



## Uji Linieritas Antara Beda Potensial Dengan Kuat Arus Listrik Pada Beberapa Medium

Parmin Lumbantoruan<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Program Studi Fisika, FMIPA Universitas PGRI Palembang,  
 Palembang 30251, Indonesia

\*e-mail : [parmin.lt70@gmail.com](mailto:parmin.lt70@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelinieran antara beda potensial dan kuat arus yang mengalir dalam suatu penghantar yang berhambatan. Terkait hal tersebut telah dilakukan penelitian tentang uji kelinieran anantara beda potensial dengan kuat arus dengan menggunakan kawat tembaga berdiameter 0,20 mm dan panjang 15 meter yang ditempatkan dalam beberapa medium ( udara, gipsum dan tanah liat). Kumparan diberi tegangan yang bervariasi dari 3 V sampai 12 V kemudian akan diukur tegangan (V) serta kuat arus (I) pada kumparan. Semua data dianalisis dengan persamaan linier, selanjutnya dari penyimpangan kurva terhadap garis lurus dianalisa tingkat kelinierannya pada semua medium. Berdasarkan hasil penelitian pada tegangan 3 V sampai 6 V tegangan dan arus masih linier akan tetapi pada tegangan 6 V samapi 12 V mulai terjadi ketidak linieran. Untuk tahap selanjutnya mencari korelasi (r) uji data dengan tabel f untuk mencari medium yang lebih mendekati kelinieran. Dari data penelitian medium udara lebih linier dibandingkan dengan gipsum dan tanah liat. Hal ini terjadi karena suhu udara bisa lebih menyerap panas dan disebarkan kelingkungan. Urutan kelinieran dari medium yang diteliti adalah udara, gipsum dan tanah liat.

**Kata Kunci:** Hukum Ohm, Kawat penghantar, udara, gipsum dan tanah liat

### *Linearity Test Between Potential Differences Vs Electric Current on Several Mediums*

#### Abstract

*This study aims to determine the linearity between-potential difference and electric current inhibited conductor. Related to this, research has been carried out on the linearity test between potential differences vs electric current using copper wire of 0.20 mm in diameter and 15 meter in length placed in several mediums (air, gypsum and clay). The coil is given a voltage that varies from 3 V to 12 V and the voltage (V) and electric current (I) will then be measured on the coil. All data are analyzed using linear equations, then from the curve deviation to the straight line the linearity level is analyzed in all mediums. Based on the results of research on the voltage of 3 V to 6 V voltage and current are still linear but at a voltage of 6 V to 12 V begins to occur non linearity. For the next stage for measuring the correlation (r), test data with table f is used to find a medium that is closer to linearity. From the research data, the air medium is more linear than gypsum and clay. This is due to the temperature of the air can absorb more heat and spread it to the environment. The linearity of the medium studied is air, gypsum and clay*

**Keywords:** Ohm's Law, Conductor wire, air, gypsum and clay

### PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya

ekonomis yang paling utama yang dibutuhkan dalam berbagai kegiatan. Semakin bertambahnya penduduk kebutuhan listrik akan terus meningkat dalam waktu yang akan datang dimana.



Perlu diketahui listrik memiliki fungsi dan manfaat yang sangat vital dan strategi dalam kehidupan masyarakat dan merupakan kebutuhan pokok sehari-hari dalam mendorong pembangunan nasional di segala bidang. Masih banyak masyarakat yang belum mengetahui tentang syarat-syarat sistem pemasangan instalasi listrik dan daya tahan penggunaan peralatan / perlengkapannya, serta instalasi listrik yang sudah terpasang lama pada rumah dan gedung, yang seharusnya memenuhi ketentuan dan peraturan yang berlaku, dimana instalasi listrik yang sudah lama terpasang seharusnya dilakukan pengecekan ulang kelayakan instalasinya.

Arus listrik merupakan muatan listrik yang bergerak dari tempat yang berpotensi tinggi ke tempat berpotensi rendah, melewati suatu penghantar listrik. Dalam menghantarkan arus listrik perlu media penghantar listrik salah satunya ialah media yang terbuat dari bahan logam.

Suatu penghantar listrik umumnya dilapisi oleh suatu bahan isolator listrik. Isolator listrik ini dapat menghentikan pelepasan panas akibat dari adanya aliran listrik. Telah diketahui bahwa suatu kawat penghantar listrik dapat menjadi panas setelah mengantarkan arus listrik.

