

# **PEMBUATAN ALAT UJI KEKONDUKSIAN**

## **LISTRIK EMPAT TITIK PENGUJIAN**

### **SKRIPSI**

**OLEH :**

**ERICSON JIWA GEMBIRA HUTASOIT  
208130020**



**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 5/5/25

Access From (repository.uma.ac.id)5/5/25

## **HALAMAN JUDUL**

# **PEMBUATAN ALAT UJI KEKONDUKSIAN LISTRIK EMPAT TITIK PENGUJIAN**

## **SKRIPSI**

Diajukan Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar sarjana di fakultas teknik  
Universitas medan area

**OLEH :**

**ERICSON JIWA GEMBIRA HUTASOIT  
208130020**

**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

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Pembuatan alat uji kekonduksian Listrik empat titik pengujian

Nama Mahasiswa : Ericson Jiwa Gembira Hutasoit

NIM : 208130020

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing

Dr. Iswandi, ST., MT  
Pembimbing



Dr. Iswandi, S.T., M.T  
Dekan



Dr. Iswandi, ST., MT.  
Ka. Prodi

Tanggal Lulus: 13 Februari 2025

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang telah saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri .

Adapun bagian bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma kaidah , dan etika ilmiah.

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

Medan , 13 Februari 2025



Ericson J.G Hutasoit  
Npm 208130020

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

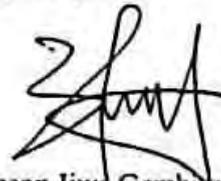
Nama : Ericson Jiwa Gembira Hutasoit  
NPM : 208130020  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi Pembangunan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Pembuatan alat uji kekonduksian Listrik empat titik pengujian”.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Universitas Medan Area  
Pada Tanggal : 13 Februari 2025

Yang menyatakan :



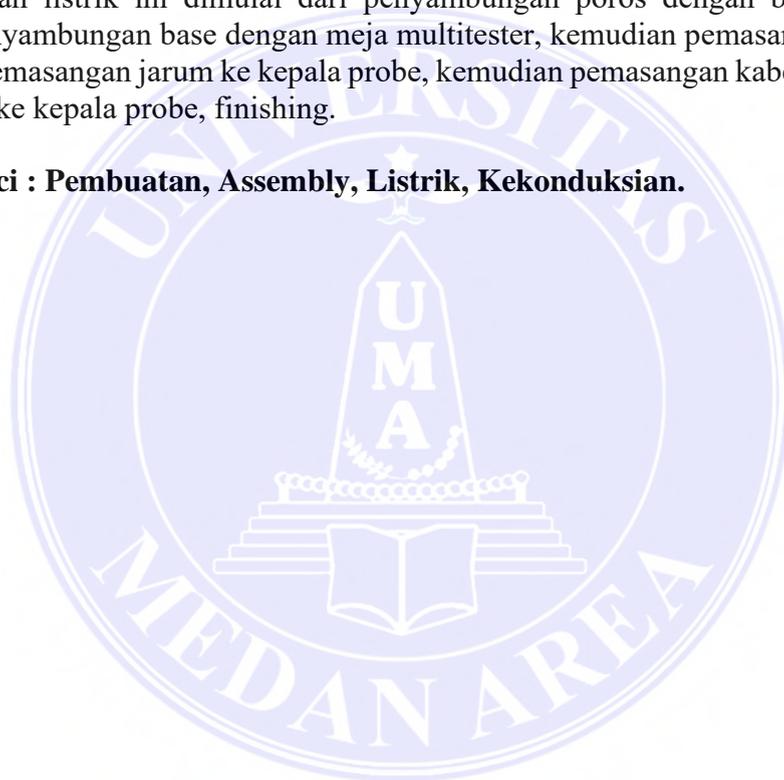
(Ericson Jiwa Gembira Hutasoit )

NPM 208130020

## ABSTRAK

Konduktivitas listrik adalah kemampuan suatu bahan atau zat untuk dapat menghantarkan arus listrik suatu beda potensial listrik ditempatkan pada ujung ujung sebuah konduktor, muatan muatan bergerak akan berpindah, menghasilkan arus Listrik. Konduktivitas listrik sebagai salah satu sifat material dapat diukur dengan berbagai metode sesuai dengan karakteristik material sebagai konduktor atau non-konduktor. Tujuan dalam penelitian ini adalah membuat alat dan tahapan perakitan pembuatan alat uji kekonduksian Listrik dengan menggunakan empat titik pengujian pada bahan komposit PP dan karbon aktif. Metode penelitian ini adalah metode kuantitatif Dimana mulai dari studi lapangan, analisis data. Penelitian ini dilakukan di bengkel bubut dan las sudarman jl. Mangan VII pasar III, kel, Mabar Hilir, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara. Hasil dan Pembahasan penelitian ini Perakitan/assembly alat ukur kekonduksian listrik ini dimulai dari penyambungan poros dengan base kemudian dilanjut penyambungan base dengan meja multitester, kemudian pemasangan body alat ke poros, pemasangan jarum ke kepala probe, kemudian pemasangan kabel penghubung multitester ke kepala probe, finishing.

**Kata Kunci : Pembuatan, Assembly, Listrik, Kekonduksian.**



### ABSTRACT

*Electrical conductivity is the ability of a material to conduct electric current when a potential difference is applied at the ends of a conductor, causing charges to move and produce an electric current. Electrical conductivity is one of the material properties that can be measured using various methods depending on the material's characteristics as a conductor or non-conductor. The aim of this research was to create a tool and assemble the electrical conductivity measurement tool using the four-point testing method on PP composite and activated carbon materials. The research method used was quantitative, including field study and data analysis. This research was conducted in a lathe and welding workshop located at Sudarman Workshop, Jl. Margaan VII, Pasar III, Mabar Hilir, Medan Deli Subdistrict, Medan City, North Sumatra. The assembly of this electrical conductivity measuring tool started by connecting the shaft with the base, followed by connecting the base with the multitester table, attaching the tool body to the shaft, connecting the needle to the probe head, and finally, connecting the multitester cable to the probe head, finishing the tool assembly.*

**Keywords:** *Fabrication, Assembly, Electricity, Conductivity.*



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lumban tonga tonga pada tanggal 05 januari 2002 dari T. Hutasoit dan K. Manalu. Penulis merupakan putra pertama dari empat bersaudara.

Pada tahun 2020 penulis lulus dari SMK dan terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area. Selama mengikuti perkuliahan, tepatnya pada tahun 2022 penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. SOCFINDO Bangun bandar.



## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karuniaNya, sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan .Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Pembuatan Alat Uji Kekonduksian Listrik Empat Titik Pengujian .

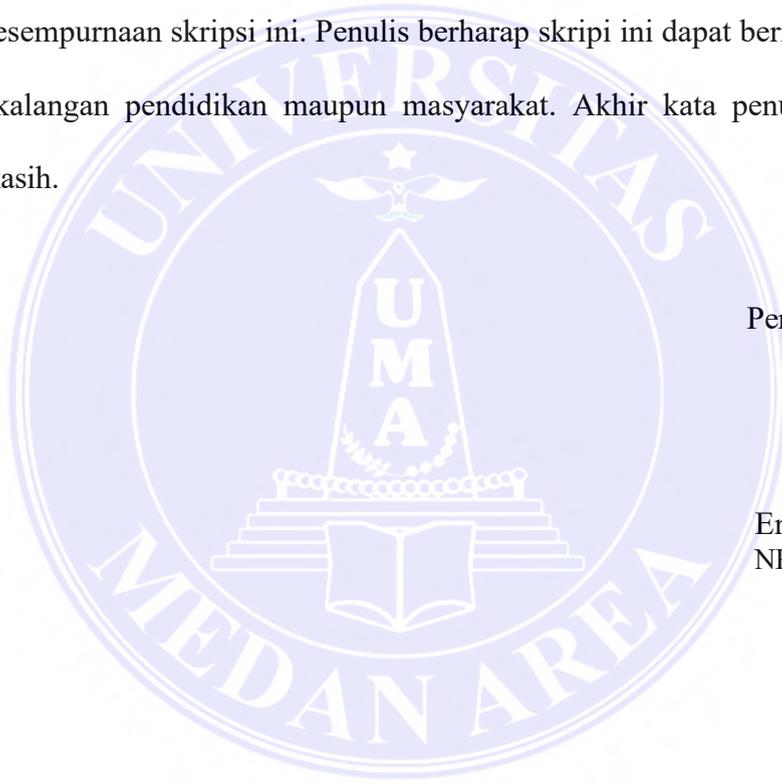
Skripsi ini adalah salah satu dari beberapa persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan dan memperoleh gelar sarjana pada program studi S1 Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

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 **Ir. Tino Hermanto, ST, M.Sc, IPP** selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Medan Area
- e. Bapak **Ir. Tino Hermanto, ST, M.Sc, IPP** 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.

Orang paling berjasa dalam hidup saya bapak T. Hutasoit dan ibu K. Manalu. Terimakasih atas kepercayaan yang telah diberikan atas izin merantau dari kalian, serta pengorbanan, cinta, doa, 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

Penulis menyadari bahwa tugas akhir/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.



Penulis

Ericson Hutasoit  
NPM.2081300

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERNYATAAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	iv
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
RIWAYAT HIDUP.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Hipotesis Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kekonduksian Listrik .....	6
2.2 Resistansi.....	7
2.3 Hukum Ohm .....	8
2.4 Four Point Probe.....	10
2.5 Semikonduktor .....	11

2.6	Komponen dan Elemen .....	11
2.7	Proses Pembuatan.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		36
3.1	Waktu dan Tempat .....	36
3.2	Bahan Dan Alat .....	37
3.2	Alat Pembuatan .....	44
3.3	Metode Penelitian.....	49
3.4	Populasi dan Sampel .....	49
3.5	Prosedur Kerja .....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		52
4.1	Hasil.....	52
4.2	Pembahasan .....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		64
5.1	Kesimpulan.....	64
5.2	Saran .....	64
DAFTAR PUSTAKA .....		65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema metode four point probe	11
Gambar 2.2 Aluminium	14
Gambar 2.3 Tembaga	15
Gambar 2.4 Plat Stainless Stell	16
Gambar 2.5 Baja	18
Gambar 2.6 Multimeter	19
Gambar 2.7 Power Supply	21
Gambar 2.8 Kepala Probe	22
Gambar 2.9 Kabel Penghubung	22
Gambar 2.10 Mesin Bubut	25
Gambar 2.11 Mesin Frais	28
Gambar 2.12 Mesin Gerinda	29
Gambar 2.13 Mesin Las	31
Gambar 2.14 Baut dan Mur	33
Gambar 3.1 Aluminium	37
Gambar 3.2 Tembaga	38
Gambar 3.3 <i>Plat Stainless Stell</i>	39
Gambar 3.4 Baja	40
Gambar 3.5 Kepala Probe	40
Gambar 3.6 Kabel Penghubung	41
Gambar 3.7 Multitester	41
Gambar 3.8 Power supply	42
Gambar 3.9 Karet bantalan kaki	42
Gambar 3.10 Laptop	43
Gambar 3.11 Mesin Bubut	44
Gambar 3.12 Mesin <i>miling</i>	45
Gambar 3.13 Mesin bor tangan	45
Gambar 3.14 Mesin las	46
Gambar 3.15 Mesin gerinda	47
Gambar 3.16 Solder	47
Gambar 3.17 Jangka Sorong	48
Gambar 4. 1. Diagram Alur Proses Pembuatan	52
Gambar 4. 2. Base	57
Gambar 4. 3. Poros	58
Gambar 4. 4. Body Alat	59
Gambar 4. 5. Batang Pengunci	60
Gambar 4. 6. Knob Slide	61
Gambar 4. 7. Kepala Probe	61
Gambar 4. 8. Hasil Perakitan Alat Uji Kekonduksian Listrik	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	36
Tabel 3.2 Populasi dan Sampel	49
Tabel 4.1 komponen yang dibuat dan komponen standar	62



