

TUGAS AKHIR

**PENGARUH KOMPOSISI PENCAMPURAN ABU CANGKANG KELAPA
SAWIT DAN GRAFIT DENGAN MATRIKS RESIN EPOXY PADA
PELLET KONDUKTOR KOMPOSIT TERHADAP MIKROSTRUKTUR,
KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN KERAPATAN**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



Disusun Oleh :

FIKI GUNANDA PUTRA

16.331.0783

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2021

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH KOMPOSISI PENCAMPURAN ABU
CANGKANG KELAPA SAWIT DAN GRAFIT DENGAN
MATRIKS RESIN EPOXY PADA PELLET KONDUKTOR
KOMPOSIT TERHADAP MIKROSTRUKTUR,
KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN KERAPATAN**

Oleh :

FIKI GUNANDA PUTRA
NPM : 163310783

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dr. Dedikarni, S.T., M.Sc
Dosen Pembimbing

Tanggal :

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH KOMPOSISI PENCAMPURAN ABU
CANGKANG KELAPA SAWIT DAN GRAFIT DENGAN
MATRIKS RESIN EPOXY PADA PELLET KONDUKTOR
KOMPOSIT TERHADAP MIKROSTRUKTUR,
KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN KERAPATAN**

Oleh :

FIKI GUNANDA PUTRA
NPM : 163310783

Disetujui dan Diperiksa Oleh :

Disahkan Oleh

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK MESIN**

PEMBIMBING

Jhonni Rahman B.Eng., M.Eng., Ph. D

Dr. Dedikarni, S.T., M.Sc

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fiki Gunanda Putra

NPM : 163310783

Fakultas/Prodi : Teknik/Program Studi Teknik Mesin

Judul TA : Pengaruh Komposisi Pencampuran Abu Cangkang Kelapa Sawit dan Grafit dengan Matriks Resin Epoxy pada Pellet Konduktor Komposit terhadap Mikrostruktur, Konduktivitas Listrik dan Kerapatan.

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa penulisan Tugas Akhir ini adalah hasil penelitian, pemikiran, dan pemamaparan asli dari karya tulis saya sendiri, baik dari naskah laporan maupun data-data yang tercantum sebagai bagian dari Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya karya tulis milik orang lain, saya akan mencantumkan sumber dengan jelas di Daftar Pustaka.

Surat Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan serta ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Islam Riau.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan kondisi sehat serta tanpa paksaan dari pihak manapun.

Pekanbaru, 02 Desember 2021



Fiki Gunanda Putra
NPM : 16.331.0783

PENGARUH KOMPOSISI PENCAMPURAN ABU CANGKANG KELAPA SAWIT DAN GRAFIT DENGAN MATRIKS RESIN EPOXY PADA PELLET KONDUKTOR KOMPOSIT TERHADAP MIKROSTRUKTUR, KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN KERAPATAN

Fiki Gunanda Putra, Dedikarni
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau
Jl. Kaharuddin Nasution, KM. 11, No. 133, Perhentian Marpoyan
Pekanbaru-Riau
Email : fikigunanda@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Sel bahan bakar (fuel cell) merupakan suatu pembangkit energi alternatif sebagai pengganti pembangkit energi konvensional yang menggunakan bahan bakar minyak dengan prinsip dasar elektrokimia dengan cara mengkonversi energi kimia menjadi listrik. Dengan adanya krisis bahan bakar minyak belakangan ini, maka sangat diperlukan suatu energi alternatif untuk masa depan yang murah dan ramah lingkungan. Untuk mengatasi masalah tersebut, komposit polymer electrolyte membrane fuel cell bisa menjadi solusinya. Pemamfaatan limbah adalah salah satu alternatif terbaik untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Abu limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit adalah salah satu dimana pemamfaatannya dari cangkang kelapa sawit ini masih sangat terbatas. Pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai konduktivitas listrik yang baik dan mendapatkan komposisi campuran yang optimum menggunakan bahan abu cangkang kelapa sawit dan grafit sebagai komponen utama (penguat) dan resin epoxy sebagai matriks. Pellet komposit dengan komposisi sampel 1 (60%:20%:20%), sampel 2 (50%:30%:20%), dan sampel 3 (40%:40%:20%). Fraksi volume diperoleh melalui cold pressing compression pada tekanan lima (5) ton. Pada penelitian ini juga dipelajari pengaruh komposisi terhadap karakterisasi yang meliputi pengujian kerapatan dan pengamatan struktur mikro. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa nilai konduktivitas listrik yang paling optimum pada sampel 3 dengan perbandingan komposisi yaitu (40%:40%:20%) dengan nilai 49,21 S/cm, nilai kerapatan yang paling optimum juga pada sampel 3 yaitu 0,62 gr/cm³ dan hasil pengamatan struktur mikro yang bagus juga pada sampel 3 terlihat bahwa karbon grafit sudah mulai tersebar, hal ini disebabkan kandungan grafitnya yang lebih dominan dengan pengikatnya, dikarenakan abu sawit begitu halus sehingga secara kasat mata abu sawit akan sulit terlihat karena telah menyatu dengan resin. Pada penelitian ini hasil yang paling optimum adalah pada sampel 3 dengan komposisi abu sawit dan grafitnya sama banyak dibandingkan dengan sampel lainnya grafitnya lebih sedikit dibandingkan abu sawit, ini menunjukkan faktor karbon grafit yang besar membuat sampel ini paling tinggi dalam menghantarkan arus listrik.

Kata kunci: Abu Cangkang Kelapa Sawit, Grafit, Pellet Komposit

EFFECT OF THE COMPOSITION OF MIXING PALM OIL SHELL ASH AND GRAPHITE WITH EPOXY RESIN MATRIX ON COMPOSITE CONDUCTOR PELLETS ON MICROSTRUCTURE, ELECTRIC CONDUCTIVITY AND DENSITY

Fiki Gunanda Putra, Dedikarni
Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Islamic
University of Riau
Jl. Kaharuddin Nasution, KM. 11, No. 133, Marpoyan Stop
Pekanbaru-Riau
Email : fikigunanda@student.uir.ac.id

ABSTRACT

A fuel cell is an alternative energy generator as a substitute for conventional energy plants that use fuel oil with the basic principles of electrochemistry by converting chemical energy into electricity. With the recent fuel oil crisis, it is very necessary to have an alternative energy for the future that is cheap and environmentally friendly. To solve this problem, a polymer electrolyte membrane fuel cell composite could be the solution. Utilization of waste is one of the best alternatives to reduce environmental pollution. Waste ash from the burning of oil palm shells is one where the utilization of this oil palm shell is still very limited. This study aims to obtain a good electrical conductivity value and to obtain an optimum mixture composition using palm oil shell ash and graphite as the main component (reinforcement) and epoxy resin as a matrix. Composite pellets with the composition of sample 1 (60%:20%:20%), sample 2 (50%:30%:20%), and sample 3 (40%:40%:20%). The volume fraction is obtained by cold pressing compression at a pressure of five (5) tons. This research also studied the effect of composition on characterization which included density testing and microstructure observations. From the results of the study, it was found that the high electrical conductivity value in sample 3 with a composition ratio (40%:40%:20%) with a value of 49.21 S/cm, the most optimum density value was also in sample 3, namely 0.62 gr /cm³ and good microstructure observations also in sample 3 it can be seen that the graphite carbon has started to spread, this is due to the more dominant graphite content with the binder, because the palm ash is so fine that the palm ash will be difficult to see because it has blended with the resins. In this study, the most optimum results were in sample 3 with the same composition of palm ash and graphite as compared to other samples, which had less graphite than palm ash, this shows that the large graphite carbon factor makes this sample the highest in conducting electric current.

Key words : *Palm Oil Shell Ash, Graphite, Composite Pellet*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji beserta syukur saya panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena atas izin-Nya lah akhir nya saya dapat menyelesaikan skripsi tugas akhir ini sesuai dengan kemampuan saya.

Skripsi tugas akhir ini merupakan salah satu tugas yang wajib diselesaikan oleh Mahasiswa Teknik Mesin dan juga merupakan persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Skripsi tugas akhir yang berjudul “ **PENGARUH KOMPOSISI PENCAMPURAN ABU CANGKANG KELAPA SAWIT DAN GRAFIT DENGAN MATRIKS RESIN EPOXY PADA PELLET KONDUKTOR KOMPOSIT TERHADAP MIKROSTRUKTUR, KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN KERAPATAN** ” ini bertujuan supaya mahasiswa mengetahui pengaruh komposisi abu cangkang kelapa sawit dan grafit sebagai bahan pengisi (penguat) dan sebagai pengikat resin epoxy yang bisa menghantar listrik.

Pada kesempatan ini saya banyak mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian proposal tugas sarjana ini kepada :

1. Kedua orang tua penulis ayahanda tercinta Irwandi dan ibunda tercinta Melda Kuswari, serta keluarga yang telah mendo'akan dalam menyelesaikan skripsi tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Eng. Muslim, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
3. Bapak Jhonni Rahman, B.Eng., M.Eng., PhD selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Riau.

4. Bapak Rafil Arizona, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
5. Bapak Dr. Dedikarni Panuh, S.T., M.Sc. selaku pembimbing skripsi tugas akhir.
6. Adik-adikku tercinta Mita Oktaviani, Mhd Rahid dan Khairani Afdhillah serta keluarga yang selalu memberikan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi tugas akhir ini.
7. Teman hidup Ranti Murlis, S.M yang selalu memberikan motivasi dan dukungannya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi tugas akhir ini.
8. Keluarga Bapak Murlis, S.Pd dan Ibu Erdawati, S.Pd yang juga selalu memberikan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi tugas akhir ini.
9. Bapak dan Ibu Dosen tenaga pengajar Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
10. Rekan-rekan Mahasiswa yang ikut membantu serta memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas sarjana ini.

Penulis menyadari begitu banyak kekurangan dan kelemahan yang terdapat didalam skripsi tugas akhir ini, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membantu menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata semoga skripsi tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pekanbaru, 02 Desember 2021

FIKI GUNANDA PUTRA

16.331.0783

DAFTAR ISI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI..... iii

DAFTAR GAMBAR vi

DAFTAR TABEL.....ix

DAFTAR NOTASI..... x

BAB I PENDAHULUAN.....1

1.1 Latar Belakang1

1.2 Rumusan Masalah2

1.3 Batasan Masalah3

1.4 Tujuan Penelitian3

1.5 Manfaat Penelitian.....3

1.6 Sistematika Penulisan4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....5

2.1 Cangkang Kelapa Sawit.....5

2.2 Karbon6

2.2.1 Alotrop Karbon7

2.2.2 Grafit8

2.2.3 Sifat dan Kegunaan Grafit9

2.3 Resin9

2.4 Matriks.....12

2.5 Polimer.....13

2.6 Komposit13

2.6.1 Jenis-jenis Komposit Berdasarkan Penguat yang digunakan15

2.6.2 Klasifikasi Komposit 18

2.6.3 Bagian Utama Komposit.....18

2.6.4 Metoda Pembuatan Komposit21

2.7 PEMFC24

2.8 Pengujian Komposit 26

2.8.1 Pengujian Konduktivitas Listrik	26
2.8.2 Pengujian Mikrostruktur	27
2.8.3 Pengujian Kerapatan	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Diagram Alir	30
3.2 Waktu dan Tempat.....	32
3.3 Alat dan Bahan Pengujian	32
3.3.1 Alat Penelitian.....	32
3.3.2 Bahan Penelitian.....	37
3.4 Prosedur Penelitian.....	38
3.4.1 Prosedur Pengerjaan Alat.....	38
3.4.2 Persiapan Cetakan.....	39
3.4.3 Proses <i>Compression Molding</i>	40
3.5 Prosedur Kerja.....	40
3.5.1 Volume Cetakan.....	40
3.5.2 Proses Penimbangan Bahan	41
3.6 Pengujian Alat	42
3.7 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	43
3.8 Pengujian Konduktivitas Listrik.....	44
3.9 Pengujian Mikrostruktur.....	45
3.10 Pengujian Kerapatan.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1 Karakterisasi Pellet Konduktor Komposit	46
4.2 Pengamatan Struktur Mikro.....	46
4.3 Pengujian Konduktivitas Listrik.....	49
4.4 Pengujian Kerapatan.....	54
4.4.1 Hasil Perhitungan Kerapatan.....	55
4.4.2 Analisa Pengujian.....	56
4.5 Perbandingan Antara Hasil Penelitian Dengan Hasil Penelitian Sebelumnya	59

4.6 Perbandingan Karakteristik Pellet Konduktor Komposit Dengan Variasi Penambahan Karbon Grafit.....	61
4.7 Hasil Penelitian Pellet Konduktor Komposit.....	63

BAB V PENUTUP.....65

5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cangkang Kelapa Sawit.....	5
Gambar 2.2 Grafit.....	8
Gambar 2.3 Struktur Grafit.....	8
Gambar 2.4 Resin Epoxy.....	10
Gambar 2.5 Komposit.....	15
Gambar 2.6 <i>Continous Fiber Composites</i>	16
Gambar 2.7 <i>Woven Fiber Composites</i>	16
Gambar 2.8 <i>Chopped Fiber Composites</i>	17
Gambar 2.9 <i>Hybrid Composites</i>	17
Gambar 2.10 Pembagian komposit berdasarkan bentuk reinforcementnya	20
Gambar 2.11 Proses Pencetakan dengan <i>Hand Lay Up</i>	21
Gambar 2.12 Proses Pencetakan dengan <i>Vacuum Bag</i>	22
Gambar 2.13 Proses Pencetakan dengan <i>Pressure Bag</i>	22
Gambar 2.14 Proses Pencetakan dengan <i>Spray-Up</i>	23
Gambar 2.15 Proses Pencetakan dengan <i>Compression Molding</i>	23
Gambar 2.16 Proses Pencetakan dengan <i>Hand Injection Molding</i>	24
Gambar 2.17 Komponen PEMFC	25
Gambar 2.18 Pelat Bipolar PEMFC	25
Gambar 3.1 Diagram Alir	30
Gambar 3.2 <i>Beaker Glass Pyrex</i>	32
Gambar 3.3 Spatula	33
Gambar 3.4 Sarung Tangan	33

Gambar 3.5 Timbangan Analitik.....	34
Gambar 3.6 Alat Uji Mikrostruktur.....	34
Gambar 3.7 Alat Uji Konduktivitas Lustrik.....	35
Gambar 3.8 Alat Power Supply.....	35
Gambar 3.9 Press Hidrolik.....	35
Gambar 3.10 Cetakan Spesimen.....	36
Gambar 3.11 Multitester.....	36
Gambar 3.12 Ayakan Mesh 200.....	36
Gambar 3.13 Timbangan Digital.....	37
Gambar 3.14 Abu Cangkang Kelapa Sawit.....	37
Gambar 3.15 Resein Epoxy Bening.....	38
Gambar 3.16 Kertas Aluminium.....	38
Gambar 3.17 Sketsa Mold Pellet.....	41
Gambar 4.1 Perbandingan Abu Sawit 60 % : Grafit 20 % : Epoxy 20 %.....	46
Gambar 4.2 Perbandingan Abu Sawit 50 % : Grafit 30 % : Epoxy 20 %.....	47
Gambar 4.3 Perbandingan Abu Sawit 40 % : Grafit 40 % : Epoxy 20 %.....	48
Gambar 4.4 Grafik Konduktansi dan Komposisi Campuran.....	51
Gambar 4.5 Grafik Nilai Konduktivitas dan Komposisi Campuran.....	52
Gambar 4.6 Grafik Nilai Kerapatan dan Komposisi.....	58
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Konduktivitas Listrik Hasil Sebelumnya dan Hasil Penelitian.....	59
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Konduktivitas Listrik dengan Penelitian Sebelumnya.....	60
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Kerapatan dengan penelitian sebelumnya.....	61

Gambar 4.10 Pellet Komposit Sampel 1 (60:20:20).....64

Gambar 4.11 Pellet Komposit Sampel 2 (50:30:20).....64

Gambar 4.12 Pellet Komposit Sampel 3 (40:40:20).....65



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Analisis kandungan Cangkang Kelapa Sawit.....	5
Tabel 2.2 Analisis Mutu Karbon Aktif.....	6
Tabel 2.3 Syarat Mutu Karbon Aktif.....	7
Tabel 2.4 Sifat Grafit.....	9
Tabel 3.1 Perbandingan Komposisi Sampel.....	42
Tabel 3.2 Jadwal Kegiatan Penelitian	44
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik Tanpa Hambatan Dimensi	50
Tabel 4.2 Nilai Konduktivitas Listrik Dengan Hambatan Dimensi	51
Tabel 4.3 Nilai Kerapatan.....	56
Tabel 4.4 Tabel Perbandingan antara hasil penelitian dan hasil penelitian sebelumnya	59
Tabel 4.5 Perbandingan Karakteristik Pelat dengan Variasi Penambahan Karbon Grafit.....	62

DAFTAR NOTASI

Simbol	Arti	Satuan
V_c	Volume Cetakan	cm^3
ρ	Massa Jenis	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
M	Massa	kg
V	Volume	cm^3
R	Resistansi	ohm
A	Luas area	cm^2
G	Konduktansi	S
L	Tebal bahan	cm
σ	Konduktivitas Listrik	$\frac{\text{S}}{\text{cm}}$
σ_p	Kekuatan Tekan	MPa
P	Gaya Pembebanan Max	N
r^2	Jari-Jari	cm
t	Tinggi	cm

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa Sawit merupakan tanaman Monokotil sehingga tanaman ini tidak memiliki kambium. Pertumbuhannya yang cepat dan dapat dipanen pada umur sekitar 3 tahun. Potensi perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 1995 - 2005 luas arealnya bertambah dari 2,7 juta ha sampai 4,5 juta ha. Apabila setiap 10% dari tanaman sawit ini diremajakan, maka dihasilkan limbah kelapa sawit 11,7 juta pohon/tahun setara dengan 5,85 juta ton pertahun (Prayitno dan Darnoko, 2014). Cangkang kelapa sawit juga merupakan salah satu limbah yang jumlahnya mencapai 60% dari produksi minyak inti. Limbah cangkang kelapa sawit berwarna hitam keabuan, bentuk tidak beraturan, dan memiliki kekerasan cukup tinggi. Cangkang sawit mengandung selulosa sebesar 45% dan hemiselulosa sebesar 26% (Rasmawan, 2015).

Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dan *reinforcement* atau bahan penguat. Pada umumnya bahan material yang gunakan sebagai penguat atau *reinforcement* pada komposit adalah jenis serat tapi disini akan dicoba sesuatu yang lain yaitu menggunakan partikel atau serbuk abu dari hasil pembakaran cangkang kelapa sawit sebagai penguat komposit. Limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit ini merupakan sumber pencemaran, maka dari itu perlu dikembangkan metode pengolahan limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit sebagai bahan utama komposit.

Limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit ini dapat di jadikan bahan penguat komposit karna bernilai ekonomis di masyarakat. *Fuel Cell* merupakan salah satu sumber energi alternatif yang sedang di kembangkan. *Fuel Cell* bekerja untuk mengkonversi hydrogen menjadi listrik. Pada awal nya *fuel cell* menggunakan logam sebagai material utamanya. Namun material logam ini mempunyai kelemahan pada minim nya daya tahan akibat terjadi proses korosi

yang dapat mempengaruhi tinggi nya biaya pemakaian. Selain itu, *Fuel cell* dengan material logam menjadi kurang portabel karena cukup berat. Maka dari itu limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit ini di jadikan bahan penguat komposit atas dasar faktor-faktor tersebut.

Dalam pencampuran pentingnya grafit yang merupakan alotrop karbon yang dapat menghantarkan arus listrik dan panas dengan baik. Karena sifat inilah grafit biasanya digunakan sebagai elektroda pada sel elektrolisis. Dalam struktur grafit setiap atom karbon membentuk ikatan kovalen dengan tiga atom karbon lainnya membentuk susunan 20 heksagonal dengan struktur berlapis seperti tumpukan kartu. Karena atom karbon memiliki empat elektron valensi maka pada setiap atom karbon masih terdapat satu elektron yang belum berikatan (elektron bebas). Grafit murni merupakan material utama yang digunakan sebagai material *Pellet Conducting Polymer Composite* karena alotrop karbonnya yang dapat menghantarkan arus listrik dan panas dengan baik. Sedangkan pengikat (matriks) yang digunakan dalam pembuatan pellet komposit polimer ini adalah resin epoxy.

Pada penelitian ini penulis mengkombinasikan Abu Cangkang Kelapa Sawit dan Grafit sebagai *reinforce* (penguat), Resin Epoxy sebagai matriks. Karena kebanyakan penelitian sebelumnya hanya menggunakan karbon grafit, disini peneliti menambahkan abu cangkang kelapa sawit yang memiliki kadar karbon yang dikandungnya yaitu 11,02% dan kadar abu 1,61% (Raharjo, 2012). Maka dari itu penelitian ini memilih Abu Cangkang Kelapa Sawit dan Grafit bermatriks Epoxy untuk mengetahui pengaruh komposisi campurannya terhadap Mikro Struktur, Konduktivitas Listrik dan Kerapatan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalahnya adalah berikut :

- 1) Bagaimana pengaruh komposisi pencampuran Abu Cangkang Kelapa Sawit, grafit dan pengikat resin epoxy terhadap Mikro Struktur, Konduktivitas listrik dan Kerapatan ?

- 2) Bagaimana pembuatan *Conducting Polymer Composite* berbentuk pellet dengan material abu cangkang kelapa sawit, grafit dan pengikat resin epoxy ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Material yang digunakan abu cangkang kelapa sawit, karbon grafit dan pengikat resin epoxy.
- 2) Persentase campuran : Sampel 1 (Abu sawit 60% + Grafit 20% + Epoxy 20%), Sampel 2 (Abu Sawit 50% + Grafit 30% + Epoxy 20%), Sampel 3 (Abu Sawit 40% + Grafit 40% + Epoxy 20%).
- 3) Pengujian yang digunakan adalah Mikro Struktur, Konduktivitas Listrik dan Kerapatan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Untuk menganalisis pengaruh komposisi pencampuran Abu Cangkang Kelapa Sawit, grafit dan pengikat resin epoxy terhadap Mikro Struktur, Konduktivitas listrik dan Kerapatan.
- 2) Untuk membuat pelet *conducting polymer composite* dengan material abu cangkang kelapa sawit, grafit dan pengikat resin epoksi.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

- 1) Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa informasi mengenai alternatif lain untuk memperluas pengetahuan tentang pemanfaatan limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit sebagai bahan baku dalam proses pembuatan komposit polimer sebagai pengganti bahan penguat komposit.

- 2) Sebagai langkah kontribusi untuk dapat mengurangi polusi kelapa sawit.
- 3) Sebagai langkah kontribusi untuk pengembangan polimer serat alam.
- 4) Keperluan studi mahasiswa.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memperoleh gambaran secara umum tentang analisa ini, penulis melengkapi penguraianannya sebagai berikut :

Bab I : Pendahuluan

Bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, alasan pemilihan judul, batasan masalah, tujuan, manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

Bab II : Landasan Teori

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian alat, bahan dan juga pengujian permasalahan yang dibahas.

Bab III : Metodologi Penelitian

Bab ini memberikan informasi mengenai tempat dan waktu pelaksanaan pengujian, peralatan yang digunakan tahapan porsedur pengujian.

Bab IV : Hasil Pengujian dan Analisa

Bab ini berisikan tentang data pengujian yang sudah dilakukan sesuai dengan teori yang sudah ada.

Bab V : Penutup

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cangkang Kelapa Sawit

Salah satu limbah yang cukup besar dari pengolahan minyak kelapa sawit adalah Cangkang kelapa sawit yaitu mencapai 60% dari hasil produksi minyak. Pada cangkang kelapa sawit seperti halnya kayu diketahui mengandung beberapa komponen serat seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Kandungan selulosa dalam cangkang kelapa sawit sebesar 26,27%, hemiselulosa 12,61%, dan lignin 42,96% (Widiarsi, 2008). Cangkang kelapa sawit dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Cangkang Kelapa Sawit

Cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan juga sebagai arang aktif, dengan cara melalui proses karbonisasi pada suhu 5.500°C selama \pm 3 jam. Setelah melalui proses tersebut karakteristik dari arang aktif yang dihasilkan akan memenuhi (Standar Industri Indonesia), seperti pada table 2.1

Tabel 2.1. Analisis kandungan Cangkang Kelapa Sawit

Parameter	Persentase Berat Kering
1. Moisture	4,52 %
2. Volatile Matter (VM)	82,86 %
3. Fixed Carbon	11,02 %
4. Ash	1,61 %
5. Fuel Ratio	0,31 %

Sumber : (Raharjo, 2012)

Arang tempurung kelapa sawit dengan mutu yang baik yaitu nilai kalor dan kadar karbon yang tinggi, kadar air rendah, kadar abu dan zat terbang cukup rendah didapatkan dengan cara pengarangan pada suhu antara 500 – 6.000°C dengan waktu pengarangan 2 – 3 jam (Purwanto, 2011).

2.2 Karbon

Karbon merupakan unsur kimia yang mempunyai simbol C dengan nomor atom merupakan unsur non-logam dan bervalensi 4 (tetravalen), yang berarti bahwa terdapat empat elektron yang dapat digunakan untuk membentuk ikatan kovalen. enam (6) dan termasuk unsur golongan IV A pada table periodik. Karbon

Karbon merupakan salah satu bahan nano material yang saat ini sedang diteliti oleh banyak ilmuwan. Nanomaterial ini memiliki sifat fisis yang sangat menarik untuk diteliti oleh para ilmuwan diantaranya dapat mengalirkan arus listrik, memiliki sifat konduktivitas termal yang baik, dan sifat mekanik yang sangat kuat. Karbon merupakan salah satu material yang memiliki beragam bentuk, diantaranya karbon koloidal, *nanotube*, *fullrence*, *graphene*, *nanofiber*, *nanowire*, karbon aktif dan karbon grafit (Cui,2010). Syarat analisis pada karbon yang telah diproduksi terlihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Analisis Mutu Karbon Aktif

Parameter Mutu	Syarat Mutu Karbon Aktif
1. Kadar Air	15 %
2. Kadar Abu	10 %
3. Kadar Zat Menguap	15 %
4. Kadar Karbon Terikat	65 %
5. Penyerapan Iodium	200 mg/g

(Sumber : SNI 06-3730-1995)

Dalam pembuatan karbon aktif, terdapat syarat mutu atau kriteria mutu yang harus dimiliki pada karbon aktif tersebut. Syarat mutu atau kriteria yang telah ditetapkan oleh Standar Industri Indonesia (SII) sebagai berikut :

Tabel 2.3. Syarat Mutu Karbon Aktif

Uraian	Satuan	Persyaratan	
		Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950 0C	%	Maks 15	Maks 25
Air	%	Maks 4,4	Maks 15
Abu	%	Maks 2,5	Maks 10
Bagian yang tidak berarang	-	Tidak Nyata	Tidak Nyata
Daya serap terhadap 12	Mg/g	Min 750	Min 750
Karbon aktif murni	-	Min 80	Min 65
Daya serap terhadap benzene	%	Min 25	-
Daya serap terhadap metilen biru	Mg/g	Min 60	Min 120
Kerapatan jenis curah	-	0,45 – 0,55	0,30 – 0,75
Lolos ayakan mesh 325	%	-	-
Jarak mesh	%	90	-
Kekerasan	%	80	-

(Sumber : Standar Industri Indonesia SII No. 0258-79)

2.2.1 Alotrop Karbon

Alotrop karbon merupakan senyawa yang terbentuk dari atom unsur karbon dengan struktur yang berbeda. Grafit, intan, *fullerene* dan karbon amorf merupakan contoh dari alotrop karbon. Semua alotrop karbon berbentuk padat dalam kondisi normal, tetapi grafit merupakan alotrop karbon yang paling stabil secara termodinamik diantara alotrop-alotroplainnya.

2.2.2 Grafit

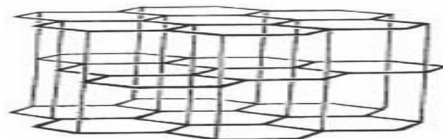
Grafit merupakan alotrop karbon yang dapat menghantarkan arus listrik dan panas dengan baik. Karena sifat inilah grafit biasanya digunakan sebagai elektroda pada sel elektrolisis. Dalam struktur grafit setiap atom karbon membentuk ikatan kovalen dengan tiga atom karbon lainnya membentuk susunanheksagonal dengan struktur berlapis seperti tumpukan kartu. Karena atom karbon memiliki empat (4) elektron valensi maka pada setiap atom karbon masih terdapat satu elektron yang belum berikatan (elektron bebas).



Gambar 2.2. Grafit

(Sumber : Akbar, 2016)

Sifat daya hantar listrik yang dimiliki oleh grafit dipengaruhi oleh elektron-elektron yang tidak digunakan untuk membentuk ikatan kovalen. Elektron-elektron ini tersebar secara merata pada setiap atom C karena terjadi tumpang tindih orbital seperti pada ikatan logam yang membentuk awan atau lautan elektron. Oleh sebab itu ketika diberi beda potensial, elektron-elektron yang terdelokalisasi sebagian besar akan mengalir menuju anoda (kutub Positif), aliran elektron inilah yang menyebabkan arus listrik dapat mengalir. Sedangkan ketika salah satu ujung dipanaskan maka elektron-elektron ini akan segera berpindah menuju bagian grafit yang memiliki suhu lebih rendah. Struktur grafit seperti yang tertera pada gambar 2.3. dibawah ini :



Gambar 2.3. Struktur grafit

(Sumber : Smallman dan Bishop, 2000)

2.2.3 Sifat dan Kegunaan Grafit

Grafit memiliki beberapa sifat dan kegunaan diantaranya sebagai berikut :

1. Memiliki titik leleh tinggi. hal ini disebabkan ikatan kovalen yang terbentuk sangat kuat sehingga diperlukan energi yang tinggi untuk memutuskannya.
2. Memiliki sifat lunak, terasa licin dan digunakan pada pensil setelah dicampur tanahliat.
3. Tidak larut dalam air dan pelarut organik, karena tidak mampu mensolvasi molekul grafit yang sangat besar.
4. Grafit memiliki massa jenis yang kecil, karena pada strukturnya terdapat ruang-ruang kosong antarlipatannya.
5. Berupa konduktor listrik dan panas yang baik. Karena sifat ini grafit digunakan sebagai anoda pada baterai (*sel leclanche*) dan sebagai elektroda pada selektrolisis. Sifat grafit yang tertera pada tabel 2.5.

Tabel 2.4. Sifat Grafit

Sifat Fisik	Satuan SI	Nilai
Densitas	g/cm^3	2,23
Bentuk Allotropik	-	Kristalin
Titik Lebur	$^{\circ}\text{C}$	3700 100
Titik Didih	$^{\circ}\text{C}$	4830
Sifat Thermal		
Konduktivitas Panas	Kal/gram $^{\circ}\text{C}$	0,057
Tahanan Listrik	Ohm	$1,375 \times 10^6$

(Sumber : Tomo, 2010)

2.3 Resin

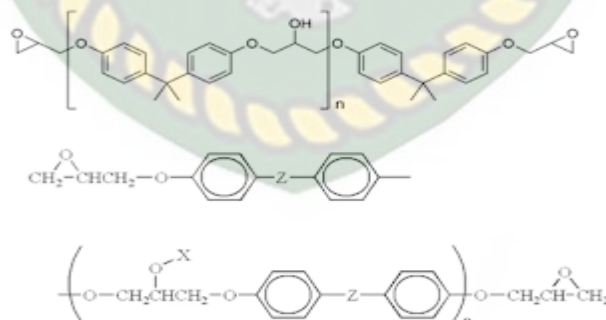
Secara umum resin adalah bahan yang diperkuat serat, resin bersifat cair dengan viskositas yang rendah, yang akan mengeras setelah terjadinya proses

polymerisasi. Matrik dalam bahan komposit berperan sebagai pengikat penguat, bagian sekunder yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan matrik pembentuknya. Adapun fungsi sekunder dari matrik adalah :

- 1) Sebagai pendukung beban.
- 2) Memberikan sifat-sifat lain dalam komposit.
- 3) Memberikan insulasi kelistrikan pada komposit, tetapi ini tergantung dari matrik yang digunakan.

Fungsi matriks adalah sebagai pengikat serat, pelindung, transfer beban, dan pendukung serat. Untuk resin (matriks) yang akan digunakan yaitu resin jenis epoxy karena mempunyai ketahanan kimia yang baik, pada umumnya kuat terhadap asam dan tahan terhadap panas yang cukup baik.

Resin epoxy sangat banyak digunakan untuk keperluan seperti pengecoran dan kemudian dapat digunakan untuk protector alat listrik maupun digunakan sebagai campuran cat. Karena resin ini sangat tahan beban kejut maka dalam penggunaannya sering digunakan untuk pembuatan cetakan tekan, panel-panel sirkuit untuk kelistrikan. Berikut bentuk resin epoxy pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Resin Epoxy

Sumber : <http://bilangapax.blogspot.com/2011/02/epoxy.htm>

Epoxy adalah suatu kopolimer, terbentuk dari dua bahan kimia yang berbeda. Ini disebut sebagai "resin" dan "pengeras". Resin ini terdiri dari

monomer atau polimer rantai pendek dengan kelompok epoksida di kedua ujung. Epoxy resin Paling umum yang dihasilkan dari reaksi antara epiklorohidrin dan bisphenol-A, meskipun yang terakhir mungkin akan digantikan dengan bahan kimia yang serupa. Pengeras terdiri dari monomer polyamine, misalnya Triethylenetetramine (Teta). Ketika senyawa ini dicampur bersama, kelompok amina bereaksi dengan kelompok epoksida untuk membentuk ikatan kovalen. Setiap kelompok NH dapat bereaksi dengan kelompok epoksida, sehingga polimer yang dihasilkan sangat silang, dan dengan demikian kaku dan kuat. Proses polimerisasi disebut "curing", dan dapat dikontrol melalui suhu, pilihan senyawa resin dan pengeras, dan rasio kata senyawanya; proses dapat mengambil menit untuk jam. Beberapa formulasi manfaat dari pemanasan selama masa penyembuhan, sedangkan yang lainnya hanya memerlukan waktu, dan suhu ambien.

