



STUDI KONDUKTIFITAS LISTRIK CaCO_3 DAN KARBON ARANG DENGAN METODE *FOUR POINT PROBE*

Sefrilita Risqi Adikaning Rani

¹Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

¹sefrilita.rani@uin-alauddin.ac.id

ABSTRACT: Research on the use of the four point probe method in the analysis of the electrical conductivity of CaCO_3 and shell charcoal carbon was carried out with the aim of knowing the value of the electrical conductivity of a sample with the four point probe method, and knowing the effect of concentration on the conductivity properties of CaCO_3 and CO charcoal samples. The working principle of the four point probe is that there are four contacts (probes) aligned with the distance between the probes arranged in such a way that the distance is the same. A constant current is passed along the sample surface through the two outermost probes. If the sample has resistance, there will be a voltage drop as current flows through the sample. Next, the change in voltage is measured through the two internal probes. The results of the study obtained data V_{in} , V_{out} and I_{out} . Variations in input voltage in this study include V_{in} 4 V, 6V and 8V and variations in NaCl concentration of 2M and 3M. Based on the research, it can be concluded that the average resistivity value for Lime (CaCO_3) is $0.5077\Omega\text{m}$ and for Charcoal is 0.5288 m . Meanwhile, the conductivity value for lime CaCO_3 is $2.0100(\Omega\text{m})^{-1}$, while for charcoal the conductivity value is $1.9015(\Omega\text{m})^{-1}$. From the results it can be seen that lime is more conductive than charcoal. For the effect of the concentration value on the resistivity and conductivity values, the resistivity value will be smaller with increasing concentration and the conductivity value will be greater.

ABSTRAK: Penelitian tentang penggunaan metode four point probe dalam analisa konduktifitas listrik CaCO_3 dan karbon arang tempurung dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai konduktivitas listrik suatu sample dengan metode *four point probe*, dan mengetahui pengaruh konsentrasi terhadap sifat konduktivitas sample CaCO_3 dan CO arang. Prinsip kerja dari four point probe yakni adanya empat kontak (probe) disejajarkan dengan jarak antar probe yang diatur sedemikian rupa sehingga jaraknya sama. Arus konstan disalurkan sepanjang permukaan sampel melalui dua probe terluar. Jika sampel memiliki hambatan, akan terjadi penurunan tegangan saat arus mengalir melalui sampel. Selanjutnya, Perubahan tegangan diukur melalui dua probe internal. Hasil dari penelitian diperoleh data V_{in} , V_{out} dan I_{out} . Variasi tegangan inputan pada penelitian ini diantaranya V_{in} 4 V, 6V dan 8V dan variasi konsentrasi NaCl sebesar 2M dan 3M. Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai resistivitas rata-rata untuk Kapur (CaCO_3) adalah $0,5077\Omega\text{m}$ dan untuk Arang adalah sebesar $0,5288\Omega\text{m}$. Sedangkan nilai konduktivitas untuk kapur CaCO_3 adalah $2,0100(\Omega\text{m})^{-1}$ Sedangkan untuk arang nilai konduktivitasnya sebesar $1,9015(\Omega\text{m})^{-1}$.

*corresponding author

email: sefrilita.rani@uin-alauddin.ac.id

DOI:

1. Dari hasil itu dapat dilihat bahwa kapur lebih konduktif daripada Arang. Untuk pengaruh nilai konsentrasi terhadap nilai resistivitas dan konduktivitas adalah nilai resistivitasnya akan semakin kecil dengan bertambahnya konsentrasi dan nilai konduktivitas semakin besar.

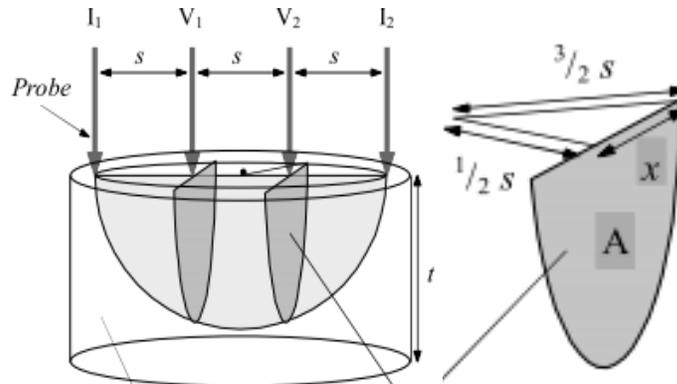
Kata Kunci: Konduktivitas, konsentrasi, resistivitas