## DAFTAR NOTASI

$\sigma$  = Kekonduksian listrik (S/m)

R = Resistansi ( $\Omega$ )

P = Resistivitas lembaran tipis ( $\Omega\text{m}$ )

L = Panjang (m)

A = Luas ( $\text{m}^2$ )

I = Arus listrik (A)

V = Tegangan (V)

tc = Waktu pemotongan benda kerja (menit)

lf = Panjang langkah pemotongan (mm)

Vf = Kecepatan pemakanan (mm/min)

N = Putaran mesin (rpm)

fz = Gerak makan pergigi (mm/gigi)

G = Gaya geser (N)

$\tau_g$  = Tegangan geser rata rata (N/mm<sup>2</sup>)

$\Omega$  = Tahanan listrik ( $\Omega$ )

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

*Fuel cell* merupakan suatu bentuk teknologi sederhana seperti baterai yang dapat diisi bahan bakar untuk mendapatkan energinya kembali, dalam hal ini yang menjadi bahan bakar adalah hidrogen. Fuel cell atau disebut sel bahan bakar diklasifikasikan berdasarkan atas jenis elektrolit yang digunakan. Klasifikasi ini menentukan jenis reaksi kimia yang terjadi di dalam sel, jenis katalis yang diperlukan, batas temperatur dimana sel tersebut bekerja, bahan bakar yang dibutuhkan dan faktor-faktor lainnya. Adapun sel bahan bakar yang akan dibahas adalah *Proton Exchanger Membrane* (PEM). Sel bahan bakar PEM menggunakan polimer solid sebagai elektrolit dan elektroda karbon yang mengandung katalis, platinum (Ma'fur & Widiharsa, 2016).

Dalam mereduksi biaya produksi yang dibutuhkan untuk membuat PEMFC, perlu dilakukan pengkajian ulang proses produksi dan material yang digunakan. Salah satu komponen yang paling berpengaruh terhadap biaya produksi PEMFC adalah pelat bipolar (*bipolar plates*). Pelat bipolar sendiri mempengaruhi hingga 80% volume, 70% berat, dan hingga 60% biaya PEMFC (Y.Wang, 2006). Mereka dirancang untuk mencapai banyak fungsi. Namun, masalah utama pada biaya pembuatan pelat bipolar Karena pentingnya komponen pelat bipolar dan mahal nya biaya produksi, maka dituntut adanya inovasi untuk bahan pelat bipolar yang lebih ringan dan murah tetapi tetap memiliki sifat mekanik, konduktivitas listrik yang baik serta ketahanan terhadap korosi tinggi. Sebelumnya telah dilakukan proses pencampuran bahan komposit menggunakan solvent sebagai pelarut polimer untuk

menunjukkan pencampuran yang merata sehingga meningkatkan konduktivitas listrik, tetapi dapat membuat porositas saat terjadi penguapan solvent, proses ini dinamakan metode wet dispersi (Insiyanda & Chaer, 2017).

Dalam teori pita energi pada material padatan, jenis-jenis material dapat diklasifikasikan menjadi konduktor, isolator, dan semikonduktor. Ketiga jenis material ini memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Konduktor memiliki kemampuan tinggi dalam menghantarkan arus listrik karena nilai konduktivitas listriknya sangat besar. Sebaliknya, isolator memiliki sifat yang menghambat arus listrik, sehingga sulit untuk menghantarkan listrik. Sementara itu, semikonduktor memiliki sifat yang berada di antara konduktor dan isolator, sehingga dapat menghantarkan arus listrik dalam kondisi tertentu. Semikonduktor adalah material yang tingkat konduktivitasnya berada di antara bahan isolator dan konduktor.

Konduktivitas pada material polimer dapat ditingkatkan melalui penambahan bahan karbon konduktif, seperti serat karbon, karbon hitam, dan grafit sintetik, sehingga membentuk material komposit. Namun, tingkat konduktivitas yang dihasilkan oleh komposit tersebut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk konsentrasi, orientasi, bentuk, ukuran, serta karakteristik pengisi konduktif yang digunakan. Selain itu, distribusi partikel dan pembentukan jaringan kontinu dari pengisi konduktif turut berperan dalam menentukan sifat konduktivitas, yang terkadang dapat lebih rendah dibandingkan dengan material penyusunnya secara individu. (Agus Pramono, 2012).

Konduktivitas semikonduktor pada umumnya dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk suhu, pencahayaan, keberadaan medan magnet, serta keberadaan unsur pengotor. Karakteristik kelistrikan suatu material, termasuk semikonduktor,

dapat dijelaskan melalui diagram pita energi. Diagram ini menggambarkan bahwa dalam struktur kristal yang terbentuk dari kumpulan atom-atom yang tersusun secara teratur, hanya terdapat sejumlah tingkat energi tertentu yang dapat dihuni oleh elektron. Elektron cenderung menempati tingkat energi terendah terlebih dahulu. Pita energi terakhir yang dihuni oleh elektron dikenal sebagai pita valensi. Semikonduktor yang terbentuk dari unsur-unsur yang sejenis dikenal sebagai semikonduktor intrinsik. (JumadilM, 2023).

Konduktivitas listrik merupakan salah satu sifat penting yang terdapat pada suatu material. Untuk material non-konduktor, pengukuran konduktivitas listrik dapat dilakukan dengan metode pengukuran arus dan tegangan listrik. Namun, metode ini kurang ideal untuk material konduktor karena berisiko menyebabkan hubungan arus pendek (*short circuit*). Sebagai solusi, pengukuran pada material konduktor dapat dilakukan dengan menggunakan arus listrik berukuran kecil untuk mengurangi potensi terjadinya hubungan pendek.

Hingga saat ini, pengukuran konduktivitas listrik dilakukan dengan berbagai metode, seperti rangkaian jembatan (meliputi jembatan Hartshorn, jembatan Wheatstone, dan jembatan Kelvin), metode induksi dan penyaringan magnetik, serta metode probe tiga titik dan empat titik. Di antara berbagai teknik tersebut, metode empat titik menjadi pilihan yang lebih umum digunakan karena memiliki kemampuan untuk mengukur baik material konduktor maupun semikonduktor.

Berbagai studi telah meneliti metode pengukuran konduktivitas listrik dengan menggunakan teknik probe empat titik. Dalam proses pengukurannya, digunakan empat jarum berdiameter 1 mm yang terbuat dari material platinum atau baja dengan ujung dilapisi seng (Zn). Jarum-jarum ini dilengkapi dengan pegas

untuk memastikan kontak yang optimal dengan permukaan sampel yang sedang diuji.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah telah dipaparkan , maka ditemukan masalah berkaitan dengan penelitian ini .Adapun masalah dalam penelitian sebagai berikut :

- a. Bagaimana cara membuat alat uji kekonduksian listrik empat titik pengujian.
- b. Bagaiman cara mengetahui tahapan dan perakitan pembuatan alat uji kekonduksian Listrik empat titik pengujian.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk :

- a. Membuat alat uji kekonduksian listrik dengan menggunakan empat titik pengujian.
- b. Untuk mengetahui tahapan dan perakitan pembuatan alat uji kekonduksian listrik dengan menggunakan empat titik pengujian.

## 1.4 Hipotesis Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan dapat membuat alat uji kekonduksian listrik dengan menggunakan empat titik pengujian. Dan mengetahui sifat material yang berbeda karakteristik.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan mampu memberi informasi tentang pembuatan mesin alat uji kekonduksian listrik .

- a. Dapat mengetahui mekanisme pembuatan mesin alat uji kekonduksian listrik dengan menggunakan empat titik pengujian.
- b. Dapat mengetahui mekanisme tahapan dan perakitan pembuatan alat uji kekonduksian listrik dengan menggunakan empat titik pengujian.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kekonduksian Listrik

Konduktivitas listrik merupakan salah satu besaran atau sifat yang dimiliki oleh material. Konduktivitas listrik adalah kemampuan suatu bahan atau zat untuk dapat menghantarkan arus listrik. Suatu beda potensial listrik ditempatkan pada ujung-ujung sebuah konduktor, muatan muatan bergerak akan berpindah, menghasilkan arus listrik (Tipler, 2001). Pengukuran konduktivitas listrik material nonkonduktor bisa dilakukan dengan metode pengukuran arus dan tegangan listrik. Sedangkan untuk material konduktor pengukuran dengan metode tersebut lebih sulit dilakukan karena akan menyebabkan hubungan arus pendek (*short circuit*). Pengukuran konduktivitas listrik bahan konduktor secara akurat biasanya tidaklah mudah, dan kerap memerlukan penggunaan teknik rangkaian jembatan (jembatan Hartshorn, jembatan Wheatstone, jembatan Kelvi) atau teknik probe empat titik (Kraftmakher, 2000; Schuetze, 2004; Iniguez dkk, 2005; Bowler dan Huang, 2005; Hong-min dkk, 2007).

Untuk mendapatkan nilai konduktivitas dari pengukuran resistivitas karena keduanya memiliki hubungan invers. Kekonduksian merupakan suatu bahan untuk mengantarkan arus listrik, sedangkan Resistivitas merupakan kemampuan suatu bahan untuk menghambat arus listrik dari suatu bahan. Hubungan antara konduktivitas dan resistivitas dapat ditulis berdasarkan persamaan (2.1) berikut:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

Kekonduksian :  $K = \sigma / \epsilon_0$

Konduktivitas :  $\sigma = K \times \epsilon_0$

Resistansi :  $\rho = 1 / \sigma$

Dimana :

$K$  = kekonduksian listrik (S/ m)

$\sigma$  = konduktivitas listrik (S/m)

$\rho$  = resistivitas lembaran tipis ( $\Omega m$ )

$\epsilon_0$  = permitivitas vakum

Konduktivitas listrik sebagai salah satu sifat material dapat diukur dengan berbagai metode sesuai dengan karakteristik material sebagai konduktor atau non-konduktor. Untuk material semikonduktor pada bahan termoelektrik pengukuran konduktivitas listrik memerlukan upaya khusus dikarenakan sifat material yang berbeda pada suhu rendah dan tinggi.

## 2.2 Resistansi

Resistansi adalah kuantitas kelistrikan yang menggambarkan sebuah benda atau material menahan arus listrik yang mengalir di dalamnya. Nilai resistansi ( $R$ ) memiliki satuan ohm ( $\Omega$ ). Secara matematis, resistansi dapat disebut sebagai perbandingan antara beda potensial dan arus yang dihasilkan.

Jika kita menerapkan perbedaan potensial yang sama antara ujung batang tembaga dan kaca yang serupa secara geometris, akan menghasilkan arus yang sangat berbeda.

Karakteristiknya konduktor yang memengaruhi adalah hambatan atau resistansi listrik dari batang. Dengan menentukan resistensi antara dua titik konduktor serta menerapkan perbedaan potensial (V) antara titik-titik tersebut dan mengukur arus (I) yang dihasilkan.

