

TUGAS AKHIR

PENGARUH KOMPOSISI PENCAMPURAN ABU BATOK KELAPA DAN GRAFIT DENGAN RESIN EPOXY PADA PELLET KONDUKTOR KOMPOSIT TERHADAP KONDUKTIVITAS LISTRIK, MIKRO STRUKTUR, DAN KERAPATAN

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu Teknik
Pada Program Studi Teknik Mesin
Universitas Islam Riau**



Disusun Oleh:

DODY PUTRA
NPM : 16.331.0704

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH KOMPOSISI PENCAMPURAN ABU BATOK KELAPA DAN
GRAFIT DENGAN RESIN EPOXY PADA PELLET KONDUKTOR
KOMPOSIT TERHADAP KONDUKTIVITAS LISTRIK, MIKRO
STRUKTUR, DAN KERAPATAN**

Disusun Oleh :

DODY PUTRA

16.331.0704

Disetujui Oleh :

PEKANBARU

Dr. DEDIKARNI, S.T., M.Sc

Dosen Pembimbing

Tanggal : 5/11/2021

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH KOMPOSISI PENCAMPURAN ABU BATOK KELAPA DAN
GRAFIT DENGAN RESIN EPOXY PADA PELLET KONDUKTOR
KOMPOSIT TERHADAP KONDUKTIVITAS LISTRIK, MIKRO
STRUKTUR, DAN KERAPATAN**

Disusun Oleh :

DODY PUTRA

16.331.0704

Disahkan Oleh :

MENGETAHUI

Ketua Prodi Teknik Mesin

PEMBIMBING

JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., Ph.D
NIDN : 1009038504

Dr. DEDIKARNI S.T., M.Sc
NIDN : 1005047603

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dody Putra
NPM : 163310704
Fakultas/Prodi : Teknik/ Program Studi Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh Komposisi Pencampuran Abu Batok Kelapa Dan Grafit Dengan Resin Epoxy Pada Pellet Konduktor Komposit Terhadap Konduktivitas Listrik, Mikro Struktur Dan Kerapatan

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa penulisan skripsi ini adalah hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari karya tulis saya sendiri, baik dari naskah laporan maupun data-data yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat 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 ketidak benaran 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 ada paksaan dari siapapun.

Pekanbaru, 2 November 2021

Yang Membuat Pernyataan,



Dody Putra

**PENGARUH KOMPOSISI PENCAMPURAN ABU BATOK KELAPA DAN
GRAFIT DENGAN RESIN EPOXY PADA PELET KONDUKTOR
KOMPOSIT TERHADAP KONDUKTIVITAS LISTRIK, MIKRO
STRUKTUR DAN KERAPATAN**

Nama Mahasiswa : Dody Putra
NPM : 163310704
Jurusan : Program Studi Teknik Mesin
Dosen Pembimbing : Dr. Dedikarni, S.T., M.Sc

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah adalah salah satu alternatif terbaik untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Pemanfaatan abu limbah hasil pembakaran batok kelapa masih sangat terbatas. Disini akan dilakukan penelitian tentang hasil pembakaran batok kelapa yaitu abu dari batok kelapa dan dicampur dengan karbon grafit dan sebagai pengikatnya resin epoxy. Secara khusus tujuan dari penelitian ini adalah untuk dapat membuat komposit dari bahan limbah hasil pembakaran batok kelapa, karbon grafit sebagai penguat dan resin epoxy sebagai pengikat agar menjadi bahan komposit yang bernilai lebih alternatif, dan mendapatkan campuran yang terbaik dalam pembuatan komposit conducting polimer dari limbah hasil pembakaran batok kelapa yaitu abu batok kelapa, karbon grafit sebagai penguat dan resin epoxy sebagai pengikat untuk mendapatkan nilai optimum dari uji konduktivitas listrik, pengamatan mikrostruktur dan kerapatan dari campuran abu batok kelapa, karbon grafit dan resin epoxy.

Dalam penelitian ini pengujian dilakukan meliputi uji konduktivitas listrik, pengamatan mikrostruktur dan perhitungan kerapatan dari setiap sampelnya. Pellet komposit dengan komposisi ABK 50% - KG 30% - RE 20%, ABK 40% - KG 40% - RE 20% dan ABK 30% - KG 50% - RE 20% (fraksi volume) diperoleh melalui cold pressing compression pada tekanan lima (5) ton. Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa nilai konduktivitas listrik yang tinggi pada sampel tiga (3) dengan perbandingan komposisi 30:50:20 dengan nilai 65.55 S.cm^{-1} dan sampel yang memiliki kerapatan menurut standar SNI itu didapatkan pada ketiga sampel karna memiliki nilai kerapatan diatas standar SNI 0.4 gr/cm^3 .

