



PENGUKURAN KARAKTERISTIK RESISTIVITAS PADA BAHAN GRAFIT PENSIL TIPE B, F DAN H

RESISTIVITY CHARACTERISTIC MEASUREMENT ON GRAPHITE PENCIL MATERIALS TYPE B, F, AND H

Eko Sulistio Hanam^{1*}, Wildy Adibah Awilawati², Ely Rismawati³

^{1,2}*Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Halim Sanusi Bandung*

³*Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta*

*Corresponding author, ekosulistiohanam@gmail.com

ABSTRAK

Bahan grafit pensil merupakan salah satu alotropi karbon yang memiliki banyak kegunaan, salah satunya adalah sebagai bahan elektroda. Grafit pensil dapat dijumpai secara luas karena biaya produksi yang cukup murah serta banyaknya variasi dari grafit pensil seperti grafit pensil tipe H, B, dan F yang dibedakan berdasarkan konsentrasi grafit. Penelitian bertujuan untuk menganalisis karakteristik resistivitas grafit pensil berbagai variasi tipe pensil sebagai optimasi tipe jenis grafit pensil yang memiliki resistivitas paling kecil sehingga dapat digunakan sebagai bahan elektroda. Berdasarkan hasil penelitian, grafit pensil tipe B memiliki nilai resistivitas yang lebih kecil dibandingkan dengan tipe grafit pensil tipe F dan H, khususnya pada grafit pensil tipe 2B. Hal ini menunjukkan tipe pensil B memiliki kemampuan menghantarkan listrik lebih baik dibandingkan tipe F dan H. Semakin besar indeks angka pada tipe pensil B maka konsentrasi grafit yang terkandung dalam pensil semakin banyak sehingga kemampuan grafit tersebut dalam menghantarkan listrik akan semakin baik.

Kata kunci: Pensil Grafit, Resistansi, Resistivitas, kurva karakteristik I-V.

ABSTRACT

Pencil graphite material is one of the carbon allotropes with many uses, one of which is an electrode material. Pencil graphite can be found widely because of the low production costs and the many variations of pencil graphite such as type H, B, and F pencil graphite which are distinguished by graphite concentration. The research aims to analyse the characteristics of pencil graphite resistivity of various pencil type variations as an optimization of the type of pencil graphite type that has the least resistivity so that it can be used as an electrode material. Based on the results of the study, type B pencil graphite has a smaller resistivity value compared to type F and H pencil graphite, especially in type 2B pencil graphite. This shows that pencil type B has the ability to conduct electricity better than types F and H. The greater the number index in pencil type B, the greater the concentration of graphite contained in the pencil so that the ability of the graphite to conduct electricity will be better.

Keywords: Graphite Pencil, Resistance, Resistivity, I-V characteristic curve..



1. PENDAHULUAN/ INTRODUCTION

Karbon merupakan salah satu unsur yang melimpah di alam dalam berbagai bentuk alotropinya. Salah satu bentuk alotropi dari karbon adalah grafit yang memiliki sifat logam karena kemampuannya dalam menghantarkan listrik dan panas yang sangat baik yang biasanya ditemui pada unsur logam walaupun bukan merupakan unsur logam [1]. Sekitar 4% dari produksi grafit dunia digunakan untuk menjadi salah satu campuran bahan pada industri pensil selain bahan lain seperti lempung, polimer atau selulosa [2].

European letter scale mengklasifikasikan jenis pensil berdasarkan tingkat kekerasan (*H/Hardness*) dan ketebalan grafit (*B/Blackness*) dan berdasarkan indeks angka yang terdapat di depan huruf dari tipe pensil yang dimulai dari 9H yang paling keras sampai 8B yang paling lembut [3-4]. Tipe H mengindikasikan kandungan lempung yang lebih banyak dibandingkan tipe B yang mengandung lebih banyak grafit.