Resistansi (R) adalah sifat dari objek, sedangkan resistivitas ( $\rho$ ) adalah sifat dari material, jadi berapapun ukuran dari objek nilai resistivitas akan sama. Sama halnya dengan massa jenis pada sebuah material. Resistivitas atau yang juga dikenal sebagai tahanan jenis ( $\rho$ ) memiliki satuan ( $\Omega.m$ ).

Nilai resistansi sebuah tabung dapat dihitung dengan persamaan.(2.2) berikut :

$$R = \rho \frac{L}{A} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

R = Resistansi

$\rho$  = sifat dari material

L = Panjang

A = Luas

### 2.3 Hukum Ohm

Hukum ohm adalah adalah suatu pernyataan bahwa besar Arus listrik yang mengalir melalui sebuah penghantar selalu berbanding lurus dengan beda potensial yang diterapkan kepadanya atau juga menyatakan bahawa besar arus yang mengalir pada suatu konduktor pada suhu tetap sebanding dengan beda potensial antara kedua ujung ujung konduktor.

Sebuah benda penghantar dikatakan mematuhi hukum ohm apabila nilai resistansinya tidak bergantung terhadap besar dan polaritas beda potensial yang dikenakan kepadanya. Walaupun pernyataan ini tidak selalu berlaku untuk semua jenis penghantar, namun istilah “ hukum ” tetap digunakan dengan alasan sejarah, secara matematis hukum ohm diekspresikan dengan persamaan:

Dimana  $I$  adalah arus listrik yang mengalir pada suatu penghantar dalam satuan Ampere.

$V$  adalah tegangan listrik yang terdapat pada kedua ujung penghantar dalam satuan Volt ,dan  $R$  adalah nilai hambatan listrik (resistansi) yang terdapat pada suatu penghantar dalam satuan ohm.

Hukum ini di cetuskan oleh George simon ohm, seorang fisikawan dari jerman pada tahun 1825 dan dipublikasikan pada sebuah paper yang berjudul *The Galvanic Circuit Investigated mathematically* pada tahun 1827.

Adapun bunyi Hukum Ohm yaitu :

“Besar arus listrik ( $I$ ) yang mengalir melalui sebuah penghantar atau Konduktor akan berbanding lurus dengan beda potensial / tegangan ( $V$ ) yang diterapkan kepadanya dan berbanding terbalik dengan hambatannya ( $R$ )”.

Rumus matematisnya dapat dituliskan pada peresamaan (2.3) berikut:

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

$I$  = adalah arus listrik,

$V$  = adalah tegangan,

$R$  = adalah resistansi.

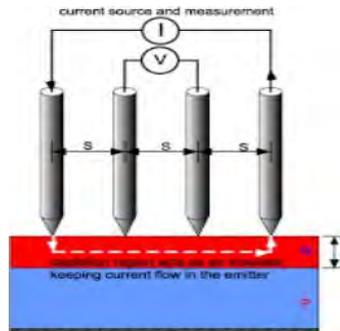
## 2.4 Four Point Probe

Four point probe adalah peralatan yang paling umum digunakan untuk mengukur resistansi lembaran suatu material. Resistansi lembaran adalah resistivitas suatu material dibagi dengan ketebalannya, dan mewakili resistansi lateral melalui kotak tipis material konduktif/semikonduktor. Pengukuran ini menggunakan empat probe yang disusun dalam satuan garis, dengan jarak yang sama antar masing-masing probe. Arus mengalir diantara empat probe bagian luar menyebabkan penurunan tegangan antara dua probe bagian dalam. Dengan mengukur perubahan tegangan ini, resistansi lembaran kemudian dapat dihitung. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1

Thin film adalah suatu lapisan yang sangat tipis dari suatu bahan (organik, inorganik, logam maupun campuran logam-organik / organometallic) yang memiliki sifat-sifat konduktor, semikonduktor, superkonduktor maupun insulator dengan ketebalan dari orde Angstrom ( $\text{\AA}$ ) hingga mikrometer ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ). Seperti namanya, alat ukur ini didasarkan pada 4 buah probe dengan 2 probe berfungsi untuk mengalirkan arus listrik dan 2 probe yang lain untuk mengukur tegangan listrik sewaktu probe-probe tersebut dikenakan pada bahan (sampel).

Untuk menentukan serta mengkaji sifat-sifat bahan tersebut dapat dilakukan dengan menentukan nilai kerintangan untuk suatu luasan dan ketebalan tertentu. Beberapa parameter lain yang dapat diperoleh dari pengukuran bahan dengan menggunakan peralatan ini antara lain adalah mengetahui jenis doping suatu bahan semikonduktor (positif atau negatif), mobilitas elektron dari suatu

bahan.



Gambar 2.1 Skema metode four point probe

## 2.5 Semikonduktor

semikonduktor adalah adalah jenis bahan dengan konduktivitas listrik yang berada di antara insulator dan konduktor. Bahan ini banyak digunakan dalam rangkaian elektronika karena sifat elektroniknya dapat diubah banyak dalam sebuah cara terkontrol dengan menambah sejumlah kecil ketidakmurnian (dopant). Semikonduktor dibedakan menjadi 2 jenis yaitu semikonduktor intrinsik dan ekstrinsik. Beberapa, komponen elektronik yang menggunakan bahan semikonduktor yaitu transistor, thermistor, SR, IC, dan dioda.

## 2.6 Komponen dan Elemen

### 2.6.1 Aluminium alloy

Aluminium merupakan logam non ferro dengan mempunyai sifat ketahanan korosi yang baik dari disebagian besar lingkungan termasuk udara, air (air garam), dan lingkungan kimia lainnya, selain itu aluminium juga mempunyai sifat pengahantar listrik dan panas yang baik. Aluminium berbahan dasar yang berasal dari kreolit dan bauksit. Umumnya aluminium relatif lebih ringan dari baja, tembaga atau kuningan. Aluminium menjadi logam yang banyak digunakan setelah baja. Aluminium (Al) adalah unsur kimia dengan nomor atom 13,

aluminium memiliki warna putih keperakan, titik leleh  $660,32^{\circ}\text{C}$  dan titik didih  $2519^{\circ}\text{C}$ . Aluminium adalah logam yang bisa dibentuk dengan berbagai bentuk variasi sebagai pengolahan selanjutnya yaitu: pelat, pipa-pipa, kawat, dan profil-profil.

Penggunaan paduan aluminium dari proses pengecoran memiliki keuntungan yang signifikan, seperti memiliki bobot yang ringan, konduktivitas termal dan listrik yang tinggi, ketahanan terhadap korosi dari berbagai macam bahan kimia. Dan dapat ditunjukkan pada gambar 2.2.

sifat sifat mekanik Aluminium adalah sebagai berikut:

a. Ringan

Logam Aluminium memiliki bobot sekitar  $1/3$  dari bobot besi dan baja, atau tembaga. Logam aluminium banyak digunakan didalam industri, alat berat transportasi.

b. Mudah Dibentuk

Proses pengerjaan Aluminium mudah dibentuk karena dapat disambung dengan logam/material lainnya dengan pengelas, *brazing, solder, adhesive bonding*, sambungan mekanis, atau dengan teknik penyambungan lainnya. Selain itu aluminium mudah dibentuk dengan proses pengecoran logam.

c. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik adalah besar tegangan yang didapatkan ketika dilakukan pengujian tarik. Kekuatan tarik ditunjukkan oleh nilai tertinggi dari tegangan pada kurva tegangan renggangan hasil pengujian, dan biasanya terjadi ketika *necking*. Kekuatan tarik bukanlah ukuran kekuatan yang sebenarnya dapat terjadi dilapangan, namun dapat dijadikan sebagai suatu

acuan terhadap kekuatan bahan. Kekuatan tarik pada aluminium murni pada berbagai perlakuan umumnya sangat rendah, sehingga untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan tarik yang tinggi, aluminium perlu dipadukan.

d. Modulus Elastisitas

Aluminium memiliki modulus elastisitas yang lebih rendah bila dibandingkan dengan baja maupun besi, tetapi dari sisi *strenght to weight ratio*, aluminium lebih baik. Aluminium yang memiliki titik lebur yang lebih rendah dan kepadatan.

e. *Recyclability* (Mampu untuk didaur ulang)

Aluminium adalah 100% bahan yang didaur ulang tanpa penurunan dari kualitas awalnya, peleburanya memerlukan sedikit energi, hanya sekitar 5% dari energi yang diperlukan untuk memproduksi logam utama yang pada awalnya diperlukan dalam proses daur ulang.

f. *Ductility* (Liat)

*Ductility* Difenisikan sebagai sifat mekanis dari suatu bahan untuk menerangkan seberapa jauh bahan dapat diubah bentuknya secara pelapis tanpa terjadinya retakan. Pada logam aluminium paduan memiliki *ductility* yang bervariasi , tergantung konsentrasi paduannya, namun pada umumnya memiliki *ductility* yang lebih rendah dari pada aluminium murni.

g. Kuat

Aluminium memiliki sifat yang kuat terutama bila dipadukan dengan logam lain.

h. Tahan terhadap korosi

Aluminium memiliki sifat durable, sehingga baik dipakai untuk lingkungan yang dipengaruhi oleh unsur-unsur seperti air, udara, suhu, dan unsur-unsur kimia.



Gambar 2.2 Aluminium alloy

2.6.2 Tembaga

Tembaga atau copper adalah salah satu unsur logam berbentuk kristal dengan warna kemerahan dengan nama kimia cupprum dilambangkan dengan Cu. Tembaga merupakan logam transisi golongan IB yang memiliki nomor atom 29 dan berat atom 63,55 g/mol. Tembaga di alam banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral (Palar, 2004).

Tembaga secara alami terdapat di dalam lapisan kulit bumi dalam berbagai bentuk seperti sulfida (*chalcopyrite, bornite, chalcosite, covellite*), dalam bentuk karbonat (*azurite dan malachite*), dalam bentuk silikat (*chrysocolla dan diopside*) dan juga sebagai tembaga murni. Kebanyakan tembaga ditambang atau diekstraksi dalam bentuk tembaga sulfida dari tambang terbuka atau deposit. Contoh tambang yang ada antara lain Chuquibambilla di Chile, Bingham Canyon Mine di Utah dan

El Chino Mine di New Mexico Amerika Serikat.

Tembaga adalah sebuah unsur logam ulet dan mampu tempa. Tembaga memiliki sifat konduksi panas dan elektrik yang baik dan juga sifat tahan korosinya maupun antimicrobial. Logam tembaga dan beberapa bentuk persenyawaannya tidak dapat larut dalam air dingin atau air panas, tetapi dapat dilarutkan dalam asam, seperti senyawa asam sulfat panas dan dalam larutan basa  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

Ion tembaga dapat berlarut ke dalam air, dimana fungsi mereka dalam konsentrasi tinggi adalah sebagai agen anti bakteri, fungisi dan bahan tambahan kayu. Dalam konsentrasi rendah, tembaga merupakan nutrisi yang penting bagi kehidupan dan tanaman. Di dalam tubuh, tembaga biasanya ditemukan di bagian hati, otak, usus, jantung dan ginjal. Tembaga sulfat pentahidrat merupakan salah satu bentuk persenyawaan Cu yang sering digunakan dalam bidang industri, misalnya untuk pewarnaan tekstil, untuk penyepuhan, pelapisan, dan pembilasan pada industri perak. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3 di bawah sebagai berikut.