Dalam kehidupan sehari-hari penggunaan kawat atau kabel listrik sebagai penghantar sering ditanam didalam dinding rumah baik yang terbuat dari bahan campuran semen, pasir dan batu bata maupun dinding yang di lapisi gipsum.

B. Julianto et al, melakukan penelitian nilai hambatan kawat. Melakukan penelitian pengukuran nilai hambatan 2 buah, kawat 1 dan kawat 2 pada suhu kamar dengan pengukuran nilai hambatan pada keadaan panas. Ternyata bahwa hambatan bahan tergantung terhadap suhu. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan jika makin tinggi suhu bahan, maka nilai hambatannya makin besar. Semakin

tinggi suhu suatu penghantar, semakin tinggi pula getaran elektron-elektron bebas dalam penghantar tersebut. Akibat getaran elektron-elektron bebas inilah yang akan menghambat jalannya muatan listrik (arus listrik) dalam penghantar tersebut.

Dalam penelitian ini akan dilakukan bagaimana kelinieran beda potensial dengan kuat arus pada kawat penghantar yang berada dalam medium udara, gipsum dan tanah liat.

Arus listrik pada sebuah penghantar didefinisikan sebagai

$$I = \frac{dQ}{dt} \dots\dots\dots 1$$

Dimana  $dQ$  adalah muatan yang melewati suatu daerah sepanjang penghantar selama selang waktu  $dt$ .

Rata-rata arus pada sebuah konduktor berkaitan dengan pergerakan pembawa muatan melalui persamaan

$$I_{rata-rata} = nqv_d A \dots\dots\dots 2$$

Dimana  $n$  adalah rapat pembawa muatan,  $q$  adalah besar muatan yang dibawa oleh setiap pembawa muatan,  $v_d$  adalah kelajuan hanyut,  $A$  adalah luas penampang silang konduktor (Serway,2010:383).

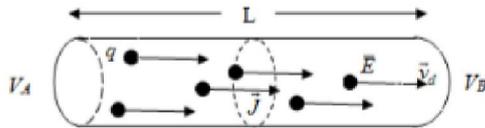
Bahan penghantar (konduktor) merupakan bahan yang menghantarkan listrik dengan mudah. Bahan ini mempunyai daya hantar listrik (electrical conductivity) yang besar dan hambatan listrik (electrical resistance) kecil. Konduktor tidak hanya terbuat dari zat padat tetapi dapat juga berupa zat cair, dan gas. Pada zat cair (elektrolit) arus listrik terjadi disebabkan ion yang bergerak dibawah pengaruh listrik. Dan pada gas menyala (misalnya lampu advertensi) arus listrik terjadi karena gas dalam keadaan terionisasi sehingga gas bersifat sebagai konduktor.

Suatu konduktor penghantar listrik umumnya dilapisi oleh suatu bahan isolator listrik. Isolator listrik ini dapat menghentikan pelepasan panas akibat dari adanya aliran listrik. Telah diketahui

bahwa suatu kawat penghantar listrik dapat menjadi panas setelah mengantarkan arus listrik. Selanjutnya akan dianalisis model dari hilangnya panas pada penghantar listrik setelah sumber listrik dihentikan alirannya (Mudmainnah,2013) .

Salah satu bahan konduktor yang sering dijumpai adalah tembaga, tembaga mempunyai daya hantar listrik yang tinggi serta daya hantar panasnya juga tinggi dan tahan karat.

Untuk sebuah konduktor dengan resistivitas  $\rho$  , kerapatan arus  $J$  di sebuah titik di mana medan listrik adalah  $E$  diberikan persamaan  $E= \rho J$  yang dapat diilustrasikan melalui gambar 1 berikut



Gambar 1. Gerak arus dari  $V_A$  menuju  $V_B$

Jika kawat merupakan batang homogen maka potensial  $V= E\ell$ . Dengan melakukan substitusi persamaan  $E= \rho J$  . maka diperoleh:

$$V = \frac{\rho \ell}{A} I \dots\dots 3$$

Persamaan di atas ini memperlihatkan bahwa jika nilai  $\rho$  konstan, nilai arus total  $I$  sebanding dengan selisih potensial  $V$ . Rasio perbandingan  $V$  terhadap  $I$  dinamakan hambatan (resistansi).

