

Analisis Material Listrik Dasar Besi Berdiameter 16 mm Untuk Tulang Beton Tiang Listrik 20 KV

Martin Sembiring

Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan,
Jl. Almamater No.1 Kampus USU Medan, Kota Medan 20155
martin@polmed.ac.id

Abstrak

Pengukuran material Batang Besi, termasuk pengukuran tahanan rendah, dan dapat dilakukan dengan Rangkaian Double wheatstonebridge, dengan Kemampuan ketelitian ukuran mikro ohm sampai kilo Ohm. Rangkaian Pengukuran dengan metode ini demikian sederhana terdiri komponen utama, Galvanometer, Tahanan Geser/Variabel Resistor, Tahanan/Resistor dan Ohm Meter, serta sumber tegangan DC cukup 9 Volt. Penyeimbang Tegangan Tahanan diatur sedemikian rupa agar Galvanometer ,alat yang dipergunakan untuk deteksi dan pengukuran aliran arus dalam ukuran milli Amper tiada dialiri arus. Keseimbangan Tegangan atara rangkaian akan terjadi pada saat Galvanometer, menunjukkan posisi nol, hingga Tahanan Batang Besi dapat dihitung dengan Pasti.

Kata Kunci : Resistansi, Jembatan Kevin, Besi Tulangan Tiang

I. PENDAHULUAN

Untuk melakukan Pengukuran Dasar di Pabrik PT. Jaya Sentrikon Indonesia, Test/pengujian Pengukuran penginderaan listrik dasar pada materila besi yang berdiameter 16 mm, dilakukan dengan metoda Double *wheatstone bridge*, yang memiliki Kemampuan ketelitian ukuran mikro ohm sampai kilo Ohm.

Pelaksanaan proses pengukuran dilalukan pengukuran manual dengan metoda Double *wheatstonebridge*, dan sebagai alat ukur banding juga dilakukan sistem ohm meter tingkat presisi yang memadai.

Untuk Pengukuran Pengindra listrik dasar pada material besi, diawali dengan Pengukuran resistansi aliran arus listrik pada logam atau material tersebut. Pengukuran akan dilakukan dengan membandingkan Resistansi standar yang telah ditetapkan harga Resistansi, Besar arus mengalir dan Daya yang mampu diserap tahanan tersebut.

Untuk perhitungan daya hantar mampu besaran aliran arus pada pada komponen tahanan berpedoman kepada persamaan sebagai berikut:

$$I = \sqrt{ (P/R) } \text{ Amper} \dots\dots\dots (1)$$

- Di mana:
- I = arus maksimum yang mengalir pada tahanan (Amper)
- P= Daya tahanan (Watt)
- R= Tahanan (Ω)

Untuk Merangkai komponen utama pengukuran, berpedoman spesifikasi alat ukur, dan komponen pembantu. Karena pengukuran ini bersumber tegangan searah, hingga Pengutamaan komponen hanya dihitung daya hantar arus komponen tersebut.

b. Resistansi Besi

Resistansi material besi tergantung resistansi jenis yang dapat dihitung dengan Persamaan dibawah.

$$R = \frac{l \times \rho}{A} \Omega/m \dots\dots\dots(2)$$

- Dimana
- R = Resistansi besi dalam satuan Ω
- l = panjang efektif dari besi batang dalam satuan Meter (m)
- ρ = Resistansi Jenis besi dalam satua Ω-m
- A = Luas penampang yang dialiri arus listrik dalam satuan m²

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

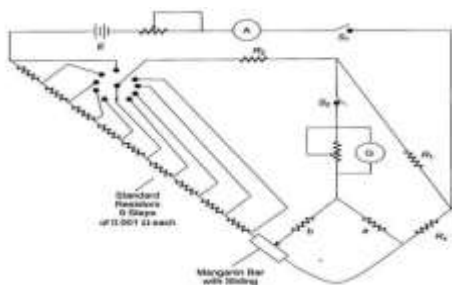
d = diameter batang dalam satuan mm

Sesuai standar Resistansi jenis diperoleh harga ρ seperti Tabel 1.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengukuran Tahanan Rendah Sistem Doubel Weston

a.Rangkaian Pengukuran.



Gambar 1. Merangkai Jembatan Kevin

Tabel 1. Resistansi Jenis material

Material	Resistivity in mm ² ohm/meter (ohm-meter, x 10 ⁻³) at 200 C
Aluminium, comercial	2,8
Brass	6-8
carbon	3000-7000
Contansnta	49
Copper	1,72
German silver	20,2
Gold	2,44
Iron	0,6-1,5 (6-9,8)
Manganin, (60% CU,25%Fe,15% Ni)	44-48

Sedangkan harga resistansi Jenis berpengaruh kepada tempratur, hingga besaran resistansi material akan berbanding lurus. Untuk menghitung resistansi terkait tempratur dapat digunakan Persamaan berikut:

$$R_2 = R_{20} (1 + \rho (t_2 - 20)) \Omega/m.....(3)$$

Dimana;

R_2 = Resistansi besi pada tempratur lingkungan dalam satuan Ω

R_{20} = Resistansi besi pada tempratur 20⁰ Celcius dalam satuan Ω

ρ = Resistansi Jenis besi dalam satua Ω -m

t_2 = Tempratur lingkungan dalam satuan derajat celcius.