Gambar 2.3 Tembaga

### 2.6.3 Plat *Stainless Steel*

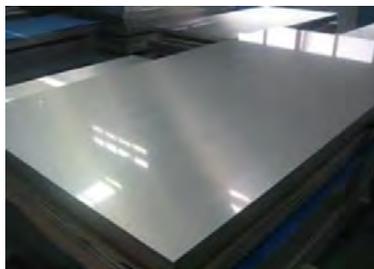
Plat *Stainless steel* atau baja tahan karat adalah baja paduan yang memiliki sifat ketahanan terhadap pengaruh oksidasi dan korosi (karat). Plat *Stainless steel* merupakan logam paduan dari beberapa unsur logam yang dipadukan dengan

komposisi tertentu yang secara luas digunakan dalam industri kimia, makanan dan minuman, industri yang berhubungan dengan air laut dan semua industri yang memerlukan ketahanan korosi (Raharjo, 2015).

Plat *Stainless steel* didapat dengan menambahkan unsur Chromium (Cr) pada baja, minimum sejumlah 12%. Unsur Cr ini akan bereaksi dengan oksigen yang ada di udara (atmosfer) dan membentuk lapisan Cr-oksida yang sangat tipis.

Lapisan ini kedap dan kuat sehingga berfungsi sebagai pelindung permukaan logam di bawahnya, lapisan tersebut akan mencegah proses korosi (karat) berkelanjutan. Lapisan ini dapat dikatakan permanen, karena jika lapisan tersebut rusak misalkan akibat goresan, maka akan segera terbentuk lapisan Cr- oksida yang baru.

Penggunaan Plat *stainless steel* semakin meningkat dikarenakan karakteristiknya yang menguntungkan. Karakteristik fungsional *stainless steel* antara lain yaitu tidak memerlukan perlakuan tambahan, seperti surface treatment, pengecatan, pelapisan dan lain sebagainya. Terdapat penambahan dari karakteristik material untuk industri, dimana stainless steel dibuat dengan penampilan menarik (*attractive*), rendah perawatan (*low maintenance*) dan berkekuatan tinggi (*high strength*). Namun demikian stainless steel biasanya lebih mahal dibandingkan dengan baja karbon biasa (*plain carbon steel*). Seperti pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Plat Stainless Stell

#### 2.6.4 Baja karbon

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Karbon dalam baja berkisar antar 0,2% hingga 2,1% berat sesuai gradenya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (manganese), krom (chromium), vanadium, dan nikel. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (hardness) dan kekuatan tariknya (tensile strength), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (brittle) serta menurunkan keuletannya (ductility). Seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.5 .

Jenis jenis baja secara garis besar ada 2 jenis yaitu :

a. Baja Karbon

Baja karbon disebut juga palin karbon *stell*, mengandung teruma unsur karbon dan sedikit silicon, belereng dan pospor.

b. Baja Paduan

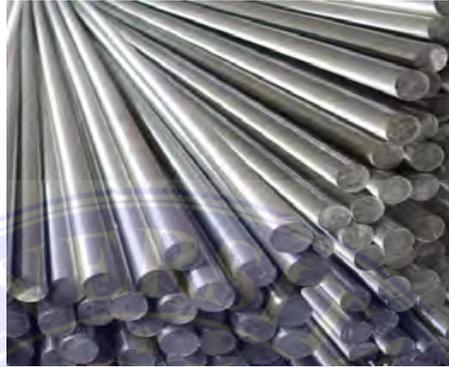
Baja dikatakan di padu jika komposisi unsur-unsur paduannya secara khusus, bukan baja karbon biasa yang terdiri dari unsur fosfor dan mangan.

Baja paduan semakin banyak di gunakan. Unsur yang paling banyak di gunakan untuk baja paduan, yaitu : Cr, Mn, Si, Ni, W, Mo, Ti, Al, Cu, Nb, Zr.

Menurut (Amstead, 1993) secara umumnya, baja paduan memiliki sifat yang unggul daripada baja karbon biasa, diantaranya:

1. Keuletan yang tinggi tanpa pengurangan kekuatan tarik.

2. Tahan terhadap korosi dan keausan yang tergantung dari jenis paduannya.
3. Tahan terhadap perubahan suhu, ini berarti bahwa sifat fisiknya tidak banyak berubah.
4. Memiliki butiran halus dan homogen.



Gambar 2.5 Baja

#### 2.6.5 Multimeter

Multimeter adalah salah satu alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur tiga jenis besaran listrik yaitu arus listrik, tegangan listrik, dan hambatan listrik. Selain itu multimeter disebut juga dengan nama multitester.

Multimeter terbagi menjadi dua jenis yaitu multimeter analog dan multimeter digital. Perbedaan antara multimeter analog dan multimeter digital terletak pada tingkat ketelitian nilai pengukuran yang diperoleh. Multimeter dapat digunakan untuk pengukuran listrik searah maupun pengukuran listrik arus bolak balik.

Multimeter dapat bekerja berdasarkan prinsip kumparan putaran magnet permanen. Pada alat ukur kumparan putar, besaran listrik diubah menjadi gaya gerak pada jarum penunjuk. Prinsip kerja multimeter dengan memutar putar hanya dapat digunakan pada pengukuran besaran listrik arus searah, pengubah besaran

listrik menjadi gerakan jarum dilakukan melalui sistem induksi elektromagnetik. Multimeter memiliki panel yang terdiri dari jarum penunjuk, skala pengukuran, dan sekrup pengaturan jarum. Jarum petunjuk digunakan sebagai pengarah nilai besaran yang terukur. Skala pengukuran digunakan untuk pembacaan dan perhitungan hasil pengukuran. Skala dibagi berdasarkan jenis besaran listrik yang akan diukur, meliputi skala tegangan, skala arus dan skala resistor . Sedangkan sekrup pengaturan jarum berfungsi sebagai pengatur kedudukan jarum penunjuk. Pengaturan dilakukan dengan memutar sekrup ke arah kiri atau ke arah kanan dengan menggunakan obeng dengan mata datar. Seperti yang ditunjukkan gambar 2.6 sebagai berikut.



Gambar 2.6 Multimeter

### 2.6.6 Power supply

Power Supply adalah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai sumber daya untuk perangkat elektronik. Secara umum istilah catu daya yaitu sistem penyearah-filter yang mengubah ac menjadi dc. Sumber DC biasanya dapat menjalankan peralatan elektronika secara langsung, walaupun mungkin diperlukan beberapa cara untuk meregulasi dan menjaga suatu ggl agar tetap meskipun beban

berubah-ubah. Energi yang mudah tersedia adalah arus bolak-balik atau AC, harus diubah atau disearahkan menjadi dc. Pencatu daya listrik dibagi menjadi dua macam, yaitu pencatu daya tidak stabil dan pencatu daya stabil. Pencatu daya tidak stabil merupakan jenis pencatu daya yang sederhana. Pencatu daya jenis ini, tegangan maupun arus keluaran dari pencatu daya tidak distabilkan, sehingga keluaran berubah-ubah sesuai keadaan tegangan masukan dan beban pada keluaran. Jenis pencatu daya ini biasanya digunakan pada peranti elektronikaa sederhana yang tidak sensitif akan perubahan tegangan. Pencatu daya stabil, pencatu daya jenis ini menggunakan suatu mekanisme lolos balik untuk menstabilkan tegangan keluarannya, bebas dari variasi tegangan masukan, maupun beban keluaran.

Peralatan elektronika yang digunakan sekarang ini sebagian besar membutuhkan arus DC, dengan tegangan yang lebih rendah untuk pengoperasiannya. Oleh karena itu, dibutuhkan alat elektronika yang memiliki sebuah rangkaian yang berfungsi untuk melakukan konversi arus listrik dari arus AC menjadi arus DC, dan juga untuk menyediakan tegangan yang sesuai dengan rangkaian elektronika-nya. Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan DC Power Supply atau disebut juga catu daya DC. DC Power Supply sering dikenal dengan nama “Adaptor”. Sebuah DC Power Supply atau Adaptor pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah Transformer, Rectifier, Filter dan Voltage Regulator. Dibawah ini adalah Diagram Blok DC Power Supply (Adaptor) pada umumnya , seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.7 dibawah.



Gambar 2.7 Power Supply

### 2.6.7 Kepala probe

Four point probe merupakan alat yang umum mengukur resistansi lembaran material . Resistansi lembaran merupakan resistivitas material yang dibagi dengan ketebalannya dan mewakili resistansi lateral melalui kontak tipis material semikonduktor.

Pengukuran four point probe disusun satu garis, dengan jarak yang sama tiap probe. Dua probe bagian luar di alirkan arus yang menyebabkan penurunan tegangan antara dua probe bagian bagian dalam. Dengan mengukur penurunan perubahan tegangan ,resistansi lembaran dapat dihitung menggunakan four point probe. Probe memiliki ujung membulat untuk melakukan kontak , dengan radius 0,24 mm dan memberi probe luas permukaan kontak lebih besar dari pada jarum, sehingga menyebarkan garis ke bawah yang sudah diterapkan pada sampel. Probe ini memiliki lapisan emas dan dipasang pada tegas untuk mendorong kontak listrik tanpa gaya berlebihan karena kelapa probe dapat masuk kembali ketika melakukan kontak dengan sampel, seperti gambar 2.8 sebagai berikut.



Gambar 2.8 Kepala Probe

#### 2.6.8 Kabel penghubung

Kabel merupakan penghantar yang diberi isolasi untuk menyambungkan antara komponen kelistrikan satu dengan yang lain. Selain itu pada bagian kabel yang berfungsi sebagai pelindung luar untuk mencegah terjadinya kerusakan. Seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.9 . Dengan begitu arus listrik dapat mengalir melalui kabel dan terhubung dengan semua komponen lainnya. Akibatnya semua dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.



Gambar 2.9 Kabel Penghubung

## 2.7 Proses Pembuatan

### 2.7.1 Metode Pemotongan

Dalam pembuatan alat uji kekonduksian Listrik ini menggunakan beberapa metode pemotongan, sebagai berikut.

#### a. Proses Bubut

Proses bubut merupakan proses produksi yang melibatkan berbagai mesin yang pada prinsipnya adalah pengurangan diameter dari benda kerja. Proses pengerjaan pada mesin bubut secara umum dikelompokkan menjadi dua yaitu: proses pemotongan kasar dan pemotongan halus atau semi halus. Seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.10.

Jenis mesin ini merupakan mesin perkakas yang paling banyak digunakan di dunia produksi permesinan, serta paling banyak menghasilkan berbagai bentuk komponen-komponen sesuai peralatan permesinan yang di butuhkan. Peranan mesin bubut pada mesin pencacah material komposit ini ialah untuk pembentukan poros mata pisau dan pemotongan pada Mesin pencacah polimer komposit dengan bahan dasar besi padu, yang berfungsi sebagai poros utama pada mata pisau.

Adapun macam- macam paham bubut dalam penggunaan mesin bubut diantaranya :

#### 1. Pahat bubut rata kanan

Pahat bubut rata kanan memiliki sudut baji  $80^\circ$  dan sudut – sudut bebas lainnya, pada umumnya digunakan untuk pembubutan rata memanjang yang pemakanannya dimulai dari kiri kearah kanan mendekati posisi cekam.

#### 2. Pahat bubut rata kiri

Pahat bubut rata kiri memiliki sudut baji  $55^\circ$ , pada umumnya digunakan untuk pembubutan rata memanjang yang pemakanannya dimulai dari kiri ke arah kanan mendekati posisi kepala lepas.

### 3. Pahat bubut muka

Pahat bubut muka memiliki sudut baji  $55^\circ$ , pada umumnya digunakan untuk pembubutan rata permukaan benda kerja (*facing*) yang pemakanannya dapat dimulai dari luar benda kerja ke arah mendekati titik senter dan juga dapat dimulai dari titik senter ke arah luar benda kerja tergantung arah putaran mesinnya.