Aplikasi penggunaan pensil grafit banyak digunakan pada berbagai macam aplikasi, salah satunya sebagai material elektroda yang banyak digunakan sebagai bahan sensor dan berbagai keperluan elektroanalisis. Elektroda grafit pensil sangat mudah didapatkan karena memiliki biaya produksi yang rendah sehingga mudah dijumpai serta elektroda grafit pensil berguna dalam mendeteksi suatu konsentrasi yang rendah dari suatu sampel larutan [5]. Elektroda grafit pensil juga digunakan untuk mendeteksi sensor kelembapan karena memiliki sensitivitas yang cukup tinggi [6].

Untuk mengetahui optimasi elektroda grafit pensil, maka perlu dilakukan studi untuk mengetahui karakteristik resistivitas dari berbagai tipe grafit pensil sehingga dapat diketahui jenis grafit pensil tipe apa yang dapat digunakan sebagai bahan elektroda.

2. METODE PENELITIAN/ RESEARCH METHODE

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui pengukuran eksperimen secara langsung dengan mengukur respon tegangan dan juga arus listrik pada bahan grafit pensil berbagai jenis variasi pensil. Metode pengukuran kurva karakteristik arus-tegangan (kurva karakteristik I-V) digunakan dalam penelitian ini sehingga dapat ditentukan nilai resistansi dari berbagai jenis variasi. Nilai resistansi tersebut kemudian digunakan dalam pengukuran nilai resistivitas bahan.

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar Fakultas MIPA Universitas Halim Sanusi Bandung pada bulan Januari 2024.

2.3 Target/Subjek Penelitian

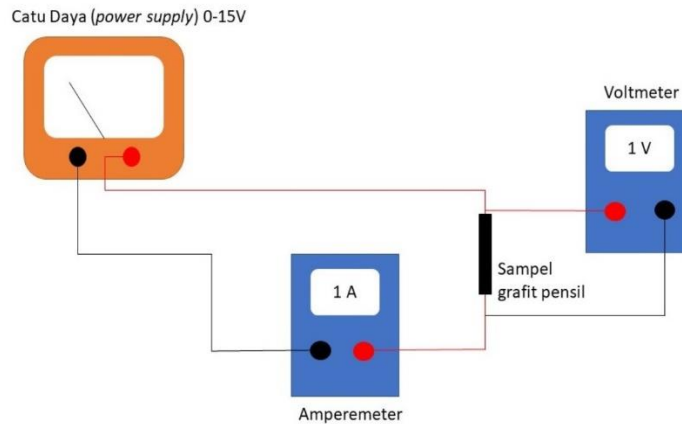
Subjek pada penelitian ini dilakukan melalui pengukuran karakteristik resistivitas berbagai macam tipe grafit pensil. Grafit pensil yang dipakai terdiri dari 5 tipe, yaitu tipe 2B, B, F, H, dan 2H.

2.4 Prosedur

Dalam penelitian ini, akan dilakukan pengukuran resistivitas dari berbagai tipe grafit pensil. Penelitian dilakukan dengan mengukur karakteristik arus listrik dan tegangan (kurva karakteristik I-V) dengan variasi tegangan antara 2 Volt sampai 10 Volt. Kemudian setelah mendapatkan kurva karakteristik I-V dilanjutkan dengan pencocokan kurva garis lurus terhadap titik-titik data yang telah didapatkan pada masing-masing tipe grafit pensil. Kemudian dilakukan penentuan persamaan garis lurus yang didapatkan dari pencocokan kurva. Selanjutnya melalui pendekatan persamaan



garis lurus didapatkan nilai resistansi dari variasi tipe pensil grafit. Hasil tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai resistivitas bahan dengan variasi tipe pensil. Adapun desain eksperimen yang dilakukan seperti pada Gambar 1