Aplikasi untuk bahan epoxy berbasis luas dan mencakup pelapis, perekat dan material komposit seperti yang menggunakan serat karbon dan bala bantuan fiberglass (meskipun polyester, vinyl ester, dan resin thermosetting lainnya juga digunakan untuk plastik yang diperkuat kaca). Kimia epoxies dan berbagai variasi yang tersedia secara komersial memungkinkan menyembuhkan polimer yang akan diproduksi dengan rentang yang sangat luas properti. Secara umum, epoxies dikenal karena sangat baik kimia, adhesi dan tahan panas, sifat mekanik yang baik-untuk-sangat baik dan sangat baik sifat isolasi listrik. Banyak sifat epoxies dapat dimodifikasi (untuk epoxies misalnya perak yang dipenuhi dengan konduktivitas listrik yang baik yang tersedia, walaupun epoxies biasanya elektrik isolasi). Variasi menawarkan insulasi panas yang tinggi, atau konduktivitas termal dikombinasikan dengan tahanan listrik yang tinggi untuk aplikasi elektronik, yang tersedia.

Epoxy resin biasanya memerlukan campuran yang tepat dari dua komponen yang membentuk kimia ketiga. Tergantung pada sifat yang diperlukan, rasio mungkin apapun dari 1:1 atau lebih dari 10:1, tetapi dalam setiap kasus mereka harus dicampur tepat. Produk akhir kemudian plastik termo-pengaturan yang

tepat. Sampai mereka campuran dua elemen relatif inert, meskipun 'pengerasan' cenderung lebih kimia aktif dan harus dilindungi dari atmosfer dan kelembaban. Laju reaksi dapat diubah dengan menggunakan pengerasan yang berbeda, yang dapat mengubah sifat produk akhir, atau dengan mengendalikan suhu.

2.4 Matrik

Matriks merupakan fasa dalam komposit yang mempunyai bagaian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matriks mempunyai fungsi sebagai berikut :

- 1) Mentransfer tegangan ke serat secara merata.
- 2) Melindungi serat dari gesekan mekanik.
- 3) Memegang dan mempertahankan serat pada posisinya.
- 4) Melindungi dari lingkungan yang merugikan.
- 5) Tetap stabil setelah proses manufaktur.

Sifat –sifat matrik (Ellyawan, 2015) :

- 1) Sifat mekanis yang baik.
- 2) Kekuatan ikatan yang baik.
- 3) Ketangguhan yang baik.
- 4) Tahan terhadap temperature.

Gibson (1994) menjelaskan matrik dalam struktur komposit dapat dibedakan menjadi komposit matrik polimer (Polymer Matrix Composites – PMC). Material ini merupakan material komposit yang sering digunakan, biasa disebut polimer berpenguat serat (FRP –Fibre Reinforced Polymer or Plastics). Bahan ini menggunakan suatu polimer berbahan resin sebagai matriknya dan suatu jenis serat seperti kaca dan karbon sebagai penguatnya. Komposit ini bersifat :

- 1) Biaya produksi lebih rendah.
- 2) Ketangguhan baik.
- 3) Dapat dibuat dengan produksi lebih maksimal.
- 4) Siklus pabriksi lebih efisien.

- 5) Tahan simpan.
- 6) Lebih ringan.

Pemilihan matrik sangat penting sebagai bahan pengikat serat dan matrik harus mampu menghasilkan ikatan mekanik dengan serbuk atau serat pengisinya sehingga reaksi tidak diinginkan tidak terjadi pada interface. Selain itu hal yang harus diperhatikan ialah berat jenis, viskositas, kemampuan membasahi serbuk, tekanan dan suhu serta penyusutan dan void saat curing (Ishlah, 2017). Void adalah kekosongan yang terjadi pada saat fiber atau bahan pengisi tidak didukung oleh matrik, dimana fiber sebagai pengisinya selalu mentransfer tegangan ke matrik, hal seperti ini yang menjadi penyebab terjadinya crack, sehingga komposit yang dibuat tidak akan maksimal dalam kegunaan yang diharapkan dalam pembuatan komposit itu sendiri. Komposit yang mempunyai kelonggaran udara akan memiliki banyak kekurangan dalam hasil spesimen yang akan digunakan.

2.5 Polimer

Polimer adalah suatu molekul raksasa (makromolekul) yang terbentuk dari susunan ulang molekul kecil yang terikat melalui ikatan kimia disebut polimer (poly = banyak ; mer = bagian). Suatu polimer akan terbentuk bila seratus atau seribu unit molekul yang kecil (monomer), saling berikatan dalam suatu rantai. Jenis-jenis monomer yang saling berikatan membentuk suatu polimer terkadang sama atau berbeda (Januastuti, 2015). Polimer didefinisikan sebagai makromolekul yang dibangun oleh pengulangan kesatuan kimia yang kecil dan sederhana yang setara dengan monomer, yaitu bahan pembuat polimer. Penggolongan polimer berdasarkan asalnya yaitu yang berasal dari alam (polimer alam) dan polimer yang sengaja dibuat manusia (polimer sintesis).

2.6 Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material yang mempunyai sifat mekanik lebih kuat dari material pembentuknya. Komposit terdiri dari dua bagian yaitu matrik sebagai pengikat

atau pelindung komposit dan filler sebagai pengisi komposit. Komposit berpenguat serat alam maupun buatan merupakan jenis komposit yang banyak dikembangkan guna menjadi bahan alternatif pengganti logam.

Komposit adalah salah satu material yang terbentuk dari dua atau lebih komponen (bahan penguat dan matriks), yang memiliki karakteristik yang berbeda dengan bahan-bahan pembentuknya dan secara makroskopis dicampur dengan tetap memiliki batas fasa yang jelas dan teridentifikasi (Chawla, 2014). Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (fiber) sebagai pengisi dan matriks sebagai bahan pengikat serat. Sebagai bahan pengisi, serat digunakan untuk menahan gaya yang bekerja pada bahan komposit, dan matriks berfungsi melindungi serta mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Oleh karena itu, untuk bahan serat digunakan bahan yang kuat, kaku dan getas, sedangkan bahan matriks dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.

Komposit berpenguat serat banyak diaplikasikan pada alat-alat yang membutuhkan perpaduan dua sifat dasar yaitu kuat namun juga ringan. Bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat jenisnya rendah kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi dan memiliki biaya perakitan yang lebih murah. Unsur utama penyusun komposit yaitu pengisi (filler) yang berupa serat sebagai kerangka dan unsur pendukung lainnya yaitu matriks. Pengisi (filler) dan matriks merupakan dua unsur yang diperlukan dalam pembentukan material komposit.

2.6.1 Jenis - Jenis Komposit Berdasarkan Penguat yang digunakan, yaitu :

1) Komposit serat (Fibrous Composites)

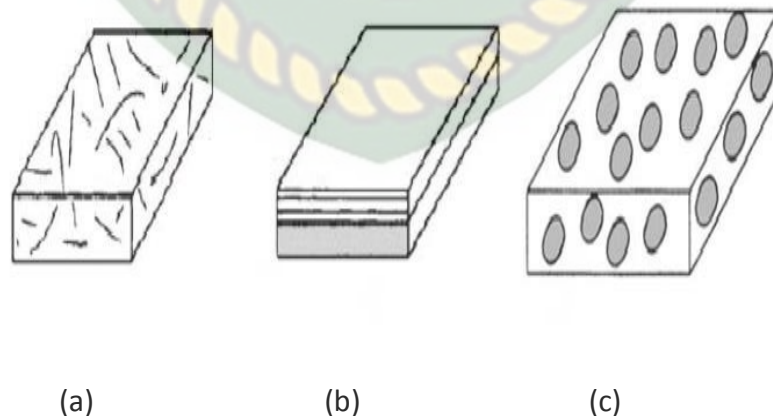
Fibrous composite, yaitu komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapis dan berpenguat fiber. Kayu adalah komposit alam yang terdiri dari serat hemiselulosa dalam matriks lignin. Fiber yang digunakan untuk menguatkan matriks dapat pendek, panjang, atau kontinyu.

2) Komposit lapis (Laminates Composites)

Laminated composite, yaitu komposit yang berlapis-lapis, paling sedikit terdiri dari dua lapis yang digabung menjadi satu, dimana setiap lapisan pembentuk memiliki karakteristik sifat tersendiri. Terdiri dari berbagai arah serat. Plywood, yang terdiri dari layer alternatif berupa kayu mengandung lem dengan layer serat kayu yang tegak lurus layer terdekat.

3) Komposit partikel (Particulate Composites)

Particulate composite, yaitu komposit dengan penguat berupa partikel/serbuk yang tersebar pada semua luasan dan segala arah dari komposit. Seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Komposit (a). Serat, (b). Laminer, dan (c). Partikel

(Sumber : www.erepo.unud.ac.id)

Fiber ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Komposit berpenguat serat di bedakan menjadi beberapa bagian antara lain :

a) Continuous Fiber Composites

Komposit yang diperkuat dengan serat secara berurutan (Continuous) memiliki susunan serat panjang dan lurus membentuk lamina diantara matriksnya. Seperti pada gambar 2.6.

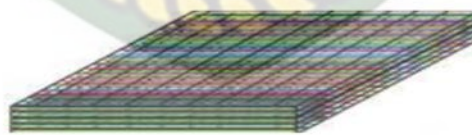


Gambar 2.6. *Continuous Fiber Composites*

(Sumber: Gibson, 1994)

b) Woven Fiber Composites

Komposit yang diperkuat dengan serat anyaman dan komposit ini tidak terpengaruh pemisahan antar lapisan, akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan serta kekauannya tidak sebaik tipe Continuous Fiber. Seperti pada gambar 2.7.

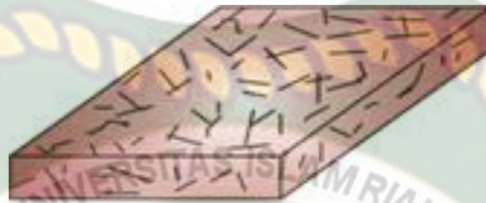


Gambar 2.7. *Woven Fiber Composites*

(Sumber: Gibson, 1994)

c) Chopped Fiber Composites

Komposit yang diperkuat dengan serat yang dipotong pendek atau disusun secara acak. Seperti pada gambar 2.8.

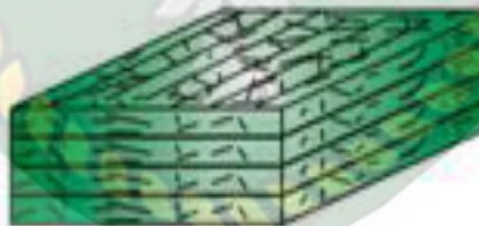


Gambar 2.8. *Chopped Fiber Composites*

(Sumber: Gibson, 1994)

d) Hybrid Composites

Komposit yang diperkuat dengan beberapa gabungan serat yaitu serat secara continuous dengan serat secara acak. Pertimbangannya agar dapat meminimalisir kekurangan sifat dari kedua tipe dan menggabungkannya menjadi satu. Seperti pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. *Hybrid Composites*

(Sumber: Gibson, 1994)

2.6.2 Klasifikasi Komposit

Klasifikasi bahan komposit dapat dibentuk dari sifat dan strukturnya. Bahan komposit dapat diklasifikasikan kedalam beberapa jenis. Secara umum klasifikasi komposit yang sering digunakan antara lain seperti:

1. Klasifikasi menurut kombinasi material utama, seperti *metal-organic* atau *metal anorganic*.
2. Klasifikasi menurut karakteristik *bult-from*, seperti *system matrik* atau *lamine*.
3. Klasifikasi menurut distribusi unsur pokok, seperti *continous* dan *disontinuous*.
4. Klasifikasi menurut fungsinya, seperti *electrical* atau *structural*.

Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang diikat oleh matrik. Bentuk partikel ini dapat bermacam-macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan berbentuk yang tidak beraturan secara acak. Sedangkan bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik. Bentuknya ada dua macam yaitu serat panjang dan serat pendek.

2.6.3 Bagian Utama Komposit

Bagian utama komposit terdiri dari beberapa yaitu *reinforcement* dan matrik. Adapun *reinforcement* dan matrik adalah :

a) Reinforcement

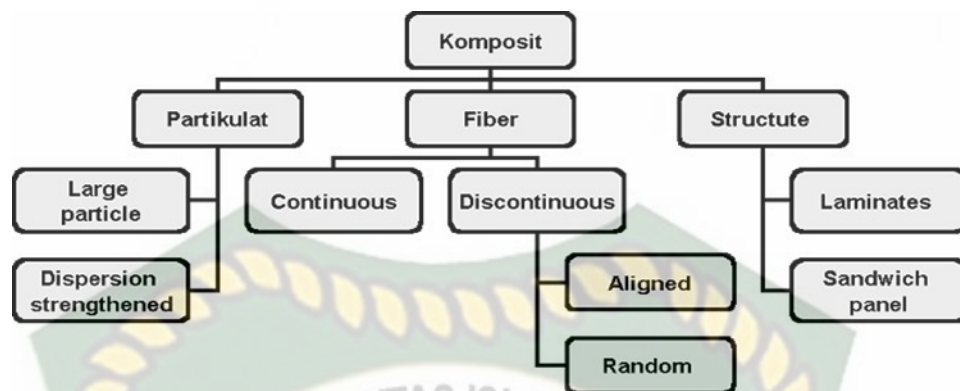
Salah satu bagian utama dari komposit adalah *reinforcement* (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit seperti contoh serat. Serat (fiber) adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alami dan serat sintesis.

Pada umumnya komposit terdiri dari dua bahan/material pokok, yakni penguat (reinforcement) dan matriks. Reinforcement adalah bahan pada komposit yang berfungsi sebagai penopang utama kekuatan komposit. Sesuai dengan namanya, penguat (reinforcement) berfungsi sebagai penopang utama kekuatan komposit. Beban yang diterima oleh komposit hampir seluruhnya diterima oleh reinforcement ini, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari jenis bahan yang digunakan sebagai reinforcement. Sesungguhnya, beban yang diterima oleh komposit tidak langsung diterima oleh reinforcement, namun terlebih dahulu diterima oleh bahan matriks, kemudian beban yang diterima oleh matrik diteruskan/ditransfer ke reinforcement. Oleh karena itu bahan reinforcement harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit.

Diameter serat juga memegang peranan yang sangat penting dalam memaksimalkan tegangan. Makin kecil diameternya akan memberikan luas permukaan per satuan berat yang lebih besar, sehingga akan membantu transfer tegangan tersebut. Semakin kecil diameter serat (mendekati ukuran kristal) semakin tinggi kekuatan bahan serat. Hal ini dikarenakan cacat yang timbul semakin sedikit. Serat yang sering dipakai untuk membuat komposit antara lain: serat gelas (fiberglass), serat karbon (fiber carbon), serat logam (whisker), serat alami, dan lain sebagainya.

b) Matrik (Pengikat)

Matriks adalah suatu pengikat dan menjaga reinforcement agar tetap pada tempatnya (didalam struktur). Pemilihan matrik sangat penting sebagai bahan pengikat serat dan matrik harus mampu menghasilkan ikatan mekanik dengan serbuk atau serat pengisinya sehingga reaksi tidak diinginkan tidak terjadi pada interface. Matrik berfungsi untuk mentransfer tegangan ke serat secara merata, melindungi serat dari gesekan mekanik, memegang dan mempertahankan serat pada posisinya, melindungi dari lingkungan yang merugikan dan tetap stabil setelah proses manufaktur.



Gambar 2.10. Pembagian komposit berdasarkan bentuk dari reinforcementnya
(Sumber : Nayiroh, 2015)

Secara garis besar ada tiga macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakannya, yaitu :

1. Komposit Partikel (Particulate Composites) merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.
2. Komposit Serat (Fibrous Composites) merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat (fiber). Serat (fiber) yang digunakan bisa berupa glass fibers, carbon fibers, aramid fibers (poly amide), dan sebagainya.
3. Komposit Laminat (Laminated Composites) merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.

Sehingga komposit dapat disimpulkan adalah sebagai dua macam atau lebih material yang digabungkan atau dikombinasikan dalam skala makroskopis (dapat terlihat langsung oleh mata) sehingga menjadi material baru yang lebih berguna.