### 4. Pahat bubut ulir

Pahat bubut ulir memiliki sudut puncak tergantung dari jenis ulir yang akan dibuat, sudut puncak  $55^\circ$  adalah untuk membuat ulir jenis whitworth. Sedangkan untuk pembuatan ulir jenis metrik sudut puncak pahat ulirnya dibuat  $60^\circ$ .

### 5. Pahat bubut dalam

Selain pahat bubut luar, pada proses pembubutan juga sering menggunakan pahat bubut dalam. Pahat jenis ini digunakan untuk membubut bagian dalam atau memperbesar lubang yang sebelumnya telah dikerjakan dengan mata bor. Bentuknya juga bermacam – macam dapat berupa pahat potong, pahat alur ataupun pahat ulir, ada yang diikat pada tangkai pahat. Bentuk ada yang khusus sehingga tidak diperlukan tangkai pahat.

Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar atau:

$$v = p.d.n / 1.000$$

dimana :

$$p = 3,14$$

$v$  = kecepatan potong (m/menit)

$d$  = diameter benda kerja (mm)

$n$  = putaran benda kerja (putaran/menit)



Gambar 2.10 Mesin Bubut

Waktu pemotongan ( $t_c$ ) secara matematik dapat menggunakan rumus (2.4)

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

$T_c$  = Waktu pemotongan benda kerja (menit)

$L_t$  = Panjang langkah pemotongan (mm)

$V_f$  = Kecepatan pemakanan  
(mm/min)

*b. Proses milling*

Pada proses *Freis*, prinsip dasar yang digunakan adalah terlepasnya logam

oleh gerakan pahat yang berputar. Mesin ini dapat melakukan pekerjaan seperti memotong, membuat roda gigi, menghaluskan permukaan, dan lain-lain.

Prinsip kerja dari proses milling adalah pemotongan benda kerja dengan menggunakan pahat bermata majemuk yang dapat menghasilkan sejumlah geram. Benda kerja diletakkan di meja kerja kemudian, dipasang pahat potong dan disetel kedalaman potongnya. Setelah itu, benda kerja didekatkan ke pahat potong dengan pompa berulir, untuk melakukan gerak memakan sampai dihasilkan benda kerja yang diinginkan.

Sesuai dengan jenis pahat yang digunakan dikenal dua macam cara yaitu mengefreis datar (*slab milling*) dengan sumbu putaran pahat  $k$  selubung sejajar permukaan benda kerja, dan mengefreis tegak (*face milling*) dengan sumbu putaran pahat freis muka tegak lurus permukaan benda kerja. Selanjutnya mengefreis datar dibedakan menjadi dua macam cara yaitu, mengefreis naik (*up milling*) dan mengefreis turun (*down milling*). Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.11 .

Dalam proses milling ada beberapa macam alat pisau milling yaitu :

#### 1. Pisau frais mantel

Pisau frais mantel pada umumnya digunakan untuk mengefrais bidang yang lebar dan rata. Pisau jenis ini memiliki arah sayat/heliknya terbagi menjadi dua yaitu, pisau frais mantel helik kanan dan pisau frais mantel helik kiri.

#### 2. Pisau frais sudut

Pisau frais sudut pada umumnya memiliki sudut  $30^{\circ}$  ,  $45^{\circ}$  ,  $60^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$  . Sedangkan apabila dilihat dari sisi sudutnya, ada yang memiliki sudut tunggal (single angle milling cutter) Pisau frais jenis ini berfungsi untuk membuat alur yang memiliki sudut sesuai dengan sudut pisau yang digunakan.

### 3. Pisau frais ekor burung

Pisau frais ekor burung pada umumnya memiliki sudut sebesar:  $30^{\circ}$  ,  $45^{\circ}$  dan  $60^{\circ}$  . Pisau jenis ini digunakan untuk mengefrais alur berbentuk ekor burung yang sebelumnya dilakukan pembuatan alur terlebih dahulu dengan pisau jari.

### 4. Pisau frais alur melingkar

Pisau frais alur melingkar, digunakan untuk mengefrais alur pasak pada poros yang berbentuk bulan sabit, yang letak alurnya tidak terletak pada ujung porosnya.

### 5. Pisau frais sisi dan muka

Pisau sisi dan muka memiliki mata sayat pada sisi muka dan samping, digunakan untuk mengefrais alur pada permukaan benda kerja.

### 6. Pisau frais bentuk

Pisau frais bentuk, berfungsi untuk membuat permukaan bidang bagian luar berbentuk radius. Untuk membentuk permukaan radius pada bidang bagian luar berbentuk cekung, disebut (convex milling cutter) - dan untuk membentuk permukaan radius pada bidang bagian luar berbentuk cekung.

### 7. Pisau frais alur T

Pisau frais alur T, digunakan untuk mengefrais alur berbentuk T. sebagaimana bentuk alur T pada meja mesin frais, mesin skrap dan mesin lainnya. Contoh hasil pengefraisan alur T, diantaranya digunakan pada Alur T meja mesin frais, sekrap, bor, gerinda alat, eretan atas pada mesin bubut, blok siku beralur dll.

### 8. Pisau frais jari

Pisau jari digunakan untuk membuat alur tembus atau betingkat dan mengefrais rata untuk bidang yang lebarnya relatif kecil. Pisau frais jenis ini bentuk tangkainya

terdapat tiga macam yaitu, pisau jari tangkai lurus , pisau jari tangkai bertingkat, dan pisau jari tangkai tirus

#### 9. Pisau frais jari radius

Pisau frais jari radius (Bull Noze Endmill Cutter) , digunakan untuk membuat alur pada permukaan bidang berbentuk radius kedalam/ cekung.

#### 10. Pisau frais gergaji

Pisau frais gergaji, adalah salah satu alat potong pada mesin frais yang digunakan untuk memotong atau membelah benda kerja yang memiliki ukuran ketebalan tidak terlalu besar (tipis). Jika dilihat dari mata sayatnya, jenis pisau frais ini ada tiga jenis yaitu: pisau frais gergaji mata sayat biasa/ polos (slitting saw - plain tooth), pisau frais gergaji mata sayat sisi lurus (slitting saw - straight side tooth), dan pisau frais gergaji mata sayat sisi bersilang (slitting saw - staggered tooth).

#### 11. Pisau frais roda gigi

Pisau frais roda gigi, digunakan untuk pembuatan bermacam-macam jenis roda gigi dan gigi rack. Pisau jenis ini ada dua macam yaitu, pisau frais roda gigi untuk sistem modul (mm) dan DP (diametral pitch).



Gambar 2.11 Mesin Frais

Proses freis secara matematik dapat menggunakan persamaan (2.5)

$$vf = n \cdot fz \cdot z \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

$vf$  = kecepatan pemakanan (mm/min)

$n$  = putaran spindle mesin (rpm)

$fz$  = gerak makan per gigi (mm/gigi)

$Z$  = Jumlah gigi pada pisau frais

### c. Mesin gerinda

Mesin gerinda adalah salah satu mesin yang digunakan untuk mengasah atau memotong benda kerja. Prinsip kerja dari mesin gerinda adalah batu gerinda yang berputar kemudian bergesekan dengan benda kerja sehingga terjadi pemotongan atau pengasahan ada beberapa macam mesin gerinda. Tetapi yang digunakan untuk proses pembuatan mesin pencacah in adalah mesin gerinda tangan dapat di lihat pada gambar 2.12 sebagai berikut.



Gambar 2.12 Mesin Gerinda

### 2.7.2 Proses Penyambungan

Dalam pembuatan m\alat uji kekonduksian Listrik empat titik pengujian ini

menggunakan 2 metode penyambungan yaitu metode tetap dan tidak tetap, adapun dalam metode tetap diinginkan adalah pengelasan, sedangkan metode penyambungan tidak tetap digunakan pembautan.

a. Metode Tetap (Pengelasan)

Pengelasan ini dikembangkan oleh Elihu Thompson diakhir abad 19. Pada proses ini digunakan arus listrik yang cukup besar yang dialirkan ke logam yang disambung sehingga menimbulkan panas kemudian sambungan ditekan dan menyatu, arus listrik yang digunakan akan dirubah tegangannya menjadi 4 sampai 12 volt dengan menggunakan transformator dengan kemampuan arus sesuai kebutuhan . Bila arus mengalir didalam logam , maka akan timbul panas ditempat dimana resistansi listriknya besar yaitu pada batas permukaan kedua lembaran logam yang akan dilas. Besar arus daerah sambungan berkisar antara 50 sampai 60 MVA/ m<sup>2</sup> dengan tenggang waktu sekitar 10 detik. Tekanan yang diberikan berkisar antara 30 sampai 55Mpa. Ada tiga faktor yang perlu di perhatikan sesuai dengan rumus :

$$\text{Jumlah panas} = A^2 \cdot \Omega \cdot tcc \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

A = pengelasan ( dalam Ampere )

$\Omega$  = tahanan listrik antara elektroda ( ohm )

T = waktu .

Untuk memperoleh hasil lasan yang baik ketiga factor tersebut perlu diperhatikan dengan cermat dimana besarnya tergantung dari tebal , jenis bahan serta ukuran serta jenis elektroda yang digunakan. Proses pengelasan resistansi listrik meliputi : las titik, las proyeksi, las kampuh, las tumpul las nyala dan las perkusi,

dalam proses pembuatan mesin pencacah material komposit ini digunakan las titik dapat disebut dengan las listrik atau bias juga di sebut dengan mesin trafo las listrik (inverter) 450 watt . Dapat di lihat pada Gambar 2.13. Mesin Trafo Las Listrik 450 Watt.



Gambar 2.13 Mesin Las

Setiap proses pengelasan pasti memiliki jenis sambungan yang berfungsi untuk mendapatkan hasil sambungan yang lebih baik . Oleh karena itu pemilihan jenis jenis sambungan pada pengelasan memiliki beberapa macam diantaranya :

1. Sambungan tumpul

Merupakan sambungan yang dibentuk dengan cara menyatukan ujung pada kedua bagian. Pada sambungan las *butt joint*, kedua bagian objek yang ingin dilas diletakkan pada bidang yang sama dan saling berdampingan. Secara pengaplikasian, sambungan *butt joint* ini adalah sambungan yang paling sederhana yang digunakan untuk menyatukan objek las. *Butt joint* biasanya digunakan pada bahan dengan tebal 3/16 In. Sambungan ini tidak disarankan untuk digunakan pada logam yang bekerja untuk beban tinggi.

2. Sambungan sudut

sambungan yang dibentuk dari dua buah benda kerja / objek dengan cara lasnya membentuk sudut berbentuk huruf “L. Hampir sama dengan *Tee Joint*, bedanya

sambungan ini dibentuk pada ujung objek lainnya.

### 3. Sambungan tumpang

Adalah sambungan yang terdiri dari dua benda kerja / objek las yang saling bertumpukan (tumpang tindih). Peng-aplikasian sambungan ini biasanya cenderung untuk objek berbentuk *plat* tipis seperti *body* kereta. *Lap joint* bisa di aplikasikan pada salah satu sisi saja atau pada kedua sisi agar kekuatan las lebih baik.

