

**UNJUK KERJA ALAT UJI KEKONDUKSIAN LISTRIK  
UNTUK APLIKASI PLAT DWIKUTUB**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**LEX SANDRI PANGARIBUAN**

**208130025**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2025**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 7/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)7/8/25

## HALAMAN JUDUL

# UNJUK KERJA ALAT UJI KEKONDUKSIAN LISTRIK UNTUK APLIKASI PLAT DWIKUTUB

## SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar sarjana di Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

Oleh:

**LEX SANDRI PANGARIBUAN**

**208130025**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Unjuk Kerja Alat Uji Kekonduksian Listrik Untuk aplikasi  
Plat Dwikutub  
Nama Mahasiswa : Lex sandri Pangaribuan  
NIM :208130025  
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing

Dr. Iswandi, ST., MT

Pembimbing

Dr. Eng., Supriyanto, ST., MT

Dekan

Dr. Iswandi, ST., MT

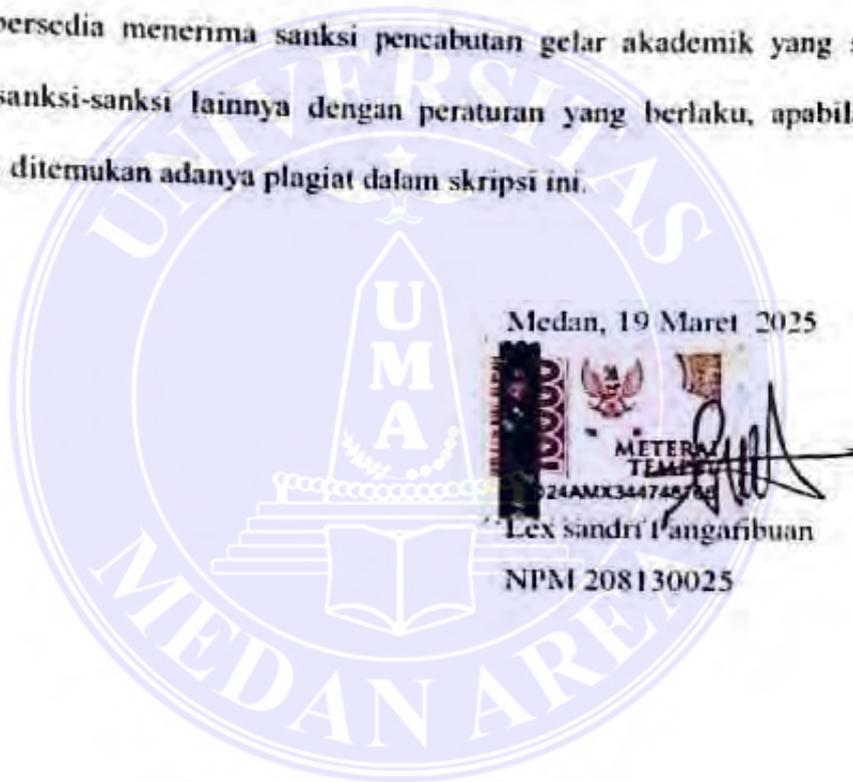
Kat. Prodi ARK  
PRODI. TEKNIK MES

Tanggal Lulus:19 Maret 2025

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

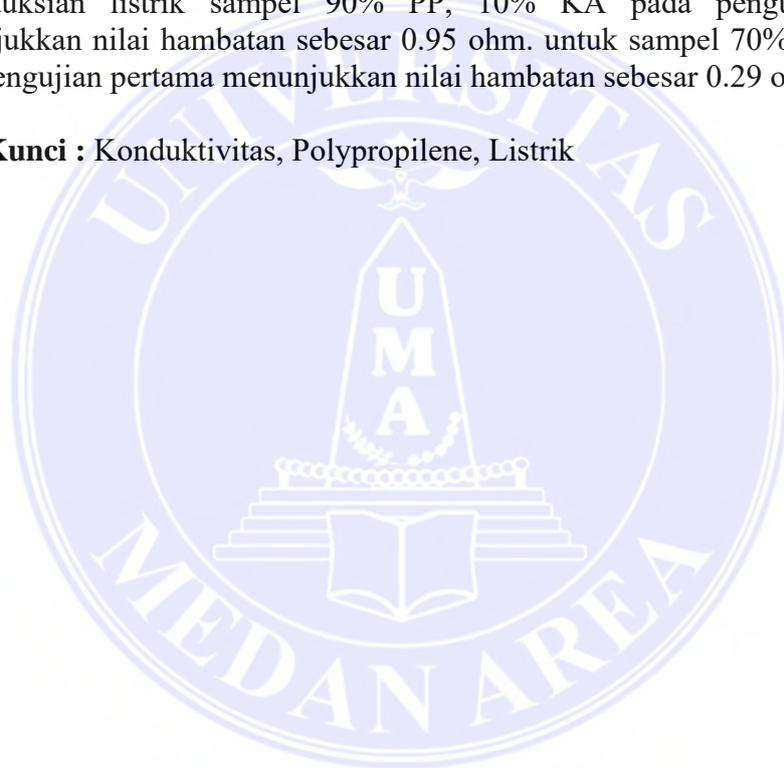
Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



## ABSTRAK

Alat-alat elektronik sudah menjadi pelengkap kehidupan manusia, di dalamnya terdapat berbagai macam divais elektronik yang tersusun sehingga memiliki fungsinya tersendiri. Bagian penting dari tumpukan sel bahan bakar membran elektrolit polimer adalah pelat bipolar (BP), yang menyumbang sekitar 80% dari total berat dan 45% biaya tumpukan. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Studi literatur untuk memahami konsep dasar tentang pengaruh suhu dan daya dalam waktu proses pengujian sampel. Penelitian ini dilaksanakan di Jl. Sultang Serdang Dusun II Desa Sena, Gg. Ikhlas, Kec. Batang Kuis, Deli Serdang, Sumatra Utara Hasil dan pembahasan memperoleh Unjuk kerja alat uji kekonduksian listrik empat titik pengujian, Pengaruh ketebalan plat komposit *Polypropilyne* dan Karbon Aktif pada, Pengaruh cacat pori plat terhadap nilai kekonduksian listrik sampel 90% PP, 10% KA pada pengujian pertama menunjukkan nilai hambatan sebesar 0.95 ohm. untuk sampel 70% PP, 30% KA pada pengujian pertama menunjukkan nilai hambatan sebesar 0.29 ohm.

**Kata Kunci :** Konduktivitas, Polypropilene, Listrik



## ABSTRACT

*Electronic devices have become an essential part of human life, consisting of various electronic components arranged to perform specific functions. An important component of polymer electrolyte membrane fuel cell stacks is the bipolar plate (BP), which accounts for about 80% of the total weight and 45% of the stack cost. The research method used in this study was a literature review to understand the basic concepts of the effects of temperature and power during sample testing. This research was conducted at Jl. Sultan Serdang Dusun II, Sena Village, Gg. Ikhlas, Batang Kuis District, Deli Serdang, North Sumatra. The results and discussion revealed the performance of a four-point electrical conductivity testing device, the effect of composite plate thickness made of Polypropylene and Activated Carbon, and the effect of pore defects on the electrical conductivity value. A sample of 90% PP and 10% AC in the first test showed a resistance value of 0.95 ohms, while a sample of 70% PP and 30% AC in the first test showed a resistance value of 0.29 ohms.*

**Keywords:** *Conductivity, Polypropylene, Electricity*



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 18 Mei 2000 dari Ayah Maurid Pangaribuan dan Ibunda Alm Herdi Pasaribu. Penulis merupakan putra keempat dari lima bersaudara.

Pada tahun 2019 penulis lulus dari SMK dan tahun 2020 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area. Sejalan perkuliahan, tepatnya pada tahun 2022 penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. SOCFIN INDONESIA Bangun Bandar.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadiran ALLAH SWT atas berkat limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Adapun judul yang dipilih penulis yaitu “Perancangan Alat Uji Elektrikal/Kekonduksian Listrik Skala Laboratorium”. Skripsi ini adalah salah satu dari beberapa persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan dan memperoleh gelar sarjana pada program studi S1 Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Saya ucapkan terima kasih dan penghargaan kepada yang telah berjasa membantu penyelesaian studi dan penulisan Skripsi, yaitu:

- a. Bapak Prof. Dadan Ramdan, M.Eng, M.sc selaku Rektor Universitas Medan Area
- b. Bapak Dr. Eng. Supriatno, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
- c. Bapak Dr. Iswandi ST, MT selaku ketua prodi Jurusan Teknik Mesin Universitas Medan Area
- d. Bapak Tino Hermanto ST, M.Sc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Medan Area
- e. Bapak Dr. Eng, Rakhmad Arief Siregar, ST, MT, M.Eng selaku dosen penasehat akademik saya
- f. Bapak Dr. Iswandi ST, MT selaku Dosen Pembimbing tugas akhir saya yang telah meluangkan waktu serta memberikan arahan, nasihat dan semangat kepada penulis sampai terlaksananya skripsi ini.