Besarnya arus mengalir dalam material berbanding lurus dengan perbedaan potensila/tegangan antara ujung-ujung dari besi tersebut, yang dapat dihitung dengan hukum Ohm, sebagai Berikut:

$$I = \frac{V}{R} \text{Amper(A)(4)}$$

Dimana

I = Besarnya arus yang mengalir pada besi dalam satuan Amper (A)

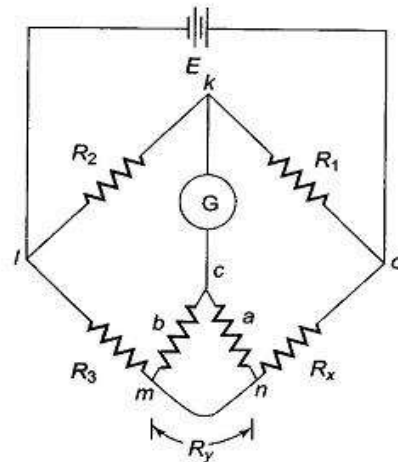
V = Beda potensial/Tegangan antara ujung-ujung Besi dalam satuan Volt (Volt)

R = Resistansi besi dalam satuan Ω

c. Jembatan Double Kelvin

Jembatan double Kelvin merupakan modifikasi dari jembatan Wheatstone, dengan memasang dua pasang lengan. Metode Jembatan Dobel Kelvin ini Ditemukan oleh William Thomson, dan dapat digunakan untuk mengukur tahanan rendah dengan nilai < 1 Ω .

Pada metode bridge, dasar pengujiannya adalah dengan membandingkan hasil pengukuran arus yang melewati sebuah tahanan material yang belum diketahui keakuratannya dengan pengukuran alat ukur secara langsung menggunakan Ohm-meter. Prinsip pengukurannya mengalirkan arus yang melewati sisi atas dan sisi bawah yang seimbang, maka jarum galvanomter (G) yang terletak di tengah-tengah rangkaian jembatan akan berada pada posisi 0. Seperti pada Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Metode Jembatan double Kelvin

Dari Gambar 2 rangkaian dapat ditemukan keseimbangan yang dibuktikan dengan arus yang mengalir pada Galvanometer = 0, yaitu saat titik K dan C tegangannya sama besar, dengan cara mengatur R3.

$$E_{Ik} = E_{Imc}$$

$$E_{Ik} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times E (5)$$

$$E = I(R_2 + R_x + \frac{(a+b)R_y}{a+b+R_y})$$

Dengan Melakukan substitusi ke Persamaan (5) maka diperoleh :

$$E_{Ik} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times I(R_2 + R_x + \frac{(a+b)R_y}{a+b+R_y})(6)$$

Dengan Cara yang sama maka di peroleh :

$$E_{Imc} = I(R_2 + \frac{a}{a+b} \{ \frac{(a+b)R_y}{a+b+R_y} \})(7)$$

Pada saat arus melalui R1 dan R2 dari titik o menuju titik I, sebanding besarnya dengan arus yang mengalir dari titik o melalui Rx dan R3, maka keseimbangan nilai tahanan akan terjadi, mengakibatkan Keseimbangan tegangan, dengan nilai komponen tahanan sebagai berikut:

$$E_{Ik} = E_{Imc}$$

Dengan menyamakan Persamaan (6) dan Persamaan (7), didapat :

$$\frac{R_2}{R_1+R_2} \times I(R_3 + R_x + \frac{(a+b)R_y}{a+b+R_y}) = I(R_3 + \frac{a}{a+b} \{ \frac{(a+b)R_y}{a+b+R_y} \})$$

$$R_3 + R_x + \frac{(a+b)R_y}{a+b+R_y} = \frac{R_1+R_2}{R_2} \{ R_3 + \frac{(b)R_y}{a+b+R_y} \} \dots(8)$$

Dengan memanipulasi Persamaan (8) di atas didapat :

$$R_x = \frac{R_1+R_3}{R_2} + \frac{(b)R_y}{a+b+R_y} + (\frac{R_1}{R_2} - \frac{a}{b})$$

Saat dibuat harga $\frac{R_1}{R_2} = \frac{a}{b}$ dan $R_y = 0$

Dengan cara : $R_1 = a$, dan $R_2 = b$

Maka di peroleh Persamaan Keseimbangan Rangkaian

$$R_x = \frac{R_1+R_3}{R_2} \dots\dots\dots(5)$$

R_x = Tahanan Batang yang dicari

R_1 dan R_2 adalah Resistor tetap dalam ohm
 R_3 adalah Resistor Variabel 0- 1000 ohm

Umumnya, Jembatan double Kelvin digunakan mengukur nilai resistor yang kecil (kurang dari 1 ohm) sedangkan untuk resistor dengan nilai yang lebih tinggi diukur dengan jembatan Wheatstone biasa.

