

Rangkaian Listrik Menggunakan Isi Pensil

Iman Nurzaman^{1,a)}, Estri Trimayanti^{1,b)}, Elvida Safitry Zainuddin^{1,c)} dan Siti Nurul Khotimah^{2,d)}

¹Program Studi Magister Pengajaran Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Kelompok Keilmuan Fisika Nuklir dan Biofisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)} aiman.378@gmail.com (*corresponding author*)

^{b)} estrieser53@gmail.com

^{c)} elvidasafitry@gmail.com

^{d)} nurul@fi.itb.ac.id

Abstrak

Eksperimen ini dilakukan untuk menentukan hambatan jenis dari pensil grafit dengan variasi tingkat kekerasan sampai tingkat kehitaman dari pensil dan pengaruh variasi jumlah goresan pensil dalam rangkaian listrik. Eksperimen dilakukan dengan membuat rangkaian listrik menggunakan goresan isi pensil. Jenis pensil yang divariasikan dari HB, B, 2B, 3B, dan 4B. Hasil yang diperoleh dari percobaan adalah semakin besar nilai B (blackness) pensil maka semakin kecil hambatan jenisnya (ρ), dan semakin banyak dan lebar goresan pensil, maka hambatannya mengecil.

Kata-kata kunci: Rangkaian Listrik, Isi pensil, Hambatan jenis.

PENDAHULUAN

Pensil selama ini dikenal sebagai alat tulis yang digunakan oleh berbagai kalangan mulai dari pelajar, ilustrator, orang-orang perkantoran, dan lain-lain dengan kode yang berbeda-beda. Isi pensil umumnya dibuat dari grafit, bahan karbon yang apabila digoreskan di atas kertas akan meninggalkan bekas warna hitam sebab atom-atomnya mudah terpisah. Grafit juga dikenal sebagai penghantar listrik yang baik [1]. Grafit memiliki sifat logam dan nonmetalik yang berguna sebagai bahan elektroda. Menurut Chehreh Chelgani dkk, 4% grafit dunia digunakan untuk menghasilkan pensil yang terdiri dari bubuk grafit halus dalam matriks anorganik (resin) atau organik (tanah liat atau polimer tinggi, misalnya selulosa) [2]. Percampuran antara bahan-bahan tersebut menghasilkan perbedaan tingkat kekerasan dan kehitaman dari masing-masing jenis pensil. Pensil dengan tanda *B* menginformasikan kehitaman (*blackness*), yang berarti kandungan grafitnya lebih banyak, sedangkan huruf *H* (*hardness*) pada pensil menginformasikan kekerasan komposisi leadnya, yang berarti kandungan tanah liatnya lebih banyak. Sementara Angka di depan huruf memperlihatkan tingkat ketebalan atau kekerasan komposisi suatu pensil[3].

Selain fungsinya untuk menulis atau menggambar, kandungan yang terdapat pada pensil dapat membuat pensil menjadi sebuah konduktor listrik. Pada penelitian ini akan dilakukan percobaan untuk menentukan hambatan jenis dari pensil grafit dengan memvariasikan tingkat kekerasan dan tingkat kehitaman pensil, faktor yang mempengaruhi besarnya hambatan pada goresan pensil, dan menentukan intensitas dari cahaya LED dengan variasi jumlah goresan pensil dalam rangkaian listrik .

PENELITIAN

Percobaan dilakukan dengan melakukan pengukuran kuantitatif dan kualitatif dari isi pensil yang digunakan. Belum adanya standarisasi internasional untuk kadar grafit pada isi pensil tipe tertentu dapat mengakibatkan perbedaan sifat bahan dari setiap isi pensil yang dibuat oleh perusahaan produksi yang berbeda[4]. Oleh karena itu, kami membatasi dengan menggunakan 5 jenis isi pensil buatan satu perusahaan, yaitu Mitsubishi Uni Nano-Dia.