Kata kunci : Abu Batok Kelapa, Karbon Grafit, Resin Epoxy

EFFECT OF THE COMPOSITION OF MIXING COCONUT SHELL ASH AND GRAPHITE WITH EPOXY RESIN ON COMPOSITE CONDUCTOR PELLETS AGAINST ELECTRICAL CONDUCTIVITY, MICROSTRUCTURE AND DENSITY

Dody Putra, Dedikarni

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau
Jl. Kaharuddin Nasution, KM. 11, No. 133, Perhentian Marpoyan
Pekanbaru-Riau

Email : dodyputra@student.uir.ac.id

ABSTRACT

Utilization of waste is one of the best alternatives to reduce environmental pollution. Utilization of waste ash from burning coconut shells is still very limited. Here will be conducted research on the results of burning coconut shells, namely ash from coconut shells and mixed with carbon graphite and as a binder of epoxy resin. In particular, the purpose of this research is to be able to make composites from waste material from burning coconut shells, carbon graphite as a reinforcement and epoxy resin as a binder to become a composite material that has more alternative value, and to get the best mixture in the manufacture of conducting polymer composites from waste products. burning coconut shells, namely coconut shell ash, carbon graphite as reinforcement and epoxy resin as a binder to obtain the optimum value from the electrical conductivity test, observation of the microstructure and density of a mixture of coconut shell ash, carbon graphite and epoxy resin.

In this study, the tests carried out include electrical conductivity tests, microstructural observations and calculations of each sample. Composite pellets with the composition of ABK 50% - KG 30% - RE 20%, ABK 40% - KG 40% - RE 20% and ABK 30% - KG 50% - RE 20% (volume fraction) were obtained by cold pressing at a pressure of five (5) tons. From the results of this study, it was found that the high electrical conductivity value in sample three (3) with a composition ratio of 30:50:20 with a value of 65.55 S.cm⁻¹, the results of microstructure observations of sample 3 with a composition ratio of 30:50:20 show that In the sample, coconut shell ash was less than graphite carbon, visible particles and the density was better than the two previous samples because the graphic carbon content was more dominant than coconut shell ash, with epoxy resin as the particle binding medium and the sample had a density according to the SNI standard. obtained in the third sample because it has a density value above the SNI standard of 0.4 gr/cm³.

Keywords : Coconut Shell Ash, Graphite Carbon, Epoxy Resin

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 proposal ini sesuai kemampuan saya.

Proposal tugas sarjana 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.

Proposal tugas sarjana yang berjudul **“PENGARUH KOMPOSISI PENCAMPURAN ABU BATOK KELAPA DAN GRAFIT DENGAN RESIN EPOXY PADA PELLET KONDUKTOR KOMPOSIT TERHADAP KONDUKTIVITAS LISTRIK, MIKRO STRUKTUR DAN KERAPATAN”** ini bertujuan supaya mahasiswa mengetahui pengaruh proses pencampuran abu batok kelapa dan grafit sebagai matrik dengan resin epoxy pada pellet konduktor komosit yang bisa menghantar listrik.

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

1. Kedua orang tua penulis yang telah mendo'akan dalam menyelesaikan proposal ini.
2. Bapak Dr. Eng. Muslim, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
3. Bapak Jhoni 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 proposal proposal tugas sarjana.
6. Bapak dan Ibu Dosen tenaga pengajar Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
7. Rekan-rekan Mahasiswa yang ikut membantu serta memberikan dukungan dalam menyelesaikan proposal ini.

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

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pekanbaru, Maret 2021

DODY PUTRA

16.331.0704

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Mamfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Batok Kelapa.....	6
2.2 Karbon.....	7
2.2.1 Alotrop Karbon.....	9
2.2.2 Grafit.....	10
2.2.3 Sifat Dan Kegunaan Grafit	11
2.3 Resin	12
2.4 Matrik.....	15
2.5 Polimer.....	17

2.6	Komposit.....	17
2.6.1	Jenis-Jenis Komposit Berdasarkan Penguat Yang Digunakan.....	18
2.6.2	Klasifikasi Komposit.....	22
2.6.3	Bagian Utama Komposit.....	23
2.6.3.1	Reinforcement.....	23
2.6.4	Metoda Pembuatan Komposit.....	25
2.7	PEMFC.....	29
2.7.1	Pelat Bipolar.....	30
2.8	Pengujian Komposit.....	31
2.8.1	Pengujian Konduktifitas Listrik.....	31
2.8.2	Pengujian Mikrostruktur.....	33
2.8.3	Pengujian Kerapatan.....	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		36
3.1	Diagram Alir.....	36
3.2	Waktu Dan Tempat.....	38
3.3	Alat dan Bahan Pengujian.....	38
3.3.1	Alat Penelitian.....	38
3.3.2	Bahan Penelitian.....	44
3.4	Prosedur Penelitian.....	46
3.4.1	Volume Cetakan.....	46
3.4.2	Proses Penimbangan.....	48
3.4.3	Persiapan Cetakan.....	49
3.4.4	Proses <i>Compression Molding</i>	49

