Prinsip dari jembatan wheatstone, Contoh dari jembatan wheatstone

Dr Ir Dina Maizana MT

maizanadina@gmail.com

Mari kita berdoa menurut agama dan kepercayaan masing-masing sebelum kelas dimulai.

Doa dimulai…

Jadwal	Kandungan	Jam
Minggu-1	Pendahuluan, penyampaian kontrak kuliah, Konsep-konsep pengukuran, Kesalahan-kesalahan pembacaan alat ukur	
Minggu-2	Satuan pengukuran dan besaran standar listrik, Nilai dan fungsi satuan	
Minggu-3	Besaran listrik, Alat ukur dengan termokopel, besi putar, elektrodinamis, elektrostatis dan induksi.	
Minggu-4	Instrument penunjuk arus searah, Volt Ammeter DC, Prinsip kerja, Cara kerja, Penggunaan alat ukur DC	
Minggu-5	Instrument arus bolak-balik, Voltmeter elektrostatis, Prinsip Kerja,Cara kerja, Penggunaan alat ukur untuk AC	
Minggu-6	Pengukuran daya, Wattmeter, Pengukuran daya tanpa Wattmeter, Type alat pengukur daya	
Minggu-7	Penggunaan jembatan Wheatstone, Prinsip dari jembatan wheatstone, Contoh dari jembatan wheatstone	Selasa (9.40-12.10 wib) R. III.3
Minggu-8	UTS	Selasa (19.00-20.30 wib) R. A.II.6
Minggu-9	Pengukuran dengan alat ukur oscilloscope	
Minggu-10	Generator sinyal	
Minggu-11	Instrumentasi digital, Alat-alat ukur digital, Voltmeter digital, Frekuensi digital meter.	
Minggu-12	Trafo Instrumentasi, Trafo arus untuk alat ukur, Trafo tegangan alat ukur, Kwh meter.	
Minggu-13	Transduser	
Minggu-14	Konversi Data analog ke digital	
Minggu-15	Sistem data akusisi	
Minggu-16	UAS	

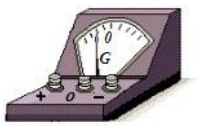
Rencangan Pembelajaran Semester (RPS) Sem. A ta 2019/20

CPMK

- Mahasiswa mampu menjelaskan Penggunaan jembatan Wheatstone, Prinsip dari jembatan wheatstone, Contoh dari jembatan wheatstone

Pengertian Jembatan Wheastone

- *Jembatan Wheatstone dipakai untuk memperoleh ketelitian dalam melaksanakan pengukuran terhadap suatu tahanan yang nilainya relative sangat kecil,*
- *Misalnya suatu kebocoran dari kabel tanah atau kortsluiting dan sebagainya.*
- *Rangkaian ini dibentuk oleh empat buah tahanan (R) yag merupakan segiempat A-B-C-D dalam hal rangkaian ini dihubungkan dengan sumber tegangan dan sebuah galvanometer nol (0).*
- *Kalau tahanan-tahanan itu diatur sedemikian rupa sehingga galvanometer itu tidak akan mengadakan suatu hubungan antara keempat tahanan tersebut*
- ditemukan pada tahun 1833 oleh Samuel Hunter Christie.