PENDAHULUAN

Pada dasarnya setiap material memiliki sifat kelistrikan yang berbeda. Dengan adanya sifat listrik yang berbeda maka material dapat digolongkan menjadi beberapa jenis, diantaranya material konduktor, semikonduktor dan isolator. Beberapa material tersebut banyak digunakan dalam aplikasi teknologi seperti pada material semikonduktor. Ada hal yang membedakan dari tiga jenis bahan tersebut yaitu kemampuannya menghantarkan arus listrik. Bahan yang dapat menghantarkan arus listrik memiliki suatu faktor nilai hantaran listrik tertentu yang disebut dengan konduktivitas listrik. Kebanyakan nilai konduktivitas listrik dapat di deteksi dengan menggunakan metode *Four Point Probe* (Panta & Subedi, 2013). Maka dari itu untuk membuktikan adanya teori tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang four point probe untuk mengetahui nilai konduktivitas listrik pada bahan.

Four point probe measurer (FPP) adalah alat yang biasa digunakan untuk mengukur nilai resistivitas suatu lapisan suatu bahan elektronik, yaitu bahan semi konduktor seperti silikon (Si), Germanium (Ge), Gallium Arsenide (GaAs), serta material logam dalam lapisan tipis (thin layer) (Pedersen et al., 2020) yang digunakan pada perangkat elektronik. Seperti namanya, pengukur ini mengandalkan 4 probe; 2 probe untuk arus listrik dan 2 probe lainnya untuk mengukur tegangan ketika diterapkan pada material (sampel) (Lüpke et al., 2018). Untuk menentukan dan mengkaji karakteristik material, perlu dilakukan pengukuran nilai resistivitas untuk luas dan ketebalan tertentu. Beberapa parameter lain yang dapat diperoleh dari pengukuran material menggunakan alat ini adalah dengan mengetahui jenis doping suatu bahan semi konduktor (positif dan negatif) dan mobilitas elektronik suatu bahan (Sha et al., 2011) (Pedersen et al., 2020). Dinamakan *Four Point Probe* (probe empat titik) karena ada empat titik yang menyentuh permukaan sampel. Empat titik (probe) disejajarkan dalam garis lurus dengan jarak antar probe diatur sedemikian rupa sehingga masing-masing probe berjarak sama. Arus konstan mengalir melalui sampel melalui dua probe terluar. Jika sampel memiliki hambatan, akan terjadi penurunan tegangan saat arus mengalir melalui sampel. Variasi tegangan diukur dengan dua probe internal (Smits, 1958).

Kuantitas listrik yang menunjukkan kualitas konduktif suatu bahan, seperti tegangan keluaran dan arus keluaran, dapat ditentukan dengan tepat menggunakan metode probe empat titik.



Gambar 1. Pola aliran arus untuk sampel berbentuk bulk (Smits, 1958)

Resistivitas pada sample bulk pada awalnya diasumsikan bahwa ujung probe sangat kecil (infinitesimal) dan sampel mempunyai dimensi yang besar (semi-infinit). Untuk sampel bulk ini mempunyai ketentuan bahwa ketebalan sampel (t) harus lebih besar dibandingkan dengan jarak antara probe (s). Jadi secara matematis dapat dikatakan bahwa $t > 3/2s$. Sehingga, pada ujung probe paling luar, arus mengalir membentuk pola setengah bola. Oleh karena itu luasan bidang yang dialiri arus dapat diformulasikan $A = 2\pi xt$ (luasan untuk setengah bola), dimana x adalah jari-jari bola seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Differensial dari persamaan umum hambatan suatu material:

$$\Delta R = \rho \left(\frac{dx}{A} \right) \dots\dots\dots (1)$$

Sehingga membentuk persamaan integral antara ujung probe bagian dalam menjadi:

$$R = \int_{x1}^{x2} \rho \frac{dx}{2\pi x^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$R = \int_s^{2s} \rho \frac{dx}{2\pi x^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$R = \frac{\rho}{2\pi} \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_s^{2s} \dots\dots\dots (4)$$

$$R = \frac{1}{2s} \frac{\rho}{2\pi} \dots\dots\dots (5)$$

Karena pada dua ujung probe paling luar merupakan superposisi dari arus maka $R=V/2I$. Jadi dapat disimpulkan bahwa resistivitas bahan untuk sampel berbentuk bulk adalah (Smits, 1958)