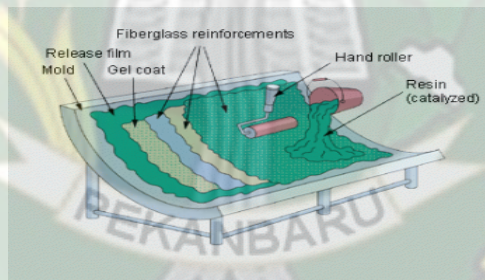
2.6.4 Metoda Pembuatan Komposit

Secara garis besar metoda pembuatan material komposit ini terdiri dari beberapa bagian, diantaranya :

a. Proses Cetakan Terbuka

1. *Contact Molding/Hand LayUp*

Hand lay Up dapat kita artikan metoda yang paling sangat sederhana dan merupakan proses dengan metoda terbuka dari proses fabrikasi komposit. Proses dari pembuatan dengan metoda ini adalah dengan beberapa trik, menyurahkan resin dengan tangan kedalam serat yang berbentuk anyaman, rajuan atau kain kemudian kita berikan tekanan sekaligus ratakannya menggunakan rol atau kuas. Pada metoda ini resin yang paling sering digunakan adalah *polyster* dan *expoxies*. Seperti pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. Proses Pencetakan dengan Hand Lay Up
(Sumber : Schwarz M, 1984)

2. *Vacuum Bag*

Pada proses *Vacuum Bag* ini merupakan bagian dari penyempurnaan dari *hand lay up* dimana pada proses ini dapat menghilangkan udara yang tertangkap dan kelebihan resin. Pada proses ini biasanya pompa *vacuum* untuk menghisap udara yang ada dalam tempat ditaruknya komposit yang akan dilakukannya proses pencetakan. Dibandingkan *hand lay up*, metode *vacuum bag* ini memberikan penguatan pada konsentrasi yang lebih tinggi antara lain lapisan dan *control* yang lebih rasio kaca. Seperti pada gambar 2.12.

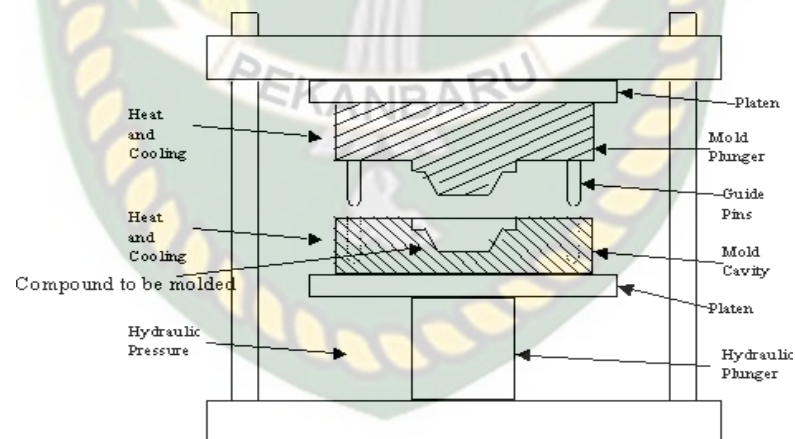


Gambar 2.12. Proses Pencetakan dengan Vacuum Bag

(Sumber : Schwarz M, 1984)

3. *Pressure Bag*

Pada proses *Pressure Bag* ini mempunyai kemiripan dengan *Vacuum Bag*, hanya saja cara ini lebih tidak menggunakan pompa *vacuum* akan tetapi menggunakan udara atau uap bertekanan yang kita masukkan melalui suatu tempat yang elastis. Biasanya tekanan yang diberikan pada proses ini adalah kisaran tiga puluh (30) sampai lima puluh (50) psi. Seperti pada gambar 2.13.



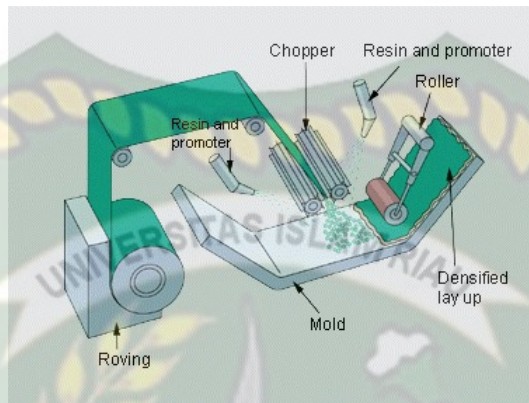
Gambar 2.13. Proses Pencetakan dengan Pressure Bag

(Sumber : Schwarz M, 1984)

4. *Spray-Up*

Pada proses *Spray-Up* ini merupakan satu metode cetakan yang terbuka yang dapat memberikan bagian-bagian yang sangat kompleks dan lebih ekonomis disamping *hand lay Up*. Pada proses ini *spray-up* dilakukan dengan cara

penyemprotan serat yang telah melalui tempat pemotongan. Sementara itu resin yang telah dicampuri katalis juga disemprotkan secara bersamaan pada pencetakan *spray-up* yang telah dipersiapkan. Seperti pada gambar 2.14.



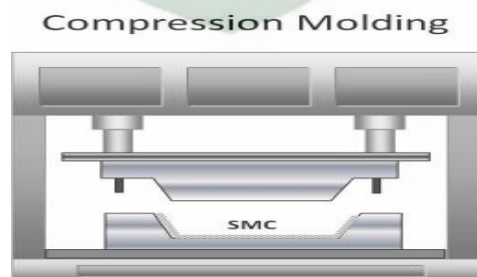
Gambar 2.14. Proses Pencetakan dengan Spray-Up

(Sumber : Schwarz M, 1984)

b. Proses Cetakan Tertutup

1. Proses Cetakan Tekan (*Compression Molding*)

Pada proses cetakan ini harus menggunakan *hydraulic* untuk penekannya. Fiber yang telah dicampur resin dimasukkan kedalam rongga cetakan kemudian lakukan penekanan dan pemanasan. Seperti pada gambar 2.15.

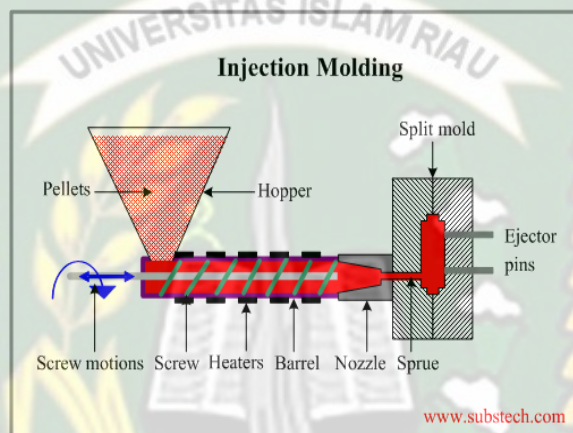


Gambar 2.15. Proses Pencetakan dengan *Compression Molding*

(Sumber : Schwarz M, 1984)

2. *Injection Molding*

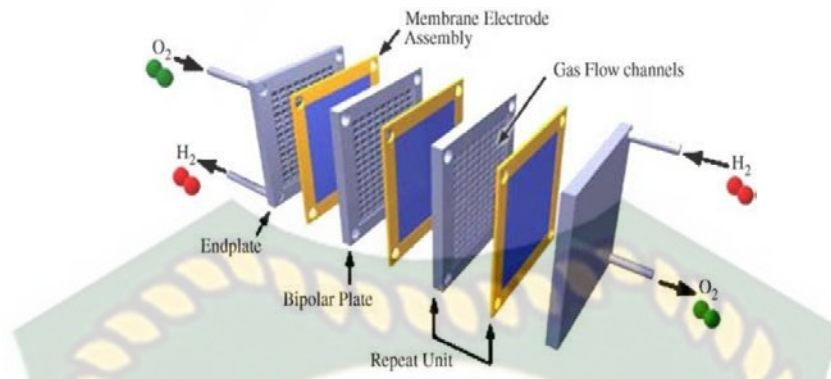
Pada proses cetakan ini dengan menyuntikkan bahan cair kedalam cetakan dan kemudian cetakan injeksi ini dapat dilakukan dengan sejumlah bahan terutama termasuk logam, gelas, elastomer, kionveksi dan polimer termoplastik dan termoset. Bahan untuk bagian yang dimasukkan kedalam tong dipanaskan lalu dicampur dan disuntikkan kedalam rongga cetakan. Seperti pada gambar 2.16.



Gambar 2.16. Proses Pencetakan dengan *Hand Injection Molding*
(Sumber : Schwarz M, 1984)

2.7 PEMFC

PEMFC (*Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell*) merupakan sebuah perangkat elektrokimia yang mengubah secara langsung energy kimia bahan bakar menjadi energi listrik melalui reaksi berpasangan oksidasi-reduksi (Yuhua, 2006). PEMFC memiliki beberapakomponen primer yang memegang peranan penting dalam menjalankan fungsi dari PEMFC itu sendiri, diantaranya membrane electrolyteassembly (MEA), gas diffuslayer, gasket pelat bipolar, kolektor arus dan endplate. Berikut disajikan komponen-komponen dalam gambar 2.17.

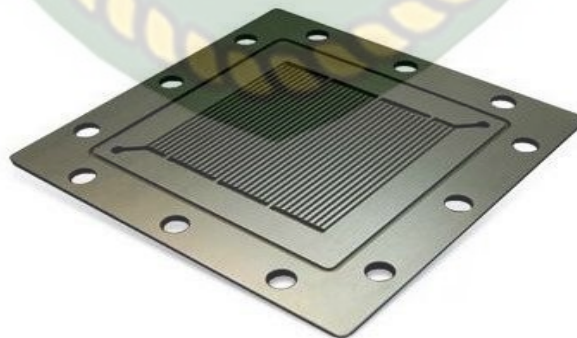


Gambar 2.17. Komponen PEMFC

(Sumber : Tsuchiya, 2005)

a. Pelat Bipolar

Pelat bipolar berfungsi sebagai elemen dari *membrane fuel cell* yang berfungsi sebagai penukar proton pada selaput bahan bakar sel, dimana polimer dipakai sebagai map dan grafit digunakan untuk mengisi energi listrik untuk memberikan tekanan pada pergerakan arus listrik didalam *fuel cell*. Efek dari ukuran partikel grafit dan bentuknya akan berpengaruh pada kinerja pelat bipolar, seperti konduktivitas listrik, kekuatan dan *mechanical properties* lainnya (Zhang Jie Dkk., 2005). Pada gambar 2.18 adalah contoh hasil pelat bipolar untuk sel bahan bakar PEMFC pada kondisi penekanan 10 kPa dan temperatur 100°C.



Gambar 2.18 Pelat Bipolar PEMFC

(Sumber : Lubin, 1982)

Untuk membuat sebuah pelat bipolar sifat-sifat yang diperlukan ialah harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Konduktivitas listrik yang baik (>100 S/cm)
2. Konduktivitas termal yang tinggi (>20 W/cm)
3. Stabilitas mekanik terhadap gaya tekan
4. Permeabilitas gas yang rendah
5. Material yang murah untuk diproduksi massal
6. Berat yang ringan
7. Volume yang kecil
8. Material yang dapat di daur ulang

2.8 Pengujian Komposit

Adapun jenis pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian Mikrostruktur, Koanduktivitas Listrik dan Kerapatan sebagai berikut :

2.8.1 Pengujian Konduktivitas Listrik

Konduktivitas listrik bahan adalah kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Konduktivitas listrik merupakan sifat material yang berbanding terbalik dengan resistivitas listrik. Konduktivitas listrik dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

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

Dimana:

σ = Konduktivitas listrik (S/cm)

R = Resistivitas listrik (Ω /cm).

Resistivitas listrik berbanding terbalik dengan konduktivitas listrik. Untuk mengukur konduktivitas listrik di gunakan metode *two point probe* dengan multimeter. Metode ini mudah di implementasikan karena hanya menggunakan dua *prob* pada pengukurannya. Pada pengukuran resistivitas di dapatkan

resistansi total, namun yang ingin di capai adalah resistansi sampel (Schoder, 2006). Besaran fisis yang terukur pada multimeter adalah konduktansi (G), kemudian untuk mendapatkan nilai konduktivitas (σ) digunakan hubungan :

$$\sigma = \frac{L}{A} \times \frac{1}{R} = \frac{L}{A} \times G \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

L = Tebal Bahan (cm)

A = Luas alas pellet (cm²)

R = Resistansi (ohm)

G = konduktansi (Siemens)

σ = Konduktivitas listrik (S/cm)

2.8.2 Pengujian Mikrostruktur

Sifat-sifat fisis dan mekanik dari material tergantung dari struktur mikro material tersebut. Struktur mikro dalam logam (paduan) di tunjukan dengan besar, bentuk dan orientasi butirnya, jumlah fasa, proporsi dan kelakuan dimana mereka tersusun atau terdistribusi. Struktur mikro dari paduan tergantung dari beberapa faktor seperti, elemen paduan, konsentrasi dan perlakuan panas yang diberikan. Pengujian struktur mikro atau mikrografi dilakukan dengan bantuan mikroskop dengan koefisien pembesaran dan metode kerja yang bervariasi. Adapun beberapa tahap yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengujian struktur mikro adalah :

a. *Sectioning* (Pemotongan)

Pemotongan ini dipilih sesuai dengan bagian yang akan diamati struktur mikronya. Spesimen uji dipotong dengan ukuran seperlunya.

b. *Grinding* (Pengamplasan kasar)

Tahap ini untuk menghaluskan dan meratakan permukaan spesimen uji yang ditujukan untuk menghilangkan retak dan goresan. *Grinding* dilakukan secara bertahap dari ukuran yang paling kecil hingga besar.

c. *Polishing* (Pemolesan)

Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan permukaan spesimen yang mengkilap, tidak boleh ada goresan. Pada tahap ini dilakukan dengan menggunakan kain yang telah olesi autosol. Untuk mendapatkan hasil yang baik, maka perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Pemolesan : Dalam melakukan pemolesan sebaiknya dilakukan dengan satu arah agar tidak terjadi goresan. Pemolesan ini menggunakan kain yang diolesi autosol dan dalam melakukan pembersihan harus sampai bersih.
- 2) Penekanan : Dalam melakukan pengamplasan pada mesin amplas jangan terlalu menekan. Apabila terlalu menekan maka arah dan posisi pemolesan dapat berubah dan kemungkinan terjadi goresan-goresan yang tidak teratur.

d. Pemotretan

Dimaksudkan untuk mendapatkan gambar dari struktur mikro dari spesimen uji setelah difokuskan dengan mikroskop. spesimen uji setelah difokuskan dengan mikroskop.

2.8.3 Pengujian Kerapatan

Kerapatan merupakan perbandingan antara massa dan volume dari suatu zat. Makin besar volume dan massa dari suatu zat, makin besarkerapatannya. Begitupula sebaliknya, makin kecil volume dan massa suatu zat, kerapatannya makin kecil pula. Sebagian besar zat padat dan cair mengembang bila dipanaskan dan menyusut bila dipengaruhi penambahan tekanan eksternal (Soedjo, 1999).