Hambat listrik dalam suatu penghantar dapat didefinisikan: "perbandingan antara beda potensial yang dipasangkan dan besarnya arus listrik yang mengalir dalam penghantar adalah tetap". Perbandingan tersebut dinamakan hambat listrix kawat penghantar itu (Yuwono,2006).

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots 4$$

Maka untuk mendapatkan hubungan hambatan terhadap hambatan jenis dapat dilakukan dengan substitusi nilai  $V$  ke dalam persamaan 4 maka diperoleh persamaan  $R$ . Besarnya

Resistansi  $R$  kawat penghantar logam diketahui sebanding dengan panjang kawat  $L$  dan berbanding terbalik dengan luas penampang lintang kawat  $A$  (Tipler, 2001:143).

$$R = \rho \frac{L}{A} \dots\dots\dots 5$$

Hambatan sebuah konduktor logam hampir selalu bertambah dengan semakin bertambahnya suhu. Jika suhu bertambah, ion-ion konduktor akan bergetar dengan amplitudo yang besar, sehingga cenderung mengakibatkan tumbukan elektron (Muslim dan zahara, 2004:145).

Pada suatu suhu selang tertentu, resistivitas suatu konduktor berubah-ubah hampir secara linier terhadap suhu berdasarkan persamaan

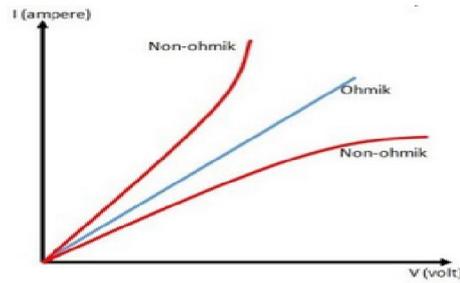
$$\rho = \rho_0 ( 1 + \alpha(T-T_0)) \dots\dots\dots 7$$

Oleh karena nilai  $R$  sebanding dengan besarnya resistivitas, sehingga secara spesifik besarnya nilai  $R$  juga akan dipengaruhi oleh besarnya suhu.

( Serway, 2010)

$$R = R_0 ( 1 + \alpha(T-T_0)) \dots\dots\dots 8$$

Nilai hambatan dalam sebuah kawat penghantar (konduktor) dapat terpengaruh oleh perubahan suhu lingkungannya. Beberapa material murni seperti bahan platina memiliki respon resistansi yang baik terhadap perubahan suhu lingkungannya (Al Hawari, 2011). Penurunan tegangan pada suatu hambatan berkorelasi langsung dengan arus yang melewtinya. Tapi ini hanya berlaku pada hambatan yang suhunya sesuai. Semakin banyak arus yang mengalir pada sebuah hambatan maka semakin banyak panas yang dihasilkan. Panas yang berlebihan bisa mengakibatkan resistor menjadi non ohmik dan resistansinya menajdi meningkat. konduktor non ohmik tidak mengikuti hukum ohm dan memiliki karakter tersendiri. Walaupun konduktor non ohmik tidak megikuti hukum ohm ajkan tetapi mempunyai kegunaan dalam sirkuit listrik dan elektronika.



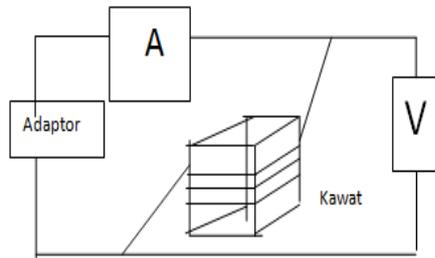
Gambar 2. Vlot  $V$  terhadap  $I$  untuk Material Ohmik dan non Ohmik

**BAHAN DAN METODE**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas PGRI Palembang pada bula Mei 2019.

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Adaptor dengan variasi tegangan 3V, 6V, 9V dan 12V,

Multimeter digital tipe Helles UX.838TR, Termokopel, Kumputan kawat tembaga sepanjang 19m dengan diameter 0,20mm. Sedangkan bahan yang dipakai adalah tanah liat dan gipsum. Pada penelitian dilakukan dengan variasi tegangan dari 3 V, 6 V, 9 V dan 12 V. Pada penelitian ini dilakukan dengan cara merangkai alat dan eksperimen seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Alat Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian yang diperoleh ditampilkan dalam tabel 1, tabel 2 dan tabel 3