$$\rho = 2\pi s \left(\frac{V}{l}\right) \dots\dots\dots (6)$$

Dengan konduktivitasnya diberikan oleh

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \dots\dots\dots (7)$$

Pada penelitian ini digunakan sampel yakni berupa senyawa karbon. Karbon merupakan unsur yang berlimpah jumlahnya di alam. Unsur ini dapat ditemukan pada material organik seperti kayu, batu bara, atau serat alam (Setiawan et al., 2018). Untuk menghasilkan karbon dari material organik dilakukan melalui proses penguraian senyawa organik yang disebut dengan proses karbonisasi (Dewanti & Sulaiman, 2019). Proses ini merupakan proses untuk mengkonversi material organik menjadi arang dengan pemanasan tanpa kehadiran oksigen, sehingga senyawa-senyawa kompleks yang menyusun material organik terurai menjadi arang dengan kandungan unsur karbon yang tinggi (Purwandari et al., 2019).

Selain karbon digunakan juga kapur yang senyawanya terbentuk dari Kalsium karbonat (CaCO_3). Kalsium karbonat (CaCO_3) merupakan senyawa yang terdapat pada batu gamping dalam jumlah yang banyak. Karena banyaknya jumlah senyawa ini, mereka paling sering digunakan dalam industri seperti industri semen. Senyawa ini adalah mineral non-silikon paling sederhana dan sumber komersial terbesar untuk senyawa kalsium (Rani & Isnaini, 2020).

Dalam penelitian ini larutan NaCl digunakan sebagai larutan elektrolit yang konduktif. Elektrolit adalah zat yang dalam larutan terurai menjadi partikel dalam bentuk atom bermuatan atau kelompok atom yang disebut ion. Ion bermuatan positif disebut kation dan ion bermuatan negatif disebut anion. Pelarutan elektrolit menjadi ion-ionnya disebut ionisasi. Ion-ion dalam elektrolit selalu bergerak dan ion-ion inilah yang sebenarnya menghantarkan arus melalui larutan. Sedangkan nonelektrolit bila dilarutkan dalam air tidak terurai menjadi ion tetapi tetap dalam bentuk molekul yang tidak bermuatan. Hal inilah yang membuat larutan non elektrolit tidak dapat menghantarkan listrik. Dari interpretasi tersebut dapat disimpulkan bahwa larutan setelah elektrolisis dapat menghantarkan listrik karena elektrolit dalam larutan terurai menjadi ion-ion bermuatan dan ion-ion tersebut selalu terus bergerak. Larutan NaCl menghantarkan listrik karena semua molekul NaCl dapat diuraikan menjadi (terionisasi penuh) ion Na^+ dan Cl^- . Akibatnya konduktivitas listrik yang dihasilkan kuat. Dengan demikian larutan NaCl dapat digolongkan sebagai larutan elektrolit kuat. Saat mengukur konduktivitas dengan multimeter terjadi perubahan warna yang membuktikan bahwa larutan tersebut mengandung unsur logam Na. Menurut persamaan reaksi NaCl (Widodo et al., 2018).



Memang pada umumnya elektrolit kuat adalah larutan garam. Karena pada proses ionisasinya, elektrolit kuat menghasilkan banyak ion.

Dalam penelitian menggunakan metode four point probe ini, kajian material yang diteliti adalah kapur (CaCO_3) dan arang tempurung kelapa (CO) dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik listrik suatu material baik sifat resistivitas maupun konduktivitas dari bahan dengan sampel lembaran (*bulk*).

METODE PENELITIAN

A. Pembuatan Larutan NaCl

Dalam pembuatan larutan NaCl peralatan yang dibutuhkan yakni neraca ohaus digital, gelas beker, gelas ukur. Adapun bahan yang dibutuhkan yakni garam dapur atau NaCl. Langkah awal dalam pembuatan yakni menentukan molaritas yang akan dipakai dalam penelitian dan kemudian menghitung berapa gram NaCl yang dibutuhkan. Pada penelitian ini digunakan 2 jenis molaritas NaCl, yakni 3M dan 2M NaCl 10ml. Dengan menggunakan rumus

$$M = \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{ml}$$

Maka perhitungan gr NaCl 2M dan 3M adalah sebagai berikut:

NaCl 2M 10ml

$$gr = \frac{M \times Mr \times ml}{1000}$$

$$gr = \frac{2 \times 58.5 \times 10}{1000}$$

$$gr = 1,17 \text{ gr NaCl}$$

Jadi dengan menimbang NaCl sebesar 1,17 gr dan ditambah air sebanyak 10 ml dimasukkan dalam gelas beker, maka sudah jadi larutan NaCl dengan Konsentrasi 2 Molar 10 ml.