Massa suatu benda adalah ukuran banyak zat yang terkandung dalam suatu benda. Sedangkan massa jenis adalah besaran yang menunjukkan

perbandingan antara massa dengan volume suatu benda. Sebagaimana yang dikemukakan bahwa “massa jenis suatu benda adalah massa benda itu dibagi dengan volumenya”. Secara matematis dapat dituliskan : (Tipler, 1996).

$$\rho = m/v \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

ρ = kerapatan (gr/cm)

m = massa (gr)

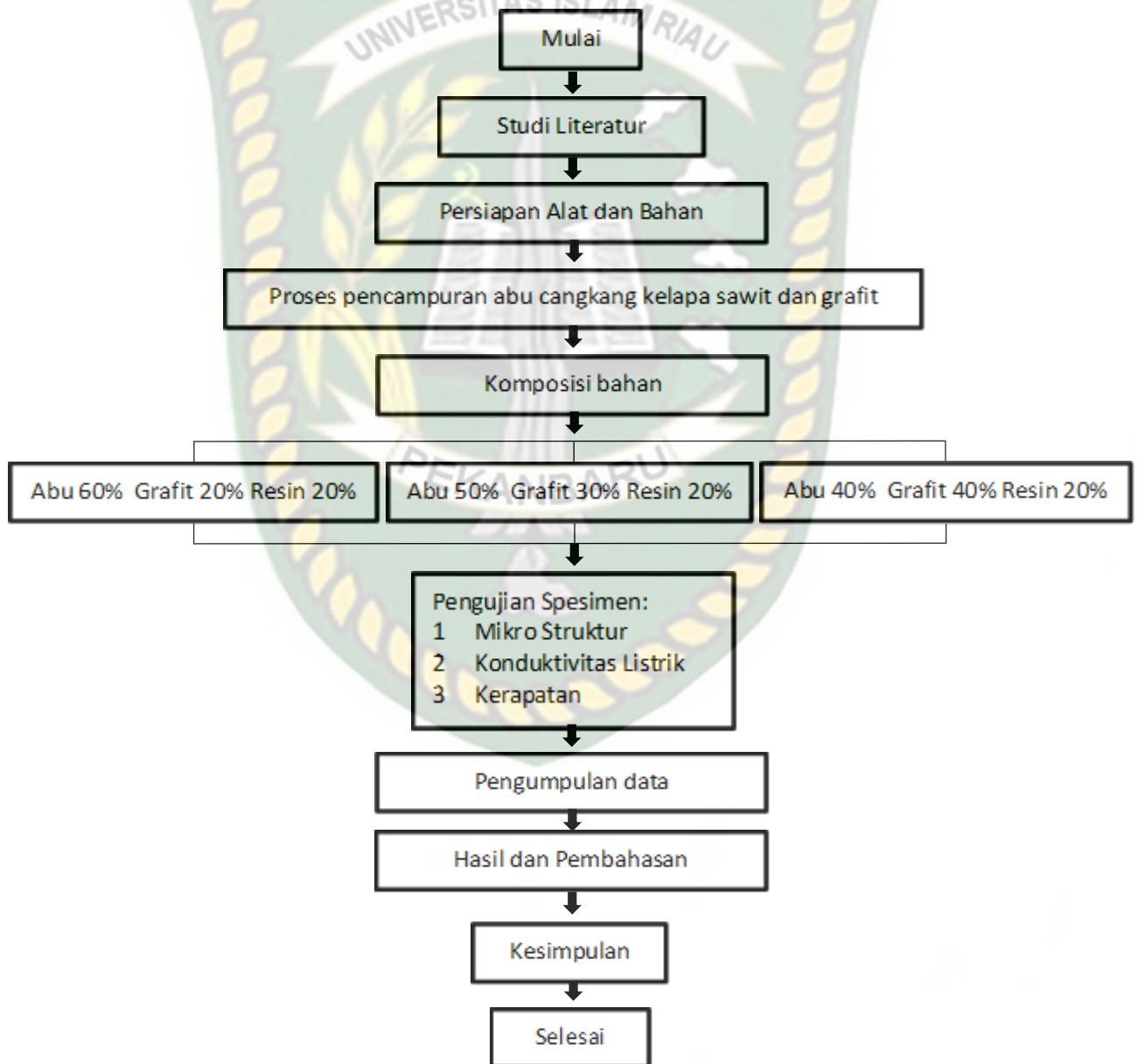
V = volume (cm³)

Bila kerapatan benda lebih besar dari kerapatan air maka benda tersebut akan tenggelam dalam air. Bila kerapatannya lebih kecil maka benda akan mengapung. Benda mengapung bagian volume sebuah benda yang tercelup dalam cairan sama dengan rasio kerapatan benda-benda terhadap kerapatan cairan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Metode Penelitian merupakan langkah-langkah yang dijadikan pedoman untuk melakukan penelitian. Langkah-langkah dalam melaksanakan penelitian akan diperlihatkan pada gambar 3.1 sebagai berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram alir pengujian

Berikut penjelasan dari diagram alir pada gambar 3.1

- 1) Memulai penelitian
- 2) Menentukan studi literatur dari beberapa referensi
- 3) Mempersiapkan alat dan bahan sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan atau yang telah ditentukan
- 4) Setelah alat dan bahan sudah siap, selanjutnya proses pencampuran abu cangkang kelapa sawit dan grafit dengan pengikat resin epoxy untuk pembuatan sampel yang akan dicetak dengan membuat 3 (tiga) sampel dengan komposisi :
 - a) Sampel I: Abu 60% + grafit 20% + resin 20%
 - b) Sampel II: Abu 50% + grafit 30% + resin 20%
 - c) Sampel III: Abu 40% + grafit 40% + resin 20%
- 5) Setelah 3 (tiga) sampel siap, selanjutnya lakukan pengujian terhadap tiga sampel tersebut dengan tiga pengujian yaitu :
 - a) Mikrostruktur
 - b) Konduktivitas listrik
 - c) Kerapatan
- 6) Kemudian lakukan pengujian tersebut sesuai dengan prosedurnya masing-masing.
- 7) Setelah selesai pengujian kumpulkan semua data yang telah didapat.
- 8) Setelah semua data terkumpul maka hasil dan pembahasan akan didapat dengan mengitung menggunakan rumus yang telah ditentukan sesuai dengan pengujian yang dilakukan.
- 9) Setelah itu kesimpulan dari keseluruhan penelitian akan didapatkan.
- 10) Selesai.

3.2 Waktu Dan Tempat

1. Proses pencampuran dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
2. Proses pembuatan alat dilakukan di Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Islam Riau dan dimbing oleh dosen pembimbing.
3. Waktu penelitian direncanakan maksimal 4 bulan. Terhitung dari bulan Juni 2021 sampai dengan bulan September 2021.
4. Pengamatan mikrostruktur dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
5. Pengujian konduktivitas listrik dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
6. Pengujian kerapatan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau.

3.3 Alat dan Bahan Pengujian

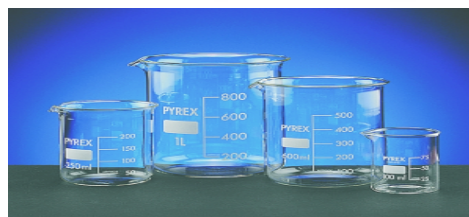
Alat dan bahan yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.3.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. *Beaker Glass*

Beaker glasspyrex dikenal juga dengan gelas laboratorium atau gelas kimia, merupakan sebuah wadah untuk menampung cairan yang dipakai untuk mengaduk, mencampur, dan memanaskan cairan. Seperti pada gambar 3.2 berikut :



Gambar 3.2 Beaker Glass Pyrex

2. Spatula

Fungsi spatula adalah alat untuk mengambil bahan kimia berbentuk padatan dan digunakan untuk mengaduk larutan. Spatula yang sering digunakan di laboratorium biologi atau kimia berbentuk sendok kecil, pipih dan bertangkai. Seperti pada gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.3 Spatula

3. Sarung Tangan

Tujuan utama kita menggunakan sarung tangan kerja untuk melindungi tangan pada saat bekerja di tempat atau situasi tertentu yang berpotensi untuk mengakibatkan cedera tangan. Seperti pada gambar 3.4 berikut :



Gambar 3.4 Sarung tangan

4. Timbangan Analitik

Timbangan analitik adalah jenis timbangan yang fungsinya mampu menimbang massa hingga ukuran milligram (1gram=1000mg).

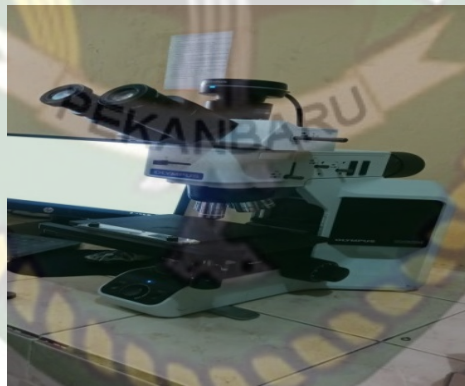
Seri Timbangan Analitik : Neraca analitik Radwag AS220 R2 internal kalibrasi. Sepeti pada gambar 3.5 berikut :



Gambar 3.5 Timbangan Analitik

5. Alat Uji Mikrostruktur

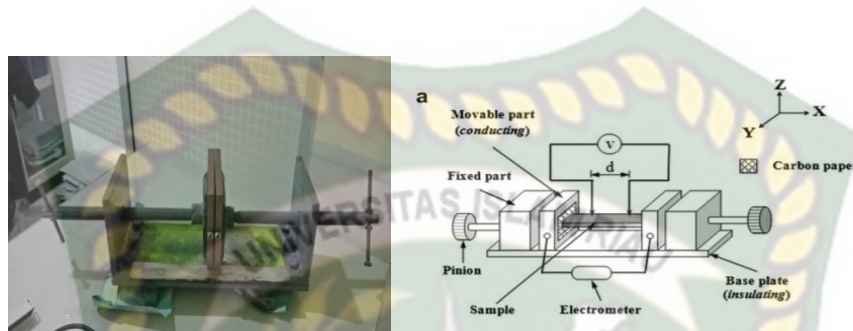
Mikroskop ini berfungsi untuk melihat struktur bagian terdalam dari komposit polimer, merek alat uji yang digunakan Olympus seperti pada gambar 3.6 berikut :



Gambar 3.6 Alat Uji Mikrostruktur

6. Alat Uji Konduktifitas Listrik standar US-DOE

Alat ini berfungsi mengalirkan listrik dari elektro meter yang di jepitkan pada specimen seperti gambar 3.7 berikut :



Gambar 3.7 Penghantar Konduktifitas listrik

7. Alat Power Supply

Power supply ini adalah alat yang di gunakan untuk menyalurkan energi listrik ke alat konduktivitas listrik seperti gambar 3.8 berikut:



Gambar 3.8 Penghantar Konduktifitas listrik

8. Mesin Press Hidrolik

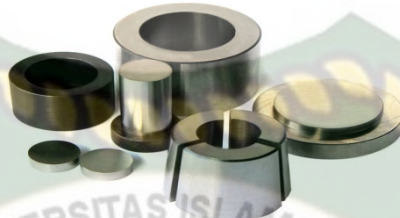
Berfungsi untuk menekan cetakan sampel, merek alat yang digunakan krisbow, spesifikasi : TL0500-1, capacity : 10 Ton, Seperti gambar 3.9 berikut :



Gambar : 3.9 Mesin Press Hidrolik

9. Cetakan Spesimen (Mold)

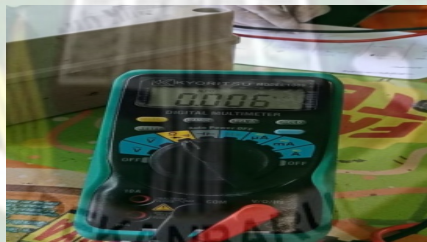
Berfungsi untuk membuat spesimen dengan bentuk yang diinginkan. Seperti gambar 3.10 berikut :



Gambar : 3.10 Cetakan Spesimen

10. Multitester

Berfungsi untuk mengukur dan mengetahui ukuran tegangan listrik, resistansi, dan arus listrik. Seperti gambar 3.11 berikut :



Gambar 3.11 Multitester

11. Ayakan Mesh 200.

Berfungsi untuk mengayak serbuk abu cangkang kelapa sawit dan grafit. Seperti gambar 3.12 berikut :



Gambar 3.12 Mesh 200

12. Timbangan Digital.

Berfungsi untuk mengukur berat dalam menentukan komposisi material abu cangkang kelapa sawit dan grafit dengan ketelitian 0,0000. Merek timbangan yang digunakan yaitu *ohaus*, seperti pada gambar 3.13 berikut :



Gambar 3.13 Timbangan Digital

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Abu Cangkang Kelapa Sawit

Abu yang digunakan sebagai bahan bakar ketel menghasilkan energy mekanik dan panas. Namun memiliki kekurangan yaitu, abu dalam jumlah yang banyak dan belum termanfaatkan.

Pemanfaatan dari kandungan silika dalam abu cangkang kelapa sawit digunakan sebagai sumber alternative untuk pembuatan material yang berbahan dasar silika. Salah satu contoh pemanfaatan serbuk silika adalah sebagai penyerap kadar air diudara, sehingga memperpanjang masa simpan bahan dan sebagai bahan campuran untuk membuat keramik.



Gambar 3.14 Abu Cangkang Kelapa Sawit

2. Resin Epoxy

Resin epoxy ini berfungsi untuk mengikat campuran karbon grafit menjadi komposit polimer. Resin yang digunakan dalam penelitian ini yaitu resin epoxy bening (*coating*) 108, resin ini dapat di beli di toko kimia, seperti pada gambar 3.15 berikut :



Gambar 3.15 Resin Epoxy Bening

3. Kertas Alumunium

Berfungsi untuk melapisi bahan dan cetakan sehingga bahan tersebut tidak lengket di cetakan.



Gambar 3.16 Kertas alumunium

3.4 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini ada beberapa proses diantaranya menentukan volume cetakan, proses penimbangan serbuk, persiapan cetakan dan proses *compression molding*.

3.4.1 Proses Pengerjaan Alat

Pemilihan suatu alat sangat diutamakan agar alat yang digunakan tepat dalam penggunaannya. Pemilihan bahan juga sangat menentukan suatu mesin karena penentuan suatu bahan sangat mempengaruhi umur dan hasil benda

yang dibuat. Produk harus dirancang agar harga bahan, ongkos dan yang paling utama adalah menghemat waktu pengerjaan atau waktu produksinya. Karena dalam sekali produksi membutuhkan waktu yang sangat lama. Untuk itu dalam proses alat press pellet komposit berbahan abu cangkang kelapa sawt, grafit dan resin epoxy memerlukan perencanaan yang dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Mendesain komponen-komponen alat press pellet komposit abu sawit.
2. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat alat press pellet komposit abu sawit pasir.
3. Memberi ukuran dimensi ukuran pada pellet komposit 25,45 mm.
4. Setelah melakukan proses pengukuran selanjutnya dilakukan proses pemotongan komponen alat press pellet komposit abu sawit sesuai ukuran yang sudah dirancang sebelumnya.
5. Kemudian melakukan pengecekan terhadap komponen yang sudah diukur dan dipotong apakah komponen terjadi kelebihan atau kekurangan dalam pemotongan, jika terjadi kesalahan maka akan diperbaiki, dan jika benar akan dilanjutkan ke proses berikutnya.
6. Mengerjakan proses perakitan merupakan proses menyatukan komponen-komponen alat press pellet komposit yang sudah dibuat.

3.4.2 Persiapan Cetakan

Tahapan berikutnya adalah dilakukannya persiapan cetakan untuk serbuk yang akan dilakukan kompaksi, adapun beberapa perlakuan yang dilakukan pada persiapan cetakan adalah :

1. Pembersihan cetakan dengan angin kompresor pada cetakan sampel, hal ini dilakukan agar serbuk yang akan dikompaksi tidak terkontaminasi dengan serbuk dari sampel lain yang tersisa.
2. Pelapisan rongga cetakan dengan bahan pelumas jenis Mirror Glaze agar proses kompaksi (penekanan) dapat dilakukan dengan mudah

dan tidak terjadi hambatan serta pada saat pengambilan sampel tidak ada yang lengket pada cetakan.

3.4.3 Proses Compression Molding

Proses *compression molding* dilakukan secara bertahap disesuaikan dengan besarnya tekanan yang diberikan. Pada kompaksi ini dilakukan pada tekanan lima (5) ton.

3.5 Prosedur Kerja

Pada penelitian ini ada beberapa proses diantaranya menentukan volume cetakan, dan proses penimbangan serbuk.

3.5.1 Volume Cetakan

Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Volume cetakan

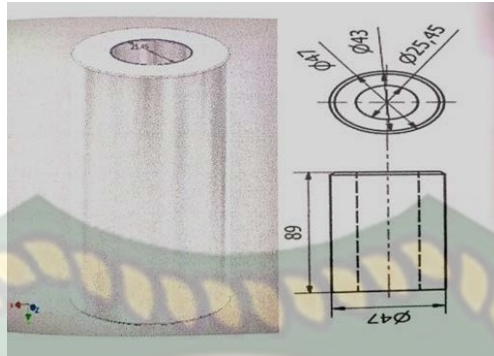
$$\begin{aligned} V_c &= \pi \cdot r^2 \cdot t \\ &= 3,14 \cdot 1,272^2 \text{ cm}^2 \times 1,0 \text{ cm} \\ &= 5,08 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

2. Fraksi volume

- a) $\text{Massa} = V_{\text{cetakan}} \times \text{Abu cangkang kelapa sawit}$
 $= 5,08 \text{ cm}^3 \times 2,11 \text{ gr/cm}^3$
 $= 10,7188 \text{ gram}$

- b) $\text{Massa} = V_{\text{cetakan}} \times \text{Karbon Grafit}$
 $= 5,08 \text{ cm}^3 \times 2,16 \text{ gr/cm}^3$
 $= 10,9728 \text{ gram}$

- c) $\text{Massa} = V_{\text{cetakan}} \times \text{Resin Epoxy}$
 $= 5,08 \text{ cm}^3 \times 1,13 \text{ gr/cm}^3$
 $= 5,74 \text{ gram}$



Gambar 3.17 Sketsa Mold Pellet

3.5.2 Prosedur Penimbangan Bahan

Penimbangan disesuaikan dengan ukuran dari masing-masing fraksi volume yang ditentukan, adapun fraksi volume yang diambil sebagai berikut :

- a. Spesimen 1 dengan komposisi (Abu Sawit 60%, Grafit 20%, Epoxy 20%).

$$\begin{aligned} \text{Abu Sawit} &= 60\% \times 10,7188 \text{ gr} \\ &= 6,4312 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Grafit} &= 20\% \times 10,9728 \text{ gr} \\ &= 2,1945 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Epoxy} &= 20\% \times 5,74 \text{ gr} \\ &= 1,148 \text{ gr} \end{aligned}$$

- b. Spesimen 2 dengan komposisi (Abu Sawit 50%, Grafit 30%, Epoxy 20%).

$$\begin{aligned} \text{Abu Sawit} &= 50\% \times 10,7188 \text{ gr} \\ &= 5,3594 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Grafit} &= 30\% \times 10,9728 \text{ gr} \\ &= 3,2918 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Epoxy} &= 20\% \times 5,74 \text{ gr} \\ &= 1,148 \text{ gr} \end{aligned}$$

- c. Spesimen 3 dengan komposisi (Abu Sawit 40%, Grafit 40%, Epoxy 20%).

$$\begin{aligned} \text{Abu Sawit} &= 40\% \times 10,7188 \text{ gr} \\ &= 4,2875 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Grafit} &= 40\% \times 10,9728 \text{ gr} \\ &= 4,3891 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Epoxy} &= 20\% \times 5,74 \text{ gr} \\ &= 1,148 \text{ gr} \end{aligned}$$

3.6 Pengujian Alat

Dalam pengujian alat ini dilakukan beberapa tahapan diantaranya :

1. Disiapkan serbuk abu cangkang kelapa sawit, grafit dan resin *epoxy*.
2. Siap tempat atau gelas kimia untuk tempat pencampuran.
3. Siapkan timbangan digital untuk menakar komposisi material serbuk abu cangkang kelapa sawit, grafit dan resin *epoxy*.