3.5	Karakterisasi Pellet Komposit.....	50
3.5.1	Pengujian Konduktivitas Listrik.....	50
3.5.2	Cara Kerja Pengamatan Mikrostruktur.....	51
3.5.3	Prosedur pengujian Kerapatan.....	51
3.6	Jadwal Kegiatan Penelitian.....	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		53
4.1	Hasil Penelitian <i>Pellet Conducting Polymer Composite</i>	53
4.2	Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik.....	54
4.3	Pengamatan Struktur Mikro.....	59
4.4	Hasil Uji Kerapatan.....	62
4.5	Perbandingan Antara Hasil Penelitian Dengan Hasil Penelitian Sebelumnya.....	65
4.6	Perbandingan Karakteristik Pellet Komposit Dengan Variasi Penambahan Karbon Grafit.....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		70
5.1	Kesimpulan.....	70
5.2	Saran.....	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Abu Batok Kelapa	6
Gambar 2.2 Grafit	10
Gambar 2.3 Struktur Grafit	11
Gambar 2.4 Resin Epoxy	13
Gambar 2.5 Komposit	19
Gambar 2.6 <i>Continous Fiber Composites</i>	20
Gambar 2.7 <i>Woven Fiber Composites</i>	21
Gambar 2.8 <i>Chopped Fiber Composites</i>	21
Gambar 2.9 <i>Hybrid Composites</i>	22
Gambar 2.10 Pembagian Komposit Berdasarkan Bentuk Dari Reinforcementnya	24
Gambar 2.11 Proses Pencetakan Dengan Hand Lay Up	26
Gambar 2.12 Proses Pencetakan Dengan Vacuum Bag	26
Gambar 2.13 Proses Pencetakan Dengan Pressure Bag	27
Gambar 2.14 Proses Pencetakan Dengan Spray-Up	28
Gambar 2.15 Proses Pencetakan Dengan <i>Compression Molding</i>	28
Gambar 2.16 Proses Pencetakan Dengan <i>Hand Injection Molding</i>	29
Gambar 2.17 Komponen PEMFC	30
Gambar 2.18 Pelat Bipolar PEMFC	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengujian	36
Gambar 3.2 <i>Beaker Glass Pyrex</i>	39

Gambar 3.3 <i>Spatula</i>	39
Gambar 3.4 Sarung Tangan.....	40
Gambar 3.5 Timbangan Analitik	40
Gambar 3.6 Alat Uji Mikrostruktur	41
Gambar 3.7 Penghantar Konduktifitas Listrik	41
Gambar 3.8 Penghantar Konduktifitas Listrik	42
Gambar 3.9 Press Hidrolik.....	42
Gambar 3.10 Cetakan Spesimen	43
Gambar 3.11 Multitester	43
Gambar 3.12 Mesh 200.....	43
Gambar 3.13 Timbangan Digital	44
Gambar 3.14 Abu Kelapa.....	44
Gambar 3.15 Resin Epoxy Bening.....	45
Gambar 3.16 Grafit	45
Gambar 3.17 Kertas Alumunium	46
Gambar 3.18 Sketsa <i>Mold Pellet</i>	47
Gambar 4.1 <i>Pellet Conducting Polymer Composite</i> Pada Komposisi Abu Batok Kelapa 50% Grafit 30% Epoxy 20%	53
Gambar 4.2 <i>Pellet Conducting Polymer Composite</i> Pada Komposisi Abu Batok Kelapa 40% Grafit 40% Epoxy 20%	53
Gambar 4.3 <i>Pellet Conducting Polymer Composite</i> Pada Komposisi Abu Batok Kelapa 30% Grafit 50% Epoxy 20%	54
Gambar 4.4 Grafik Konduktansi Dan Komposisi Campuran	57