Tabel.1. Medium udara setelah 5 menit

No	V	$V_{ukur}$	I (A)	$T_1$	$T_2$
1	3	1,56	0,25	26	28,2
2	6	2,47	0,41	26	28,3
3	9	3,12	0,52	26	28,8
4	12	3,52	0,60	26	29,6

Tabel.2. Medium Gypsum setelah 5 menit

No	V	V <sub>ukur</sub>	I (A)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
1	3	1,61	0,27	26	29,8
2	6	2,49	0,41	26	31,4
3	9	3,12	0,52	26	33,8
4	12	3,36	0,60	26	34,0

Tabel.3. Medium tanah liat setelah 5 menit

No	V	V <sub>ukur</sub>	I (A)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
1	3	1,61	0,27	26	29,4
2	6	2,56	0,42	26	31,1
3	9	3,10	0,51	26	32,4
4	12	3,37	0,60	26	34,0

Tabel. 4. Persamaan Fitting Data I Terhadap V Dengan Cara Linier

No	Bahan	Persamaan	R <sup>2</sup>	T
1	Udara	0,177X-0,027	0,999	2,1563
2	Gypsum	0,181X-0,030	0,985	1,8965
3	Tanah Liat	0,179X-0,027	0,981	1,6053

Menurut Madsen (2009) dalam Somantri, (2014) meneliti hukum ohm dengan menggunakan 3 utas kawat tembaga yang masing masing panjangnya 19,00 m dengan diameter 0,30 mm. Dua utas kawat dibentuk kumparan terbuka dan seutas kawat kumparan tertutup masing-masing ditempatkan diruangan kering dan dalam rendaman air menunjukkan bahwa karakteristik nilai hambatan kawat yang berada dalam rendaman air hasinya lebih sesuai dengan persamaan hukum ohm dibandingkan dengan kawat yang berada diruangan kering.

Penelitian Soemantri, menggunakan kumparan tembaga dengan panjang 30 meter dan diameter 0,125 mm yang ditempatkan pada beberapa medium (udara, kumparan kawat yang diberi angin, air dan minyak tanah). Kumparan

diberi tegangan 1,8-9 Volt dimana pada tegangan 1,8-4 Volt kumparan konsisten terhadap hukum Ohm sedangkan pada tegangan 4-9 Volt kumparan tidak konsisten terhadap hukum ohm.

Pada penelitian ini menggunakan kumparan yang diletakkan di udara terbuka dengan tujuan agar suhunya konstan, pada medium gipsum dan tanah liat yang tertutup agar suhu yang mengalir pada bahan yang berhambatan

bisa tertahan tidak keluar udara. Kemudian bahan tersebut dililitkan dengan kumparan kawat yang berdiameter 0,20 mm dan dihubungkan dengan mulimeter digital pada tegangan yang telah diatur.

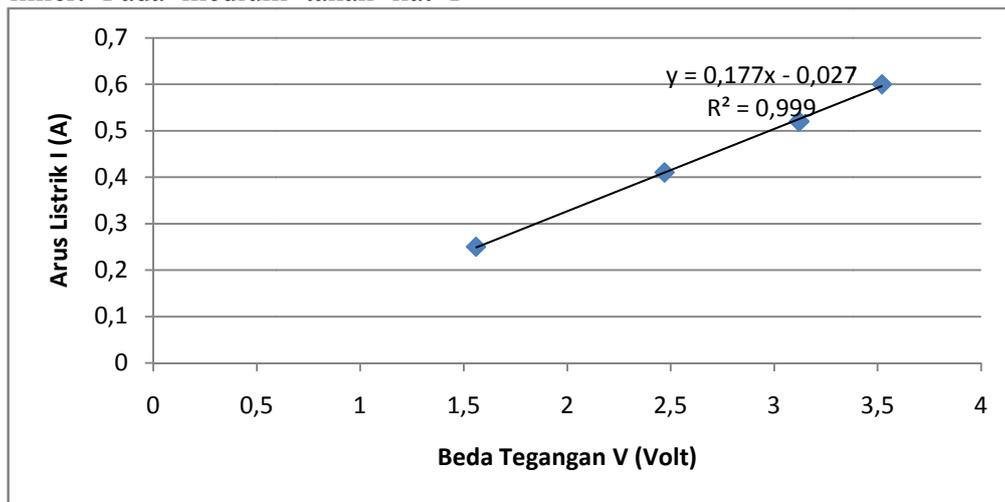
Dari hasil penelitian yang dilakukan pada berbagai medium (udara, gipsum, dan tanah liat) diuji kelinierannya dengan analisa data dengan