NaCl 3M 10ml

$$gr = \frac{M \times Mr \times ml}{1000}$$

$$gr = \frac{3 \times 58.5 \times 10}{1000}$$

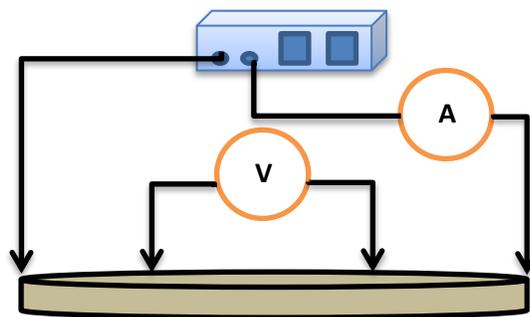
$$gr = 1,75 \text{ gr NaCl}$$

Jadi dengan menimbang NaCl sebesar 1,75 gr dan ditambah air sebanyak 10 ml dimasukkan dalam gelas beker, maka sudah jadi larutan NaCl dengan Konsentrasi 3 Molar 10 ml.

B. Pengujian Sifat listrik

Dalam pengujian sifat listrik digunakan peralatan yakni probe, kabel penjepit, amplifler, dua buah multimeter untuk mengukur tegangan dan arus dan sample 2 karbon dan 2kapur dengan ketebalan tidak lebih dari 0.2 mm. Langkah awal dari penelitian ini yaitu menyiapkan peralatan dan sample yang akan digunakan. Kemudian merangkaikan seperti gambar 2. Setelah dirangkai maka langkah selanjutnya yaitu dengan mengukur sample yang belum diberikan perlakuan atau sample mula-mula. Dengan menggunakan tegangan input yang di variasikan yakni 4 Volt, 6 Volt dan 8 Volt. Kemudian probe ditempelkan pada sample. Maka akan diperoleh data V_{out} dan I input yang tertera pada multimeter. Setelah itu masing-masing sample diberi perlakuan yakni sample dicelupkan kedalam larutan NaCl dengan Konsentrasi yang berbeda yang telah dibuat sebelumnya. Yakni sample dicelupkan pada larutan NaCl 2 M dan dalam larutan NaCl 3 M. Cara mencelupkannya 1 keping karbon dan 1 keping kapur dicelupkan dalam NaCl 2 M dan 1 karbon dan 1 kapur yang satunya dicelupkan pada larutan NaCl 3M. Proses pencelupan dilakukan selama 15 menit.

Setelah 15 menit berlangsung maka sample dikeluarkan dalam tabung dan diuji dengan menggunakan metode FPP. Yakni dengan menempelkan probe pada sample dan memberikan tegangan inputan dengan variasi yakni 4 Volt, 6 Volt dan 8 Volt dan juga pencelupan laten dengan konsentrasi yang berbeda. Data yang didapat adalah V dan I



Gambar 2. Skema rangkaian pengujian sifat listrik dengan metode FPP

Pengukuran dilakukan pada semua sample dengan beberapa variasi tegangan dan pengukuran dilakukan 5 kali pengulangan setiap penempelan probe ke sample maka data tegangan dan dan arus yang didapatkan. Untuk bahan analisa maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai konduktivitas listrik pada bahan maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai resistivitas bahan dahulu dengan menggunakan persamaan (6) karena kita sampelnya menggunakan thick sheet yakni kurang dari jarak antar probenya. Nilai konduktivitasnya dianalisa dengan menggunakan persamaan (7) bahwa nilai resistivitasnya akan berbanding terbalik dengan nilai konduktivitas listriknya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang penggunaan metode four point probe dalam analisa konduktivitas listrik CaCO_3 dan karbon arang tempurung kelapa (CO) dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai konduktivitas listrik suatu sampel dengan metode *four point probe*, dan mengetahui pengaruh konsentrasi terhadap sifat konduktivitas sample CaCO_3 dan CO arang. Prinsip kerja dari four point probe yang berguna untuk mengamati sifat listrik suatu bahan. Dinamakan *Four Point Probe* (probe empat titik) karena ada empat titik yang menyentuh permukaan sampel. Empat titik (probe) disejajarkan dalam garis lurus dengan jarak antar probe diatur sedemikian rupa sehingga masing-masing probe berjarak sama. Arus konstan mengalir melalui sampel melalui dua probe terluar. Jika sampel memiliki hambatan, akan terjadi penurunan tegangan saat arus mengalir melalui sampel. Variasi tegangan diukur dengan dua probe internal. Dari metode ini dapat dihasilkan beberapa outputan seperti tegangan output dan arus output yang secara teliti bisa menunjukkan kualitas konduktivitas bahan yang diuji