Gambar 4.5 Grafik Konduktivitas Listrik Dan Komposisi Campuran	58
Gambar 4.6 Topografi Perbandingan Abu Batok Kelapa 50% Karbon Grafik 30% Resin Epoxy 20%	59
Gambar 4.7 Topografi Perbandingan Abu Batok Kelapa 40% Karbon Grafik 40% Resin Epoxy 20%	60
Gambar 4.8 Topografi Perbandingan Abu Batok Kelapa 30% Karbon Grafik 50% Resin Epoxy 20%	61
Gambar 4.9 Grafik Kerapatan Dan Komposisi Campuran	64
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Konduktivitas Listrik Hasil Sebelumnya Dan Hasil Penelitian.....	66
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Kerapatan Hasil Sebelumnya Dan Hasil Penelitian.....	66
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Konduktivitas Listrik Dengan Penelitian Sebelumnya.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Arang Tempurung.....	7
Tabel 2.2 Analisis Mutu Karbon Aktif	8
Tabel 2.3 Syarat Mutu Karbon Aktif	8
Tabel 2.4 Sifat Grafit.....	12
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	52
Tabel 4.1 Hasil Uji Konduktivitas Listrik Tanpa Hambatan Dimensi.....	55
Tabel 4.2 Nilai Konduktivitas Listrik Dengan Hambatan Dimensi.....	57
Tabel 4.3 Nilai Kerapatan	64
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Hasil Penelitian Sebelumnya.....	65
Tabel 4.5 Perbandingan Karakteristik Pellet Komposit Dengan Variasi Penambahan Karbon Grafit.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Issue terbesar material maju saat ini adalah keterbatasan sumber daya alami dan pelestarian lingkungan hidup. Sehingga upaya untuk meneliti dan mengeksplorasi bahan alternatif yang mampu menanggulangi bahan alami harus dilestarikan agar tidak pernah surut.

Batok/tempurung kelapa merupakan tumbuhan monokotil, maka tumbuhan ini bebas dari kambium. Tumbuh cepat dan dapat dipanen pada usia sekitar 3 tahun. Abu tempurung kelapa banyak tersedia di pasar tradisional, dan abu tempurung kelapa hanya sampah yang tidak terpakai. Abu tempurung kelapa menciptakan populasi lingkungan yang dapat mengganggu masyarakat. Oleh karena itu, perlu dikembangkan suatu metode untuk mengolah limbah abu tempurung kelapa sebagai material komposit utama.

Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dan *reinforcement* atau bahan penguat (Widodo, 2008). Pada umumnya bahan material yang digunakan 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 batok kelapa sebagai penguat komposit.

Limbah dari pembakaran batok kelapa ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan penguat komposit karena memiliki nilai ekonomis di masyarakat. Komposit ini diaplikasikan pada keramik, *paving block* dan dapat juga diaplikasikan pada *fuel cell* dengan menambahkan campuran grafit karbon. *fuel cell* merupakan salah satu sumber energi alternatif yang sedang dikembangkan. Sel bahan bakar bekerja untuk mengubah hidrogen menjadi listrik. Pada awalnya *Fuel Cell* menggunakan bahan metal sebagai bahan utamanya. Namun, bahan logam ini memiliki kelemahan yaitu kurangnya daya tahan akibat paparan korosi yang dapat mempengaruhi tingginya biaya penggunaan. Selain itu, sel bahan bakar dengan bahan logam kurang portabel karena cukup berat (Della Dewi Ratnasari, 2016). Maka dari itu limbah hasil pembakaran abu batok kelapa ini di jadikan bahan penguat komposit atas dasar faktor-faktor tersebut.

Grafit merupakan alotrop karbon yang dapat menghantarkan listrik dan panas dengan baik. Sifat inilah yang membuat grafit banyak digunakan sebagai elektroda dalam sel elektrolisis. Dalam struktur grafit, setiap partikel karbon membentuk ikatan kovalen dengan tiga atom karbon lainnya, membentuk susunan berlapis heksagonal dengan struktur berlapis yang menyerupai tumpukan kartu. Karena partikel karbon memiliki empat elektron valensi, setiap atom karbon memiliki satu elektron tunggal (elektron bebas).

Penelitian ini mengkombinasikan Abu Batok Kelapa dan Grafit sebagai *reinforce* (penguat), Resin Epoxy sebagai pengikat. Karena kebanyakan penelitian sebelumnya hanya menggunakan satu karbon, disini peneliti menambahkan abu batok kelapa karena kadar karbon yang dikandungnya baik yaitu 76,32% dan