persamaan linier. Pada pengujian kelinieran dengan uji t hitung pada medium udara sebesar 2,322 dan F sebesar 1,9. Hal ini menunjukkan  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$  sehingga pada medium udara cenderung mendekati linier. Pada medium gipsum F hitung sebesar 0,9851 dan F tabel sebesar 1,9, hal ini menunjukkan bahwa  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$  ini menunjukkan pada medium gypsum tidak linier. Pada medium tanah liat F

hitung sebesar 1,125 dan F tabel sebesar 1,9, hal ini menunjukkan bahwa  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$  sehingga pada medium tanah liat tidak linier.

### Medium Udara

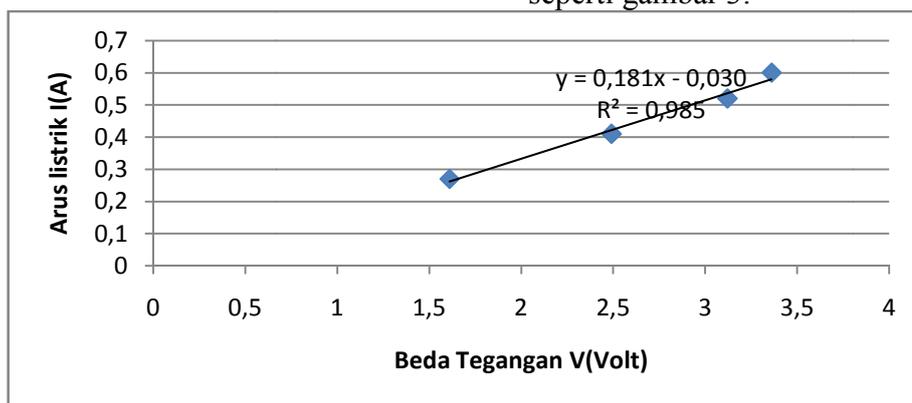
Grafik hubungan antara beda tegangan dengan arus seperti terlihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik Hubungan Kuat Arus(A) terhadap beda potensial(V) pada medium udara

### Medium Gypsum

Hubungan antara beda potensial dan arus pada medium gypsum terlihat seperti gambar 3:



Gambar 3. Grafik Hubungan Kuat Arus(A) terhadap beda potensial(V) pada medium gypsum

Pada gambar 3 diatas merupakan analisa data pada medium gypsum terlihat pada tegangan 3 V beda potensial yang diukur sebesar 1,61 V dan arus sebesar

0,27 A dengan SI sebesar 0,04522 dengan suhu 29,8<sup>0</sup>C. Pada tegangan 6 V beda potensial yang diukur sebesar 2,49 V dan arus 0,41 A dengan SI sebesar

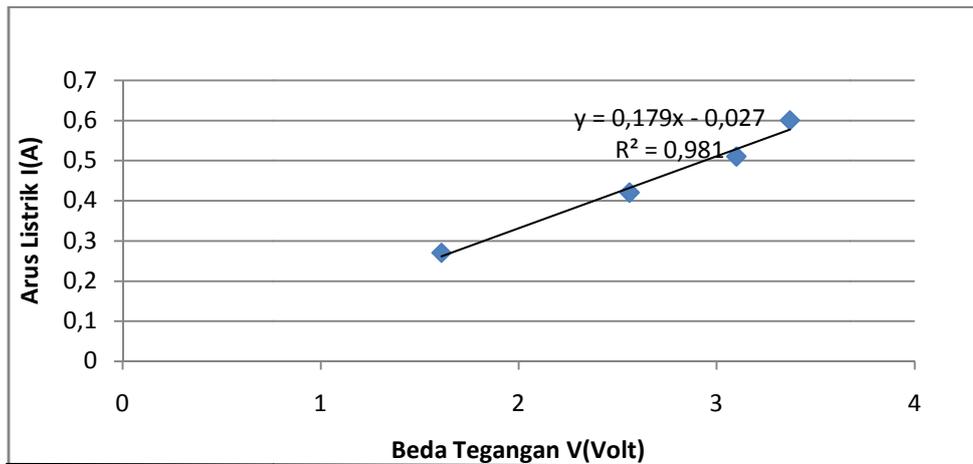
0,00632 dan suhu  $34,5^{\circ}\text{C}$  pada saat ini terjadi kelinieran antara beda potensial dengan arus. Pada tegangan 9 V beda potensial terukur sebesar 3,12 V dengan arus 0,52 A dan SI 0,04593 dengan suhu  $30,2^{\circ}\text{C}$ . Pada tegangan 12 V beda potensial yang diukur sebesar 3,15V dan

arus sebesar 0,60A dengan SI sebesar 0,0384 pada suhu  $34,0^{\circ}\text{C}$ . Pada saat ini terjadi penurunan sesatan SI sehingga mengalami ketidak linieran antara beda potensial dan Arus.