Gambar 1. Desain eksperimen pengukuran bahan grafit pensil

2.5 Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan menggunakan sampel grafit pensil dari *Faber Castell* komersial dengan berbagai variasi tipe pensil, yaitu B, 2B, F, H, dan 2H. Bahan grafit pensil tersebut kemudian dihubungkan dengan catu daya dengan variasi 2V sampai 10V dan dilakukan pengujian menggunakan metode karakteristik kurva arus dan tegangan (kurva I-V) pada rangkaian ohmik seperti yang dilakukan untuk menguji hambatan resistor [7]. Rangkaian tersebut kemudian dilakukan pengukuran berupa variasi tegangan dan perubahan arus listrik sehingga didapatkan data berupa karakteristik perubahan arus listrik terhadap variasi tegangan.

2.6 Teknik Analisis Data

Setelah didapatkan grafik karakteristik I-V kemudian dilanjutkan dengan plot data melalui grafik persamaan garis lurus dari masing-masing tipe pensil melalui persamaan (1)

$$Y = mX + C \quad (1)$$

Dengan m adalah gradien garis lurus, y adalah nilai pada sumbu y dan x adalah nilai pada sumbu x serta C adalah konstanta.

Berdasarkan kurva garis lurus yang telah didapatkan, kemudian dilanjutkan dengan mencari hambatan melalui persamaan hukum ohm seperti pada persamaan (2)

$$V = IR \quad (2)$$

Dengan V adalah tegangan (Volt), I adalah arus listrik yang mengalir pada bahan (Ampere) dan R adalah hambatan listrik (Ω). Untuk arus yang berubah akibat variasi tegangan, maka persamaan (2) dapat ditulis menjadi:

$$I = \left(\frac{1}{R}\right)V \quad (3)$$

Melalui persamaan (3), jika kita analogikan dengan kurva garis lurus pada persamaan (1), maka didapatkan bahwa gradien m pada persamaan (3) menunjukkan persamaan garis lurus yang



menggambarkan nilai $\frac{1}{R}$. Kemudian setelah mendapatkan nilai hambatan R, dilakukan perhitungan hambatan jenis atau resistivitas bahan dengan menggunakan persamaan (4)

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (4)$$

Dimana R adalah hambatan (Ω), ρ adalah hambatan jenis bahan (Ω meter), L adalah panjang bahan (meter) dan A adalah luas penampang bahan (m^2) [8].

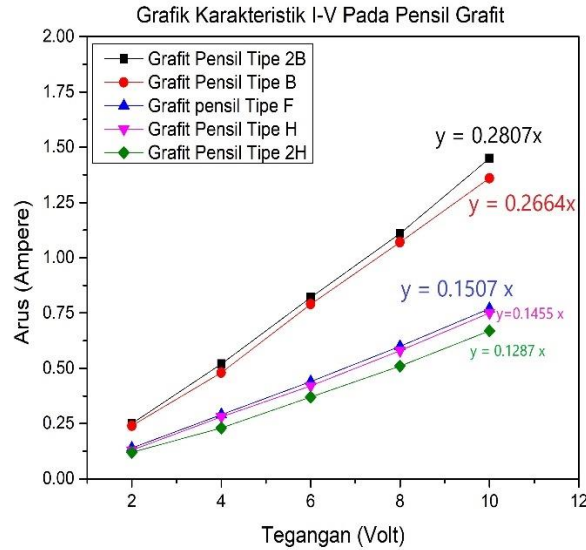
3. HASIL DAN PEMBAHASAN/ RESULT AND DISCUSSION

Pengukuran karakteristik arus dan tegangan pada berbagai tipe pensil grafit dilakukan dengan menetapkan tegangan pada catu daya (*power supply*) mulai dari 2V-10V sehingga diperoleh karakteristik arus yang bergantung terhadap perubahan tegangan. Berdasarkan pengukuran karakteristik I-V pada berbagai tipe pensil grafit, maka didapatkan hasil seperti pada Tabel 1