Perbandingan masing-masing sampel adalah seperti tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.1 Perbandingan Komposisi Sampel

Kode Sampel	Komposisi Bahan Pelet Komposit (%)		
	Abu Sawit	Grafit	<i>Resin Epoxy</i>
Sampel 1	60	20	20
Sampel 2	50	30	20
Sampel 3	40	40	20

4. Masukkan bahan yang udah ditimbang ke dalam gelas kimia dan di larutkan bersama setiap bahan dengan resin *epoxy*.
5. Siapkan corong buat masukan adonan pellet komposit abu sawit ke cetakan atau *mold*
6. Siapkan alat press dan cetakan pada dudukan nya dan kunci katup pompa hidrolik.
7. Dimasukan adonan pellet komposit abu sawit ke *mold* atau cetakan
8. Proses pengkompaksian pada penelitian ini dilakukan pada tekanan lima (5) ton. Diatas tekanan lima (5) ton berefek spesimen uji tidak bisa dibentuk.
9. Waktu yang dibutuhkan untuk operasional peralatan Compression Molding sebagai alat untuk pembuatan specimen adalah sekitar 1 jam dengan pendinginan kontinyu.
10. Kemudian timbang hasil pellet komposit abu sawit.
11. Pengujian ini dilakukan minimal 6 kali.
12. Setelah diketahui berat hasil pellet komposit abu sawit kemudian dihitung dengan rumus yang telah ditentukan sesuai dengan pengujian yang dipakai.

3.7 Jadwal Kegiatan Penelitian

Dalam manajemen produksi, kegiatan suatu produksi akan berjalan dengan baik bila ada jadwal kegiatan. Dengan adanya jadwal kegiatan produksi lama waktu proses produksi suatu mesin dapat ditentukan. Selain itu jadwal kegiatan yang teratur bisa menurunkan biaya produksi mesin. Jadwal kegiatan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Jadwal Kegiatan	Bulan Ke:-										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Studi Literature											
2.	Pembuatan Proposal											
3.	Persiapan Alat dan Bahan											
4.	Seminar Proposal											
5.	Pembuatan, Pengujian, Pengumpulan data.											
6.	Analisa Data Hasil											
7.	Sidang Tugas Akhir											

3.8 Pengujian Konduktivitas Listrik

Pengujian konduktivitas listrik material mengacu pada US-DOE, dilakukan menggunakan alat Kheitley electrometer digunakan sebagai sumber arus konstan. Prosedur uji konduktivitas adalah sebagai berikut :

- 1) menggunakan alat poles. Amplas yang digunakan mulai dari ukuran kasar sampai yang paling halus, kemudian yang terakhir menggunakan serbuk alumina. Permukaan yang baik dan halus akan memantulkan cahaya, seperti cermin.
- 2) Hidupkan power (main power di bagian depan unit).
- 3) Pilih beban voltage V dan ampere A (terletak di atas identator).
- 4) Pilih load yang dikehendaki.
- 5) Jepit sampel dengan metode trough plane.
- 6) sambungkan kutub positif dan negative power supplay ke alat konduktivitas listrik.
- 7) kemudian set multitester untuk mengukur ohm nya catat hasil nya di tabel.

3.9 Pengujian Mikrostruktur

Pengujian ini dilakukan untuk melihat unsur resin epoxy yang mengikat karbon grafit dan abu cangkang kelapa sawit pada pelet komposit. Untuk mendapatkan Struktur makro pada spesimen uji dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop.

Berikut beberapa tahap yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengujian struktur :

a) Pengamplasan kasar (*Grinding*)

Proses *grinding* dilakukan untuk menghaluskan dan meratakan permukaan spesimen uji yang bertujuan untuk menghilangkan retak dan goresan. Proses ini dilakukan secara bertahap dari ukuran amplas besar hingga ukuran kecil.

b) Pemotretan

Pemotretan dilakukan untuk mendapatkan gambar dari struktur mikro dari spesimen uji setelah difokuskan dengan mikroskop.

3.10 Pengujian Kerapatan

- 1) Massa jenis sampel yang telah dibuat dapat diukur dengan menimbang gelas ukur kosong dengan menggunakan neraca digital.
- 2) Mencatat massa gelas ukur kosong.
- 3) Memasukan sampel ke dalam gelas ukur kemudian menimbang kembali gelas ukur yang telah diisi.
- 4) Mencatat hasil pengamatan pada tabel pengamatan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

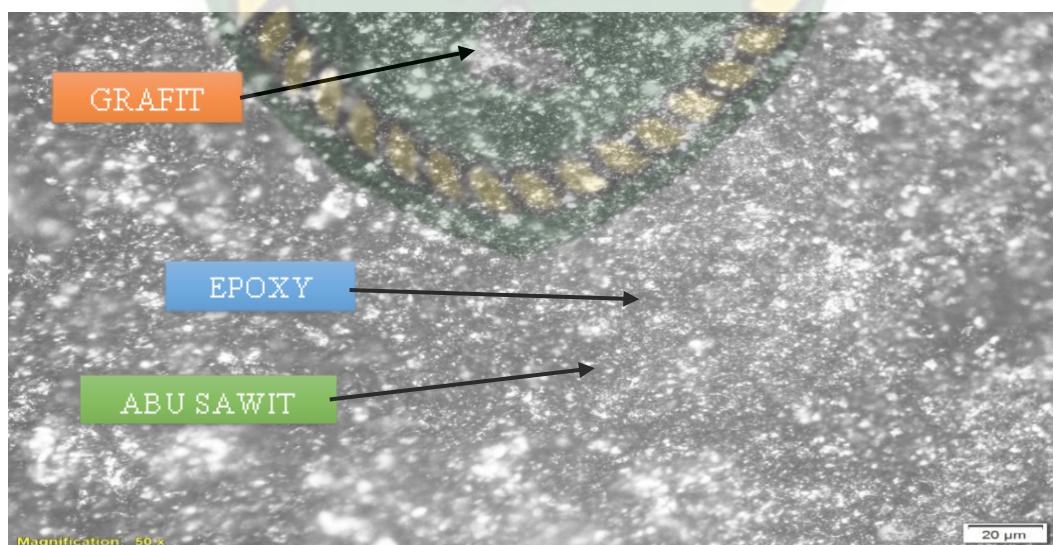
4.1 Karakterisasi Pellet Konduktor Komposit

Pada penelitian ini, pembuatan pellet konduktor komposit dengan menggunakan proses *compression moulding*. Karakterisasi pellet konduktor komposit dibutuhkan untuk mengetahui pengaruh dari variabel penambahan karbon grafit yang diharapkan dapat meningkatkan konduktivitas pellet konduktor komposit untuk aplikasi PEMFC. Selain itu juga akan dilihat pengaruhnya terhadap struktur mikro, konduktivitas listrik dan kerapatan dari pellet konduktor komposit terhadap penambahan karbon grafit.

4.2 Pengamatan Struktur Mikro

Uji struktur mikro pada spesimen ini bertujuan untuk melihat susunan struktur mikro pada spesimen pellet ini. Spesimen yang akan di uji adalah spesimen hanya menggunakan variasi perbandingan komposisi campuran antara serbuk karbon grafit, abu sawit dan resin *epoxy*.

- a) Topografi sampel dengan 100 x pembesaran



Gambar 4.1 Perbandingan Abu Sawit 60% : Grafit 20% : Epoxy 20%

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.1 bahwa bentuk struktur mikro dengan komposisi campuran perbandingan abu sawit (60% : grafit 20% : epoxy 20%). Pada sampel 1 abu sawit dominan berwarna hitam, karbon grafit berwarna putih yang bergumpal. Sedangkan resin epoxy adalah kombinasi terlarut yang bercampur abu sawit dan karbon grafit berbentuk butiran-butiran halus. Terlihat di gambar bahwa spesimen tersebut memiliki kandungan abu cangkang kelapa sawit yang lebih dominan di bandingkan resin dan karbon grafit yang membuat kerapatan pada spesimen ini sangat renggang. Pada panah kotak merah adalah grafit, panah kotak biru adalah resin epoxy, dan panah kotak hijau adalah abu sawit.

b) Gambar topografi permukaan dengan 100 x pembesaran

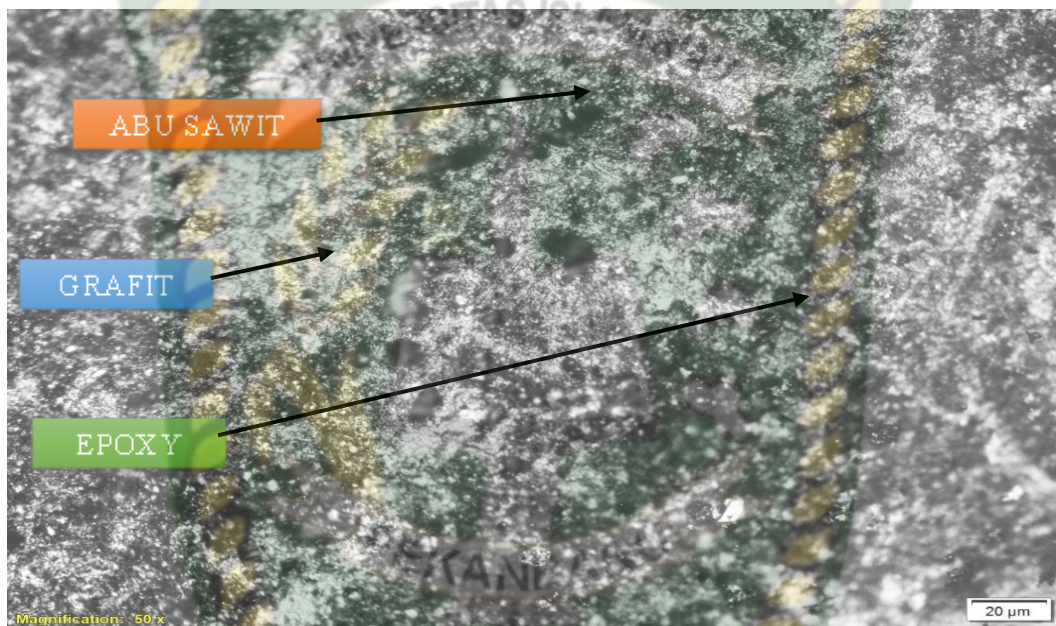


Gambar 4.2 Perbandingan Abu Sawit 50% : Grafit 30% : Epoxy 20%

Dibandingkan dengan gambar 4.1, Hasil pengamatan pada gambar 4.2 bahwasanya spesimen dengan komposisi campuran abu sawit 50% : grafit 30% : epoxy 20%. Pada sampel 2 ini abu sawit mulai tidak terlalu dominan, karbon grafit berwarna putih yang bergumpal mulai membesar efek dari resin epoxy yang mulai melarutkan abu sawit sehingga gumpalan karbon grafit mulai banyak terbentuk. Dan mulai mengalami keseimbangan campuran dan kerapatan pada sampel ini mengalami peningkatan yang

lumayan tinggi di karenakan campuran abu cangkang kelapa sawit dan Karbon Grafit sudah terlihat pada gambar di atas, cangkang kelapa sawit memiliki warna yang lebih gelap di banding resin. Pada panah kotak merah adalah abu sawit, panah kotak biru adalah resin epoxy, dan panah kotak hijau adalah karbon grafit.

c) Gambar topografi permukaan dengan 100 x pembesaran



Gambar 4.3 Perbandingan Abu Sawit 40% : Grafit 40% : Epoxy 20%

Hasil pengamatan pada gambar 4.3 Komposisi campuran abu sawit 40% : grafit 40% : epoxy 20%. Dari hasil pengamatan pada gambar 4.3. Pada sampel 3 ini abu sawit mulai berkurang dengan karbon grafit yang berwarna putih gantian mulai dominan dengan sebaran rata yang bergumpal. Resin epoxy mulai membentuk batas-batas antara abu sawit yang semakin sedikit dengan karbon grafit yang sudah padu pada larutan. Dan bahwasanya perubahan bentuk struktur mikro dengan perbandingan tersebut yaitu terlihat pada gambar karbon grafit dan abu cangkang kelapa sawit lebih mendominasi yang membuat kerapatannya lebih erat dari pada sampel sebelumnya, karena abu cangkang kelapa sawit begitu halus sehingga secara kasat mata abu cangkang kelapa sawit akan sulit terlihat karena telah menyatu dengan resin.

Pada panah kotak merah adalah abu sawit, panah kotak biru adalah bagian dari karbon grafit, dan panah kotak yang berwarna hijau adalah resin epoxy.

Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar abu cangkang kelapa sawit maka semakin rapuh kerapatannya dan semakin besar campuran karbon grafitnya maka semakin erat kerapatannya. Karena banyak komposisi dari grafit itu mempengaruhi bagus atau tidaknya hasil dari pengujian mikrostruktur. Berbeda dengan apabila komposisi grafit dan abu sawit seimbang maka hasil dari pengujian mikrostruktur juga mendapatkan hasil yang bagus seperti pada penelitian ini sampel 3 yang grafit dan abu sawitnya seimbang hasil mikrostrukturnya terlihat bagus dibandingkan sampel lainnya yang grafitnya lebih sedikit dari pada abu sawitnya. Dan pengujian ini juga bertujuan untuk melihat kerapatan di dalam pellet komposit.

4.3 Pengujian Konduktivitas Listrik

Pengujian konduktivitas listrik dilakukan untuk melihat kemampuan material komposit dalam menghantarkan arus listrik pada aplikasinya nanti. Nilai konduktivitas menjadi fokus utama dalam pengembangan komponen pellet komposit. Pellet komposit dengan konduktivitas tinggi akan mampu mengalirkan arus listrik dengan baik. Pengujian ini digunakan untuk mengukur resistivitas listrik pellet komposit untuk dikonversi ke dalam nilai konduktivitas listrik. Pada Tabel 4.1 dapat dilihat hasil pengujian resistivitas dari pellet komposit. Dari pengujian yang dilakukan maka didapatkan hasil dari ketiga sampel sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik Tanpa Hambatan Dimensi

No	Komposisi Fraksi volume (%)	Resistivitas (Ω)	Volt	Amper
1	60:20:20	0,007	0,4	0,15
2	50:30:20	0,005	0,4	0,40
3	40:40:20	0,004	0,4	0,50

Tabel diatas adalah hasil dari pengujian menggunakan alat konduktivitas listrik dimana nilai yang didapat adalah nilai Resistivitas, Volt dan Ampere.