kadar abu 13,8%. Maka dari itu penelitian ini memilih Abu Batok Kelapa dan Grafit bermatriks Epoxy untuk mengetahui pengaruh 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 Batok Kelapa, grafit dan pengikat resin epoxy terhadap Konduktivitas listrik, Mikro Struktur dan Kerapatan ?
- 2) Bagaimana pembuatan *Conducting Polymer Composite* berbentuk pellet dengan material abu batok kelapa, grafit dan pengikat resin epoxy ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Material yang digunakan abu batok kelapa , karbon grafit dan pengikat resin epoxy.
- 2) Persentase campuran : abu batok kelapa (50% : 40% : 30%) + karbon grafit (30% : 40% : 50%) + resin epoxy (20% : 20% : 20%).
- 3) pengujian yang dilakukan Konduktivitas Listrik, Mikro Struktur dan Kerapatan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Untuk Menganalisis pengaruh komposisi pencampuran Batok Kelapa, grafit dan pengikat resin epoxy terhadap Konduktivitas listrik, Mikro Struktur dan Kerapatan.
- 2) Untuk membuat pelet *conducting polymer composite* dengan material abu batok kelapa, grafit dan pengikat resin epoxy.

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 batok kelapa sebagai bahan baku dalam proses pembuatan komposit polymer sebagai pengganti bahan penguat komposit.
- 2) Sebagai langkah kontribusi untuk dapat mengurangi polusi kelapa.
- 3) Sebagai langkah kontribusi untuk pengembangan polimer serat alam.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memperoleh gambaran secara umum tentang analisa ini, penulis melengkapi penguraiannya 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 di gunakan tahapan porsedur pengujian.

Bab IV : Hasil Dan Pembahasan

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 Batok Kelapa

Tanaman kelapa dikenal sebagai pohon yang memiliki banyak kegunaan, mulai dari akar hingga ujung (daun). Ketinggian pohon kelapa bisa mencapai 15-30 meter di areal perkebunan. Buah kelapa berbentuk lonjong dan ditutupi kulit halus berwarna hijau muda, oranye terang, atau gading. Di bawah lapisan kulit adalah lapisan serat tebal yang digunakan untuk sabut. Lapisan selanjutnya adalah cangkang. cangkangnya dapat digunakan untuk membuat arang dan peralatan makan. Berat dan ketebalan tempurung kelapa sangat ditentukan oleh jenis tanaman kelapa. Berat tempurung kelapa sekitar 15-19% dari berat buah kelapa setebal 3-5 mm. Komposisi kimia tempurung kelapa adalah selulosa (26,60%), pentosan (27,70%), lignin (29,40%), pelarut ekstraksi (4,20%), asam uronat anhidrida (3,50%), abu (0,60%), nitrogen (0,11) dan air (8,00%) (Rusdianto, 2011). Abu batok kelapa dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Abu Batok Kelapa

Tempurung kelapa dibakar hingga menjadi arang seluruhnya kemudian ditumbuk hingga menjadi butiran halus berwarna hitam. Kemudian dilakukan pengayakan untuk mendapatkan abu yang lolos saringan nomor 200 sehingga abu kelapa dapat mengisi ruang kosong antar butir. Kandungan arang kelapa adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1 Kandungan arang tempurung kelapa

KOMPONEN	PERSENTASE
Volatile	10.60%
Karbon	76.32%
Abu	13.8%

(Sumber : google.com)

2.2 Karbon

Karbon adalah unsur kimia dengan lambang C nomor atom 6 dan termasuk unsur golongan IVA dalam tabel periodik. Karbon adalah non-logam dan memiliki valensi 4 (trivalen). Artinya ada empat elektron yang dapat digunakan untuk membentuk ikatan kovalen.

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). Tabel 2.2 menunjukkan persyaratan analisis untuk karbon yang dihasilkan.

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)

Produksi karbon aktif memiliki persyaratan kualitas atau standar yang dipersyaratkan untuk karbon aktif. Persyaratan atau kriteria mutu yang ditetapkan oleh Standar Industri Indonesia (SII) adalah 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 adalah senyawa yang terbentuk dari atom-atom unsur karbon dengan struktur yang berbeda. Grafit, intan, *fullerene*, dan karbon amorf adalah contoh alotrop karbon. Sementara semua alotrop karbon padat dalam kondisi normal, grafit adalah alotrop karbon yang paling stabil secara termodinamika.

2.2.2 Grafit

Grafit merupakan alotrop karbon yang dapat menghantarkan panas dan listrik dengan baik. Sifat inilah yang membuat grafit banyak digunakan sebagai elektroda dalam sel elektrolisis. Dalam struktur grafit, setiap atom karbon membentuk ikatan kovalen dengan tiga atom karbon lainnya, membentuk susunan heksagonal dengan struktur berlapis yang menyerupai tumpukan kartu. Karena setiap atom karbon memiliki empat elektron valensi, setiap atom karbon memiliki satu elektron bebas.