- g. Orang paling berjasa dalam hidup saya Bapak Maurid Pangaribuan dan Alm. Ibu saya Herdi Pasaribu Terimakasih atas kepercayaan yang telah diberikan atas izin merantau dari kalian, serta pengorbanan, cinta, do'a, kasih sayang, motivasi, semangat dan nasihat yang sering dilontarkan kepada penulis. Dan juga tanpa lelah mendukung segala keputusan dan pilihan dalam hidup saya, kalian sangat berarti. Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu menjaga kalian dalam kebaikan dan kemudahan aamiin.
- h. Kepada keempat saudara kandung saya Terimakasih atas segala doa dan semangat yang selalu diberikan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
- i. Seluruh Sahabat dan Teman-Teman saya yang turut memberikan semangat dan dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih

Medan, 29 Januari 2024



Lex Sandri Pangaribuan

NPM.208130025

## DAFTAR ISI

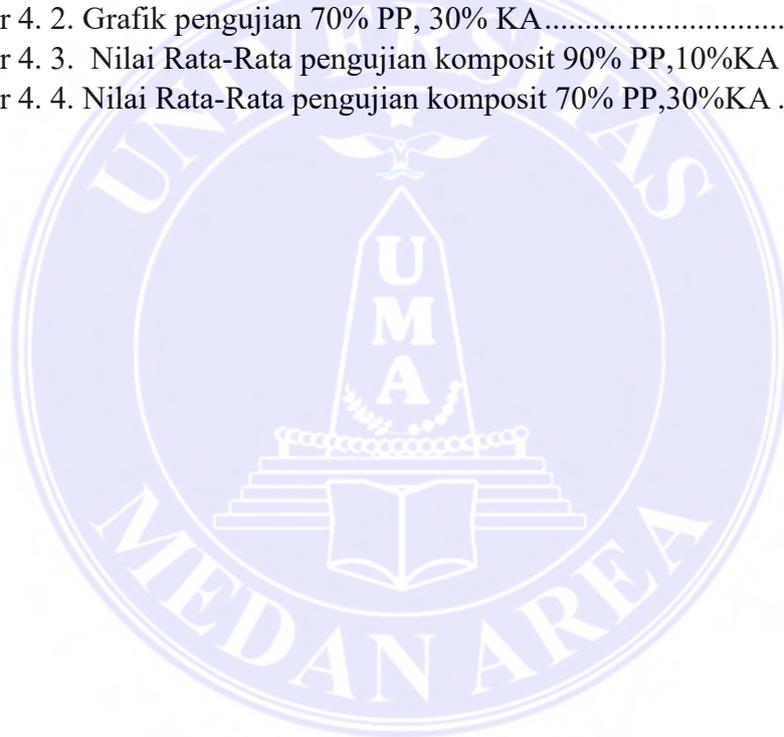
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRAK.....	v
RIWAYAT HIDUP .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Hipotesis Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Fuel Cell Material.....	7
2.2 Plat Dwikutub.....	8
2.3 Listrik .....	10
2.4 Material Komposit.....	12
2.5 Ketebalan Penguluran Pada <i>Resistivity</i> .....	17
2.6 <i>Manual Problem Stands</i> .....	18
2.7 Sistem .....	19
2.8 Four Point Probes .....	19
2.9 <i>Jandel Test Units</i> .....	21
BAB III METODE PENELITIAN .....	19
3.1 Waktu Dan Tempat Peneitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan .....	20
3.4 Populasi dan Sampel.....	26
3.5 Prosedur Kerja .....	27

3.6	Langkah Kerja Pengujian Resitivitas .....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		29
4.1	Hasil.....	29
4.2	Pembahasan .....	34
BAB IV   KESIMPULAN DAN SARAN .....		37
5.1	Kesimpulan.....	37
5.2	Saran .....	37
DAFTAR PUSTAKA .....		39
LAMPIRAN.....		41



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Fuel Cell Stack .....	8
Gambar 2. 2. Plat DwiKutub.....	10
Gambar 2.3. Manual Problem Stands .....	19
Gambar 2.4. System .....	19
Gambar 2.5. Four Point Probes .....	21
Gambar 2.6. Jandel Test Units .....	21
Gambar 3. 1. Polypropilyne .....	20
Gambar 3. 2. Karbon Aktif .....	22
Gambar 3. 3. kekonduksian Listrik .....	24
Gambar 3. 4. Diagram Alir Penelitian .....	28
Gambar 4. 1. Grafik pengujian 90% PP, 10 KA .....	30
Gambar 4. 2. Grafik pengujian 70% PP, 30% KA.....	31
Gambar 4. 3. Nilai Rata-Rata pengujian komposit 90% PP,10%KA .....	31
Gambar 4. 4. Nilai Rata-Rata pengujian komposit 70% PP,30%KA .....	32



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian.....	19
Tabel 4.1. hubungan kekonduksian listrik dengan hambatan .....	30



## DAFTAR NOTASI

PEMFC	= <i>Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells</i>
PEM	= <i>Polymer electrolyte membrane</i>
MEA	= <i>Membrane electrolyte assembly</i>
BP	= <i>Bipolar plates</i>
PMC	= <i>Polimer Matrix Composites</i>
Ohm	= Hambatan Listrik
$\sigma$	= <i>Tegangan(S/m)</i>
$\rho$	= <i>resistivitaslembarantipis(<math>\Omega m</math>)</i>
$P$	= <i>Tekanan (<math>P_a</math>)</i>
$F$	= Gaya (N)
$A$	= <i>Luas Bidang (A)</i>
$V$	= <i>beda potensial listrik(V)</i>
$I$	= <i>Kuat arus(A)</i>
BMI	= <i>Bismaleimida</i>
PI	= <i>Polimida</i>
KE	= <i>Kekonduksian Elekktrical</i>
DCV	= Arus searah
ACV	= Arus bolak balik
PES	= <i>Polieter sulfon</i>
C	= Karbon
Si	= <i>Silikon</i>
S	= <i>Polieter eterektion</i>
PTFE	= <i>Polietera fluroetilena</i>
IC	= <i>Integrade Circuits</i>

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Sel bahan bakar diharapkan memainkan peran utama dalam perekonomian abad ini dan masa depan yang dapat diperkirakan. Pengembangan dan penerapan sel bahan bakar yang ekonomis dan andal diharapkan akan mengantarkan era hidrogen berkelanjutan. Sel bahan bakar membran elektrolit polimer (PEMFC) adalah sel pilihan untuk aplikasi propulsi otomotif masa depan, sebagian karena suhu pengoperasiannya yang cukup rendah. Sistem sel bahan bakar membran elektrolit polimer adalah sistem energi yang dapat mengubah hidrogen dan oksigen atau udara menjadi listrik dengan air sebagai satu-satunya produk sampingan, dan karenanya juga sangat menarik dari sudut pandang lingkungan.

Bagian penting dari tumpukan sel bahan bakar membran elektrolit polimer adalah pelat bipolar (BP), yang menyumbang sekitar 80% dari total berat dan 45% biaya tumpukan. Mereka dirancang untuk mencapai banyak fungsi, seperti mendistribusikan reaktan secara merata ke seluruh area aktif, menghilangkan panas dari area aktif, mengalirkan arus dari sel ke sel dan mencegah kebocoran reaktan dan cairan pendingin. Selain itu, pelat tersebut harus terbuat dari bahan yang murah, ringan, dan harus mudah dan murah diproduksi. Upaya sedang dilakukan untuk mengembangkan bahan pelat bipolar yang memenuhi permintaan ini. Bahan utama yang dipelajari sampai saat ini meliputi elektro grafit, lembaran logam dilapisi dan tidak dilapisi, komposit polimer grafit. dalam ulasan terbaru, *Mehta* dan *Cooper* menganalisis desain dan pembuatan sel bahan bakar membran penukar proton (PEM) untuk aplikasi kendaraan dan juga membahas aspek teknik

bahan pelat polimer. Sebelumnya, Bor up dan Vanderborgh secara singkat meninjau materi pelat polimer yang berbeda. Saat melakukan analisis desain rinci pelat polimer untuk sel bahan bakar membrane penukar proton, Cooper juga menjelaskan sejumlah sifat yang diinginkan dalam bahan pelat polimer.

Karakteristik pelat polimer yang beragam dan penggabungan sifat fisik dan kimia yang berbeda telah memunculkan sejumlah material baru. Tinjauan ini memberikan gambaran terkini tentang bahan pelat polimer dan karakteristiknya. Pelat polimer dan sifat materialnya sel bahan bakar membrane penukar proton tipikal pada dasarnya terdiri dari penyangga anoda, rakitan membrane elektroda (MEA) dan penyangga katoda yang diapit di antara dua pelat bipolar yaitu anoda dan katoda . Pelat bipolar mempunyai fungsi sebagai berikut untuk mendistribusikan bahan bakar dan oksidan di dalam sel, Untuk memudahkan pengelolaan air di dalam sel, memisahkan sel individual dalam tumpukan, untuk membawa arus keluar dari sel sehingga memudahkan manajemen panas oleh karena itu, bahan pembuatan pelat bipolar akan berbeda-beda, grafit tidak berpori. secara tradisional, bahan pelat bipolar yang paling umum digunakan adalah grafit, baik alami maupun sintetis, karena memiliki stabilitas kimia yang sangat baik untuk bertahan dalam lingkungan sel bahan bakar. dan juga memiliki resistivitas yang sangat rendah, sehingga menghasilkan keluaran daya elektrokimia tertinggi. Namun, hal ini penuh dengan masalah biaya tinggi, kekuatan mekanik yang rendah dan kebutuhan pemesinan untuk membentuk saluran aliran.

Alat-alat elektronik sudah menjadi pelengkap kehidupan manusia. Di dalamnya terdapat berbagai macam divais elektronik yang tersusun sehingga memiliki fungsinya tersendiri. Transistor (transfer resistor) merupakan salah satu

bagian pada alat elektronik. Perkembangan divais ini masih sangat pesat ditandai dengan inovasi terbaru dalam mengoptimalkan performa dan kualitas divais. Transistor merupakan divais berbahan dasar semikonduktor. Semikonduktor tipe-p dan semikonduktor tipe-n disusun sehingga memiliki struktur n-p-n dan p-n-p membentuk transistor dwikutub. Transistor berfungsi sebagai saklar (switch), penguat sinyal pada rangkaian listrik dan sebagai divais logika yang menjalankan sistem komputer saat ini. Selain diproduksi secara satuan, transistor diproduksi juga kedalam sebuah rangkaian sirkuit terintegrasi (*Integrated Circuits/IC*) bersama dengan divais elektronik lainnya. Pada satu IC terdapat ratusan bahkan miliaran divais transistor didalamnya sehingga memiliki fungsinya tersendiri seperti operasi logika dan register. Semakin banyak jumlah transistor pada satu chip IC maka akan semakin banyak pula operasi logika yang dapat dilakukan. Komponen IC yang melakukan operasi logika pada komputer disebut sebagai mikroprosesor. Saat komputer pertama kali diciptakan, ukurannya relatif lebih besar dari komputer sekarang dengan kemampuan yang sangat terbatas. Kemudian penggunaan semikonduktor padat mulai banyak digunakan sehingga ukuran komputer dan sistem penyimpanan data dapat diperkecil dengan kemampuan yang dapat ditingkatkan. Transistor mengalami perubahan dari segi ukuran yang semakin kecil dan performa yang semakin baik. Transistor merupakan implementasi dari fisika material dengan memanfaatkan sifat kelistrikan semikonduktor.

Mobilitas elektron pada graphene dapat mencapai  $15.000 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  dan dapat ditingkatkan hingga mencapai  $\approx 100.000 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  (Geim dan Novoselov 2007). Salah satu divais semikonduktor yang dapat dibuat adalah transistor dwikutub. Meskipun graphene belum banyak diproduksi atau kemudian dipasarkan, graphene

adalah masa depan bagi perkembangan teknologi modern. Berbagai penelitian dengan topik graphene telah dilakukan, diantaranya pada rekayasa celah energi semikonduktor graphene dengan pemberian doping Boron dan Nitrogen (Rani dan Jindal 2013), pemodelan divais graphene dengan komputer (Noor dkk., 2015), pemodelan arus terobosan dan pada implementasi lainnya dari bahan graphene.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk membuat simulasi arus terobosan pada divais transistor berbahan graphene dengan melakukan pendekatan Wentzel-Kramers-Brilouin (WKB) (Zhang dkk., 2008). Pada penelitian yang dilakukan oleh Noor dkk 2015, telah dilakukan pemodelan arus terobosan divais berbahan AGNR. Pada penelitian tersebut, digunakan parameter celah energi dan massa efektif untuk memperoleh nilai transmitansi elektron. Pendekatan analitik Airy digunakan pada model transistor untuk mendapatkan transmitansi elektron. Transmitansi elektron kemudian digunakan untuk mencari arus terobosan dengan persamaan Landauer. Pada penelitian ini penulis melakukan perhitungan tentang arus terobosan dengan metode matriks transfer (MMT) dan persamaan Schrodinger. Solusi fungsi gelombang yang digunakan adalah fungsi eksponensial dengan menggunakan parameter celah energi dan massa efektif berdasarkan lebar AGNR. Lebar AGNR bergantung kepada indeks  $N$ , yaitu jumlah baris atom pada sisi lebar AGNR. Hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan referensi yang dimana telah dilakukan penelitian yang hampir sama dengan metode yang berbeda. Pemodelan dengan MMT telah diuji dan merupakan metode dengan hasil yang lebih baik pada penelitian arus terobosan (Shangguan dkk., 2005).

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang yang telah ditemukan, maka perumusan masalah ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh ketebalan plat komposit *Polypropilyne* dan Karbon Aktif terhadap unjuk kerja alat uji kekonduksian listrik
2. Bagaimana pengaruh cacat pori plat terhadap nilai kekonduksian listrik

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh ketebalan plat komposit *Polypropilyne* dan Karbon Aktif pada komposisi terhadap nilai kekonduksian listrik
2. Menganalisis pengaruh cacat pori plat terhadap nilai kekonduksian listrik.

## 1.4 Hipotesis Penelitian

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Setiap spesimen (MDF) diasumsikan memiliki *compressive strength* yang sama sehingga mampu digunakan sebagai acuan saat pengujian aspek keterulangan alat uji tekan.
2. Nilai *compressive load* (kg) merupakan nilai yang ditampilkan pada *weighting indicator* saat spesimen mengalami kepatahan. *Compressive Strenght* (kg/mm<sup>2</sup>) diperoleh dengan membagi *compressive load* dengan luas area pengujian mm<sup>2</sup>).

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bermanfaat memberikan informasi uji kekonduksian listrik dengan variasi ketebalan plat atau sampel dwikutub
2. Memberitahukan pengetahuan menganalisa perancangan alat ukur *electrical resi*



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Fuel Cell Material

*Fuel Cell* merupakan suatu piranti elektrokimia yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik secara langsung dengan adanya pasokan bahan bakar (hidrogen) dan zat oksidan (oksigen dari luar) yang dipompakan ke dalam sel.

Sel bahan bakar serupa dengan mesin pembakar (*combustion engine*) yakni memerlukan bahan bakar untuk menjalankannya, namun serupa juga dengan baterai dimana mampu mengubah energi kimia menjadi listrik secara langsung tanpa melalui proses pembakaran. Perubahan energi secara langsung tersebut yakni tanpa melalui proses pembakaran dapat meningkatkan efisiensi konversi dari sel.

Secara umum, sel bahan bakar terdiri dari dua komponen penting yakni elektroda (katoda dan anoda) dan elektrolit. Susunan dari sel bahan bakar mirip halnya dengan roti lapis (*sandwich*), dimana kedua elektroda mengapit elektrolit yang kemudian bahan bakar dialirkan di atas permukaan anoda, sedangkan oksigen dialirkan di atas permukaan katoda. Bahan bakar yang digunakan untuk sel bahan bakar umumnya adalah gas hidrogen ( $H_2$ ). Adapun beberapa jenis sel bahan bakar yang dapat menggunakan metanol ( $CH_3OH$ ), CO, maupun hidrokarbon seperti metana ( $CH_4$ ). Berdasarkan suhu operasinya, sel bahan bakar terbagi ke dalam dua jenis yaitu sel bahan .



Gambar 2. 1. Fuel Cell Stack

bakar suhu rendah yang beroperasi pada suhu dibawah  $300^{\circ}\text{C}$  dansel bahan bakar suhu tinggi yang beroperasi pada suhu dibawah  $300^{\circ}\text{C}$ .

## 2.2 Plat Dwikutub

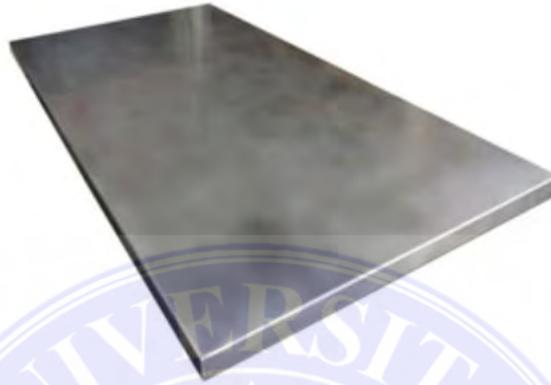
Plat dwikutub pada jandel four point probe merupakan elemen kunci dari alat pengukuran tersebut yang digunakan untuk mengukur resistivitas listrik dan ketebalan sampel semi konduktor dan konduktor. Plat ini biasanya terbuat dari logam yang konduktif seperti tembaga atau platina. Dwikutub mengacu pada fakta bahwa terdapat dua pasang kontak pada plat tersebut. Pasangan kontak pertama digunakan untuk menyuntikkan arus listrik ke dalam sampel, sedangkan pasangan kontak kedua digunakan untuk mengukur tegangan yang terjadi pada sampel. Konfigurasi dua pasang kontak ini memungkinkan pengukuran resistivitas yang akurat dengan mengurangi efek resistansi kontak.

Plat dwikutub adalah salah satu bahagian utama pada teknologi sel bahan api dengan kelebihan sifat kekonduksian elektrik dan mekanik yang tinggi. Pengacuan suntikan adalah salah satu kaedah pembuatan yang digunakan dalam pembuatan plat dwikutub. Pembebanan serbuk genting dan sifat reologi bahan suapan adalah faktor penting dalam proses pengacuan suntikan semasa proses pembuatan plat dwikutub. Pembebanan serbuk genting bahan suapan dengan campuran polipropilina dan grafit telah pun dijalankan dengan kaedah ujian nilai tork. Pembebanan serbuk genting yang sesuai menggunakan bahan suapan grafit telah dihasilkan dengan komposisi 75 % berat yang merupakan beban optimum dan 25 % berat polipropilena. Kajian reologi juga telah dijalankan menggunakan ujian rerambut bagi menentukan beban serbuk genting dengan peningkatan nilai kelikatan bahan suapan. Keputusan ujian sifat reologi didapati bahawa bahan suapan dengan beban serbuk optimal mempamerkan sifat pseudoplastik yang sesuai bagi proses pengacuan suntikan dengan nilai  $n$  kurang dari pada 1. (Dwikutub,A.P,2016)

Proses pengukuran dengan menggunakan plat dwikutub pada jandel four point probe dimulai dengan menyuntikkan arus listrik melalui dua kontak pertama. Arus ini mengalir melalui sampel dan menciptakan gradien potensial di dalamnya. Kemudian, dua kontak yang tersisa digunakan untuk mengukur tegangan pada dua titik yang terpisah dari pasangan kontak penyuntikan arus.

Dengan mengukur tegangan pada dua titik yang terpisah, alat ini dapat menghitung resistivitas sampel dengan menggunakan hukum Ohm. Dengan mempertimbangkan geometri probe dan sifat-sifat listrik sampel, resistivitas dan ketebalan sampel dapat dihitung dengan presisi yang tinggi.

komponen penting dalam sistem pengukuran resistivitas listrik bahan semikonduktor atau konduktor. Desain ini memungkinkan pengukuran resistivitas yang akurat dan presisi tanpa terpengaruh oleh resistansi kontak.



Gambar 2. 2. Plat DwiKutub

Fungsi Utama: Plat dwikutub bertindak sebagai sumber arus dan pemindai tegangan dalam sistem four point probe. Ini memungkinkan pengukuran resistivitas bahan tanpa memperhitungkan efek resistansi kontak, yang sering kali menjadi kendala dalam pengukuran konvensional.

### 2.3 Listrik

Listrik merupakan partikel subatomik seperti proton dan elektron yang bisa menyebabkan dorongan atau tahanan gaya diantaranya. Arus listrik merupakan partikel elektron yang mengalir dari potensial tinggi menuju potensial yang lebih rendah melalui mediator yang disebut konduktor.

Besaran-besaran yang dimiliki oleh listrik meliputi kuat arus listrik ( $I$ ), tegangan listrik ( $V$ ) dan tahanan listrik ( $R$ ). Ketiga besaran tersebut saling berkaitan satu sama lain dan dituliskan dalam hukum Ohm "Perbedaan potensial antara ujung konduktor berbanding langsung dengan arus yang melewati dan berbanding terbalik

dengan tahanan konduktor”. Bunyi hukum Ohm tersebut dapat di rumuskan dengan : Hukum lain yang berkaitan dengan hukum kelistrikan adalah hukum joule “Arus listrik yang melewati konduktor dengan perbedaan tegangan dalam waktu tertentu akan menghasilkan energi panas”

### 2.1.1 Kekonduksian Listrik

Konduktivitas merupakan kemampuan suatu bahan untuk mengkonduksikan atau mentransmisikan panas, listrik atau suara. Sedangkan konduktivitas listrik merupakan kemampuan suatu bahan dalam menghantarkan arus listrik sebagai hasil perpindahan elektron antar partikel.

Konduktivitas listrik didefinisikan sebagai rasio antara densitas suatu bahan ( $J$ ) dan intensitas aliran listrik ( $e$ ) dan nilainya berbanding terbalik dengan resistivitas listrik ( $r$ ). Nilainya dapat dihitung berdasarkan rumus :  $S = J/e = 1/r$ .

Perak adalah jenis konduktor yang mempunyai nilai konduktivitas terbesar diantara jenis logam lainnya, sedangkan untuk konduktivitas air bergantung pada jumlah kandungan ion-ion elektrolit di dalam air tersebut. Tiap ion hanya dapat membawa muatan listrik dalam jumlah terbatas sehingga semakin banyak ion yang terdapat di dalam air semakin banyak muatan listrik yang bisa dibawa dan dialirkan.

### 2.1.2 Resitivitas Listrik

Resistivitas listrik diartikan sebagai kemampuan suatu bahan atau material dalam menahan arus listrik yang masuk. Tubuh manusia sebagai konduktor listrik yang baik ternyata memiliki kemampuan resistensi ketika terjadi kontak dengan arus listrik. Nilai resistensi ini berbeda pada setiap bagian tubuh manusia. Berdasarkan kemampuan resistensinya tubuh dibagi menjadi tiga bagian :

1. Tahanan rendah : serabut syaraf, membran mukosa, otot
2. Tahanan menengah : kulit kering, jaringan lemak, tendon
3. Tahanan tinggi : tulang

Ketika terjadi trauma listrik, kulit merupakan tahanan utama dan pertama yang akan dihadapi oleh arus listrik ketika masuk ke dalam tubuh. Besarnya tahanan tersebut dipengaruhi oleh ketebalan dan keadaan kulit ketika terjadi kontak listrik. Air sebagai konduktor yang cukup baik akan menurunkan tahanan kulit secara efektif ketika terjadi kontak listrik. Hal ini dibuktikan oleh sebuah penelitian yang menyebutkan berkeringat dapat menurunkan tahanan kulit dari 3000 ohm menjadi 2500 ohm.

#### 2.1.3 Four Point Probe

Four-point probe adalah metode yang digunakan untuk mengukur sifat kelistrikan suatu material, khususnya resistivitas listrik atau konduktivitas listrik, dengan mengurangi efek resistansi kontak dan kabel. Metode ini menggunakan empat titik kontak atau jarum probe yang ditempatkan secara linier pada permukaan material yang diuji. Prinsip utama dari metode ini adalah pemisahan antara jalur arus listrik dan jalur pengukuran tegangan, sehingga resistansi kontak antara probe dan material, serta resistansi internal kabel, tidak memengaruhi hasil pengukuran.

## 2.4 Material Komposit

Material komposit adalah material yang terbuat dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah dan berbeda dalam level makroskopik selagi membentuk komponen tunggal sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit

bersifat heterogen dalam skala makroskopik. Bahan penyusun komposit tersebut masing-masing memiliki sifat yang berbeda dan ketika digabungkan dalam komposisi tertentu terbentuk sifat-sifat baru yang disesuaikan dengan keinginan. Komposit pada dunia industri merupakan campuran antara polimer (bahpun bahan alam lainnya seperti karet dan serat). Dapat dikatakan bahwa komposit adalah gabungan antara bahan matrik atau pengikat yang diperkuat. Bahan material terdiri dari dua bahan penyusun, yaitu bahan utama sebagai pengikat dan bahan pendukung sebagai penguat. Bahan penguat dapat dibentuk serat, partikel, serpihan atau dapat berbentuk yang lain. Komposit Kaolin-ZVI (Zero Valent Iron) telah disintesis melalui metode reduksi. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengetahui karakteristik komposit kaolin-ZVI melalui difraksi sinar-X, serapan Infra Merah dan adsorpsi gas pada permukaan material tersebut; serta uji kinerja dari material komposit kaolin-ZVI tersebut dalam mengadsorpsi Cr(VI). Kaolin yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kaolin alam Indonesia. (Nugraha, I., & Kulsum, U.2017).

### 2.2.1 Klasifikasi Material Komposit.

Material komposit terdiri dari unsur-unsur penyusun dan komponen dapat berupa unsur organik, anorganik ataupun metalik dalam bentuk serat, partikel serbuk dan lapisan. Secara garis besar komposit diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu:

#### 1. Komposit Serat (*Fiber composite*)

Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat atau komposit yang terdiri dari fiber dan matriks sebagai pengikat.

Komposit yang terdiri dari satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan

penguat berupa serat atau fiber. Serat yang digunakan biasanya berupa serat gelas, serat karbon, serat aramid dan sebagainya. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Peningkatan kekuatan menjadi tujuan utama, komponen penguat harus mempunyai rasio aspek yang besar, yaitu rasio panjang terhadap diameter harus tinggi agar bisa ditransfer melewati titik dimana mungkin terjadi perpatahan.

Serat dalam bahan komposit berperan sebagai bahan utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan atau diameter serat yang mendekati kristal, maka semakin kuat bahan tersebut karena minimnya cacat pada material. Serat (fiber) adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang akan membentuk jaringan memanjang yang utuh.

## 2. Struktural komposit (*Structute composite*)

Komposit struktural merupakan struktural yang terdiri dari dua material atau lebih dengan sifat yang berbeda dan membentuk satu kesatuan sehingga menghasilkan sifat gabungan yang lebih baik.

### 2.2.2 Defenisi komposit.

#### 1. Tingkat Dasar

Pada molekul tunggal dan kisi kristal, bila material yang disusun dari dua atom atau lebih disebut komposit (contoh senyawa, paduan, polymer dan keramik).

#### 2. Mikrostruktur

Pada kristal, phase dan senyawa, bila material disusun dari dua phase atau senyawa atau lebih disebut komposit (contoh paduan Fe dan C).

### 3. Makrostruktur

Material yang disusun dari campuran dua atau lebih penyusun makro yang berbeda dalam bentuk dan/atau komposisi dan tidak larut satu dengan yang lain disebut material komposit (definisi secara makro ini yang biasa dipakai).

#### 2.2.3 Penyusun Komposit.

Komposit pada umumnya terdiri dari 2 fasa:

##### 1. Matriks

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matriks berfungsi sebagai berikut:

- a. Mentransfer tegangan ke serat.
- b. Membentuk ikatan koheren, permukaan matrik/serat.
- c. Melindungi serat.
- d. Memisahkan serat.
- e. Melepas ikatan.
- f. Tetap stabil setelah proses manufaktur.

##### 2. Reinforcement atau Filler atau Fiber.

Salah satu bagian utama dari komposit adalah reinforcement (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Adanya dua penyusun komposit atau lebih menimbulkan beberapa daerah dan istilah penyebutannya; Matrik (penyusun dengan fraksi volume terbesar), Penguat (Penahan beban utama), Interphase (pelekat antar dua penyusun), interface (permukaan phase yang

berbatasan dengan phase lain). Secara struktur mikro material komposit tidak merubah material pembentuknya (dalam orde kristalin) tetapi secara keseluruhan material komposit berbeda dengan material pembentuknya karena terjadi ikatan antar permukaan antara matriks dan filler.

#### 2.2.4 Klarifikasi Komposit.

Berdasarkan matrik, komposit dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok besar yaitu:

1. Komposit Matrik Polimer (*Polymer Matrix Composites*) PMC. Biaya pembuatan lebih rendah.
  - a. Dapat dibuat dengan produksi massal.
  - b. Ketangguhan baik.
  - c. Tahan simpan.
  - d. Siklus pabrikan dapat dipersingkat.
  - e. Kemampuan mengikuti bentuk.
  - f. Lebih ringan.

Keuntungan dari *Polymer Matrix composite*:

1. Ringan.
2. *Specific stiffness* tinggi.
3. *Specific strength* tinggi.

Jenis polimer polimer yang sering digunakan:

1. *Thermoplastic*

*Thermoplastic* adalah *plastic* yang dapat dilunakkan berulang kali (recycle) dengan menggunakan panas. *Thermoplastic* merupakan polimer yang akan menjadi

keras apabila didinginkan. *Thermoplastic* meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat balik (reversibel) kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras bila didinginkan. Contoh dari *thermoplastic* yaitu Poliester, Nylon 66, PP, PTFE, PET, Polieter sulfon, PES, dan Polieter eterketon (PEEK).

## 2. *Thermoset*.

*Thermoset* tidak dapat mengikuti perubahan suhu (irreversibel). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan yang tinggi tidak akan melunakkan *thermoset* melainkan akan membentuk arang dan terurai karena sifatnya yang demikian sering digunakan sebagai tutup ketel, seperti jenis-jenis melamin. Plastik jenis *Thermoset* tidak begitu menarik dalam proses daur ulang karena selain sulit penanganannya juga volumenya jauh lebih sedikit (sekitar 10%) dari volume jenis plastik yang bersifat termoplastik. Contoh dari *Thermoset* yaitu Epoksida, Bismaleimida (BMI), dan Poli-imida (PI).

### 2.5 **Ketebalan Pengukuran Pada *Resistivity***

Pada sampel material ketebalan pengukuran (*thickness of the sample*) penting untuk menentukan resistivitas material secara akurat. Ketebalan pengukuran ini mengacu pada dimensi sampel yang diukur dan mempengaruhi hasil pengukuran resistivitas. Metode yang dilakukan yaitu dengan interpretasi menggunakan software dalam melakukan pengolahan data pengukuran geolistrik resistivitas VES dan tomografi. Data diolah dan di proses menggunakan bantuan perangkat lunak (software) yaitu, software Ipiwin untuk data VES dan software Res2div untuk data tomografi (Wibowo, R. C., & Zaelani, A. 2021).

Berikut adalah langkah-langkah umum dalam menentukan ketebalan lapisan sampel

#### 1. Ketebalan sampel

Lapisan bahan yang di uji resistivitasnya. Ketebalan ini dapat memengaruhi bagaimana arus listrik mengalir melalui sampel.

#### 2. Regangan material

Pada beberapa eksperimen, material di uji dengan diberi tegangan mekanis (ditarik atau dikompresi), dan perubahan resistivitas di ukur untuk melihat bagaimana material tersebut bereaksi terhadap regangan. Ketebalan material bisa memengaruhi hasil pengukuran, karena material yang lebih tipis atau lebih tebal bisa merespon gaya regangan secara berbeda

### 2.6 *Manual Problem Stands*

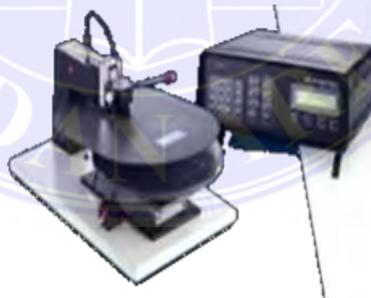
*Manual problem stands* digunakan untuk memberikan dukungan dan solusi terhadap masalah teknis atau operasional dan fungsinya juga melibatkan identifikasi, analisis, dan penyelesaian masalah yang muncul dalam suatu sistem atau proses. Metode pengembangan sistem pada penelitian ini menggunakan prototype atau prototipe yang meliputi perencanaan, perancangan, implementasi dan pengujian (Ritzkal, R., & Setiadi, D.2021). Kegunaan *manual problem stands* mencakup paduan langkah demi langkah untuk mengatasi masalah, memberikan informasi *troubleshooting* dan memberikan petunjuk terperinci agar pengguna atau teknisi dapat menyelesaikan masalah dengan efektif. Adapun manual problem stands ini diperlihatkan pada gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2.3. Manual *Problem Stands*

## 2.7 Sistem

Sistem probing Umum, Serbaguna, Wafer, dan Portabel yang menggabungkan probe,udukan probe, dan unit pengukuran. Dalam konteks teknik, sistem dapat merujuk pada kombinasi komponen dan proses yang di rancang untuk mencapai suatu fungsi atau tugas tertentu. Ini bisa mencakup sistem elektronik, sistem mekanik, atau sistem control otomatis (Sidik, A. 2018). Adapun sistem yang dipakai dalam penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 2.2 di bawah ini



Gambar 2.4. System

## 2.8 Four Point Probes

Diproduksi hanya oleh *Jandel Engineering Limited*, tersedia satu yang cocok untuk semua pemasangan dan sistem yang kami kenal Adapun Four point

probes Penelitian tentang penggunaan metode four point probe dalam analisa konduktifitas listrik  $\text{CaCO}_3$  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  $\text{CaCO}_3$  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 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 input 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 ( $\text{CaCO}_3$ ) adalah  $0,5077\Omega\text{m}$  dan untuk Arang adalah sebesar  $0,5288\Omega\text{m}$ . Sedangkan nilai konduktivitas untuk kapur  $\text{CaCO}_3$  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 (Pratiwi, I. F. R., & Putri, N. P.2023). Untuk pengaruh nilai konsentrasi terhadap nilai resistivitas dan konduktivitas adalah nilai resistivitasnya akan semakin kecil dengan bertambahnya konsentrasi dan nilai konduktivitas semakin besar. yang dipakai dalam penelitian ini diperlihatkan pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.5. Four Point Probes

## 2.9 *Jandel Test Units*

Tiga unit pengujian dirancang khusus untuk pengukuran probe empat titik. Adapun jandel test units yang dipakai dalam penelitian ini diperlihatkan pada gambar 2.4 sebagai berikut.



Gambar 2.6. *Jandel Test Units*

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu Dan Tempat Peneitian

Tempat penelitian dilaksanakan di Jl. Sultang Serdang Dusun II Desa Sena, Gg. Ikhlas, Kec. Batang Kuis, Deli Serdang, Sumatra Utara dan jadwal penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2024											2025
		Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	
		1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	
1	Pengajuan judul												
2	Penulisan proposal												
3	Seminar proposal												
4	Proses penelitian												
5	Pengolahan data												
6	Penyelesaian laporan												
7	Seminar hasil												
8	Persiapan sidang												
9	Sidang sarjana												

## 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dipergunakan dalam proses penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan penyelidikan pengukuran resistansi lembaran.

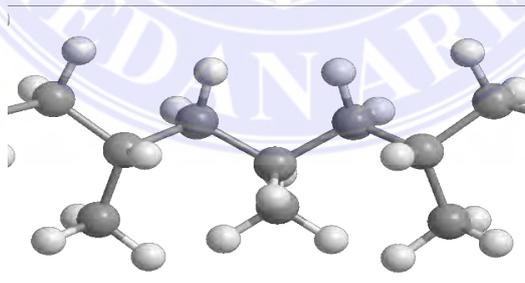
### 3.2.1 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini sebagai berikut.

#### A. Data spesifikasi

##### 1. *Polypropilyne*

*Polypropylene* (PP) adalah sebuah polimer termo-plastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi, diantaranya pengemasan, tekstil (contohnya tali, pakaian dalam termal, dan karpet), alat tulis, berbagai tipe wadah terpakai ulang serta bagian plastik. *Polypropylene*. Berbagai usaha telah dilakukan untuk mengurangi limbah plastik. Salah satu usaha tersebut adalah mengkonversi limbah plastik menjadi sumber energi. (Siti Naimah, 2018) Dapat diperlihatkan pada gambar 3.1



Gambar 3. 1. Polypropilyne

##### 2. Karakteristik fisik

- a. Densitas yaitu 0,90-0,91 g/ cm<sup>3</sup>
- b. Titik lebur sekitar 160-170°C

3. Sifat mekanis

- a. Kekuatan Tarik sekitar 30 – 50 Mpa
- b. Elastisitas baik, tetapi tidak sekuat polistiren
- c. Ketahanan terhadap benturan cukup baik terutama pada suhu tinggi

4. Sifat kimia

- a. Ketahanan terhadap pelarut baik terhadap pelarut organik, tetapi rentan terhadap oksidasi dan beberapa pelarut polar
- b. Ketahanan terhadap suhu stabil pada suhu rendah hingga 100°C, tetapi dapat terdegradasi.

5. Polipropilena Homopolimer (PP-H)

- a. Karakteristik Tersusun dari satu jenis unit monomer, memiliki kekuatan mekanik yang baik dan ketahanan kimia yang tinggi.
- b. Aplikasi yaitu digunakan pada kemasan, pipa, dan barang-barang rumah tangga.

6. Polipropilena Kopolimer (PP-R)

- a. Karakteristik Mengandung dua atau lebih jenis monomer, biasanya lebih fleksibel dan tahan benturan dibandingkan homopolimer.
- b. Aplikasi Pipa air, komponen otomotif, dan barang-barang plastik fleksibel.

7. Polipropilena Kristal (PP-C)

- a. Karakteristik memiliki struktur kristalin yang lebih tinggi, memberikan ketahanan terhadap suhu dan kekuatan mekanik yang lebih baik.
- b. Aplikasi Produk yang memerlukan ketahanan suhu tinggi, seperti wadah dan komponen mesin.

## B. Data spesifikasi karbon aktif

Karbon aktif adalah adalah zat yang memiliki kemampuan menyerap. Kemampuan penyerapannya yang tinggi membuat karbon aktif dapat digunakan untuk mengatasi keracunan atau kelebihan gas di saluran pencernaan. Luas permukaan spesifik yang tinggi, porositas, volume pori sub-nanometer (<1 nm) dan supra-na. (Romanos, J, Beckner, M, 2011). Karbon aktif digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada gambar 3.2



Gambar 3. 2. Karbon Aktif

### Spesifikasi:

1. Luas permukaan biasanya anantara 500- 1500 m<sup>2</sup>/g , tergantung bahan baku dan proses pembuatannya.
2. Ukuran pori Mikropori:
  - a. Diameter kurang dari 2 nanometer. Efektif untuk menyerap molekul yang lebih besar.
  - b. Mesopori: Diameter lebih dari 50 nanometer. Baik untuk cairan atau zat yang memiliki partikel lebih besar.
3. Kadar abu yaitu karbon aktif dengan kadar abu rendah lebih sukai karena memiliki daya serap yang lebih tinggi.

4. Kelembapan yaitu umumnya kadar air atau kelembapan karbon aktif sekitar 5-10 %. Tingkat kelembapan yang lebih rendah biasanya lebih baik untuk daya serap.

#### Jenis-jenis karbon aktif

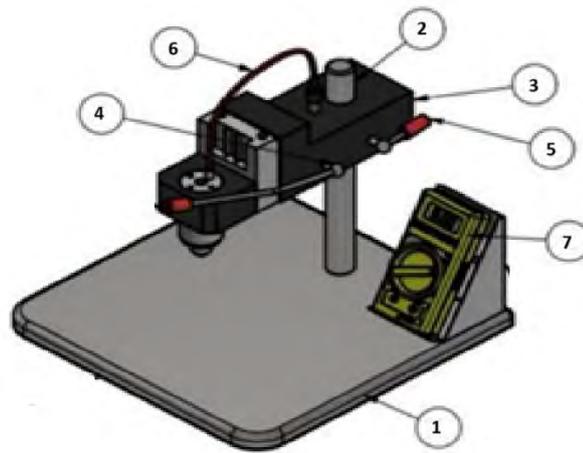
1. Karbon aktif dari tempurung kelapa jenis ini memiliki mikropsori yang sangat baik sehingga efektif untuk menyerap zat dengan ukuran molekul kecil. Banyak digunakan dalam penyaringan air dan pemurnian udara.
2. Karbon aktif dari batu bara biasanya lebih banyak mengandung mesopori sehingga cocok untuk pemurnian cairan dan gas dengan molekul lebih besar.
3. Karbon aktif dari kayu memiliki campuran pori yang lebih bervariasi dan digunakan dalam aplikasi yang lebih umum.

#### 2 Plat dwikutub komposisi *polypropilyne*

Plat Dwikutub" yang terdiri dari komposisi *polypropilyne* material utama: polipropilena sebagai matriks polimer dan karbon aktif sebagai filler. Plat semacam ini bisa digunakan dalam berbagai aplikasi, terutama di bidang filtrasi atau pemisaha.

#### 3.2.2 Bahan

Adapun komponen dalam mesin kekonduksian listrik dapat dilihat pada gambar 3.2.1 sebagai berikut:



Gambar 3. 3. kekonduksian Listrik

Keterangan:

1. Base

Base atas merupakan tempat duduk specimen yang akan di uji. Base atas menggunakan bahan aluminium alloy dengan dimensi 250 x 250 x 12 mm.

2. Besi AS

Poros pada alat uji kekondusian listrik berfungsi sebagai penopang body alat uji. Poros pada alat uji ini menggunakan bahan baja ST 37 dengan dimensi  $\varnothing$  20 mm dengan panjang 200 mm

3. Body Alat

Body alat alat uji kekonduksian listrik ini berfungsi sebagai tempat alat ukur four point probe. Body alat ini menggunakan bahan plastik PP . Body alat berbentuk persegi panjang yang berukuran 120mm x 60mm

4. Rear clamp screw

Rear clamp screw berfungsi untuk menurunkan dan menaikkan alat ukur dari body alat

5. Bar clamp

Bar clamp berfungsi untuk mengunci body agar stabil

6. Probe head slide

Probe head slide berfungsi untuk mengukur nilai resistansi suatu lapisan bahan.

7. Multitester

Multitester berfungsi untuk membaca hasil ukuran hambatan, tegangan listrik dan arus listrik.

Alat uji konduktivitas listrik yang dirancang ini mampu mengukur kemampuan arus listrik yang terdapat pada permukaan benda yang akan uji. Pada umumnya karena alat yang dirancang ini untuk mencari nilai konduktivitas maka alat ini memiliki satuan SI yaitu Siemens per meter (S/m).

Alat uji konduktivitas listrik ini dirancang dengan prinsip kerja mengukur kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Alat yang dirancang ini menggunakan metode four point probe. Dimana dalam metode ini, empat probe (titik kontak) diletakkan secara linier pada permukaan sampel yang akan di uji. Dua probe terluar digunakan untuk mengalirkan arus (I) melalui sampel dan dua probe dibagian dalam digunakan untuk mengukur tegangan (V) yang dihasilkan diantara mereka.

### 3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode beberapa yaitu antara lain:

1. Studi literatur / melakukan studi literatur untuk memahami konsep dasar tentang pengaruh suhu dan daya dalam waktu proses pengujian sampel menggunakan alat uji kekonduksian listrik
2. Pengumpulan data operasional / amati dan catat data operasional alat uji kekonduksian listrik selama siklus pengujian, termasuk suhu dan daya. Pastikan untuk merekam parameter operasional untuk siklus pengujian
3. Pengukuran efisiensi energi/kumpulkan data konsumsi energi alat uji kekonduksian listrik selama proses pengujian sampel. Gunakan perangkat pengukur energi untuk mengukur pemakaian daya listrik pada berbagai tahap proses.
4. Analisis ketebalan unjuk kerja/analisis data yang di kumpulkan pola atau tren dalam variabel suhu dan daya. Gunakan teknik statistic untuk mengevaluasi kolerasi antara parameter operasional dan kualitas proses pengujian.
5. Perhitungan efisiensi energi/hitung efisiensi energi alat uji kekondusian listrik dengan membandingkan jumlah energi yang digunakan jumlah energi. Gunakan rumus-rumus terkait untuk menghitung efisiensi energi secara kuantitatif

### **3.4 Populasi dan Sampel**

Dalam penelitian ini metode pengumpulan data yang digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian ini adalah metode pengujian. Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data dengan cara menguji atau mengukur objek yang di uji selanjutnya mencatat data-data yang diperlukan pada setiap pengujian alat uji kekonduksian listrik.

### **3.5 Prosedur Kerja**

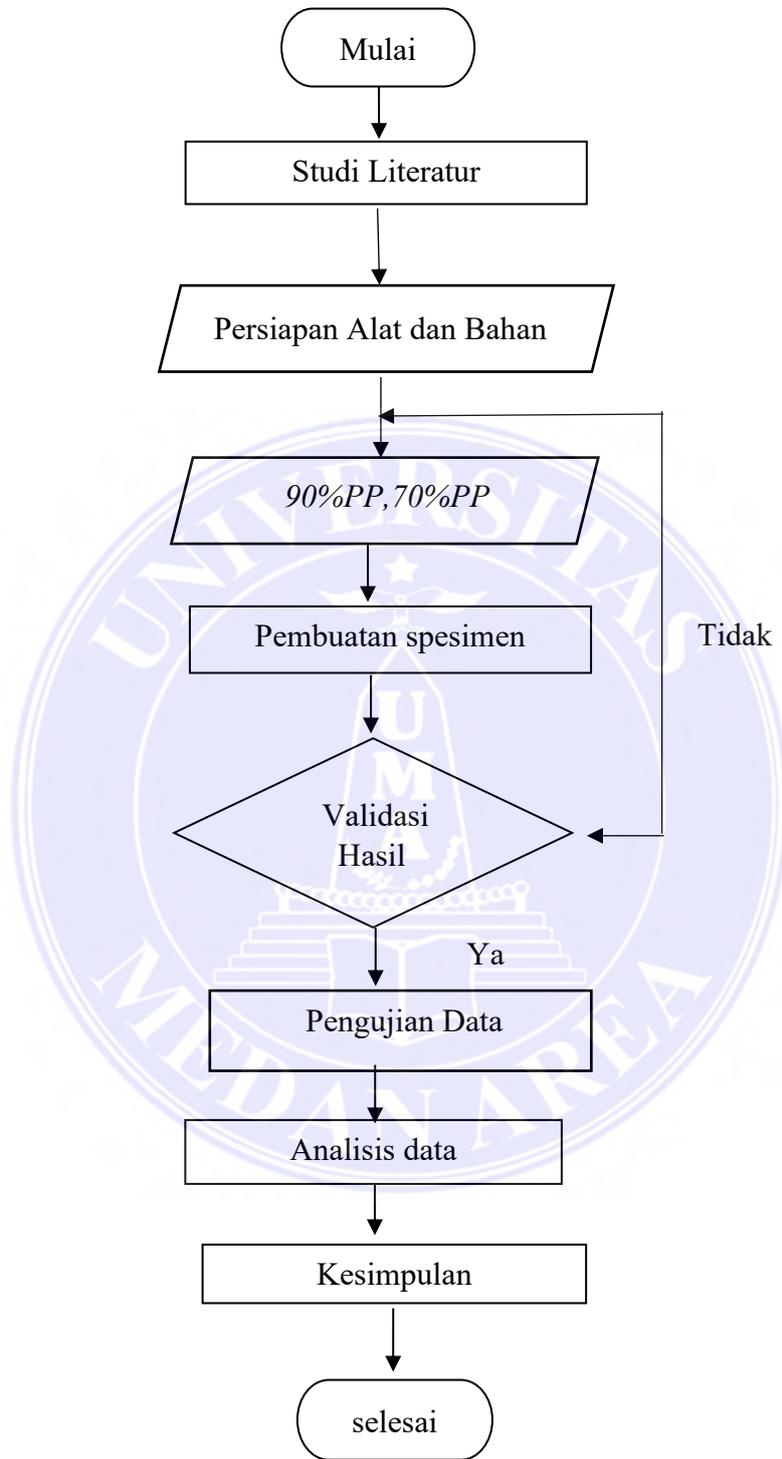
Prosedur kerja adalah serangkaian langkah atau tahapan yang terstruktur dan sistematis yang diikuti untuk menyelesaikan suatu tugas atau pekerjaan tertentu. Prosedur kerja bertujuan untuk memastikan bahwa suatu pekerjaan dapat dilakukan dengan efisien, aman, dan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Beberapa prosedur kerja dalam penelitian ini:

1. Mengumpulkan literatur sebagai bahan refresi penelitian
2. Melakukan observasi dilapangan
3. Mengumpulkan data yang akan dibutuhkan penelitian
4. Perhitungan pengolahan data yang diperoleh
5. Menentukan hasil perhitungan data
6. Menyusun laporan
7. Menarik kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan
8. Memberi saran

### **3.6 Langkah Kerja Pengujian Resitivitas**

1. persiapan alat dan sampel
2. penempatan probe
3. meletakkan sampel pada jarum four point probe
4. melakukan pengukuran pada sampel
5. perhitungan resitivitas
6. pengolahan data

### 3.5.1 Diagram Alir Petenelitian



Gambar 3. 4. Diagram Alir Penelitian

## BAB IV |

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. 90% PP, 10% KA pada pengujian pertama menunjukkan nilai hambatan sebesar 0.95 ohm. pengujian kedua memiliki hambatan sebesar 0.89 ohm. pengujian ketiga nilai 0.87 ohm. Pengujian keempat memiliki nilai hambatan sampel sebesar 0.86 ohm. Pengujian kelima memiliki hambatan 0.84 ohm. Kemudian untuk sampel 70% PP, 30% KA pada pengujian pertama menunjukkan nilai hambatan sebesar 0.29 ohm. pengujian kedua memiliki hambatan sebesar 0.224 ohm. pengujian ketiga nilai 0.22 ohm. Pengujian keempat memiliki nilai hambatan sebesar 0.218 ohm. Pengujian kelima memiliki hambatan 0.216 ohm.
2. Cacat pori pada pelat material memengaruhi nilai kekonduksian listrik dengan mengubah cara elektron mengalir melalui material. Pengaruh ini terjadi melalui beberapa mekanisme fisik dan struktural yang saling berkaitan, tergantung pada sifat material (seperti komposit atau logam), ukuran, distribusi, dan jumlah pori-pori.

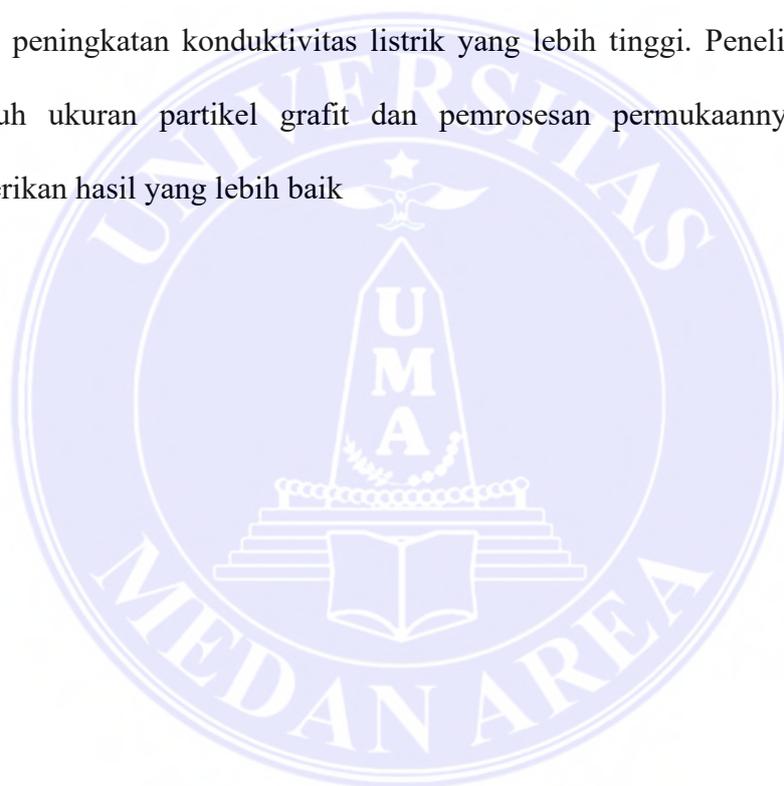
#### 5.2 Saran

Dari penelitian ini didapatkan beberapa saran sebagai berikut :

1. Pengoptimalan proses produksi berdasarkan hasil penelitian, pengaturan parameter suhu pembentukan dan tekanan mampatan memiliki pengaruh yang besar terhadap konduktivitas listrik. Oleh karena itu, disarankan agar pada tahap produksi komposit *grafit-Polypropilene (G/PP)*, kondisi suhu dan tekanan yang tepat dapat

dioptimalkan lebih lanjut untuk mencapai kinerja yang lebih baik dalam aplikasi pelat bipolar. Penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi pengaruh suhu dan tekanan pada variasi komposisi bahan lain untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

2. Pemanfaatan variasi jenis grafit meskipun grafit alam jenis Asbury 3243 memberikan hasil yang sangat baik, disarankan untuk menguji berbagai jenis grafit lainnya, seperti grafit sintetis atau grafit yang telah dimodifikasi, untuk mengetahui potensi peningkatan konduktivitas listrik yang lebih tinggi. Penelitian mengenai pengaruh ukuran partikel grafit dan pemrosesan permukaannya juga dapat memberikan hasil yang lebih baik



## DAFTAR PUSTAKA

- Novoselov, K. S., Jiang, Z. F., Zhang, Y. S., Morozov, S. V., Stormer, H. L., Zeitler, U., ... & Geim, A. K. (2007). Room-temperature quantum Hall effect in graphene. *science*, 315(5817), 1379-1379.
- Melani, O., Fara, T. A., Anjelika, L., Safitri, D. E., Wibowo, R. C., & Zaelani, A. (2021). Penerapan Metode Inversi Dalam Pendugaan Nilai Resistivitas. *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, 6(2), 91-101.
- Ritzkal, R., & Setiadi, D. (2021). Data Storage System Arrival and Departure Airnav Halim Perdana Kusuma Airport. *Jurnal Mantik*, 5(2), 555-562.
- Agus Pramono, D. (2012). Konduktivitas Listrik Komposit Polimer Polipropilena/Karbon Untuk Aplikasi Pelat Bipolar Fuel Cell. *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 1(1), 46.
- Nugraha, I., & Kulsum, U. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Material Komposit Kaolin-ZVI (Zero Valent Iron) serta Uji Aplikasinya sebagai Adsorben Kation Cr (VI). *Jurnal Kimia VALENSI*, 3(1), 59-70.
- Hamzah, M. B. (2021). Classification of movie review sentiment analysis using chi-square and multinomial naïve bayes with adaptive boosting. *Journal of Advances in Information Systems and Technology*, 3(1), 67-74.
- Setyaningsih, Y., Kurniawan, B., & Martini, M. (2009). Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap keluhan nyeri punggung bawah pada penjual jamu gendong. *Jurnal Promosi Kesehatan Indonesia*, 4(1), 61-67.
- JumadilM. (2023). No Title Semikonduktor. Wikipedia. <https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Semikonduktor&action=history>
- Ma'fur, H., & Widiharsa, F. (2016). Fuel Cell Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif Pengisi Baterai Dengan Pengendali Panas. *Transmisi*, 12(1), 45-54.
- Mafahir, I. A. (2015). Pengujian Konduktivitas Listrik Material dengan Metode Four Point Probe (FPP). *Pengaruh Suhu Substrat Terhadap Sifat-Sifat Listrik Bahan Semikonduktor Lapisan Tipis Pbs, Pbse, Pbte Hasil Preparasi Dengan Teknik Vakum Evaporasi*.
- Warburton, D., Bellusci, S., De Langhe, S., Del Moral, P. M., Fleury, V., Maillieux, A., ... & Shi, W. (2005). Molecular mechanisms of early lung specification and branching morphogenesis. *Pediatric research*, 57(7), 26-37.
- Mulyadi. (2000). No Title. Pengertian Material. [https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/2127/4/BAB\\_II.pdf#:~:text=Pengetahuan material adalah bahan baku yang diolah perusahaan,impor atau pengolahan yang dilakukan sendiri%28Mulyadi%2C 2000%29](https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/2127/4/BAB_II.pdf#:~:text=Pengetahuan material adalah bahan baku yang diolah perusahaan,impor atau pengolahan yang dilakukan sendiri%28Mulyadi%2C 2000%29).
- Martias. (2017). No Title. penerapan dan penggunaan alat ukur multimeter pada pengukuran komponen elektronika. <https://repository.bsi.ac.id/repo/files/221257/download/KNiST-2017-Martias-MTS.pdf>
- Caselle, C., Bonetto, S., & Comina, C. (2019). Comparison of laboratory and field electrical resistivity measurements of a gypsum rock for mining prospection applications. *International Journal of Mining Science and Technology*.

- Sidik, A. (2018). Penggunaan System Usability Scale (SUS) Sebagai Evaluasi Website Berita Mobile. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 9(2), 83-88.
- Pratiwi, I. F. R., & Putri, N. P. (2023). Performance of Polyaniline Film as a CH<sub>3</sub>COOH Gas Sensing Functional Material. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 12(3), 100-105.
- Iswandi, J. Sahari, and A. B. Sulong, "Effects of Different Particles Sizes of Graphite on the Engineering Properties of Graphites/Polypropylene Composites on Injection Molding Application," *Key Eng. Mater.*, vol. 471–472, pp. 109–114, Feb. 2011, doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.471-472.109.
- Iswandi and Abu Bakar Sulong, "effects of graphite/polypropylene on the electrical conductivity of manufactured bipolar plate," *Malays. J. Anal. Sci.*, vol. 23, no. 2, Apr. 2019, doi: 10.17576/mjas-2019-2302-19.
- Iswandi, Husaini Teuku Abu Bakar, and Jaafar, Sahari, "Critical Powder Loading And Rheological Properties Of Polypropylene/Graphite Composite Feedstock For Bipolar Plate Application," *Malays. J. Anal. Sci.*, vol. 20, no. 3, pp. 687–696, Jun. 2016, doi: 10.17576/mjas-2016-2003-30.
- N. A. Mohd Radzuan, A. B. Sulong, and I. Iswandi, "Effect of Multi-Sized Graphite Filler on the Mechanical Properties and Electrical Conductivity," *JSM*, vol. 50, no. 7, pp. 2025–2034, Jul. 2021, doi: 10.17576/jsm-2021-5007-17.



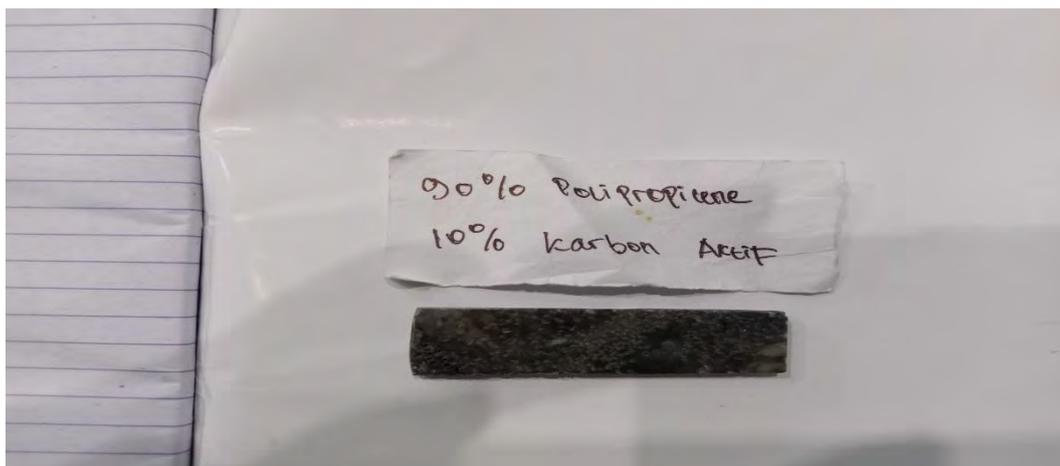
## LAMPIRAN



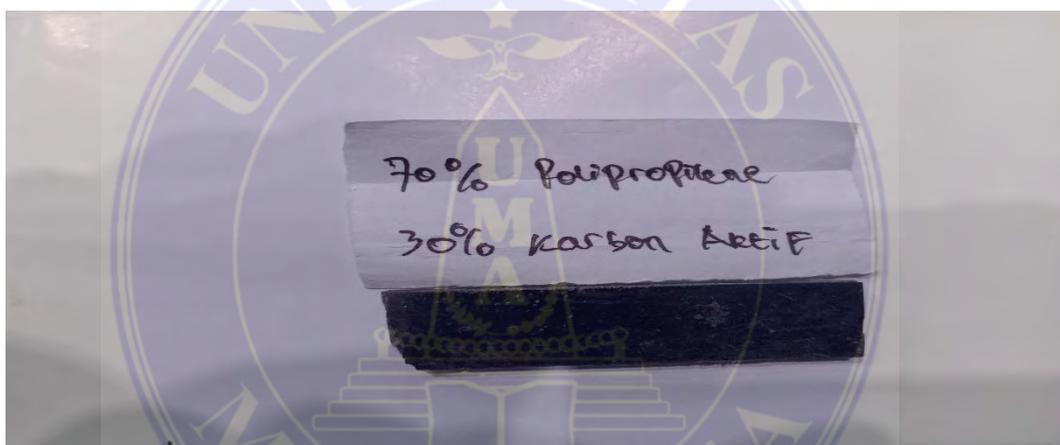
Gambar Lampiran 1: kegiatan pengujian hambatan resistivity



Gambar lampiran 2 : kegiatan pengujian hambatan resistivity



Gambar Lampiran 3 : sampel polypropilene 90 % PP, 10 % KA



Gambar Lampiran 4 : sampel polypropilene 70 % PP, 30 % KA