Tabel 1. Pengukuran Karakteristik Arus-Tegangan

Type Grafit Pensil	Tegangan (Volt)	Arus Listrik (Ampere)
Tipe B	2	0.24
	4	0.48
	6	0.79
	8	1.07
	10	1.36
Tipe 2B	2	0.25
	4	0.52
	6	0.82
	8	1.11
	10	1.45
Tipe F	2	0.14
	4	0.29
	6	0.44
	8	0.6
	10	0.77
Tipe H	2	0.13
	4	0.27
	6	0.42
	8	0.58
	10	0.75
Tipe 2H	2	0.12
	4	0.23
	6	0.37
	8	0.51
	10	0.67

Berdasarkan Tabel 1 kemudian dilakukan pencocokan data antara kurva arus (I) terhadap perubahan tegangan (V) sehingga diperoleh kurva linier untuk berbagai tipe pensil grafit. Berdasarkan Gambar 1, terlihat pada pensil grafit tipe B, yaitu pada pensil B dan 2B memiliki kurva linieritas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kurva linieritas pada pensil grafit tipe F, H dan 2H. Hal ini menunjukkan perubahan linieritas yang cukup baik pada pensil grafit tipe B dan 2B berdasarkan perubahan tegangan yang semakin tinggi.



Gambar 2. Kurva Grafik karakteristik I-V pada berbagai macam tipe grafit pensil

Kemudian melalui grafik Gambar 2 dilakukan aproksimasi linieritas untuk mendapatkan persamaan garis lurus $y = mx$ yang digunakan untuk mencari hambatan listrik berbagai variasi tipe pensil grafit seperti yang terlihat pada Tabel 2

Tabel 2. Pencocokan kurva dengan persamaan garis lurus pada berbagai tipe grafit pensil

Tipe Grafit Pensil	Persamaan Garis Lurus	Koefisien Korelasi (r^2)
2B	$y = 0.2807 x$	0.9987
B	$y = 0.2664 x$	0.9989
F	$y = 0.1507 x$	0.9995
H	$y = 0.1455 x$	0.9987
2H	$y = 0.1287 x$	0.9980

Nilai gradien pada Tabel 2 menunjukkan nilai $\frac{1}{R}$ sehingga perlu dicari nilai R dari persamaan (1) dan persamaan (2) sehingga diperoleh nilai hambatan R seperti yang dijelaskan pada Tabel 3

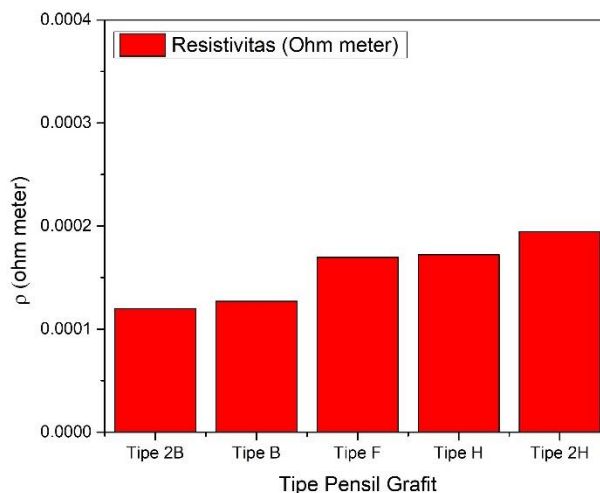
Tabel 3. Pengukuran karakteristik resistivitas pada berbagai macam tipe grafit pensil

Tipe Pensil Grafit	$\frac{1}{R} (\Omega^{-1})$	R (Ω)	$\rho (\Omega\text{meter})$
2B	0.2807	3.5625	0.000117
B	0.2664	3.7537	0.000127
F	0.1507	6.6357	0.000169
H	0.1455	6.8723	0.000172
2H	0.1287	7.7700	0.000195

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 3, didapatkan bahwa nilai hambatan R pada grafit pensil 2B memiliki nilai terkecil disusul tipe grafit pensil B dibandingkan dengan tipe grafit pensil lainnya. Ini menunjukkan tipe grafit pensil 2B dan B memiliki sifat yang lebih baik dalam menghantarkan arus listrik dibandingkan tipe grafit pensil lainnya.