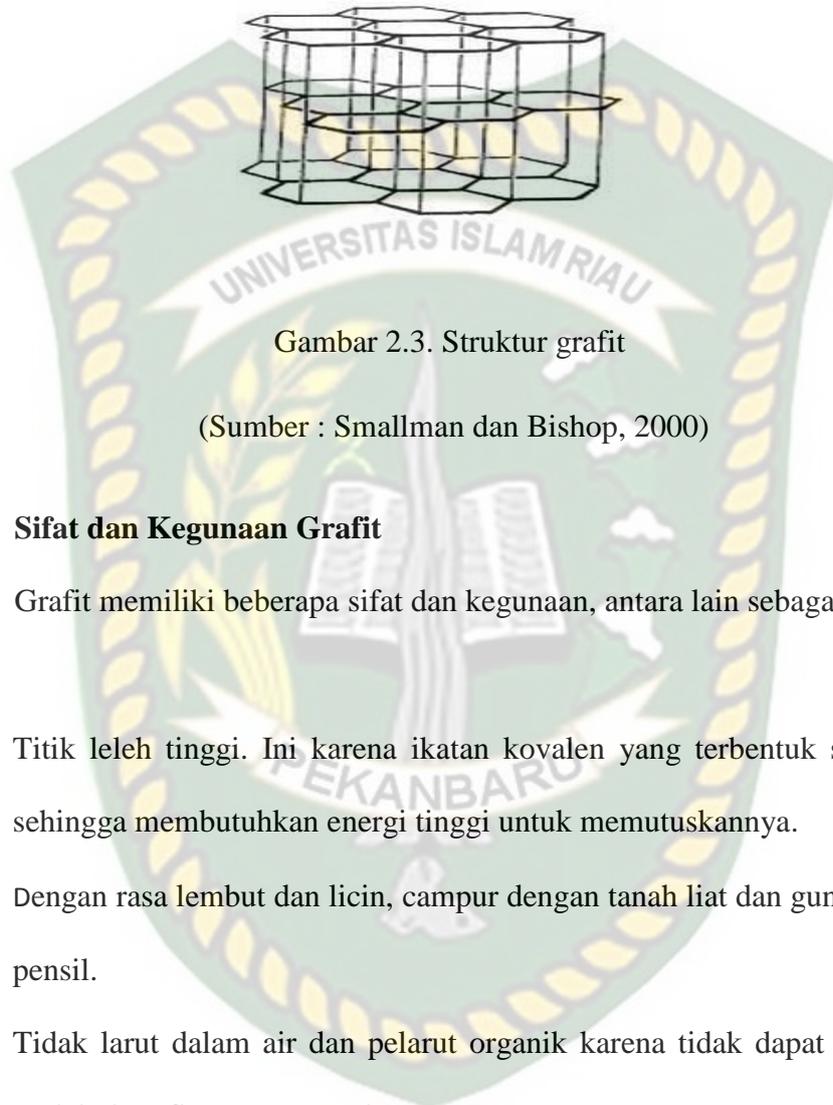


Gambar 2.2. Grafit

(Sumber : Akbar, 2016)

Konduktivitas listrik grafit dipengaruhi oleh elektron yang tidak digunakan untuk membentuk ikatan kovalen. Elektron ini terdistribusi secara merata di setiap atom C karena orbital yang tumpang tindih seperti awan elektron dan ikatan logam yang membentuk lautan. Oleh karena itu, ketika perbedaan potensial diberikan, sebagian besar elektron terdelokalisasi mengalir menuju anoda (elektroda positif), menyebabkan aliran elektron membawa arus. Di sisi lain, ketika salah satu ujungnya dipanaskan, elektron dengan cepat pindah

ke bagian grafit yang lebih dingin. Struktur grafit ditunjukkan 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, antara lain sebagai berikut:

1. Titik leleh tinggi. Ini karena ikatan kovalen yang terbentuk sangat kuat sehingga membutuhkan energi tinggi untuk memutuskannya.
2. Dengan rasa lembut dan licin, campur dengan tanah liat dan gunakan untuk pensil.
3. Tidak larut dalam air dan pelarut organik karena tidak dapat melarutkan molekul grafit yang sangat besar.
4. Grafit kurang padat karena ruang kosong antara lipatan dalam strukturnya.
5. Berupa konduktor listrik dan panas yang baik. Karena sifat ini, grafit digunakan sebagai anoda untuk baterai (sel Leclanché) dan sebagai elektroda untuk sel elektrolinik. Karakteristik grafit ditunjukkan pada Tabel 2.4.