Data kuantitatif diambil dengan melakukan pengukuran tegangan dan arus untuk setiap jenis isi pensil untuk ketahui hambatan jenis (resistivitas)-nya; dengan memvariasikan jumlah goresan (ketebalan); dan luas goresan dari satu tipe jenis pensil untuk diketahui pengaruhnya terhadap nilai hambatan yang diperoleh. Sedangkan data kualitatif diperoleh dengan mengamati dan mengukur intensitas cahaya LED menggunakan luxmeter pada rangkaian listrik yang dihubungkan dengan goresan pensil yang telah divariasikan.

Penghitungan Hambat Jenis Bahan

Hambatan sebuah kawat atau konduktor yang penampangnya homogen berbanding langsung dengan panjangnya dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya [5].

$$R = \frac{\rho L}{A} \tag{1}$$

Keterangan:

R = Resistansi = Hambatan (Ω)

ρ = Resistivitas = Hambat Jenis (Ωm)

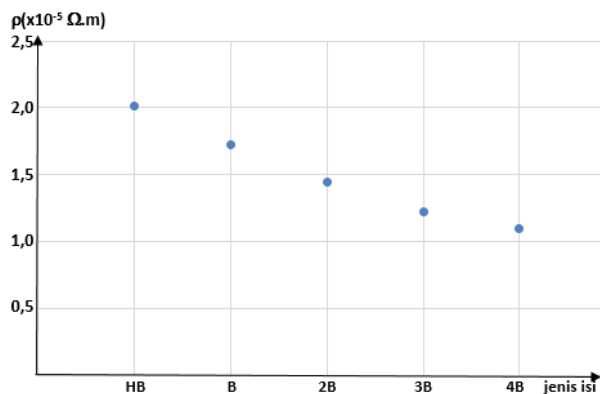
L = Panjang penampang (m)

A = Luas penampang (m^2)

Dengan mengetahui nilai hambatan (R) berdasarkan data karakterisasi arus-tegangan menggunakan I-V meter, kemudian mengukur panjang isi pensil (L) beserta diameternya (untuk mencari A), lalu menggunakan persamaan (1), maka kita dapat memperoleh nilai hambatan jenisnya.

Tabel 3.1 Data Variasi Jenis Pensil

No	Jenis Pensil	d (mm)	l (mm)	R (Ω)	ρ (Ωm)
1	HB	0,5	5,3	5,430	$2,011 \times 10^{-5}$
2	1B	0,5	5	4,382	$1,720 \times 10^{-5}$
3	2B	0,3	4,8	9,790	$1,441 \times 10^{-5}$
4	3B	0,5	5,3	3,299	$1,222 \times 10^{-5}$
5	4B	0,5	5,5	3,065	$1,094 \times 10^{-5}$

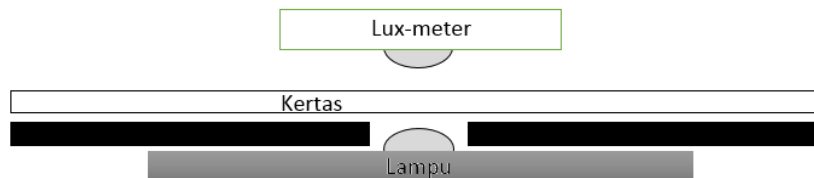


Gambar 3.1 Grafik hambatan jenis bahan terhadap jenis isi pensil

Berdasarkan jenis isi pensil yang dibedakan berdasarkan tingkat kehitaman atau kekerasan didapatkan bahwa semakin besar angka/tingkat kehitaman (*blackness*) dari isi pensil maka resistivitasnya semakin kecil. Ini menunjukkan bahwa semakin besar tingkat/level kehitaman pensil maka semakin bagus untuk menghantarkan listrik karena untuk panjang dan ketebalan yang sama, memiliki nilai hambatan yang kecil.

Perbandingan Variasi Ketebalan Goresan

Untuk mengetahui pengaruh ketebalan goresan pensil di atas kertas terhadap nilai hambatan yang dihasilkan, percobaan didesain dengan membandingkan 3 bidang kertas yang panjang dan lebarnya sama, namun ketebalan goresan pensilnya dibedakan dengan menggunakan jenis pensil yang sama. Setiap variasi ketebalan goresan diukur ketertembusannya oleh cahaya dengan menyortokan cahaya pada kertas yang telah digores, lalu mengukur intensitas cahaya yang tembus di balik kertas tersebut. Kemudian hambatannya diukur dengan menggunakan multimeter dengan memasang probe multimeternya di ujung-ujung bidang.



Gambar 3.2 Desain pengukuran ketebalan goresan pensil di atas kertas

Tabel 3.2 Data Variasi jumlah goresan pensil 4B

No	<i>n</i> (gores)	<i>I</i> (lux)	<i>R</i> (MΩ)
1	0	2600	-
2	5	526	9,670
3	10	304	1,912
4	15	72	0,503

Berdasarkan Tabel 3.2 didapatkan bahwa semakin banyak jumlah goresan, intensitas cahaya yang terukur di bagian atas kertas makin berkurang, yang berarti goresan pensilnya semakin tebal dan hitam. Datum nomor 1 menunjukkan kondisi kertas polos tanpa goresan untuk digunakan sebagai pembanding. Semakin tebal goresan pensil di atas kertas, maka nilai hambatan yang terukur akan semakin kecil.

Perbandingan Variasi Luas Penampang Goresan

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh luas penampang goresan terhadap nilai hambatan dengan memvariasikan lebar bidang goresan, namun panjang dan ketebalan goresan dibuat sama.



Gambar 3.3 Desain variasi panjang goresan pensil

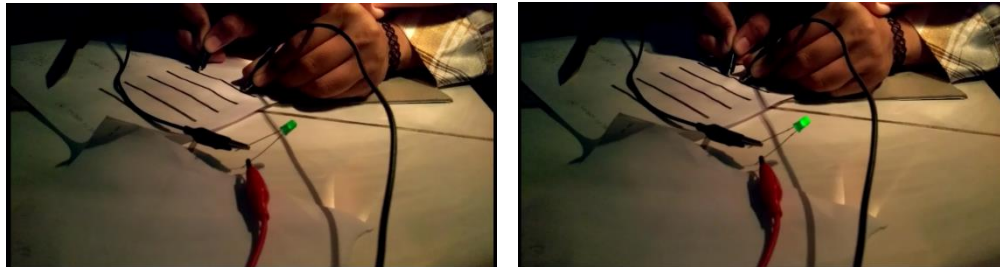
Tabel 3.3 Data Variasi Lebar goresan pensil 4B sepanjang 8 cm

No	<i>d</i> (mm)	<i>R</i> (MΩ)
1	0,5	3,960
2	1,2	3,120
3	3,0	1,493

Percobaan ini menunjukkan data pengukuran hambatan dari goresan pensil berupa persegi panjang dengan panjang 8 cm dan lebar yang divariasikan. Tabel 3.3 menggambarkan bahwa makin lebar goresan pensil maka nilai hambatan dari goresan pensil semakin besar. Lebar goresan berhubungan dengan luas dari goresan.