### 4. Sambungan T

Sesuai namanya, *T joint* adalah jenis sambungan yang berbentuk menyerupai huruf T. Tipe sambungan ini banyak sekali diaplikasikan untuk konstruksi atap, konveyor, dan beberapa jenis konstruksi lainnya. Sambungan T dibuat dengan memotong 2 bagian pada sudut  $90^\circ$  dengan satu bagian yang terletak di tengah bagian lainnya secara tegak lurus yang membentuk huruf T.

### 5. Sambungan sisi

Diaplikasikan dengan cara menggabungkan 2 buah objek / benda las yang dibentuk secara paralel. Kedua bagian tersebut juga dapat dibuat sejajar atau memiliki *flensing edge*.

#### b. Metode Tidak Tetap (pembautan dan Mur)

Fungsi utama baut adalah menggabungkan beberapa komponen sehingga tergabung menjadi satu bagian yang memiliki sifat tidak permanen. Maka dari itu komponen yang menggunakan sambungan ini dapat dengan mudah dilepas dan dipasang kembali tanpa merusak benda yang disambung.

Beberapa keuntungan sambungan mur dan baut adalah mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menerima beban, dibuat dengan standarisasi,

pemasangan sangat mudah serta harga yang relatif murah. sedangkan kerugian utama dalam menggunakan sambungan mur dan baut adalah mempunyai konsentrasi tegangan yang tinggi didaerah ulir. Seperti yang ditunjukkan pada gamabar 2.14 dibawah sebagai berikut.



Gambar 2.14 Baut dan Mur

Menghitung kekuatan baut dapat dilihat pada persamaan (2.7) berikut ini:

$$\tau_g = F/A \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

$\bar{A}_g$  = Tegangan geser rata-rata ( $N/mm^2$ )

F = Gaya geser (N)

A = Luas penampang baut ( $mm^2$ )

Adapun beberapa Jenis Baut dan Mur umum yang digunakan:

- 1 Jenis Baut
  - a. Baut Hex Flange
  - b. Baut Kepala Kecil Hex Flange
  - c. Baut Hex
  - d. Baut Soket
- 2 Jenis Mur
  - a. Mur segi enam (hexagonal plain nut).
  - b. Mur segi empat (square nut).

- c. Mur dengan mahkota atau dengan slot pengunci (castellated nut & slotted nut).
- d. Mur pengunci (lock nut).
- e. Mur lingkaran

### 2.7.3 Proses Pengukuran

Untuk Proses Pengukuran Kekonduksian Listrik metode four point probe sebagai berikut :

- a. Alat dan Sampel

Mempersiapkan alat uji four probe dan sampel bahan yang akan di ukur kekonduksiannya

- b. menempatkan Probe

Meletakkan probe empat titik pada permukaan sampel atau memastikan jarak antara tiap probe konsisten dan sesuai dengan dengan spesifikasi alat. Biasanya ,probe ditempatkan dalam satu garis lurus dengan jarak yang sama antara tiap titik

- c. Kalibrasi alat

Melakukan kalibrasi alat untuk memastika akurasi pengukuran

- d. Mengatur Arus

Menyalakan alat dan arus listrik yang akan diberikan melalui dua probe luar.Dan arus akan mengalir melalui sampel dan menciptakan perbedaan potensial yang akan di ukur.

- e. Mengukuran tegangan

Dua probe tengah akan megukur tegangan yang muncul akibat aloiran arus

f. Membaca hasil

Alat akan menampilkan nilai tegangan yang diukur. Dengan mengetahui nilai arus yang diberikan dan tegangan yang diukur, alat atau perangkat lunak terkait akan menghitung kekonduksian listrik dari sampe



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

#### 3.1.1 Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di bengkel bubut dan als sudarman, JL. Mangan VII Pasar III, Kec. Medan Deli, Sumatera U. Kota Medan.

#### 3.1.2 Waktu

Penelitian ini dilakukan mulai dari tanggal disetujuinya usulan oleh pengelola program studi hingga dinyatakan selesai, dengan durasi yang direncanakan akan berlangsung sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Jadwal kegiatan penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

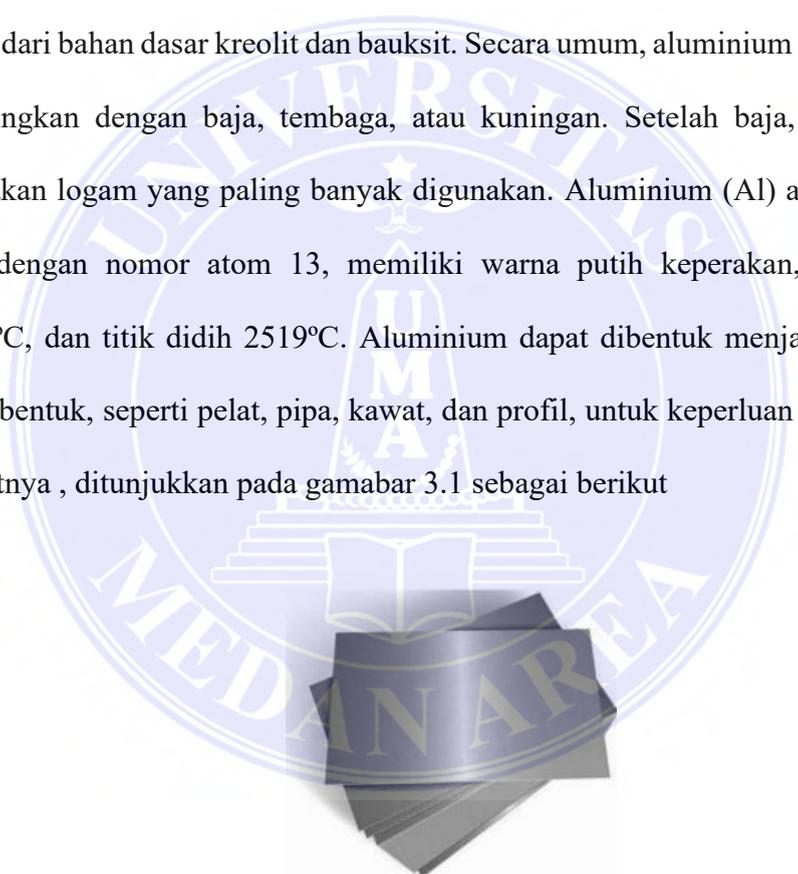
NO	KEGIATAN	TAHUN 2024												2025
		JAN 1234	FEB 1234	MAR 1234	APR 1234	MEI 1234	JUN 1234	JULI 1234	AGS 1234	SEP 1234	OKT 1234	NOV 1234	DES 1234	JAN 1234
1	Pengajuan judul													
2	Penulisan proposal													
3	Seminar proposal													
4	Proses penelitian													
5	Pengolahan data													
6	Penyelesaian													
7	Seminar hasil dan evaluasi													
8	Persiapan sidang													
9	Sidang sarjana													

## 3.2 Bahan Dan Alat

### 3.2.1 Bahan Pembuatan

#### 1. Aluminium alloy

Aluminium adalah logam non-ferro yang memiliki ketahanan korosi yang sangat baik terhadap sebagian besar lingkungan, termasuk udara, air (terutama air garam), dan lingkungan kimia lainnya. Selain itu, aluminium juga memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menghantarkan listrik dan panas. Logam ini berasal dari bahan dasar kreolit dan bauksit. Secara umum, aluminium lebih ringan dibandingkan dengan baja, tembaga, atau kuningan. Setelah baja, aluminium merupakan logam yang paling banyak digunakan. Aluminium (Al) adalah unsur kimia dengan nomor atom 13, memiliki warna putih keperakan, titik leleh  $660,32^{\circ}\text{C}$ , dan titik didih  $2519^{\circ}\text{C}$ . Aluminium dapat dibentuk menjadi berbagai variasi bentuk, seperti pelat, pipa, kawat, dan profil, untuk keperluan pengolahan selanjutnya, ditunjukkan pada gambar 3.1 sebagai berikut



Gambar 3.1 Aluminium

#### 2. Tembaga

Tembaga adalah logam yang memiliki sifat ulet dan mudah ditempa. Logam ini dikenal karena kemampuan konduksi panas dan listriknya yang sangat baik, serta daya tahan terhadap korosi dan sifat antimikrobanya. Tembaga dan beberapa

senyawanya tidak dapat larut dalam air pada suhu rendah atau panas, namun dapat larut dalam asam, seperti asam sulfat panas, serta dalam larutan basa seperti  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Ion tembaga dapat larut dalam air, dan pada konsentrasi tinggi, ia bertindak sebagai agen antibakteri, fungisida, dan bahan pengawet kayu. Pada konsentrasi rendah, tembaga berfungsi sebagai nutrisi penting bagi kehidupan dan pertumbuhan tanaman. Di dalam tubuh manusia, tembaga umumnya ditemukan di organ-organ seperti hati, otak, usus, jantung, dan ginjal. Tembaga sulfat pentahidrat adalah salah satu bentuk senyawa tembaga yang sering dimanfaatkan dalam industri, misalnya dalam pewarnaan tekstil, penyepuhan, pelapisan, serta proses pembilasan dalam industri perak. Dibawah ini tembaga ditunjukkan pada gambar 3.2 sebagai berikut.



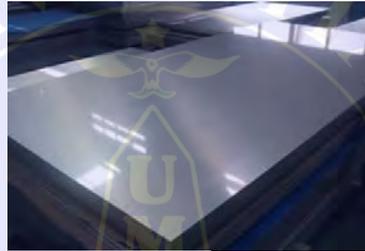
Gambar 3.2 Tembaga

### 3. Plat *Stainless* 304

Plat stainless steel adalah logam paduan yang terbuat dari beberapa unsur logam dengan komposisi tertentu, yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri, seperti industri kimia, makanan dan minuman, industri yang terkait dengan air laut, serta sektor-sektor yang membutuhkan daya tahan terhadap korosi. (Raharjo, 2015).

Plat stainless 304 merupakan jenis Food Grade, yang berarti aman untuk bersentuhan dengan makanan atau minuman. Karena itu, plat ini banyak digunakan

dalam pembuatan peralatan makan, minum, dan peralatan dapur. Ketahanan terhadap karat plat 304 jauh lebih baik dibandingkan dengan plat stainless 201. Selain itu, plat ini juga sering digunakan sebagai lapisan dinding, seperti pada dinding lift hotel atau dinding mall, serta untuk membuat berbagai perabotan dan produk lainnya. Finish yang tersedia pada plat SUS 304 serupa dengan plat SUS 201, antara lain finish 2B atau DOB, permukaan plat HL atau Hairline (garis-garis halus memanjang), finish F4 (garis-garis halus pendek yang lebih nyata), finish BA atau Mirror (bercermin tetapi sedikit buram), serta finish Mirror bening seperti kaca cermin.



Gambar 3.3 Plat Stainless Stell

#### 4. Baja S45C

Baja merupakan logam paduan yang terdiri dari besi sebagai unsur utama dan karbon sebagai unsur paduan dominan. Kandungan karbon dalam baja bervariasi antara 0,2% hingga 2,1% berdasarkan grade-nya. Karbon berfungsi untuk memperkeras baja. Selain karbon, unsur paduan lain yang sering ditambahkan adalah mangan, krom, vanadium, dan nikel. Dengan mengubah proporsi karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai kualitas baja yang berbeda dapat dihasilkan. Peningkatan kandungan karbon dapat mempertinggi kekerasan dan kekuatan tarik baja, namun di sisi lain dapat menyebabkan baja menjadi lebih rapuh dan mengurangi keuletannya. Dapat dilihat pada gambar 3.4 di bawah.