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	$\text{Kal/gram } ^{\circ}\text{C}$	0,057
Tahanan Listrik	Ohm	$1,375 \times 10^6$

(Sumber : Tomo, 2010)

2.3 Resin

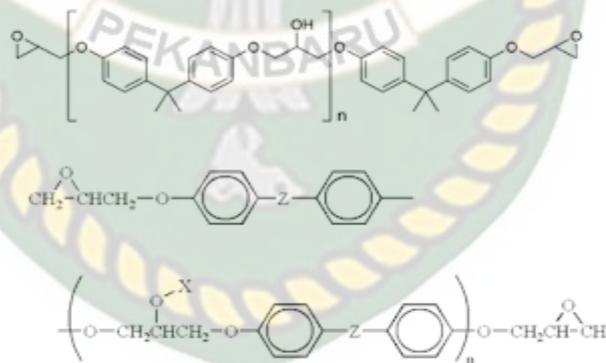
Secara umum resin merupakan bahan yang diperkuat serat, resin merupakan cairan dengan viskositas rendah, yang akan mengeras setelah proses polimerisasi. Karena bahan dasar suatu bahan komposit bertindak sebagai pengikat penguat, yaitu komponen sekunder yang menahan beban, maka besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat bergantung pada kekuatan bahan dasar yang membentuknya. Fungsi kuadrat dari matriks adalah:

- Sebagai pendukung beban.
- Menyediakan properti lain untuk komposit.

- Menyediakan isolasi listrik untuk komposit, tergantung pada matriks yang digunakan.

Matriks berfungsi sebagai pengikat serat, pelindung, pemindah beban, dan penopang serat. Resin (matriks) yang digunakan adalah resin epoksi karena memiliki ketahanan kimia yang sangat baik, umumnya tahan terhadap asam, dan memiliki ketahanan panas yang sangat 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 kopolimer yang terbentuk dari dua bahan kimia yang berbeda. Ini disebut "resin" dan "pengeras". Resin ini terdiri dari monomer atau

polimer rantai pendek dengan gugus epoksida di kedua ujungnya. Resin epoksi Paling sering dihasilkan dari reaksi epiklorohidrin dengan bisfenol A, yang terakhir dapat diganti dengan bahan kimia serupa. Bahan pengawet terdiri dari monomer poliamina seperti trietilenatetramina (theta). Ketika senyawa ini dicampur, gugus amina bereaksi dengan gugus epoksida membentuk ikatan kovalen. Karena setiap gugus NH dapat bereaksi dengan gugus epoksida, polimer yang dihasilkan sangat terikat silang, membuatnya keras dan kuat. Proses polimerisasi disebut "curing" dan dapat dikontrol oleh suhu, pemilihan senyawa resin dan bahan pengawet, dan rasio senyawa.

Epoxy memiliki berbagai kegunaan, termasuk pelapis, perekat dan komposit, seperti yang menggunakan serat karbon dan bahan yang diperkuat fiberglass (walaupun poliester, vinil ester dan resin termoset lainnya juga digunakan dalam plastik yang diperkuat kaca. akan digunakan). Epoxy kimia dan berbagai polimer curing yang tersedia secara komersial memungkinkan untuk berbagai sifat yang sangat luas. Epoxy umumnya dikenal karena bahan kimia yang sangat baik, daya rekat dan ketahanan panas, sifat mekanik yang sangat baik, dan isolasi listrik yang sangat baik. Banyak sifat epoksi dapat diubah (misalnya, epoksi biasanya isolasi listrik, tetapi epoksi berisi perak dengan konduktivitas yang baik tersedia). Variasi tersedia untuk aplikasi elektronik yang menawarkan insulasi termal tinggi atau konduktivitas termal dalam kombinasi dengan hambatan listrik tinggi.

Resin epoksi biasanya membutuhkan campuran yang tepat dari dua komponen yang membentuk bahan kimia ketiga. Bergantung pada karakteristik

yang Anda inginkan, rasionya bisa 1: 1 atau 10: 1 atau lebih tinggi, tetapi dalam kedua kasus Anda harus mencampurnya dengan benar. Produk akhir akan tercampur menjadi plastik termoset yang cocok. Hal ini relatif lambat sampai mereka adalah campuran dari dua elemen, tetapi "pengerasan" cenderung lebih aktif secara kimia dan perlu dilindungi dari atmosfer dan kelembaban. Laju reaksi dapat diubah dengan menggunakan berbagai bahan pengawet yang dapat mengubah sifat produk akhir atau dengan mengontrol suhu.

2.4 Matrik

Matriks adalah fasa komposit dengan bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matriks memiliki fitur-fitur berikut :

- Menribusikan tegangan secara merata ke serat.
- Melindungi serat dari gesekan mekanik.
- Mempertahankan serat pada tempatnya.
- Lindungi dari lingkungan yang merugikan.
- Stabil setelah proses manufaktur.

