}\Omega}{125 \text{ k}\Omega} \times 150 \text{ V} \\ = 30 \text{ V}$$

Voltmeter 2:

Voltmeter 2 (sensitivitas 20 k $\Omega/V$ ) memiliki tahanan 50 V x 20 k $\Omega/V$  = 1M $\Omega$  pada tegangan 50 V.

Bila voltmeter dihubungkan ke tahanan 50 k $\Omega$ , maka tahanan ekuivalen paralel menjadi 47,6 k $\Omega$  dan tahanan total rangkaian menjadi 147,6 k $\Omega$ .

Beda potensial pada gabungan voltmeter dan tahanan 50 k $\Omega$  menghasilkan penunjukan voltmeter sebesar:

$$V2 = \frac{47,6 \text{ k}\Omega}{147,6 \text{ k}\Omega} \times 150 \text{ V} \\ = 48,36 \text{ V}$$

b. Kesalahan pembacaan voltmeter:

$$\% \text{ kesalahan voltmeter 1} = \frac{\text{tegangan sebenarnya} - \text{tegangan yang dikur}}{\text{tegangan sebenarnya}} \times 100\% \\ = \frac{50 \text{ V} - 30 \text{ V}}{50 \text{ V}} \times 100\% \\ = 40\%$$

$$\% \text{ kesalahan voltmeter 2} = \frac{50 \text{ V} - 48,36 \text{ V}}{50 \text{ V}} \times 100\% \\ = 3,28\%$$

Perhitungan pada contoh 1 menunjukkan bahwa voltmeter dengan sensitivitas atau nilai ohm/V yang lebih tinggi memberikan hasil perhitungan yang lebih akurat (memiliki persentase kesalahan kecil).

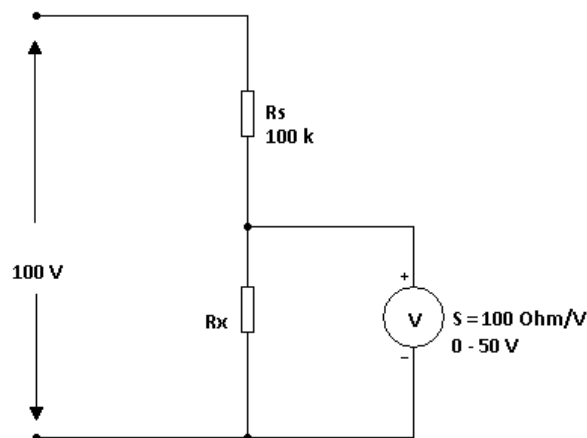
Faktor sensitivitas sangat penting dicantumkan untuk pengukuran tegangan dalam rangkaian bertahanan tinggi.

Saat melakukan pengukuran perlu diperhatikan instrumen yang sesuai, handal (*reliable*), dan cukup sensitif sehingga tidak mengganggu yang diukur. Kegagalan pengukuran bukan terletak pada instrumen yang ketelitiannya tinggi melainkan pada pemakai yang tidak menggunakan/ memilih instrumen dengan tepat. Pemakai yang berpengalaman dapat menentukan tegangan sebenarnya dengan menggunakan voltmeter yang tidak sensitif tetapi teliti.

Oleh karena itu ketelitian (*accuracy*) selalu diperlukan dalam penggunaan instrumen, sensitivitas hanya diperlukan dalam pemakaian khusus dimana pembebanan mengganggu yang akan diukur.

Berikut akan diberikan contoh penggunaan instrumen yang tidak sensitif tetapi teliti dalam melakukan pengukuran.

Contoh 2. Satu-satunya voltmeter yang tersedia di seluruh laboratorium memiliki sensitivitas 100 Ω/V dan tiga skala 50 V, 150 V, dan 300 V. Bila dihubungkan ke rangkaian di bawah, voltmeter membaca 4,65 V pada skala terendahnya (50 V). Tentukan nilai Rx.



Gambar 2. Pemakaian sebuah voltmeter akurat tetapi tidak sensitif untuk menentukan tahanan Rx.

Jawaban:

Tahanan ekuivalen voltmeter pada skala 50 V =

$$\begin{aligned} R_v &= 100 \text{ } \Omega/\text{V} \times 50 \text{ V} \\ &= 5 \text{ k } \Omega \end{aligned}$$

Tahanan paralel Rx dan Rv (Rp)

$$\begin{aligned} R_p &= \frac{V_p}{V_s} \times R_s \\ &= \frac{4,65}{95,35} \times 100 \text{ k } \Omega \\ &= 4,878 \text{ k } \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_x &= \frac{R_p \times R_v}{R_v - R_p} \\ &= \frac{4,878 \times 5}{5 - 4,878} \end{aligned}$$

= 200 k  $\Omega$

Contoh 2 di atas menunjukkan bahwa bila pemakai sadar akan kekurangan-kekurangan instrumennya, pemakai masih dapat membuat toleransi dengan syarat bahwa voltmeter tersebut teliti.

Tindakan pencegahan yang umum bila menggunakan sebuah voltmeter :

- a. Periksa polaritas dengan benar. Polaritas yang salah (terbalik) akan mengakibatkan voltmeter menyimpang kesumbat mekanis dan dapat merusak jarum.
- b. Hubungkan voltmeter paralel terhadap rangkaian atau komponen yang akan diukur tegangannya.
- c. Bila menggunakan voltmeter rangkuman ganda, gunakan selalu rangkuman tertinggi dan kemudian turunkan sampai diperoleh pembacaan naik yang baik.
- d. Selalu hati-hati terhadap efek pembebanan. Efek ini dapat diperkecil dengan menggunakan rangkuman setinggi mungkin (dan sensitivitas paling tinggi). Ketepatan pengukuran berkurang bila penunjukan berada pada skala yang lebih rendah.

(William D. Cooper, 1985: 69 – 72)

Sumber :

William D. Cooper. 1985. Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran. Jakarta: Erlangga.