1. Sampel 1

$$G = \frac{1}{R}$$

$$G = \frac{1}{0,007} = 142$$

$$\sigma = \frac{L}{A} \times G$$

$$\sigma = \frac{1}{3,14 \times 1,272^2} \times 142$$

$$\sigma = \frac{1}{5,08} \times 142$$

$$\sigma = 27,95 \text{ S/cm}$$

2. Sampel 2

$$G = \frac{1}{R}$$

$$G = \frac{1}{0,005} = 200$$

$$\sigma = \frac{L}{A} \times G$$

$$\sigma = \frac{1}{3,14 \times 1,272^2} \times 200$$

$$\sigma = \frac{1}{5,08} \times 200$$

$$\sigma = 39,37 \text{ S/cm}$$

3. Sampel 3

$$G = \frac{1}{R}$$

$$G = \frac{1}{0,004} = 250$$

$$\sigma = \frac{L}{A} \times G$$

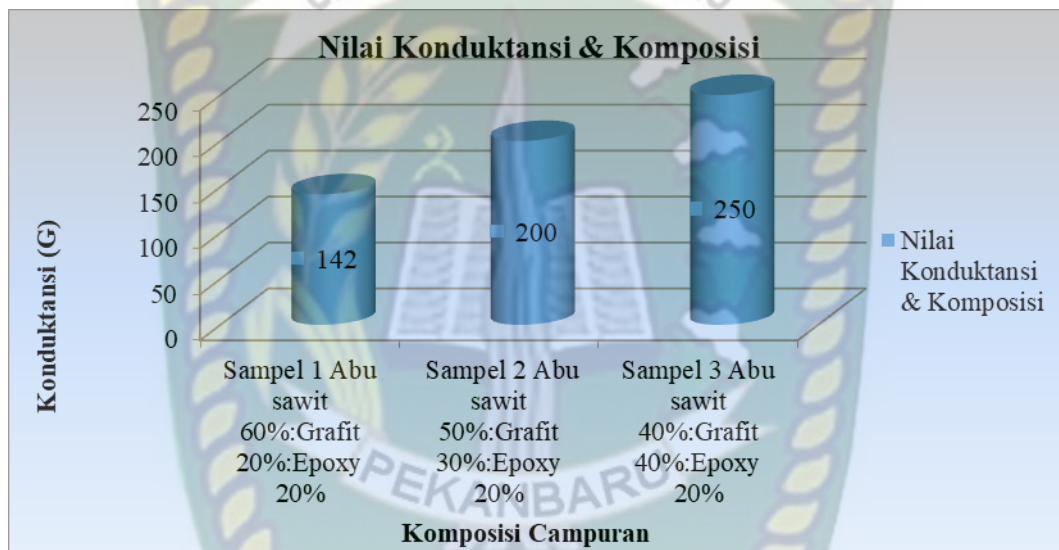
$$\sigma = \frac{1}{3,14 \times 1,272^2} \times 250$$

$$\sigma = \frac{1}{5,08} \times 250$$

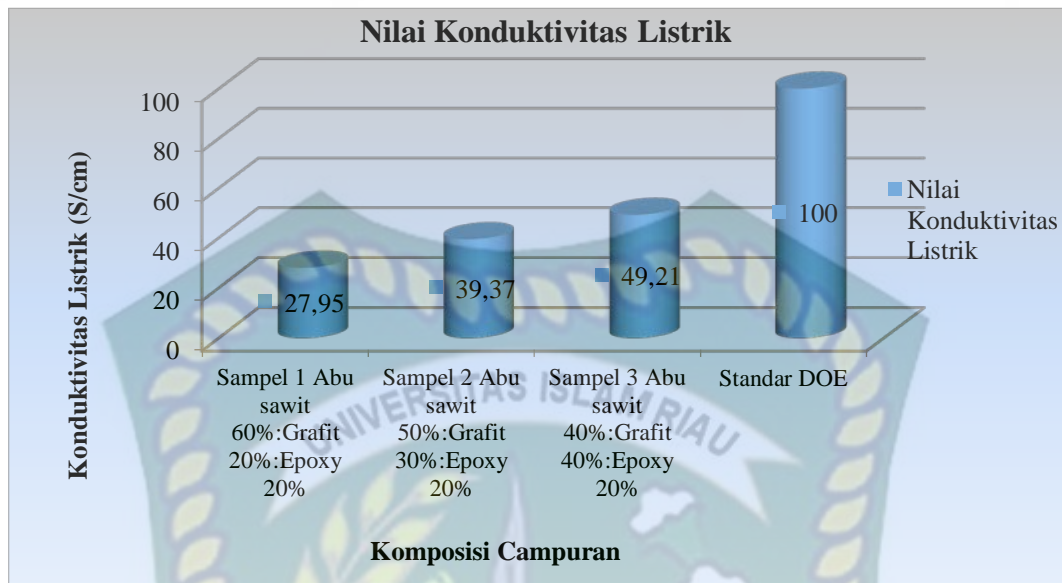
$$\sigma = 49,21 \text{ S/cm}$$

Tabel 4.2 Nilai Konduktivitas Listrik Dengan Hambatan Dimensi

No	Komposisi Fraksi volume (%)	Konduktansi (G)	Konduktivitas Listrik (σ)
1	60:20:20	142	27,95
2	50:30:20	200	39,37
3	40:40:20	250	49,21

**Gambar 4.4** Grafik Konduktansi dan Komposisi Campuran

Dari grafik yang didapatkan terlihat bahwa sampel 3 (Abu Sawit 40% : Grafit 40% : *Epoxy* 20%) memiliki nilai konduktansi yang paling optimum dibandingkan dengan sampel uji lainnya. Hal ini disebabkan karena kandungan bahan utama yang memiliki konduktansi listrik yang baik dimana kandungan karbon grafit dan abu sawit seimbang dan grafinya lebih banyak dibandingkan dengan sampel lainnya, serta *epoxy* sebagai pengikatnya sehingga mampu meningkatkan nilai konduktivitas dari material komposit tersebut dengan cukup signifikan.



Gambar 4.5 Grafik Nilai Konduktivitas dan Komposisi Campuran

Perhitungan nilai konduktivitas listrik ini didapatkan dari rumus persamaan untuk mengetahui seberapa besar arus yang dihasilkan dari pengukuran nilai konduktansi yang telah dilakukan pada grafik 4.5 dimana hasil pengukuran konduktansi didapatkan setelah dikonversikan menggunakan rumus perhitungan.

Berdasarkan tabel 4.2 nilai konduktivitas listrik maksimum yang diperoleh adalah 49,21 S/cm. Nilai ini masih belum mencukupi dari standar DOE yaitu >100 S/cm. Kecenderungan nilai konduktivitas pada pellet komposit yang ditambahkan karbon grafit adalah semakin meningkat seperti terlihat pada Gambar 4.5. Pada penelitian ini komposisi grafit dan abu sawit sama. Penambahan karbon grafit memang meningkatkan nilai konduktivitas pellet konduktor komposit. Dan hasil yang diperoleh lebih baik dari penelitian sebelumnya yaitu 45,41 S/cm.

Struktur mikro dan kerapatan pellet komposit dapat menjadi parameter nilai konduktivitas listrik. Ketika kerapatan dan struktur mikro semakin baik, maka konduktivitas listrik dari komposit dapat semakin meningkat. Distribusi grafit yang tidak merata dapat meningkatkan nilai resistansi listrik. Karena semakin tinggi nilai resistansinya maka nilai konduktivitas listrinya akan semakin berkurang. Apabila distribusi grafit dapat lebih merata nilai resistansinya akan

berkurang, maka nilai konduktivitas listrik pellet komposit dapat semakin tinggi dan bagus nilainya. Selain itu, dengan ukuran mesh yang tinggi akan terjadi peningkatan pengumpulan (aglomerasi) dari campuran yang lebih kecil tersebut, sehingga dimungkinkan akan terjadi ketidakseragaman karakteristik yang dihasilkan dari keseluruhan bagian pelat bipolar yang dihasilkan.

Pada pembuatan polimer komposit berbasis karbon grafit dapat menyebabkan adanya kemungkinan partikel grafit terlapisi oleh lapisan tipis dari resin *epoxy* yang digunakan sehingga menghasilkan nilai konduktivitas listrik yang rendah dari komposit. Pada grafit dengan struktur tersebut tahapan interkalasi dari resin *epoxy* pada struktur grafit dapat terjadi dengan lebih sempurna, sehingga menghasilkan nilai konduktivitas listrik yang lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan grafit akan membentuk fraksi yang besar bagi daerah/jalur konduktivitas listrik. Selain itu, luas permukaan yang dimiliki oleh grafit dengan struktur partikel lebih kecil dibandingkan dengan grafit berstruktur lapisan dan jaringan. Hal tersebut dapat menjadi alasan mengapa nilai konduktivitas listrik yang dihasilkan pada masing-masing sampel masih dibawah target yang ditetapkan untuk pellet komposit.

Nilai konduktivitas listrik bergantung pada fraksi volume serbuk, dan kandungan minimum dari serbuk grafit, dimana serbuk grafit tersebut membentuk jaringan kerja yang bersambung, yang menentukan komposit grafit menjadi konduktif secara elektrik. Faktor-faktor penentu adalah: konduktivitas dari serbuk, fraksi volume dan karakteristik serbuk, seperti: ukuran, bentuk, luas permukaan, distribusi dan orientasi dari serbuk pengisi. Metode fabrikasi dan kondisi pembuatan komposit memainkan peranan penting dalam konduktivitas karena mempengaruhi penyebaran, orientasi dan jarak antar serbuk di dalam matriks polimer.

Umumnya, pellet komposit yang terbuat dari komposit grafit dan polimer jenis-jenis pelat dibahas pada bagian dengan komposisi masing-masing secara beraturan minimal 80 wt% dan 20 wt%, akan menghasilkan konduktivitas antara 50 hingga 100 S/cm. Gambar 4.5 memperlihatkan contoh pengaruh penurunan

nilai konduktivitas (hambatan meningkat) seiring meningkatnya konsentrasi resin polimer. Hal ini terjadi karena pada konsentrasi resin yang rendah jumlah partikel-partikel grafit yang saling kontak lebih banyak. Meski demikian, perhitungan hambatan total pada pellet komposit tidak hanya dipengaruhi oleh komposisi material. Faktor-faktor lain yang juga dapat meningkatkan hambatan pellet komposit mencakup hambatan yang ditimbulkan oleh pellet yang dipress secara bersama-sama, semakin bagus pengepressan maka akan semakin bagus pellet kompositnya.

Pengepressan itu sendiri tergantung berapa tekanan yang diinginkan. Pada penelitian ini menggunakan tekanan lima (5) ton. Tekanan pada saat pengepressan disesuaikan dengan volume cetakan sampel, apabila tidak disesuaikan maka pada saat pengepressan sampel akan pecah karena kalau volume cetakannya kecil dan tekanan pengepressan besar sampel akan pecah akan berakibat fatal pada saat proses pengepressan pembuatan sampel. Kemungkinan Mold cetakan juga akan pecah karena tekanannya besar.

4.4 Pengujian Kerapatan

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.3 bahwasanya perubahan bentuk struktur mikro dengan perbandingan tersebut yaitu terlihat pada gambar karbon grafit dan abu cangkang kelapa sawit lebih mendominasi yang membuat kerapatannya lebih erat dari pada sampel sebelumnya, karena abu cangkang kelapa sawit begitu halus sehingga secara kasat abu cangkang kelapa sawit akan sulit terlihat karena telah menyatu dengan resin.

Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar abu cangkang kelapa sawit maka semakin rapuh kerapatannya dan semakin besar campuran karbon grafitnya maka semakin erat kerapatannya. Buktinya dapat dilihat pada pengujian mikrostruktur pada sampel 3 yang komposisi grafitnya lebih banyak dibandingkan dengan sampel lainnya. Dan pengujian ini bertujuan untuk melihat kerapatan di dalam pellet komposit.

Kerapatan dapat dilihat dari banyaknya massa per satuan volume. Semakin tinggi kerapatan pada suatu bahan, maka akan semakin tinggi kekuatan suatu bahan tersebut. Untuk panjang, lebar dan tebal contoh uji diukur dalam kondisi kering udara dalam satuan centimeter (cm). Dari hasil pengukuran dimensi tersebut dapat dihitung volumenya. Kemudian berat contoh uji juga ditimbang dalam kondisi kering udara dengan menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 2 desimal dalam satuan gram (gr). Kerapatan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$\text{kerapatan} = K = \frac{M (g)}{V (cm^3)} \dots\dots\dots(3.1)$$

keterangan :

K : kerapatan

M : massa jenis sampel

V : volume

4.4.1 Hasil Perhitungan Kerapatan

Dari sampel diatas dapat dihitung kerapatan masing-masing sampel :

$$\text{kerapatan} = K = \frac{M (g)}{V (cm^3)}$$

keterangan :

K : kerapatan

M : massa jenis sampel

V : volume

a) Sampel 60-20-20

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi : } K &= \frac{7,32 \text{ (gr)}}{5,08 \text{ cm}^3 \times 2,5 \text{ cm}^3 \times 1,0 \text{ cm}^3} \\
 &= \frac{7,32 \text{ (gr)}}{12,7 \text{ (cm}^3)} \\
 &= 0,57 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

b) Sampel 50-30-20

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi : } K &= \frac{7,75 \text{ (gr)}}{5,08 \text{ cm}^3 \times 2,5 \text{ cm}^3 \times 1,0 \text{ cm}^3} \\
 &= \frac{7,75 \text{ (gr)}}{12,7 \text{ (cm}^3)} \\
 &= 0,61 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

c) Sampel 40-40-20

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi : } K &= \frac{7,88 \text{ (gr)}}{5,08 \text{ cm}^3 \times 2,5 \text{ cm}^3 \times 1,0 \text{ cm}^3} \\
 &= \frac{7,88 \text{ (gr)}}{12,7 \text{ (cm}^3)} \\
 &= 0,62 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

4.4.2 Analisa Hasil Pengujian**Tabel 4.3** Nilai Kerapatan.

Sampel	Sampel Bahan komposisi resin dan bahan	Nilai kerapatan
1	60-20-20	0.57
2	50-30-20	0.61
3	40-40-20	0.62

Nilai kerapatan yang di dapat dari perbandingan persentase pada sampel 1 campuran Abu cangkang kelapa sawit, karbon grafit dan Resin Epoksi (60% + 20% + 20%) memiliki nilai kerapatan 0,57 gr/cm³. Sampel 2 campuran abu cangkang kelapa sawit, karbon grafit dan resin epoxy (50% + 30% + 20%) memiliki nilai kerapatan 0,61 gr/cm³. Dan pada sampel 3 campuran abu cangkang kelapa sawit, karbon grafit dan resin epoksi (40% + 40% + 20%) memiliki nilai kerapatan 0,62 gr/cm³. Berdasarkan ketiga sampel diatas sampel 3 memiliki nilai kerapatan yang lebih optimum dibandingkan dengan sampel lainnya. Ketiga sampel sudah memenuhi sesuai dengan standar kerapatan. Karna menurut SNI 01-6235-2000, nilai standar kerapatan adalah 0,4 gr/cm³ sampai 0,9 gr/cm³. Darvina (2011).

Jadi dapat disimpulkan bahwa ketiga sampel tersebut memiliki kerapatan yang sesuai dengan standar SNI, karena kerapatan itu sendiri berpengaruh terhadap pellet konduktor komposit. Semakin besar persentase campuran abu cangkang kelapa sawit dan karbon grafit maka semakin erat pula kerapatan yang di dihasilkan oleh pellet konduktor komposit dari abu cangkang kelapa sawit dan Resin Epoksi, begitu juga dengan sebaliknya semakin kecil persentase abu cangkang kelapa sawitnya maka semakin kecil pula nilai kerapatan yang di dihasilkan oleh pellet konduktor komposit dari abu cangkang kelapa sawit dan Resin epoksi. Karena pada penelitian ini sampel 3 yang komposisi grafit dan abu sawitnya sama menghasilkan kerapatan yang paling optimum disebabkan grafitnya lebih banyak dibandingkan dengan sampel lainnya.

Jadi dapat diartikan komposisi grafit itu jangan sampai terlalu sedikit dengan abu sawitnya maka akan menghasilkan kerapatan yang baik. Dan pada proses pengepressan sangat berpengaruh besar terhadap nilai kerapatan yang membuat abu cangkang kelapa sawit, karbon grafit dan Resin epoksi saling terikat dengan baik. Karena semakin bagus tekanan pengepressannya maka akan semakin baik kerapatan

dari pellet konduktor komposit. Tekanan pengepressan disesuaikan dengan volume cetakan sampel, apabila volume cetakan kecil tekanan besar maka pada saat proses pengepressan sampel akan pecah. Pada penelitian ini menggunakan tekanan lima (5) ton dan tekanannya sesuai dengan volume cetakan sampel. Berdasarkan hasil penelitian ini dengan tekanan yang dipakai lima (5) ton kerapatan maksimum yang diperoleh adalah $0,62 \text{ gr/cm}^3$. Sesuai dengan standar kerapatan SNI adalah $0,4$ sampai dengan $0,9 \text{ gr/cm}^3$.