Pada pengujian sifat listrik digunakan peralatan yakni probe yang ditempelkan pada sample untuk mengetahui tegangan output dan tegangan inputannya, kabel penjepit yang fungsinya sebagai penghubung antar rangkaian, amplifier pemberi tegangan inputan, dua buah multimeter untuk mengukur tegangan dan arus dan sample 2 karbon dan 2 kapur dengan ketebalan tidak lebih dari 0.2 mm. Dalam pembuatan Larutan NaCl yakni dengan menggunakan peralatan neraca ohaus digital untuk menimbang massa yang diperlukan dalam pembuatan, gelas beker, gelas ukur untuk mengukur berapa ml air yang harus dicampurkan. Adapun bahan yang dibutuhkan yakni garam dapur atau NaCl. NaCl yang dibuat yakni 2M 10ml dan 3 M 10ml.

Sebelum diuji dengan menggunakan larutan garam, maka terlebih dahulu sampel diuji dengan metode FPP untuk keadaan mula-mula. Data yang diperoleh yakni V out mula-mula setiap sample dengan variasi tegangan yang diberikan yakni 4 V, 6 V dan 8 V.

Data yang diperoleh yakni tegangan outputan V_{out} dan I_{out} namun pada kondisi awal I_{out} yang tertera pada multimeter adalah nol. Setelah data awal didapatkan maka langkah selanjutnya yakni sample dicelupkan masing-masing 2 sample ke larutan yang molaritasnya 2 M dan 2 sample lagi dicelupkan ke larutan NaCl yang molaritasnya 3 M selama 15 menit. Setelah 15 menit maka diambil dan diuji lagi dengan menggunakan metode FPP. Dari pengukuran di peroleh V_{out} dan I_{out} .

Dari data yang didapatkan maka selanjutnya yakni melakukan pengolahan data agar dapat menjawab pertanyaan dari tujuan yakni untuk mengetahui nilai konduktivitas listriknya. Untuk langkah awal yakni dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai resistivitas bahan dahulu dengan menggunakan persamaan (10) karena kita sampelnya menggunakan thick sheet yakni kurang dari jarak antar probenya. Selanjutnya nilai konduktivitasnya dianalisa dengan menggunakan persamaan (7) bahwa nilai resistivitasnya satu per nilai konduktivitas listriknya. Dari data yang diperoleh maka dihitung dengan persamaan tersebut. Adapun contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

Contoh perhitungan resistivitas dan konduktivitas listrik pada arang dengan molaritas larutan 2M dan air 10ml.

Diketahui:

$$\pi = 3,14$$

$$t = 2 \text{ mm} = 0.002 \text{ m}$$

$$V_{out} = 0,25 \text{ V}$$

$$I = 3,9 \text{ mA} = 0,0039 \text{ A}$$

Ditanya :

a.) $\rho \dots?$

b.) $\sigma \dots?$

Jawab:

$$a.) \rho = \frac{\pi t V}{\ln 2 I}$$

$$\rho = \frac{3,14 \cdot (0,002) \cdot 0,25}{\ln 2 \cdot 0,0039}$$

$$\rho = 0,5808 \Omega m$$

$$b.) \sigma = \frac{1}{\rho}$$

$$\sigma = \frac{1}{0,5808}$$

$$\sigma = 1,7218 (\Omega m)^{-1}$$

Berdasarkan contoh perhitungan maka data hasil perhitungan sulurhnya dapat dibuat tabel selengkapnya untuk mengetahui nilai konduktivitas untuk masing-masing variasi yang

dikenakan. Berikut adalah data hasil perhitungan dari nilai resistivitas dan konduktivitas masing-masing sampel.

Tabel 1. Data hasil perhitungan penelitian untuk sample CaCO_3

Molar	Vin (V)	ρ	σ	Rata-rata ρ	Rata-Rata σ
2	4	0.6472	1.5452	0.6472	1.5452
		0.6472	1.5452		
		0.6472	1.5452		
		0.6472	1.5452		
		0.6472	1.5452		
	6	0.5663	1.7660	0.5687	1.7568
		0.5663	1.7660		
		0.5663	1.7660		
		0.5783	1.7292		
		0.5663	1.7660		
	8	0.4163	2.4023	0.4358	2.2987
		0.4594	2.1768		
		0.4530	2.2075		
		0.4339	2.3049		
		0.4163	2.4023		
3	4	0.4862	2.0570	0.4819	2.0756
		0.4746	2.1071		
		0.4746	2.1071		
		0.4862	2.0570		
		0.4879	2.0498		
	6	0.4456	2.2443	0.4486	2.2293
		0.4456	2.2443		
		0.4530	2.2075		
		0.4458	2.2431		
		0.4530	2.2075		
	8	0.4619	2.1650	0.4643	2.1541
		0.4614	2.1673		
		0.4573	2.1866		

0.4704	2.1257
0.4704	2.1257
Rata-Rata	0.5077 2.0100

Tabel 2. Data hasil perhitungan penelitian untuk sample Arang tempurung kelap (CO)

Molar	Vin (V)	ρ	σ	Rata-rata ρ	Rata-Rata σ
2	4	0.5808	1.7218	0.5488	1.8273
		0.5808	1.7218		
		0.5436	1.8396		
		0.5303	1.8856		
		0.5083	1.9675		
	6	0.5615	1.7810	0.5684	1.7595
		0.5663	1.7660		
		0.5709	1.7516		
		0.5754	1.7378		
		0.5678	1.7613		
	8	0.5766	1.7344	0.5496	1.8214
		0.5651	1.7695		
		0.5278	1.8947		
		0.5401	1.8514		
		0.5385	1.8571		
3	4	0.5007	1.9972	0.5057	1.9773
		0.5074	1.9710		
		0.5060	1.9765		
		0.5074	1.9710		
		0.5074	1.9710		
	6	0.4644	2.1532	0.4713	2.1220
		0.4720	2.1185		
		0.4684	2.1351		
		0.4720	2.1185		
		0.4797	2.0848		

Rata-Rata	0.5288	1.9015
------------------	--------	--------

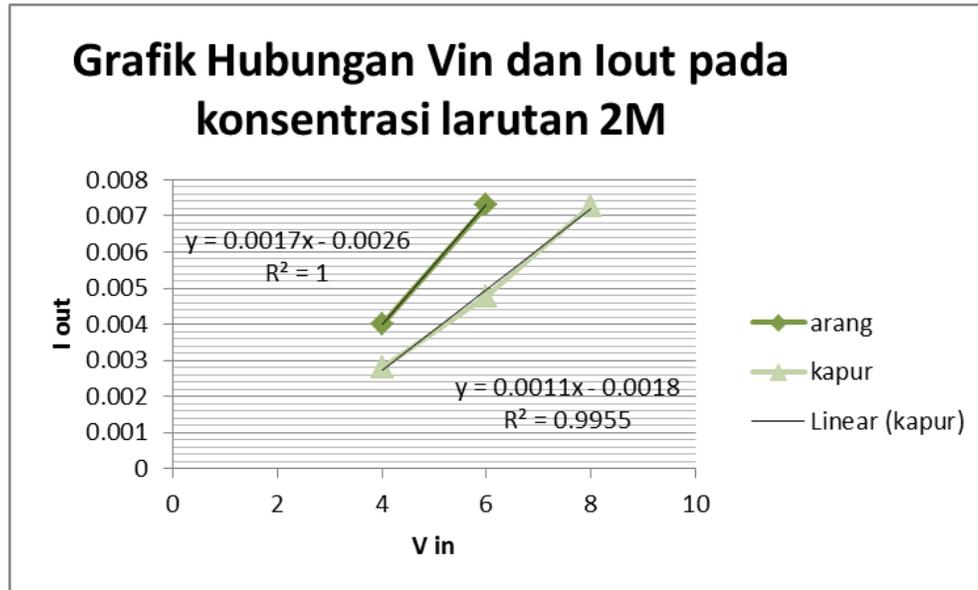
Berdasarkan data perhitungan yang telah didapatkan maka dapat dilakukan analisa hasil perhitungan yakni jika dilihat dari tabel 1 dan tabel 2 Untuk pengaruh tegangann pada kedua sample yakni CaCO_3 dan arang yankni apabila tegangan inputan yang diberikan oleh alat semakin tinggi maka hasil nilai resistiitasnya akan semakin kecil dan untuk nilai perhitungan konduktivitasnya akan menunjukkan hasil yang senaliknya yakni akan semakin bertambah besar dengan bertambahnya tegangan inputan . Hal ini dikarenakan dengan pada saat V in bertambah sehingga arus yang masuk pada rangkaian bertambah yang menyebabkan tegangan keluatan V_{out} pada rangkaian juga bertambah yang menyebabkan nilai resistivitasnya kecil. Karena nilai resistivitas akan berbanding terbalik dengan banyaknya arus yang masuk pada rangkaian. Dengan nilai resistivitas yang berkurang dengan bertambahnya tegangan maka akan semakin besar nilai konduktivitas listriknya.