Kemudian untuk mengetahui karakteristik resistivitas bahan dapat dicari menggunakan persamaan $R = \frac{\rho L}{A}$ atau $\rho = \frac{RA}{L}$ dimana R adalah hambatan listrik (Ω), A adalah luas penampang bahan (m^2), ρ adalah hambat jenis bahan (resistivitas bahan) (Ωm) dan L adalah panjang bahan (m) sehingga didapatkan hasil perhitungan pada Tabel 3 dan berdasarkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Karakteristik resistivitas berbagai macam tipe grafit pensil

Berdasarkan pada gambar 3 terlihat bahwa pada pensil 2B memiliki nilai resistivitas terkecil dibandingkan dengan tipe pensil grafit lainnya. Nilai resistivitas antara grafit pensil 2B dan B tidak berbeda cukup jauh, sedangkan pada tipe H, baik pada tipe H dan 2H memiliki nilai yang cukup tinggi. Ini menunjukkan bahwa perbedaan jenis grafit pada pensil mempengaruhi nilai resistivitas grafit pensil. Pada grafit pensil tipe B, semakin besar angka yang terdapat pada tipe pensil semakin kecil nilai resistivitasnya sehingga dapat menghantarkan listrik dengan cukup baik [9]. Sebaliknya, pada tipe H semakin besar indeks angka pada tipe pensil tersebut, nilai resistivitas bahan pensil grafit akan semakin besar sehingga lebih sulit untuk menghantarkan listrik. Tipe F memiliki nilai resistivitas yang mirip dengan tipe H, sehingga cukup sulit dalam menghantarkan listrik.

Hambatan pada grafit pensil sangat bergantung pada ukuran lebar, ketebalan dan konsentrasi grafit pada pensil. Hambatan listrik menurun jika lebar dan konsentrasi serta ketebalan grafit ditingkatkan yang ditunjukkan melalui indeks angka sebelum huruf [8]. Oleh karena itu dari hasil eksperimen ini didapatkan pada pensil 2B yang memiliki konsentrasi grafit yang lebih banyak, nilai hambatannya menurun, sedangkan di pensil tipe B nilai hambatannya sedikit lebih besar yang menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi grafit pada pensil mempengaruhi dari nilai resistansi dan resistivitas pensil.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, variasi tipe pensil grafit mempengaruhi resistivitas bahan grafit pensil. Grafit pensil tipe B memiliki nilai resistivitas paling kecil yang mengindikasikan bahwa grafit pensil tipe B lebih mudah dalam menghantarkan listrik dibandingkan dengan dengan grafit pensil tipe F dan H yang memiliki nilai resistivitas yang cukup besar dibandingkan tipe B. Dari hasil tersebut grafit pensil tipe B berpotensi digunakan untuk berbagai aplikasi, salah satu contohnya sebagai bahan elektroda.

4.2 Saran

Selanjutnya, perlu adanya penelitian lanjutan yang mengkaji tipe grafit pensil B dengan variasi indeks angka dari tipe pensil tersebut terhadap nilai resistivitas serta dilakukan juga pengukuran nilai



konduktivitas listrik bahan agar diketahui sifat konduksi pada bahan grafit pensil serta dapat di optimasi menjadi bahan elektroda.

5. UCAPAN TERIMA KASIH/ ACKNOWLEDGEMENTS

Lembaga Penelitian dan Pengabdian masyarakat (LPPM) Universitas Halim Sanusi Bandung sebagai lembaga penelitian yang mendukung dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak tim penerbit jurnal Pascal yang telah mereview dan memberikan masukan atas terbitnya artikel ini.