Gambar 3.4 Baja

#### 5. Kepala probe

kepala probe empat titik berbentuk seperti silinder agar kompatibel dengan Jandel Multiposition Wafer Probe, Microposition Probe, Multiheight Probe, The Multiheight/Microposition Probe, serta beberapa sistem pemetaan OEM. Seperti yang di tunjukkan pada gambar 3.5 sebagai berikut.



Gambar 3.5 Kepala Probe

#### 6. Kabel Penghubung

Kabel adalah konduktor yang dilapisi isolasi untuk menghubungkan satu komponen listrik dengan komponen lainnya. Selain itu, lapisan pelindung pada kabel berfungsi untuk mencegah kerusakan yang dapat terjadi. Dengan demikian, arus listrik dapat mengalir melalui kabel dan menghubungkan semua komponen yang ada, sehingga setiap komponen dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya. Dapat dilihat pada gambar 3.6 di bawah sebagai berikut.



Gambar 3.6 Kabel Penghubung

## 7. Multitester

Multimeter merupakan alat ukur listrik yang berfungsi untuk mengukur tiga besaran listrik, yaitu arus listrik, tegangan listrik, dan hambatan listrik. Alat ini juga dikenal dengan sebutan multitester. Terdapat dua jenis multimeter, yaitu multimeter analog dan multimeter digital. Perbedaan utama antara keduanya terletak pada tingkat akurasi pengukuran yang dihasilkan. Multimeter dapat digunakan untuk mengukur listrik searah maupun arus bolak-balik. Seperti gambar 3.7 dibawah.

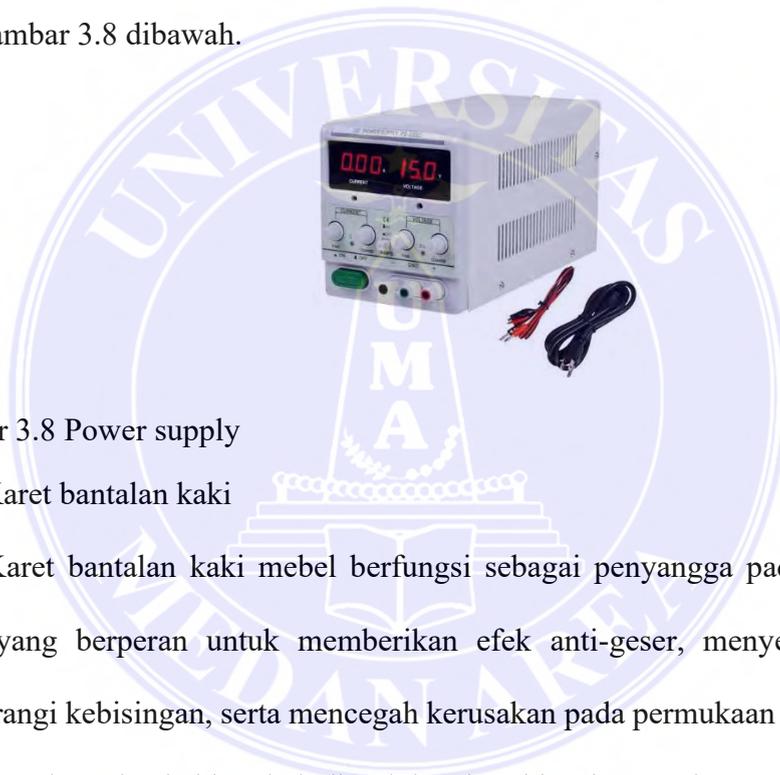


Gambar 3.7 Multitester

## 8. Power supply

Catu daya (power supply) adalah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai penyedia energi untuk perangkat elektronik lainnya. Secara umum, istilah catu daya merujuk pada sistem penyearah dan filter yang mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Sumber DC biasanya dapat langsung mengoperasikan peralatan elektronik, meskipun seringkali diperlukan metode tertentu untuk

mengatur dan mempertahankan gaya gerak listrik (ggl) agar tetap stabil meskipun ada perubahan pada beban. Energi yang umumnya tersedia dalam bentuk arus bolak-balik (AC) harus diubah atau disearahkan menjadi DC. Catu daya listrik terbagi menjadi dua jenis, yaitu catu daya tidak stabil dan catu daya stabil. Catu daya tidak stabil adalah jenis catu daya yang lebih sederhana, di mana tegangan dan arus keluarannya tidak distabilkan, sehingga outputnya dapat berfluktuasi sesuai dengan perubahan tegangan input dan beban pada output. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.8 dibawah.



Gambar 3.8 Power supply

#### 9. Karet bantalan kaki

Karet bantalan kaki mebel berfungsi sebagai penyangga pada meja atau kursi, yang berperan untuk memberikan efek anti-geser, menyerap getaran, mengurangi kebisingan, serta mencegah kerusakan pada permukaan lantai. Untuk komponen bantalan kaki mebel, diperlukan kombinasi antara karet alam dan karet sintetis. Meskipun karet alam memiliki ketahanan terhadap abrasi yang tinggi, namun ia tidak tahan terhadap ozon dan panas, seperti yang terlihat pada gambar 3.9 berikut ini.



Gambar 3.9 Karet bantalan kaki

## 10. Laptop

Laptop merupakan komputer portable yang dirancang untuk mempermudah pengguna dalam melakukan berbagai tugas seperti bekerja, belajar, bermain game, menonton film, dan menjalankan aplikasi lainnya. Laptop memiliki komponen seperti layar, keyboard, *touchpad* atau *mouse trackpad* dan baterai. Laptop telah menjadi salah satu perangkat yang paling umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena kemampuannya yang serbaguna dan portabilitasnya yang tinggi. Dapat dilihat pada gambar 3.10 sebagai berikut.



Gambar 3.10 Laptop

## 11. Plastik Nylon PE

Bahan plastik *nylon* PE digunakan pada komponen body alat. Plastik nylon PE ini memiliki karakteristik yang ringan dan kuat terhadap benturan tinggi. Material ini secara luas digunakan dalam aplikasi otomotif, rekreasi dan industri. Untuk plastik *nylon* PE ditunjukkan pada gambar 3.11 berikut ini:



Gambar 3.11 Plastik Nylon PE

### 3.2 Alat Pembuatan

#### 1. Mesin Bubut

Mesin bubut merupakan jenis mesin produksi yang menggunakan berbagai komponen, dengan prinsip dasar mengurangi diameter suatu benda kerja. Secara umum, proses pengerjaan pada mesin bubut dibagi menjadi dua kategori, yaitu proses pemotongan kasar dan pemotongan halus atau semi-halus.

Mesin ini adalah jenis mesin perkakas yang paling umum digunakan dalam industri manufaktur, serta paling banyak menghasilkan berbagai komponen yang sesuai dengan peralatan permesinan yang dibutuhkan.

Peran mesin bubut ini dalam alat kekonduksian Listrik adalah untuk pembentukan poros atau pemotongan pada ala uji kekonduksian Listrik dengan bahan tembaga, yang berfungsi sebagai poros utama. Mesin bubut dapat di tunjukkan pada gambar 3.11 sebagai berikut.



Gambar 3.11 Mesin Bubut

#### 2. Mesin *milling*

Pada proses Freis, prinsip dasar yang diterapkan adalah pemisahan logam melalui gerakan pahat yang berputar. Mesin ini mampu melakukan berbagai pekerjaan seperti pemotongan, pembuatan roda gigi, penghalusan permukaan, dan lain-lain. Prinsip kerja dalam proses milling melibatkan pemotongan benda kerja dengan pahat bermata majemuk yang menghasilkan serbuk logam. Benda kerja

diletakkan di meja kerja, lalu pahat potong dipasang dan kedalaman potong disesuaikan. Selanjutnya, benda kerja didekatkan ke pahat potong dengan bantuan pompa berulir untuk melakukan pemotongan hingga terbentuk benda kerja yang diinginkan. Mesin *milling* dapat di tunjukkan pada gambar 3.12 dibawah ini .



Gambar 3.12 Mesin *miling*

### 3. Mesin bor tangan

Mesin bor adalah alat yang digunakan untuk membuat lubang, alur, memperbesar ukuran, serta merapikan permukaan dengan tingkat presisi dan akurasi yang tinggi. Proses pengeboran pada plat dilakukan menggunakan mesin bor tangan RYU yang memiliki daya 600 Watt. Bor ta ngan Dapat dilihat pada gambar 3.13 sebagai berikut.



Gambar 3.13 Mesin bor tangan

#### 4. Mesin Las

Mesin las merupakan perangkat yang digunakan untuk menyatukan potongan besi menjadi satu kesatuan yang utuh, sehingga membentuk suatu struktur sesuai dengan kebutuhan atau desain yang diinginkan. Cara kerjanya adalah dengan memanfaatkan panas untuk melelehkan besi atau menggabungkan dua atau lebih bagian logam. Pada proses pembuatan mesin internal mixer, mesin las yang digunakan adalah tipe Lakoni Basic dengan spesifikasi voltase 220V/50Hz dan daya listrik sebesar 450 Watt. Mesin las ditunjukkan pada gambar 3.14 sebagai berikut.



Gambar 3.14 Mesin las

#### 5. Mesin Gerinda

Mesin gerinda merupakan jenis mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah, memotong, atau menggerus benda kerja sesuai dengan tujuan atau kebutuhan tertentu. Cara kerja mesin ini didasarkan pada prinsip batu gerinda yang berputar dan bersentuhan dengan benda kerja, sehingga menghasilkan proses pengikisan, penajaman, pengasahan, dan pemotongan. Mesin gerinda ditunjukkan pada gambar 3.15 sebagai berikut.



Gambar 3.15 Mesin gerinda

## 6. Solder

Solder merupakan paduan logam dengan titik leleh rendah yang digunakan sebagai bahan pengisi untuk menyatukan dua material logam. Dalam proses penyolderan, solder dipanaskan hingga meleleh, kemudian diterapkan pada sambungan yang akan mengeras dan mengikat setelah dingin. Karena itu, paduan logam solder harus memiliki titik leleh yang lebih rendah dibandingkan logam-logam yang disambungkan. Selain itu, solder juga harus memiliki ketahanan terhadap oksidasi dan korosi yang dapat merusak sambungan secara perlahan. Untuk aplikasi penyambungan komponen listrik, solder harus memiliki kemampuan untuk menghantarkan listrik dengan baik. Solder ditunjukkan pada gambar 3.16 sebagai berikut.



Gambar 3.16 Solder

## 7. Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat pengukur panjang yang memiliki kapasitas

pengukuran hingga 10 cm dengan tingkat ketelitian sebesar 0,1 mm atau 0,01 cm. Selain berfungsi untuk mengukur panjang, jangka sorong juga dapat digunakan untuk mengukur kedalaman suatu objek atau lubang, serta mengukur luas, panjang, dan lebar material. Biasanya kerap digunakan dalam otomotif, dan konstruksi bangunan. Jangka sorong ditunjukkan pada gambar 3.17 sebagai berikut.



Gambar 3.17 Jangka Sorong

#### 8. Baut dan Mur

Beberapa keuntungan sambungan mur dan baut adalah mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menerima beban, dibuat dengan standarisasi, pemasangan sangat mudah serta harga yang relatif murah. Sedangkan kerugian utama dalam menggunakan sambungan mur dan baut adalah mempunyai konsentrasi tegangan yang tinggi di daerah ulir. Baut dan mur ditunjukkan pada gambar 3.18 sebagai berikut.



Gambar 3.18 Baut dan Mur

### 3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu , penelitian dengan metode eksperimental dengan membuat alat dan melakukan uji langsung pada alat untuk mengetahui spesifikasi alat.