Berkaitan dengan penelitian yakni digunakan variasi konsentrasi untuk larutan elektrolit NaCl . Dimana larutan elektrolita adalah larutan yang mudah menghantarkan litrik. Dari data hasil penelitian pada tabel 1 dan tabel 2 dapat dianalisis bahwa nilai resistivitas akan semakin kecil dengan bertambahnya konsentrasi dan semakin besar nilai konduktivitasnya. Hal ini dikarenakan semakin besar konsentrasi dari suatu larutan elektrolit maka akan banyak ion-ion didalam larutan tersebut. Ion-ion zat elektrolit tersebut selalu bergerak bebas dan ion-ion inilah yang sebenarnya menghantarkan arus listrik melalui larutannya Sehingga semakin banyak konsentrasinya kandungan ionnya akan sekin besar sehingga arus listrik yang dihantarkan akan semikn besar dengan bertambahnya konsentrasi. Dengan seakin bertambah arus yang menghantarkan maka V out akan semakin besar karena V out merupakan eipotensial dari arus pada metode four point probe ini. Sehingga hal ini menyebabkan nilai resistivitasnya akan semakin kecil dengan bertambahnya konsentrasi dan nilai konduktivitasnya semakin besar. Berikut untuk membuktikan hubungan antara V input dan V_{out} dapat digambarkan oleh grafik gambar 3 dan gambar 4.

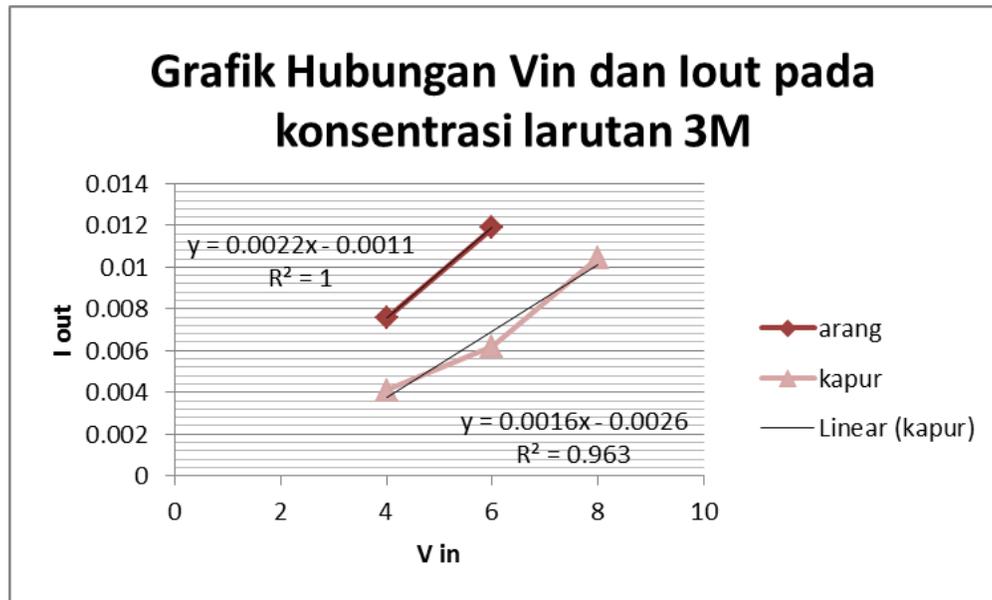
Dari gambar grafik 3 dan 4 maka dapat dilihat hubungan dari V_{input} dengan I outputan akan linear. Artinya jika V_{in} semakin bertambah besar maka I out yang didapatkan akan semakin besar. Dan akan sebaliknya jika V_{in} kecil makan I_{out} juga akan kecil.

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan berbagai perlakuan maka dapat didapat nilai resistivitas rata-rata untuk Kapur (CaCO_3) adalah $0,5077\Omega\text{m}$ dan untuk Arang adalah

sebesar $0.5288 \Omega\text{m}$. Sedangkan nilai konduktivitas untuk kapur CaCO_3 adalah $2,0100 (\Omega\text{m})^{-1}$ Sedangkan untuk arang nilai konduktivitasnya sebesar $1,9015 (\Omega\text{m})^{-1}$. Dari hasil itu dapat dilihat bahwa kapur lebih konduktif daripada Arang.