6. DAFTAR PUSTAKA/ REFERENCES

1. S. Chehreh Chelgani, M. Rudolph, R. Kratzsch, D. Sandmann, and J. Gutzmer, "A review of graphite beneficiation techniques," *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, vol. 37, no. 1, pp. 58–68, 2016.
2. E. Alipour, M. R. Majidi, A. Saadatirad, S. M. Golabi, and A. M. Alizadeh, "Simultaneous determination of dopamine and uric acid in biological samples on the pretreated pencil graphite electrode," *Electrochimica Acta*, vol. 91, pp. 36–42, 2013
3. L. Liv and N. Nakiboglu, "Simple and rapid voltammetric ~ determination of boron in water and steel samples using a pencil graphite electrode," *Turkish Journal of Chemistry*, vol. 40, no. 3, pp. 412–421, 2016.
4. Y. Kim, A. Sung, Y. Seo, S. Hwang & H. Kim (2016) Measurement of hardness and friction properties of pencil leads for quantification of pencil hardness test, *Advances in Applied Ceramics*, 115:8, 443-448, DOI: 10.1080/17436753.2016.1186364
5. Iulia Gabriela David dkk. Pencil Graphite Electrodes: A Versatile Tool in Electroanalysis. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, Volume 2017, Article ID 1905968, 22pages, <https://doi.org/10.1155/2017/1905968>
6. Thye Foo Choo, Kuan Ying Kok, Nur Ubaidah Saidin, Nurazila Mat Zali, Effect of chemical treatment and intrinsic resistance on the humidity sensitivity of pencil graphite sensing material coated on paper substrate, *Sensors and Actuators A: Physical*, Volume 332, Part 1, 2021, 113085, ISSN 0924-4247, <https://doi.org/10.1016/j.sna.2021.113085>.
7. E. kasli, V. R. Dewi, H. Mazlina, Analisis Nilai Hambatan Jenis Alumunium berdasarkan Panjang Kawat Yang Berbeda. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi (JPFT)*. 2020. <http://dx.doi.org/10.29303/jpft.v6il.1455>
8. C Inyeo and P Wattanakasiwich 2018 *J. Phys.: Conf. Ser.* **1144** 012165doi:10.1088/1742-6596/1144/1/012165
9. I.Nurzaman, E. Trismayanti,E.S, Zainuddin, dkk. Rangkaian Listrik Menggunakan Isi Pensil. *Prosiding SNIPS*. 2018. ISBN: 978-602-61045-4-0



7. PROFIL SINGKAT/ AUTHOR PROFILE

Eko Sulistio Hanam, S.Si., M.Si lahir di Kota Bandung pada tanggal 3 Februari 1990. Beliau lulus sarjana pada tahun 2012 pada program studi Fisika Universitas Padjadjaran, kemudian pada tahun 2022 mendapat gelar Magister Sains pada program studi Fisika di Universitas Padjadjaran. Saat ini beliau tercatat sebagai dosen tetap untuk program studi Fisika di Universitas Halim Sanusi Bandung. Selain mengajar beliau juga menjadi staff peneliti di Pusat Unggulan Riset Nanoteknologi (FiNder U-CoE) Universitas Padjadjaran dengan fokus penelitian bidang nanoteknologi. Pengalaman kerja yang pernah dikerjakan yaitu sebagai staff chemical analyst PT Grafit Geologi Konsultan (2015-2018), staff chemical engineering PT Grafindo Nusantara (2013-2015). Pernah menjabat sebagai sekretaris LPPM Universitas Halim Sanusi (2022-2024) dan saat ini menjabat sebagai ketua program studi Fisika Universitas Halim Sanusi. Pengalaman penelitian yang berhasil didanai Kemendikburistek pada tahun 2023, yaitu analisis sifat kelistrikan larutan elektrolit kalium hidroksida yang diperkaya oksigen nanobubble melalui program BIMA skema penelitian dosen pemula (PDP).