### 3.4 Populasi dan Sampel

Dalam penelitian ini alat yang akan di buat adalah alat uji kekonduksian Listrik empat titik pengujian.

Tabel 3.2 Populasi dan Sampel

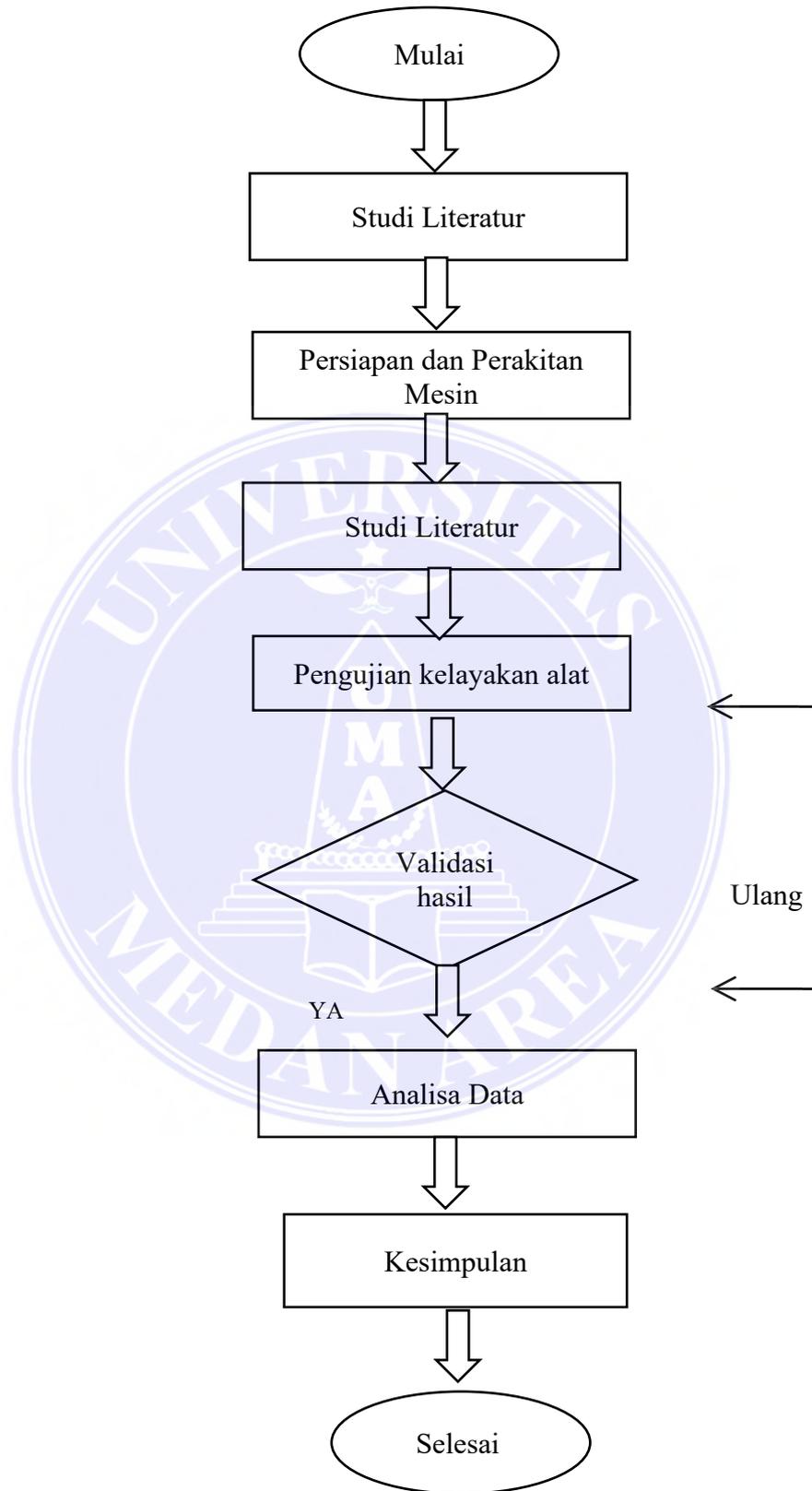
No	Komponen	Jumlah
1	Base atas	1
2	Base bawah	1
3	Bantalan kaki	4
4	Poros as	1
5	Body alat	1
6	Knob slide	1
7	bar clamp	1
8	Handle	1
9	Probe head slide	1
10	Meja multimeter	1
11	Assy multimeter	1

### 3.5 Prosedur Kerja

Pembuatan alat dalam penelitian ini dimulai dengan merancang alat uji kekonduksian listrik, yang mencakup perancangan alat secara keseluruhan. Desain struktural mencakup tahapan pembuatan alat secara menyeluruh, sedangkan desain fungsional menjelaskan fungsi masing-masing komponen yang digunakan dalam proses pembuatan alat tersebut.



### 3.5.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.17. Diagram Alir Penelitian

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pembuatan alat ukur kekonduksian listrik empat titik pengujian diawali dengan pembuatan base, poros, body alat, bar clamp, knob slide, probe head slide.
2. Perakitan/assembly alat ukur kekonduksian listrik ini dimulai dari penyambungan poros dengan base kemudian dilanjut penyambungan base dengan meja multimeter, kemudian pemasangan body alat ke poros, pemasangan jarum ke kepala probe, kemudian pemasangan kabel penghubung multimeter ke kepala probe, finishing.

#### **5.2 Saran**

Alat ukur kekonduksian listrik empat titik pengujian ini memang belum sepenuhnya pengukurannya akurat, namun alat harus di kalibrasi secara berkala untuk menjaga akurasi pengukuran.

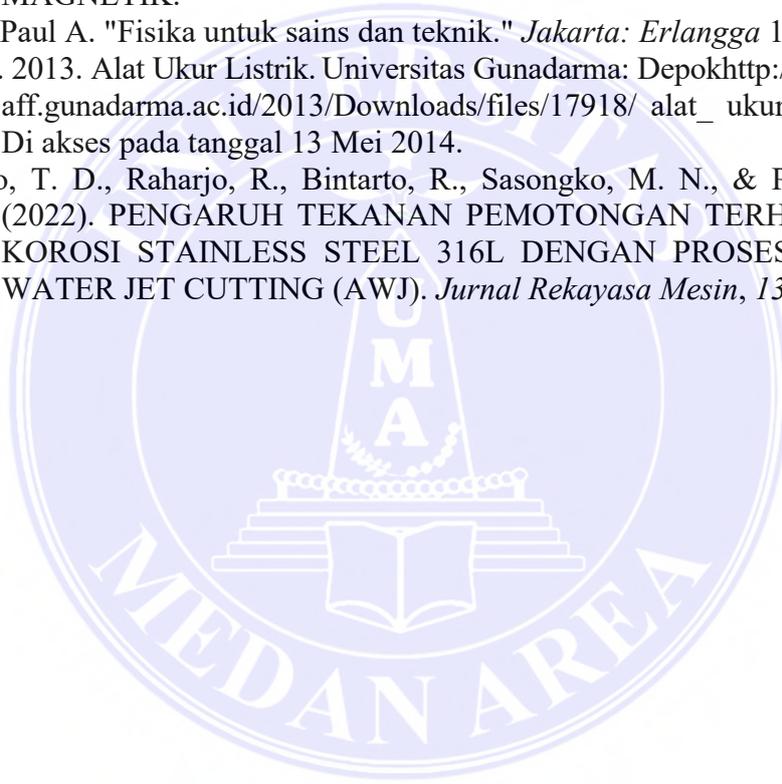


## DAFTAR PUSTAKA

- 4.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.
- Agus Pramono, D. (2012). *Konduktifitas Listrik Komposit Polimer Polipropilena/Karbon Untuk Aplikasi Pelat Bipolar Fuel Cell*. Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer, 1(1), 46. <https://doi.org/10.36055/setrum.v1i1.446>
- Caselle, C., Bonetto, S., & Comina, C. (2019). Perbandingan pengukuran resistivitas listrik laboratorium dan lapangan dari batuan gipsium untuk aplikasi prospek pertambangan. *Jurnal Internasional Sains dan Teknologi Pertambangan*. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2019.09.002>
- D. Schroder , *semiconductor material and device characterization* , 3<sup>rd</sup> editionrd ed. Piscataway NJ; Hoboken N.J.: IEE Press; Wiley, 2006.
- F. M. Smits , "Measurement of sheet resistivities with the four point probe" , *Bell system technical journal*, vol. 34, pp. 711-718, 1958
- Insiyanda, D. R., & Chaer, A. (2017). *Dispersi Dengan Metode Kering Untuk Peningkatan Konduktivitas Komposit Limbah Grafit/Karbon Serat Alam Pada Aplikasi Pelat Bipolar Fuel Cell. VI*, SNF2017-MPS-27-SNF2017-MPS-32. <https://doi.org/10.21009/03.snf2017.02.mps.05>
- 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.
- 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.
- JumadilM. (2023). No Title Semikonduktor. Wikipedia. <https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Semikonduktor&action=history>
- Kraftmakher,Schuetze,Iniguez dkk,Bowler dan Huang, Hong-min dkk. (2015). *PEMBUATAN ALAT UKUR KONDUKTIVITAS LISTRIK KONDUKTOR LOGAM*. July.
- 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. <https://www>.

academia.edu/39145151/LAPORAN\_PRAKTIKUM\_MATERIAL\_Pengu  
jian\_Konduktivitas\_Listrik\_Material\_dengan\_Metode\_Four\_  
Point\_Probe\_FPP\_RHEINA\_AS\_16\_083

- Mohammad Sholikhuddin. 2015, Universitas Muhammadiyah Gresik. dengan judul “Sistem Aplikasi Diagnosa Jenis Baja Berdasarkan Komposisi Kimia Dengan Menggunakan Metode FK-NN (Fuzzy K-Nearest Neighbor)”.
- Mulyadi. (2000). No Title. Pengertian Material. [https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/2127/4/BAB\\_II.pdf#:~:text=Pen gertian 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=Pen%20gertian%20material%20adalah%20bahan%20baku%20yang%20diolah%20perusahaan,impor%20atau%20pengolahan%20yang%20dilakukan%20sendiri%20Mulyadi%202000%29).
- Setiawan, I., Abraha, K., & Utomo, A. B. PEMBUATAN ALAT UKUR KONDUKTIVITAS LISTRIK KONDUKTOR LOGAM MENGGUNAKAN METODE INDUKSI DAN PENABIRAN MAGNETIK.
- Tipler, Paul A. "Fisika untuk sains dan teknik." *Jakarta: Erlangga* 1.2 (2001): 3.
- Wahyu. 2013. Alat Ukur Listrik. Universitas Gunadarma: Depok [http://wahyukr.staff.gunadarma.ac.id/2013/Downloads/files/17918/ alat\\_ukur\\_listrik .pdf](http://wahyukr.staff.gunadarma.ac.id/2013/Downloads/files/17918/alat_ukur_listrik.pdf). Di akses pada tanggal 13 Mei 2014.
- Widodo, T. D., Raharjo, R., Bintarto, R., Sasongko, M. N., & Pamungkas, S. (2022). PENGARUH TEKANAN PEMOTONGAN TERHADAP LAJU KOROSI STAINLESS STEEL 316L DENGAN PROSES ABRASIVE WATER JET CUTTING (AWJ). *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(1), 291-296.



## LAMPIRAN



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 5/5/25

67

Access From (repository.uma.ac.id)5/5/25