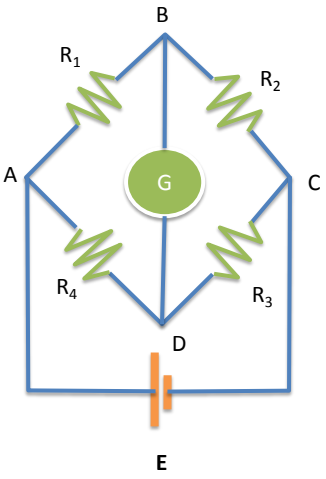


Galvanometer

Resistor

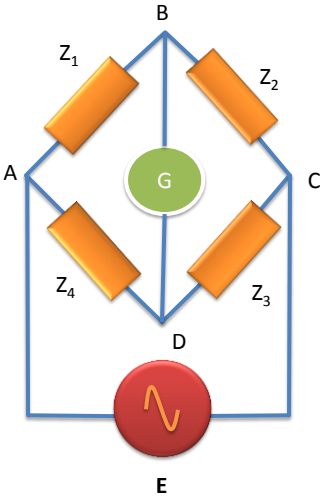
- Perlu diingat bahwa selain kabel, komponen listrik jembatan *Wheatstone* hanya *Galvanometer* (pendeteksi arus listrik) dan resistor atau bahan lain yang bersifat resistif contohnya kawat dsb.

Jembatan wheastone



- Untuk mengukur tahanan dari sumber DC.
- Syarat keadaan setimbang

Jembatan wheastone



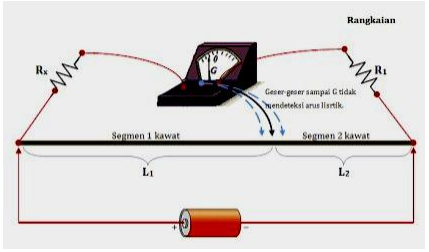
- Untuk mengukur induktasi dan kapasitansi dari sumber AC.
- Syarat keadaan setimbang

Jembatan wheaston

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

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_4}{Z_3}$$ Atau $$Z_1 Z_3 = Z_2 Z_4$$

$$\varphi_1 + \varphi_3 = \varphi_2 + \varphi_4$$ Kesetimbangan sudut fasa



Pada prakteknya, untuk mengukur resistansi pada suatu resistor yang tak diketahui, mengganti dua buah resistor dengan sebuah kawat.

Ingat $R = \rho \frac{L}{A}$

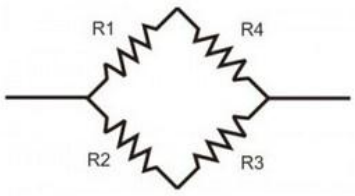
$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1}$$ atau $$R_x = \frac{R_{k2} R_1}{R_{k1}} = \frac{\frac{\rho L_2}{A}}{\frac{\rho L_1}{A}} R_1$$

$$R_x = \frac{L_2}{L_1} R_1$$

Dengan asumsi bahwa kawat yang dipakai ini berbahan dengan **ρ** dan luas penampang **A** yang seragam di sepanjang kawat.

Cara Menentukan Hambatan Pengganti

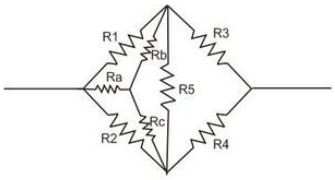
- ***1.*** *Apabila perkalian silang antara R1 dan R3 sama dengan R2 dan R4 maka R5 (hambatan yang ditengah) bisa diabaikan hingga hanya menjumlah secara seri kemudian dipararelkan.*
- Setelah hambatan tengah dianggap tidak ada, pakai prinsip seri-pararel untuk menmukan besarnya hambatan pengganti.



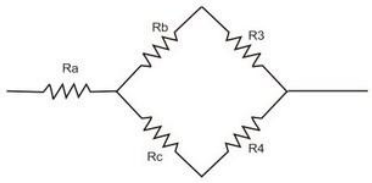
Hambatan di Tengah Ditiadakan

Cara Menentukan Hambatan Pengganti

- ***2.*** *Andai perkalian silang antar R1 dan R3 tak sama dengan perkalian antara R2 dan R4, maka hambatan itu wajib diganti dengan hambatan baru hingga susunan hambatannya menjadi seperti tampak pada gambar di sebelah ini.*
- Setelah hambatan tengah dianggap tidak ada, pakai prinsip seri-pararel untuk menmukan besarnya hambatan pengganti.



Cara Menentukan Hambatan Pengganti



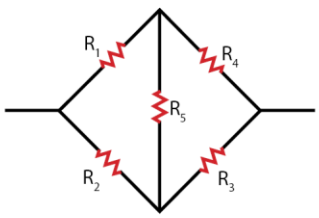
- **Keterangan**
  R1, R2, dan R5 masing-masing diganti dengan Ra, Rb, dan Rc. Hingga susunan menjadi

Rumus

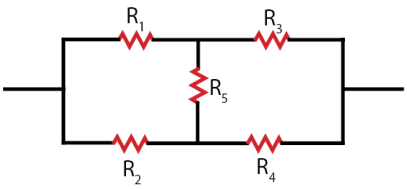
Ra = R1 . R2 / (R1 + R2 + R5)
Rb = R1 . R5 / (R1 + R2 + R5)
Rc = R2 . R5 / (R1 + R2 + R5)

Tiga Bentuk Susunan Rangkaian Hambatan Jembatan

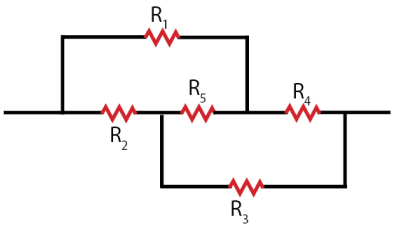
Bentuk I



Bentuk II

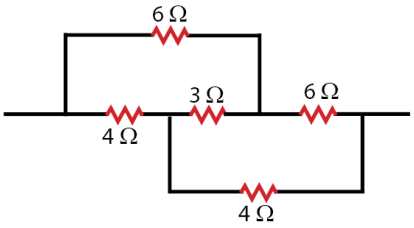


BENTUK III



Contoh Soal dan Pembahasan

Perhatikan gambar di bawah!



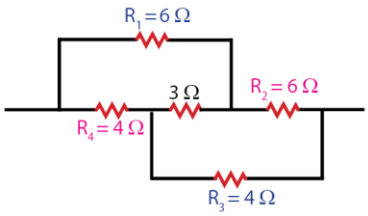
Pertanyaan

- Jika diketahui V yang mengalir dari ujung kiri ke ujung kanan adalah 48 volt. Kuat arus yang melalui rangkaian tersebut adalah ….

A. 3 A
B. 6 A
C. 8 A
D. 10 A

- **Pembahasan:**

- Selidiki hasil perkalian silangnya terlebih dahulu.



$$R_1 \cdot R_3 = 6 \times 4 = 24\Omega$$

$$R_2 \cdot R_4 = 6 \times 4 = 24\Omega$$

- Nilai R_1 R_3 = R_2 R_4 maka R_5 dapat diabaikan (Kondisi I).
- Sehingga, rangkaiannya dapat dianggap seperti berikut.
- Rangkai seri: R_1 dan R_2:

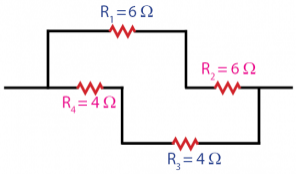
$$R_{1,2} = R_1 + R_2$$

$$R_{1,2} = 6 + 6 = 12\ \Omega$$

- Rangkaian seri: R_4 dan R_3:

$$R_{4,3} = R_4 + R_3$$

$$R_{4,3} = 4 + 4 = 8\ \Omega$$



Rangkaian Paralel: $R_{1,2}$ dan $R_{4,3}$:

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_{1,2}} + \frac{1}{R_{4,3}}$$

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{8}$$

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{4}{48} + \frac{6}{48}$$

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{10}{48}$$

$$R_{total} = \frac{48}{10} = 4,8\ \Omega$$

Besarnya kuat arus (I) yang mengalir:

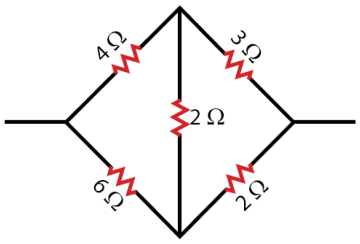
$$I = \frac{V}{R_{total}}$$

$$I = \frac{48}{4,8} = 10\ \text{A}$$

Jadi, arus yang mengalir dalam rangkaian adalah 10 A.

Jawaban: D

Perhatikan gambar di bawah!



- Besar hambatan pengganti pada rangkaian di sebelah adalah …

A. $2\frac{17}{33}\ \Omega$

B. $2\frac{20}{33}\ \Omega$

C. $2\frac{22}{33}\ \Omega$

D. $2\frac{23}{33}\ \Omega$

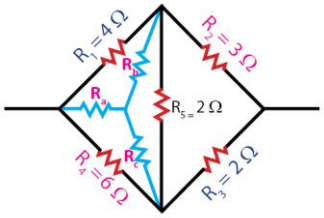
- **Pembahasan:**

- Berdasarkan informasi gambar pada soal, nilai R_1 = 4 ohm, R_2 = 3 ohm, R_3 = 2 ohm, dan R_4 = 6 ohm.
- Selidiki hasil perkalian silangnya terlebih dahulu.

$$R_1 \cdot R_3 = 4 \times 2 = 8\ \Omega$$

$$R_2 \cdot R_4 = 3 \times 6 = 18\ \Omega$$

- Nilai R_1 R_3 R_2 R_4 maka R_5 tidak dapat diabaikan (Kondisi II).
- Selanjutnya, perhatikan gambar berikut!



- Perhitungan nilai R_a, R_b, dan R_c:
- Mencari R_a:

$$R_a = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_1 + R_4 + R_5}$$

$$R_a = \frac{4 \cdot 6}{4 + 6 + 2}$$

$$R_a = \frac{24}{12} = 2\ \Omega$$

- Mencari R_b:

$$R_b = \frac{R_1 \cdot R_5}{R_1 + R_4 + R_5}$$

$$R_b = \frac{4 \cdot 2}{4 + 6 + 2}$$

$$R_b = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}\ \Omega$$

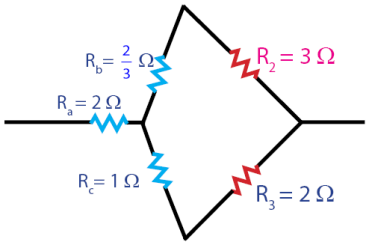
- Mencari R_c:

$$R_c = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_1 + R_4 + R_5}$$

$$R_c = \frac{6 \cdot 2}{4 + 6 + 2}$$

$$R_c = \frac{12}{12} = 1\ \Omega$$

Sekarang rangkaiannya akan tampak seperti gambar di bawah.



Selanjutnya adalah mencari hambatan total (hambatan pengganti) rangkaian di atas.

Rangkaian seri: R_b dan R_2:

$$R_{b,2} = R_b + R_2$$

$$R_{b,2} = \frac{2}{3} + 3$$

$$R_{b,2} = 3\frac{2}{3} = \frac{11}{3}\ \Omega$$

Rangkaian seri: R_c dan R_3:

$$R_{c,3} = R_c + R_3$$

$$R_{c,3} = 1 + 2 = 3\ \Omega$$

Rangkaian Paralel: $R_{b,2}$ dan $R_{c,3}$:

$$\frac{1}{R_{b2,c3}} = \frac{1}{R_{b,2}} + \frac{1}{R_{c,3}}$$

$$\frac{1}{R_{b2,c3}} = \frac{1}{\frac{11}{3}} + \frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{R_{b2,c3}} = \frac{3}{11} + \frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{R_{b2,c3}} = \frac{9}{33} + \frac{11}{33}$$

$$\frac{1}{R_{b2,c3}} = \frac{20}{33}\Omega$$

Hambatan Total: Rangkaian Seri R_a dan $R_{b2,\,c3}$:

$$R_{total} = R_a + R_{b2,c3}$$

$$R_{total} = 2 + \frac{20}{33}$$

$$R_{total} = 2\frac{20}{33}\Omega$$

Jadi, besarnya hambatan pengganti rangkaian pada soal adalah

$$2\tfrac{20}{33}\ \Omega.$$

Jawaban: B

Thank you for coming

- .