Perbandingan Variasi Panjang Goresan

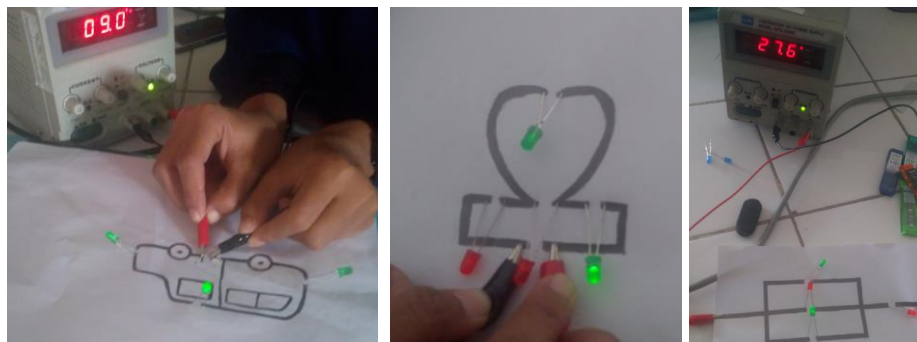
Untuk mengetahui pengaruh kandungan grafit dan besarnya nilai hambatan pada isi pensil secara kualitatif, percobaan dilakukan dengan membuat rangkaian listrik menggunakan goresan pensil dengan memvariasikan panjang goresan. Goresan pensil digunakan sebagai konduktor dengan menggoreskan/menggambar garis tebal pada kertas untuk penyambung rangkaian listrik. Pada rangkaian tersebut di pasang LED untuk mengetahui pengaruh dari variasi panjang goresan pensil. Nilai hambatan pada percobaan sebelumnya mencapai mega ohm, maka agar LED dapat menyala, goresan diperbanyak dan dipertebal hingga hambatannya berorde ratusan ohm.



Gambar 3.4 Rangkaian Listrik dengan variasi panjang goresan pensil

Pada percobaan variasi panjang goresan pensil 4B diketahui bahwa tingkat resistensi resistor (goresan pensil) bergantung pada panjang garis yang digambar. Ketika goresan pensil diperpendek pada sebuah rangkaian listrik, nyala lampu semakin terang. Hal ini juga ditunjukkan pada nilai intensitas cahaya LED pada luxmeter yang semakin besar. Semakin pendek goresan pensil maka hambatannya semakin kecil.

Konduktivitas dan resistivitas isi pensil dapat dimanfaatkan untuk membuat rangkaian listrik sederhana dengan mengganti PCB (Printed Circuit Board) dengan kertas dan pensil.



Gambar 3.5 Rangkaian Listrik dengan goresan pensil di atas kertas sebagai pengganti PCB

KESIMPULAN

Setiap tipe pensil memiliki resistivitas yang berbeda. Jenis pensil yang memiliki resistivitas dari yang terkecil adalah 4B, 3B, 2B, B dan HB yang nilainya masing-masing $1,094 \times 10^{-5} \Omega m$, $1,222 \times 10^{-5} \Omega m$, $1,441 \times 10^{-5} \Omega m$, $1,720 \times 10^{-5} \Omega m$, dan $2,011 \times 10^{-5} \Omega m$. Semakin besar level atau angka B (*blackness*) pada pensil maka semakin kecil hambatan jenisnya (ρ) sehingga makin bagus untuk menghantarkan listrik. Nilai Hambatan pensil berbanding lurus dengan panjang goresan pensil yang dibuat dan berbanding terbalik dengan ketebalan serta luas goresan pensil. Secara kualitatif hal tersebut dapat ditunjukkan dengan nyala lampu LED yang semakin terang ketika panjang goresan diperpendek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan demi terlaksananya eksperimen ini.

REFERENSI

1. <http://www.fisikanet.lipi.go.id/utama.cgi?artikel&1186617552>
2. Iulia Gabriela David dkk. Pencil Graphite Electrodes: A Versatile Tool in Electroanalysis. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, Volume 2017, Article ID 1905968, 22 pages, <https://doi.org/10.1155/2017/1905968>
3. <http://djpen.kemendag.go.id/membership/data/files/59ec0-pensil-final.pdf> (diakses 24 November 2017)
4. Graphite Grading Scales Explained, <https://pencils.com/hb-graphite-grading-scale/> (diakses 28 November 2017)
5. Young, Hugh D & Roger A Freedman. 2001. *Fisika Universitas Edisi kesepuluh jilid 2*. Jakarta: Erlangga