Gambar 3. Grafik Hubungan V_{in} dan V_{out} pada konsentrasi 2 M



Gambar 4. Grafik Hubungan V_{in} dan V_{out} pada konsentrasi 3 M

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian tentang Penggunaan Metode Four Point Probe dalam Analisa Konduktivitas Listrik CaCO_3 dan Karbon Arang yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai resistivitas rata-rata untuk Kapur (CaCO_3) adalah $0,5077\Omega\text{m}$ dan untuk Arang adalah sebesar $0.5288\Omega\text{m}$. Sedangkan nilai konduktivitas untuk kapur CaCO_3 adalah $2,0100(\Omega\text{m})^{-1}$ Sedangkan untuk arang nilai konduktivitasnya sebesar $1,9015(\Omega\text{m})^{-1}$. Dari hasil itu dapat dilihat bahwa kapur lebih konduktif daripada Arang. Untuk pengaruh nilai konsentrasi terhadap nilai resistivitas dan konduktivitas adalah nilai resistivitasnya akan semakin kecil dengan bertambahnya konsentrasi dan nilai konduktivitas semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewanti, D. P., & Sulaiman, A. (2019). Penentuan Temperatur Optimal Pembakaran Boiler untuk Karbonisasi Hidrotermal Sampah Organik Melalui Model Semi-Analitik Perpindahan Panas. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20(2), 291–298. <https://doi.org/10.29122/jtl.v20i2.3484>
- Lüpke, F., Cuma, D., Korte, S., Cherepanov, V., & Voigtländer, B. (2018). Four-point probe measurements using current probes with voltage feedback to measure electric

- potentials. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 30(5), 054004. <https://doi.org/10.1088/1361-648X/aaa31e>
- Panta, G., & Subedi, D. (2013). Electrical characterization of aluminum (Al) thin films measured by using four-point probe method. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, 8(2), 31–36. <https://doi.org/10.3126/kuset.v8i2.7322>
- Pedersen, A. K., Ichinokura, S., Tanaka, T., Shimizu, R., Hitosugi, T., & Hirahara, T. (2020). Interfacial Superconductivity in FeSe Ultrathin Films on $\{\mathrm{SrTiO}\}_3$ Probed by In Situ Independently Driven Four-Point-Probe Measurements. *Physical Review Letters*, 124(22), 227002. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.124.227002>
- Purwandari, V., Gea, S., & Wijosentono, B. (2019). Analisa XRD Terhadap Perubahan Struktur Dan Kristalinitas Karbonisasi Batubara Sawahlunto – Sijunjung Sumatera Barat: *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)*, 2(1), 88–91. <https://doi.org/10.32734/st.v2i1.321>
- Rani, S. R. A., & Isnaini, N. (2020). Pengaruh Penambahan CaCO_3 Sebagai Filter Pada Semen OPC (Ordinary Portland Cement) Terhadap Performa Setting Time Dan Kuat Tekan (Studi Kasus Pt. Semen Indonesia). *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 7(2), 97–106. <https://doi.org/10.24252/jft.v7i2.17486>
- Setiawan, D. K., Triantoro, A., & Annisa, A. (2018). Analisis Kualitas Pembakaran Briket Batubara Dengan Metode Karbonisasi Berdasarkan Parameter Kualitas Briket, Ukuran Partikel Dan Komposisi. *Jurnal GEOSAPTA*, 4(01), Article 01. <https://doi.org/10.20527/jg.v4i01.4433>
- Sha, W., Wu, X., & Keong, K. G. (2011). 8—Electrical resistivity of electroless copper deposit. In W. Sha, X. Wu, & K. G. Keong (Eds.), *Electroless Copper and Nickel–Phosphorus Plating* (pp. 117–134). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857090966.1.117>
- Smits, F. M. (1958). Measurement of Sheet Resistivities with the Four-Point Probe. *Bell System Technical Journal*, 37(3), 711–718. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1958.tb03883.x>
- Widodo, C. S., Sela, H., & Santosa, D. R. (2018). The effect of NaCl concentration on the ionic NaCl solutions electrical impedance value using electrochemical impedance

spectroscopy methods. *AIP Conference Proceedings*, 2021(1), 050003.
<https://doi.org/10.1063/1.5062753>