2.2 Pengujian Material

a. Tahapan pengujian.

Pada tahap pengujian ini akan dilakukan proses perakitan peralatan yang digunakan dalam pengujian.

Wheatstone double Bridge dengan sumber tahanan DC 9 V

1. Komponen peralatan dirangkai seperti pada gambar 2 diatas, yang dirangkai dengan kabel penghubung pada setiap alat.
2. Setelah komponen Double Kelvin Bridge dirangkai, hubungan rangkaian diperiksa memastikan hubungan terhubung satu sama lain dengan Ohm-Meter.
3. Untuk formasi pengukuran dengan sumber arus DC menggunakan baterai kering sebagai sumber tahanan 9 V DC.
4. Memasang Galvano meter pada rangkaian untuk menghubungkan kedua sisi rangkaian.
5. Berikan variasi tahanan dengan mengatur Resistor R_3 dengan kisaran besaran resistansi yang telah ditentukan.

6. Setelah Galvanometer nol, buka Resistor Variabel R_3 dengan Ohm meter, hasil penunjukan ohmmeter dimasukan ke tabel.
7. Ulangi Pengaturan R_3 sebanyak 6 kali dengan variasi yang sama kemudian diamati hasilnya seperti langkah 6.
8. Ulangi langkah 2-7 untuk batang 2 dan 3

b. Hasil Pengukuran/Pengujian

Hasil Tabel Pengukuran Tahanan material Besi Cor (berdiameter 16 mm) dengan panjang batang 1 L : 98 Cm, batang 2 L : 98 Cm, Batang 3 : L 99 Cm

Komponen keseimbangan

Tabel 2. Komponen keseimbangan

NO	R1	R2	a	b
1	10	10000	10	10000

Tabel 3. Untuk Batang 1

Periode	Pengukuran Jembatan double Kevin				Pengukuran ohm-meter
	R1	R2	R3	RX	
1	10	10000	147	0,15	0,2
2	10	10000	136	0,14	0,3
3	10	10000	156	0,16	0,2
4	10	10000	162	0,16	0,2
5	10	10000	160	0,16	0,3
6	10	10000	150	0,15	0,2
<i>RATA-RATA TAHANAN</i>				0,15	0,23

Periode	Pengukuran Jembatan double Kevin				Pengukuran ohm-meter	
	R1	R2	R3	RX		
1	2	10	10000	158	0,16	0,3
2	2	10	10000	358	0,36	0,4
3	2	10	10000	229	0,23	0,3
4	2	10	10000	252	0,25	0,3
5	2	10	10000	300	0,30	0,4
6	2	10	10000	320	0,32	0,3
<i>RATA-RATA TAHANAN</i>				0,27	0,33	

III. ANALISA

3.1 Hasil Analisa Hitungan

Dari Persamaan 1

$$R = \frac{l \times \rho}{\frac{\pi d^2}{4}}$$

dengan panjang $L=1$ Meter
dan $\rho = 6 \cdot 10^{-8}$, $d = 16$ mm

$$R_{20} = \frac{l \times \rho}{\frac{\pi d^2}{4}} = 0,0028 \text{ ohm}$$

maka untuk temperatur $T: 33^\circ \text{C}$

$$R_{33} = R_{20} (1 + \rho (t_2 - 20)) = 0,27 \Omega / m$$

3.2 Hasil Rata-Rata Pengukuran

Tabel 4. Hasil Pengukuran

batang 1	batang 2	batang 3	Diameter	Tem pratur	Ket.
0,15	0,28	0,21	16 mm	33	harga tahanan jenis diatas standar

IV. KESIMPULAN

Pengukuran material dasar Kelistrikan, berupa Test/pengujian Pengukuran penginderaan listrik dasar pada materila besi yang berdiameter 16 mm, hanya dapat dengan akurat dilakukan metoda Jembatan doublet Kevin, hingga hasil ukuran sampel dapat dipergunakan asalkan ukuran diameter dan tahanan Jenis material tersebut sama.

Lampiran

DOKUMEN PENGUKURAN

a. Alat ukur yang digunakan



Gambar 3. Galvanometer

Gambar 4. Ohm Meter

b. Komponen Pembantu Pengukuran



Gambar 5. Komponen Tahanan dan Baterei



Gambar 6. Nampak seluruh material batang besi sekitar 1 Meter



Gambar 7. Terminal ukur sisi kiri



Gambar 8. Terminal ukur sisi kanan



Gambar 9. Resistor Variabel