### Medium Tanah Liat

Hubungan antara beda potensial dan arus

pada medium gipsum terlihat seperti gambar 4:



Gambar 4. Grafik Hubungan Kuat Arus(A) terhadap beda potensial(V) pada medium gipsum

Pada gambar 4 diatas dapat kita lihat pada 3V sampai 6V beda potensial linier terhadap hukum ohm sedangkan pada tegangan 6V sampai 12V beda potensial tidak linier terhadap hukum Ohm. terlihat pada 3 V beda potensial yang diukur sebesar 1,61V arus yang diukur sebesar 0,27 A dengan SI sebesar 0,0381 dan suhu  $29,4^{\circ}\text{C}$ . Pada tegangan 6 V beda potensial yang diukur sebesar 2,56 V dan arus yang diukur 0,42A dan SI sebesar 0,00838 pada suhu  $31,1^{\circ}\text{C}$ . pada

tegangan 9V beda potensial terukur 3,10 dengan arus 0,51 A dan SI sebesar 0,00138 suhu sebesar  $32,4^{\circ}\text{C}$ . Pada tegangan 12 V beda potensial yang diukur sebesar 3,37V dan arus 0,60 A dan SI sebesar 0,00073 pada suhu  $34,0^{\circ}\text{C}$ . Nilai sesatan SI menurun pada tegangan 9 V sampai 12 V sehingga adanya penyimpangan yang mengakibatkan tidak linear antara beda potensial dan kuat arus

### KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan bahwa pada medium udara terjadi kelinieran antara beda potensial dan kuat arus dibandingkan dengan medium gipsum dan tanah liat. Hal ini terjadi karena pada medium udara panas yang terjadi pada kumparan kawat cepat

terserap udara sedangkan medium gipsum dan tanah liat sukar untuk menyerap panas kumparan. Berdasarkan kelinieran beda potensial dengan kuat arus untuk ketiga media tersebut adalah udara, tanah liat dan gipsum.

### Ucapan Terima Kasih

Saya mengucapkan terimakasih kepada Dekan Fakultas MIPA dan ketua program studi Fisika Universitas PGRI Palembang atas motivasi dan semangat yang diberikan sehingga penelitian dan makalah ini dapat terselesaikandengan baik.

### DAFTAR PUSTAKA

Al-Hawari, T., Bool S., & Al-Momani A. (2011). Selection of Temperature Measuring Sensors Using the Analytics Hierarchy Process, *Jordan Journal Of Mechanical and Industrial Engineering*, 5(5), Irbid, Jordan University of Science and Technology.

Dita, M. F., & Widodo, B. (2013). Karakteristik Aliran Panas dalam Logam Penghantar Listrik. *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), 1-5

Hersandi, (2014). Pengaruh Bentuk Elemen Pemanas terhadap Jumlah Kalor yang Dihasilkan. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(1).

Julianto, B. & Supriydi. (2013). Pengaruh Suhu Terhadap Hambatan Rangkaian Listrik *Jurnal Fisika*, 3(2), 102-104.

Muslim & Zahara, M. (2004). *Seri Fisika Dasar Listrik Dinamik dan Magnet Statik: Medan, Sumber dan Medium*. Yogyakarta.

Serway, J. (2010). *Fisika Untuk Sains Dan Teknik* . (Edisi 6).

Somantri, S., Toifur, M., & Sumaji. (2014). Konsistensi Hambatan Kawat Kumparan Terhadap Hukum Ohm pada Berbagai Medium. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXV*. ISSN 0853-0823. 84-88. Yogyakarta.

Tippler, P. A. (2001). *Fisika Untuk Sain dan Teknik*, Jilid 2 (Edisi Ketiga). Erlangga. Jakarta.

Yuwono, T. (2006). Beban Alternator Fasa Tiga Simulasi Dalam Laboratorium. *METANA*, 3(2).