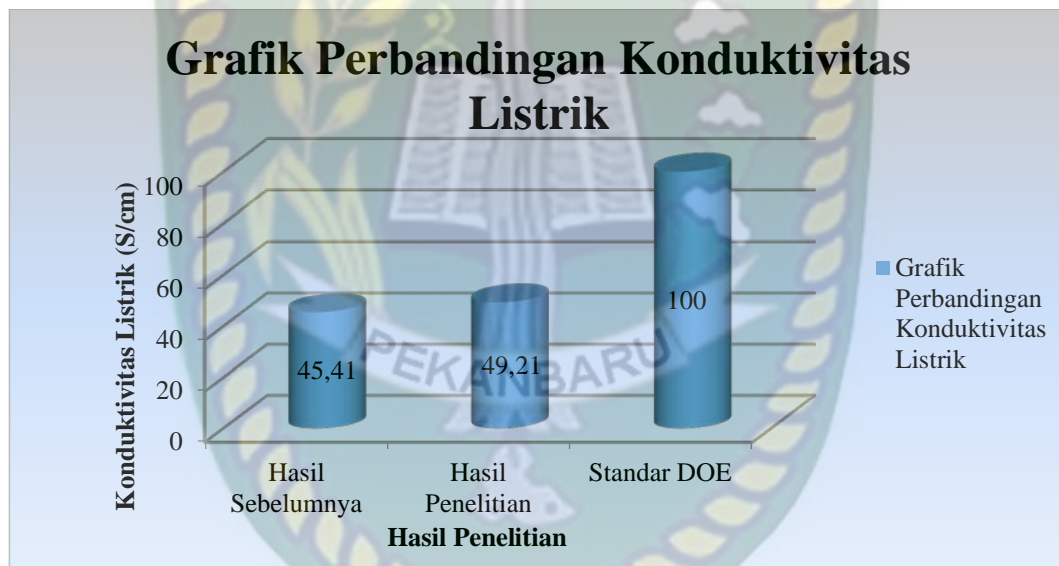


Gambar 4.6 Grafik Nilai Kerapatan dan Komposisi

4.5 Perbandingan Antara Hasil Penelitian Dengan Hasil Penelitian Sebelumnya

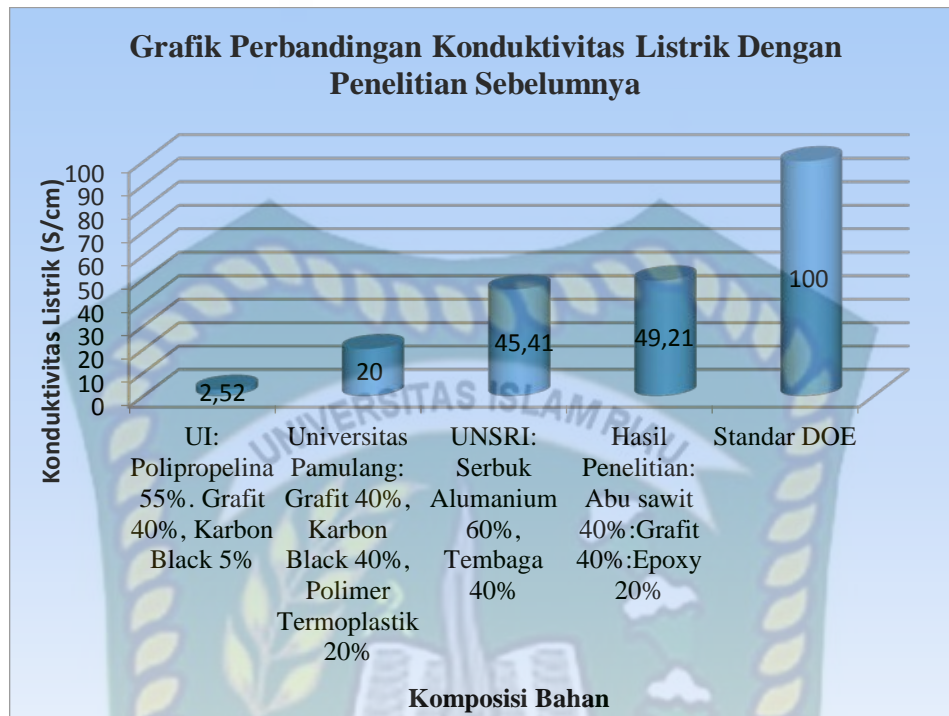
Tabel 4.4 Tabel Perbandingan antara hasil penelitian dan hasil penelitian sebelumnya.

Properties	Hasil Penelitian Sebelumnya	Hasil Penelitian		
		60:20:20	50:30:20	40:40:20
Konduktivitas	45,41	27,95	39,37	49,21
Kerapatan	0,28	0,57	0,61	0,62



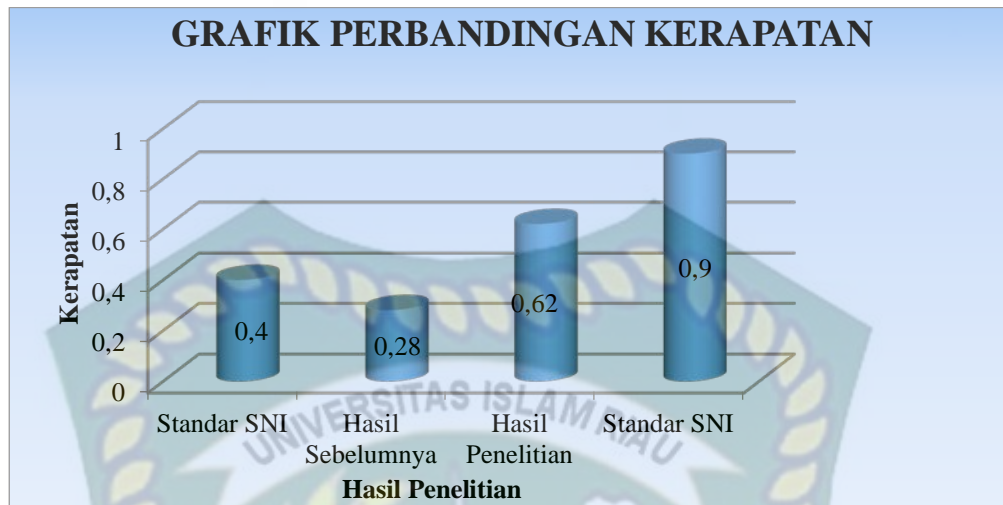
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Konduktivitas Listrik Hasil Sebelumnya dan Hasil Penelitian

Pada gambar 4.7 dapat dilihat bahwa hasil dari pada penelitian yang dilakukan, nilai konduktivitas listrik pada pelet komposit ini sebesar 49,21 S/cm lebih tinggi sedikit dibandingkan hasil penelitian sebelumnya yakni 45,41 S/cm. Nilai ini masih belum mencukupi dari standar DOE yaitu >100 S/cm



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Konduktivitas Listrik dengan Penelitian Sebelumnya

Pada gambar 4.8 dapat dilihat bahwa hasil dari pada penelitian yang dilakukan nilai konduktivitas listrik pada pelet komposit ini sebesar 49,21 S/cm lebih baik dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan peneliti dari Universitas Sriwijaya yakni 45,41 S/cm, serta hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan peneliti dari Universitas Pamulang yakni 20 S/cm dan jauh lebih baik dari hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan peneliti dari Universitas Indonesia yakni 2,52 S/cm. Nilai ini masih belum mencukupi dari standar DOE yaitu >100 S/cm.



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Kerapatan dengan penelitian sebelumnya

Pada gambar 4.9 dapat dilihat bahwa hasil dari pada penelitian yang dilakukan nilai kerapatan pada pelet komposit ini sebesar $0,62 \text{ gr/cm}^3$ lebih baik dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan peneliti dari Universitas Yudharta Pasuruan yakni $0,28 \text{ gr/cm}^3$. Nilai pada hasil penelitian ini sudah memenuhi Standar SNI yaitu nilai standar kerapatan adalah $0,4 \text{ gr/cm}^3$ sampai $0,9 \text{ gr/cm}^3$. Sudah mencukupi dari standar SNI.

4.6 Perbandingan Karakteristik Pellet Konduktor Komposit Dengan Variasi Penambahan Karbon Grafit

Berdasarkan hasil karakterisasi pellet konduktor komposit yang ditinjau dari pengaruh variasi penambahan karbon grafit, maka didapatkan perbandingan sifat akhir seperti terlihat pada Tabel 4.5 berikut ini :

Tabel 4.5 Perbandingan Karakteristik Pellet dengan Variasi Penambahan Karbon Grafit.

Grafit	Karakteristik Pelat Konduktor Komposit	
	Konduktivitas Listik (S/cm)	Kerapatan ($\frac{gr}{cm^3}$)
20%	27,95 S/cm	0,57
30%	39,37 S/cm	0,61
40%	49,21 S/cm	0,62

Hasil karakterisasi tersebut memperlihatkan pengaruh penambahan karbon grafit terhadap sifat pellet konduktor komposit yang dihasilkan. Semakin banyak karbon grafit yang ditambahkan pada pembuatan pellet komposit dengan metode *compression molding*, maka akan berpengaruh terhadap peningkatan dari nilai konduktivitas listrik dan peningkatan kerapatan dari pellet komposit yang dihasilkan. Tabel 4.5 menunjukkan bahwa karakteristik pellet konduktor komposit yang paling optimum dihasilkan pada penelitian ini, yaitu dengan menggunakan penambahan karbon grafit sebesar 40% dimana sampel pellet komposit ini memiliki nilai konduktivitas listrik tertinggi jika dibandingkan dengan sampel pellet komposit yang lainnya. Nilai standar konduktivitas listrik belum memenuhi target konduktivitas yang diinginkan yaitu 100 S/cm sesuai dengan DOE, dan kerapatan tertinggi yaitu 0,62 gr/cm^3 sesuai dengan standar SNI 01-6235-2000 adalah 0,4 gr/cm^3 sampai dengan 0,9 gr/cm^3 .

4.7 Hasil Penelitian Pellet Konduktor Komposit

Pada gambar 4.10, 4.11 dan 4.12 dibawah ini menunjukkan hasil pembuatan pellet konduktor komposit dengan variasi pada campuran komposisi.



Gambar 4.10 Pellet Komposit Sampel 1 (60:20:20)



Gambar 4.11 Pellet Komposit Sampel 2 (50:30:20)



Gambar 4.12 Pellet Komposit Sampel 3 (40:40:20)

Dari gambar 4.10 diatas bisa terlihat bahwa pada sampel 1 dengan campuran komposisi abu sawit, grafit dan resin epoksi (60:20:20) masih terlihat banyak lubang-lubang kecil yang masih belum terisi oleh abu sawit, epoksi dan grafit terlihat kurang terdistribusi secara sempurna serta berkecenderungan teraglomerasi, sedangkan pada gambar 4.11 pada sampel 2 dengan campuran komposisi abu sawit, grafit dan resin epoksi (50:30:20) terlihat bahwa material komposit yang dihasilkan sudah lebih bagus dibandingkan dengan sampel 1. Pada gambar 4.12 menunjukkan hasil yang paling optimum dimana terlihat grafit sudah tersebar merata dibanding sampel 1 dan 2.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan alat uji konduktivitas listrik, uji kerapatan dan pengamatan struktur mikro menggunakan Mikroskop Optik *Olympus* pada sampel pellet komposit, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Dari hasil pengukuran konduktivitas listrik menggunakan alat, didapatkan hasil bahwa sampel 3 dengan kandungan abu sawit 40% : grafit 40% : *epoxy* 20% dapat menghantarkan arus listrik yang lebih besar dengan nilai 49,21 S/cm sedikit melebihi nilai konduktivitas listrik sel bahan bakar yang dilakukam peneliti Universitas Sriwijaya pada penelitian sebelumnya sebesar 45,41 S/cm.
- 2) Pada pengamatan mikrostruktur yang menggunakan alat Mikroskop Optic *Olympus* di dapatkan hasil topografi sampel campuran yang memiliki kandungan abu cangkang kelapa sawit dan karbon grafit yang seimbang campurannya memiliki nilai kerapatan yang paling optimum yaitu pada sampel 3 dengan nilai kerapatan yang diperoleh adalah 0,62 gr/cm³. Sampel yang memiliki kerapatan yang standar itu didapatkan pada ketiga sampel karena masing –masing sampel memiliki nilai kerapatan diatas 0.4 gr/cm³. Dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan peneliti Universitas Yudharta Pasuruan yaitu 0,28 gr/cm³.

- 3) Dari hasil pengamatan mikro struktur menggunakan Mikroskop Optik Olympus bahwa susunan dari pada partikel abu sawit, grafit dan resin *epoxy* diketahui hampir tidak memiliki jarak yang ditemukan dari ketiga sampel tersebut, dimana pada sampel 3 dengan kandungan grafit yang lebih dominan dan jarak partikel nya yang tidak berjarak dapat menghantar arus listrik yang lebih baik dibandingkan dengan sampel lainnya.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Agar untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengujian permeabilitas gas dengan memvariasikan campuran bahan utama lebih banyak di banding bahan pengikat pada saat pencetakan pellet komposit.
- 2) Agar melanjutkan penelitian ini kedepannya untuk bisa dibuat menjadi sebuah produksi teknologi yang berguna bagi masyarakat dan lebih bisa memanfaatkan abu cangkang kelapa sawit sebagai produk dalam pemenuhan kebutuhan dunia perindustrian.

DAFTAR PUSTAKA

- Dedikarni dkk (2021). "Pengaruh Penyemprotan dan ukuran Mesh terhadap Kekasaran Permukaan pada proses Sandblasting Baja SS400". *Journal of Renewable Energy & Mechanic (REM)*, Vol. 04 No. 02 2021: 63-75, Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Department of Chemical & Process Engineering Faculty of Engineering and Built Engineering Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Dedikarni dkk (2021). "Pengaruh Penekanan Pellet Silika terhadap Porositas dan Permeabilitas". *Journal of Renewable Energy & Mechanic (REM)*, Vol. 04 No. 01 2021: 1-6, Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Universitas Islam Riau.
- Gradiniar Ara, Rizkyta dan Hosta Ardhyanta (2013). *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 2, No. 1, ISSN: 2337-3539. "Pengaruh Penambahan Karbon terhadap Sifat Mekanik dan Konduktivitas Listrik". Komposit Karbon/Epoksi sebagai
- H. S. Tomo, (2010). "Karakteristik Sifat Mekanik Dan Elektrik Pelat Bipolar Sel Bahan Bakar Berkarbon Grafit Dalam Matrik Polimer ABS". Teknik Mesin. Jakarta : Universitas Indonesia.
- IEEE GlobalSpec. (2019). Informasi Peralatan Pemasad Serbuk. Diambil dari https://www.globalspec.com/learnmore/processing_equipment/materials_processing_equipment/powder_compacting_equipment.
- Kawan Lama. (2019). *Material Handling And Lifting Equipment*. (Kawan Lama, Ed.), hal. 620. Diambil dari www.kawanlama.com.
- Mega. (2015). Plat Besi SS400 Uk. 5 Mm X Dia 150 Mm - Bulat. Diambil dari <https://www.bukalapak.com/p/industrial/industrial-lainnya/oveuph-jual-plat-besi-ss400-uk-5-mm-x-dia-150-mm-bulat>.

- Pramono Agus dan Anne Zulfia. (2012). “*Konduktifitas Listrik Komposit Polimer Polipropilena/Karbon Untuk Aplikasi Pelat Bipolar Fuel Cell*”. Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Departemen Metalurgi Material Universitas Indonesia. 1agus.pramono.stmt@gmail.com, 2anne.zulfia@metal.ui.ac.id
- Rama Dita Insiyanda dan Achmad Chaer (2017). “*Dispersi Dengan Metode Kering Untuk Peningkatan Konduktivitas Komposit Limbah Grafit/Karbon Serat Alam Pada Aplikasi Pelat Bipolar Fuel Cell*”. Pusat Penelitian Fisika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Kawasan PUSPITEK ged.440-442, Tangerang Selatan, 15314. Prodi Teknik Kimia Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Pamulang, Tangerang Selatan, 15310. P-ISSN: 2339-0654E-ISSN:2476-9398.
Email: a)dita.rama.insiyanda@gmail.com, b) airobooster@gmail.com
- Rokhye. (2009). “*Perancangan Mesin Pembuat Briket Dengan Teknologi Elektro Pneumatik*”. Universitas Sebelas Maret. Diambil dari Ketut Rokhye Lumintang@gmail.com.
- Ulmiah Nisya dan Fitri Suryani Arsyad (2018). Volume 7 No. 2, “*Pengaruh Penambahan Iron Mill Scale Dan Tembaga Sebagai Material Pelat Bipolar*”. Nisya Ulmiah dan Fitri Suryani Arsyad Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya Palembang, Sumatera Selatan. Email: nisya.ulmiah94@gmail.com, Deni Shidqi Khaerudini Pusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang Selatan 15314, Banten, Indonesia.
- Wisnu Galang Wardana dan Hosta Ardhyanta (2014). “*Pengaruh Penambahan Grafit Terhadap Sifat Tarik, Stabilitas Termal Dan Konduktivitas Listrik Komposit Vinil Ester/Grafit Sebagai Pelat Bipolar Membran Penukar Proton Sel Bahan Bakar (Pemfc)*”. Jurnal Teknik. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Zainal dkk. (2018). “Pengaruh Pembebanan Tekan Terhadap Kekuatan Material Komposit Diperkuat Pengaruh Pembebanan Tekan Terhadap Kekuatan Material Komposit Diperkuat Serat Ampas Tebu”. ISSN 2356-5438, 9 (July),5. <https://doi.org/ISSN 2356-5438>.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau