

Original Article

Received 29th May 2023
Accepted 30th May 2023
Published 30th May 2023

Open Access

Causes of Changes in Resistor Resistance Values in Wheatstone Bridge Circuits

Sandi Apriliyanto^a, Susilo^a, Mahindra Abhiyaksa^a, Mohamad Zainal Roisul Amin^b

^a Student of Departement Electrical Enginnering, PGRI Banyuwangi University

^b Lecturer of Departement Electrical Enginnering, PGRI Banyuwangi University.

*Corresponding E-mail: Sandiapriliyanto1@gmail.com, susilo4017@gmail.com, resiherwinda@gmail.com, mzainalra@unibabwi.ac.id,

Abstract: The Wheatstone bridge is an arrangement of electrical circuits for measuring a resistance of unknown magnitude. Applying the Wheatstone Bridge theory in the form of a series of electronic components consisting of resistors and strain gauges. In this study, resistors are used which are passive electronic components that have the property of inhibiting electric current. This aims to determine the value of the resistance loss produced by resistors that are used using several different values. Based on the study, it was found that the theoretical resistor is 150Ω after going through the measurement, it turns out to be 120Ω with a resistance loss of 20%, the 560Ω resistor after going through the measurement, it turns out to be 340Ω with a resistance loss of 39%, the 1000Ω resistor after going through the measurement, it turns out to be 570Ω with a resistance loss worth 47%, the resistor is worth 330Ω after going through the measurement it turns out to be worth 220Ω with a resistance loss of 20%, the resistor is worth 100Ω after going through the measurement it turns out to be worth 80Ω with a resistance loss of 20%. Based on the calculations, the difference in value is obtained between theoretical calculations and using measuring instruments. This is due to several factors, namely measuring instruments that are less valid so that it is necessary to carry out a validation test of the tool and the type of component being measured must be in a stable state. The resistance loss resulting from this study is due to several of these factors.

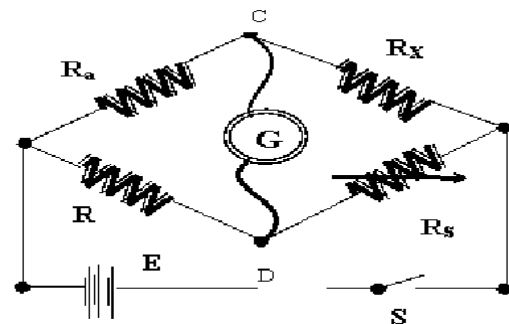
Keywords: Wheatstone bridge, resistor, measuring instruments

Pendahuluan

Rangkaian listrik Jembatan *Wheatstone* adalah salah satu rangkaian listrik jembatan (*electrical bridge*)[1]. Rangkaian Listrik Jembatan *Wheatstone* biasanya digunakan untuk mengukur tahanan R suatu bahan yang tidak diketahui nilainya[2]. Secara sederhana skema rangkaian Jembatan *Wheatstone* yang digunakan untuk mencari tahanan dilukiskan pada Gambar 1[1].

Mengaplikasikan teori *Wheatstone Bridge* dalam bentuk rangkaian komponen elektronik yang terdiri dari resistor dan *straingauge*. Dalam proses pengujian dengan metode ini hasil data uji yang dicari adalah besarnya beban, dan perubahan nilai tegangan akibat bekerjanya beban tersebut. Proses pengujian pembebanan baru dapat dilaksanakan apabila kondisi rangkaian *Wheatstone Bridge*

mencapai kesetimbangan yang ditunjukkan oleh bacaan hasil pengukuran beda potensial $V_{24(I)} = 0$ (beda potensial titik 2 dengan titik 4 dari rangkaian *Wheatstone Bridge* menunjukkan angka 0 (Nol) millivolt)[3].



Gambar 1. Rangkaian jembatan *Wheatstone*

Original Article

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian[4]. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon[5][6]. Nilai resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol Ω (Omega)[7].

Resistor merupakan komponen elektronika berjenis pasif yang mempunyai sifat menghambat arus listrik. Nilai resistor biasanya diwakili dengan kode angka atau gelang warna yang terdapat di badan resistor. Satuan nilai dari resistor atau hambatan adalah Ohm. Resistor biasa disimbolkan dengan tanda Ω . Resistor merupakan komponen dasar elektronika yang sering digunakan. Akan tetapi, resistor jarang ditemukan di daerah terpencil. Apabila produksi karbon berkurang, maka jumlah resistor yang diproduksi semakin berkurang dan mengakibatkan harga resistor semakin meningkat [6], [8], [9].

Hambatan listrik merupakan karakteristik suatu bahan pengantar listrik atau konduktor yang dapat digunakan untuk mengatur besarnya arus listrik yang melewati suatu rangkaian[10]. Rangkaian seperti gambar 1, tegangan di B sampai dengan tegangan di C atau $V_b = V_c$ maka berarti tidak ada arus listrik antara B dan C (G menunjukkan nol), sehingga berlaku persamaan:

$$I_{AB} = I_{BD} = I_1$$

$$I_{AC} = I_{CD} = I_2$$

$$V_{AB} = V_{AC} = I_1 R_1 = I_2 R_3$$

$$V_{BD} = V_{CD} = I_1 R_1 = I_2 R_3$$

Dari hubungan tersebut diperoleh:

$$R_1 = R_3 \cdot R_2 / R_4$$

$$V_C = V_B$$

Apabila perbandingan R_1 dan R_4 diketahui pula, maka R_1 dapat dihitung. Dalam percobaan R_1 adalah R_x yaitu tahanan yang akan diukur. R_2 adalah tahanan variabel yang diketahui nilainya. R_3 dan R_4 adalah tahanan homogen (tahanan dari bahan penampang yang sama) sehingga diperoleh:

$$R_x = R_2$$

Journal of Educational Engineering and Environment

$$R_x = R_{TB} \frac{L_1}{L_2}$$

Keterangan:

L_1 = Panjang kawat homogen AC

L_2 = Panjang kawat homogen CD

Metode

Alat dan Bahan

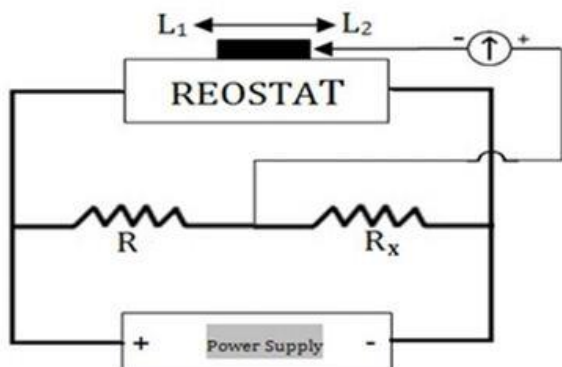
- Resistor variabel 1 buah
- Resistor 220 Ω 2 buah
- Resistor 150 Ω 1 buah
- Resistor 560 Ω 1 buah
- Resistor 1k Ω 1 buah
- Resistor 330 Ω 1 buah
- Resistor 100 Ω 1 buah
- Slider/kotak geser 1 buah
- Galvanometer 1 buah
- Power supply 1 buah
- Kabel penghubung 1 buah

Langkah Uji Coba

Tahapan pengujian sebagai berikut :

1. Merangkai alat sesuai dengan gambar 2, kemudian menghubungkan asisten untuk dicek ulang.
2. Pakailah sumber tegangan paling kecil 3 Volt (*supaya kawat tidak panas*)
3. Setelah saklar ditutup kemudian menggeser-geser slider sepanjang AD sehingga galvanometer menunjukkan angka nol. Dalam hal ini diusahakan agar kedudukan slider pada G saat nol tidak terlalu ke tepi, dengan melihat tahanan yang tepat.
4. Ukur dan catat L_1 dan L_2
5. Gantilah R_{TB} dan ulangi langkah 1-4 (*5 R_{TB} untuk satu R_x*)
6. Lakukan hal yang sama dengan R_x yang berbeda.

Rangkaian Percobaan



Gambar 2. Rancangan sirkuit penelitian

Dengan:

R_x = Tahanan yang dicari

AD = tahanan homogen (kawat)

R_{TB} = Tahanan baku

G = Galvanometer

PS = Power supply

Dengan nilai R_{TB} tertentu dengan menggerakkan silinder sepanjang AD akan dicapai suatu kedudukan sehingga $V_B = V_C$. ini dapat dilihat tidak ada arus listrik antara B dan C atau galvanometer G menunjukkan nol.

Hasil dan Pembahasan

No.	Nilai Resistansi	Nilai Pengukuran	Persentase Kerugian Hambatan
1	150Ω	120Ω	20%
2	560Ω	340Ω	39%
3	1kΩ	570Ω	43%
4	330Ω	220Ω	33%
5	100Ω	80Ω	20%

Tabel 1. Hasil pengambilan data

Rumus Perhitungan

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Resistor } 150\Omega &= \frac{(\text{nilai resistor} - \text{nilai pengukuran})}{\text{nilai resistor}} \times 100\% \\
 &= \frac{(150 - 120)}{150} \times 100\% \\
 &= 20\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Resistor } 560\Omega &= \frac{(\text{nilai resistor} - \text{nilai pengukuran})}{\text{nilai resistor}} \times 100\% \\
 &= \frac{(560 - 340)}{560} \times 100\% \\
 &= 39\% \\
 3. \text{ Resistor } 1k\Omega &= \frac{(\text{nilai resistor} - \text{nilai pengukuran})}{\text{nilai resistor}} \times 100\% \\
 &= \frac{(1000 - 570)}{1000} \times 100\% \\
 &= 43\% \\
 4. \text{ Resistor } 330\Omega &= \frac{(\text{nilai resistor} - \text{nilai pengukuran})}{\text{nilai resistor}} \times 100\% \\
 &= \frac{(330 - 220)}{330} \times 100\% \\
 &= 33\% \\
 5. \text{ Resistor } 100\Omega &= \frac{(\text{nilai resistor} - \text{nilai pengukuran})}{\text{nilai resistor}} \times 100\% \\
 &= \frac{(100 - 80)}{100} \times 100\% \\
 &= 20\%
 \end{aligned}$$

Dalam studi ini perhitungan rugi hambatan dalam percobaan ini, terdapat 3 hal yang perlu diperhatikan yaitu alat yang efisien, jenis komponen yang bagus dan perhitungan yang tepat untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Terdapat rugi hambatan yang sangat signifikan dari nilai toleransi yang sudah ditentukan. Berikut ini hasil perhitungan dari kerugian tersebut yaitu sebagai berikut :

1. Resistor bernilai hambatan 150Ω setelah melalui pengukuran ternyata bernilai 120Ω dengan rugi hambatan senilai 20%.
2. Resistor bernilai hambatan 560Ω setelah melalui pengukuran ternyata bernilai 340Ω dengan rugi hambatan senilai 20%.
3. Resistor bernilai hambatan 1000Ω setelah melalui pengukuran ternyata bernilai 570Ω dengan rugi hambatan senilai 20%.
4. Resistor bernilai hambatan 330Ω setelah melalui pengukuran ternyata bernilai 220Ω dengan rugi hambatan senilai 20%.
5. Resistor bernilai hambatan 100Ω setelah melalui pengukuran ternyata bernilai 80Ω dengan rugi hambatan senilai 20%.

Original Article

Hal tersebut disebabkan karena banyak faktor yang salah satunya yaitu usia dari komponen yang mengakibatkan koefisien hambatannya menurun.

Kesimpulan

Berdasarkan studi didapatkan hasil resistor secara teoritis bernilai 150Ω setelah melalui pengukuran ternyata bernilai 120Ω dengan rugi hambatan senilai 20%, resistor bernilai 560Ω setelah melalui pengukuran ternyata bernilai 340Ω dengan rugi hambatan senilai 39%, resistor bernilai 1000Ω setelah melalui pengukuran ternyata bernilai 570Ω dengan rugi hambatan senilai 47%, resistor bernilai 330Ω setelah melalui pengukuran ternyata bernilai 220Ω dengan rugi hambatan senilai 20%, resistor bernilai 100Ω setelah melalui pengukuran ternyata bernilai 80Ω dengan rugi hambatan senilai 20%. Berdasarkan perhitungan diperoleh selisih nilai antara perhitungan teori dan menggunakan alat ukur. Hal ini dikarenakan beberapa faktor yaitu alat ukur yang kurang valid sehingga perlu dilakukan uji validasi alat dan jenis komponen yang diukur harus dalam keadaan stabil. Rugi hambatan yang dihasilkan dari studi ini dikarenakan beberapa faktor tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] T. Juwariyah and Y. Djaya, "Analisa Resistivitas Kawat Penghantar Ditinjau dari Metode Jembatan Wheatstone Dan Metode Hukum Ohm," *BINA TEKNIKA*, vol. 12, no. 2, pp. 239–244, 2016.
- [2] Sutrisno, *Elektronika, Teori Dasar dan Penerapannya, Jilid 1*, Jilid 1. Bandung: ITB, 1986.
- [3] N. Ardika et al., "Pengaruh Jenis Material Fix Resistor Terhadap Waktu Pencapaian Kesetimbangan Jembatan Wheatstone Dalam Memperoleh Nilai Regangan Material Influence of Fix Resistor Material Type Toward Achievement Time the Balance of the Wheatstone Bridge in Getting Value".
- [4] Y. Apriani and T. Barlian, "Inverter Berbasis Accumulator Sebagai Alternatif Penghemat Daya Listrik Rumah Tangga," *Jurnal Surya Energy*, vol. 3, no. 1, pp. 203–219, 2018.
- [5] Â. E. Crespi et al., "Low resistivity amorphous carbon-based thin films employed as anti-reflective coatings on copper," *Thin Solid Films*, vol. 712, p. 138319, Oct. 2020, doi: 10.1016/J.TSF.2020.138319.
- [6] Y. Zare and K. Y. Rhee, "Polymer tunneling resistivity between adjacent carbon nanotubes (CNT) in polymer nanocomposites," *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, vol. 147, p. 109664, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.JPCS.2020.109664.
- [7] I. Jaelani, Sompie R S, and Mamahit D J, "Rancang Bangun Rumah Pintar Otomatis Berbasis Sensor Suhu, Sensor Cahaya, Dan Sensor Hujan," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2015.
- [8] A. M. Abourabia and S. A. Abdel Moneim, "On The Steady Incompressible Laminar Saltwater Flow In Minkowski 2-D Subspace Continuum Through A Rectangular MHD Micro-pump," *Sens Actuators A Phys*, vol. 303, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.sna.2019.111703.
- [9] X. Ma et al., "MEMS piezo-resistive force sensor based on DC sputtering deposited amorphous carbon films," *Sens Actuators A Phys*, vol. 303, p. 111700, Mar. 2020, doi: 10.1016/J.SNA.2019.111700.
- [10] N. Nurhayati, "Penentuan Nilai Hambatan dan Hambatan Jenis pada Arang Batok Kelapa dan Arang Kulit Pisang dengan Metode Eksperimen," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 4, no. 2, p. 96, Aug. 2020, doi: 10.22373/crc.v4i2.6510.

Journal of Educational Engineering and Environment