Sifat matrik (Ellyawan, 2015):

- Sifat mekanik yang sangat baik.
- Kekuatan perekat yang baik.
- Ketangguhan yang baik.

- Tahan terhadap suhu.

Gibson (1994) menjelaskan bahwa matriks dalam struktur komposit dapat dibagi menjadi Polymer Matrix Composites-PMC. Material ini merupakan material komposit yang biasa digunakan yang biasa disebut sebagai fiber reinforced polymer (FRP-fiber reinforced polymer atau plastik). Material ini menggunakan polimer berbasis resin sebagai matriks dan sejenis serat seperti kaca atau karbon sebagai material penguat. Sifat-sifat :

- mengurangi biaya produksi.
- Ketangguhan baik.
- Dapat dibuat dengan produksi yang maksimal.
- Siklus manufaktur yang lebih efisien.
- Tahan simpan.
- Lebih ringan.

Pemilihan matriks sangat penting sebagai bahan pengikat serat dan matriks harus mampu menghasilkan ikatan mekanis dengan serbuk atau pengisi serat sehingga tidak terjadi reaksi yang tidak diinginkan pada antarmuka. Selain itu, pertimbangan harus diberikan pada densitas, viskositas, kemampuan membasahi bubuk, tekanan dan suhu, serta penyusutan dan rongga selama perawatan (Ishlah, 2017). Void adalah rongga yang terjadi ketika serat atau bahan pengisi tidak ditopang oleh matriks, dan serat sebagai pengisi selalu mentransfer

tegangan ke matriks. Material komposit yang dibuat tidak maksimal karena inilah penyebab terjadinya keretakan. Dalam penggunaannya diharapkan dalam pembuatan komposit. Komposit dengan udara lepas memiliki banyak kekurangan pada hasil spesimen yang digunakan.

2.5 Polimer

Polimer adalah makromolekul yang dibentuk oleh penataan ulang molekul-molekul kecil yang dihubungkan oleh ikatan kimia yang disebut polimer (poli = mayoritas, mer = bagian). Polimer terbentuk ketika 100 atau 1000 unit molekul kecil (monomer) dirantai bersama. Jenis monomer yang saling berikatan membentuk polimer bisa sama atau berbeda (Januastuti, 2015). Polimer didefinisikan sebagai unit kimia kecil sederhana yang setara dengan monomer, polimer yang dibangun dengan mengulangi komponen polimer. Klasifikasi polimer berdasarkan asal usul polimer alami (natural polymers) dan polimer intensional buatan manusia (synthetic polymers).

2.6 Komposit

Komposit adalah bahan yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih bahan yang memiliki sifat mekanik lebih kuat dari bahan penyusunnya. Komposit terdiri dari dua bagian yaitu matriks sebagai pengikat atau pelindung komposit dan filler sebagai pengisi komposit. Komposit yang diperkuat dengan serat alam dan buatan merupakan jenis komposit yang banyak dikembangkan sebagai alternatif pengganti logam.

Komposit adalah material yang terbentuk dari dua atau lebih komponen (material penguat dan matriks) yang memiliki sifat yang berbeda dengan material penyusunnya dan secara makroskopis tercampur dengan batas fasa yang jelas dan dapat dibedakan (Chawla, 2014). Komposit pada umumnya terdiri dari dua komponen yaitu serat sebagai bahan pengisi dan matriks sebagai bahan pengikat serat. Sebagai pengisi, serat digunakan untuk menahan gaya yang bekerja pada komposit, dan matriks membantu melindungi dan mengikat serat dan dapat bekerja dengan baik melawan gaya yang dihasilkan. Oleh karena itu, bahan yang kuat, kaku dan rapuh digunakan untuk bahan tekstil, dan bahan matriks dipilih untuk bahan yang kuat, lunak dan tahan bahan kimia.

Komposit yang diperkuat serat banyak diterapkan pada alat yang membutuhkan kombinasi dua sifat dasar, tidak hanya kekuatan tetapi juga bobotnya yang ringan. Komposit memiliki banyak keunggulan, termasuk kepadatan rendah, kekuatan tinggi, ketahanan korosi, dan biaya perakitan rendah. Komponen utama komposit adalah bahan pengisi berupa serat sebagai kerangka dan elemen pendukung lainnya yaitu matriks. Pengisi dan matriks adalah dua elemen yang diperlukan untuk membentuk komposit.

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

1. Komposit serat (Fibrous Composites)

Komposit serat adalah komposit yang diperkuat serat yang terdiri dari hanya satu lapisan tipis atau satu lapisan. Kayu merupakan komposit alami

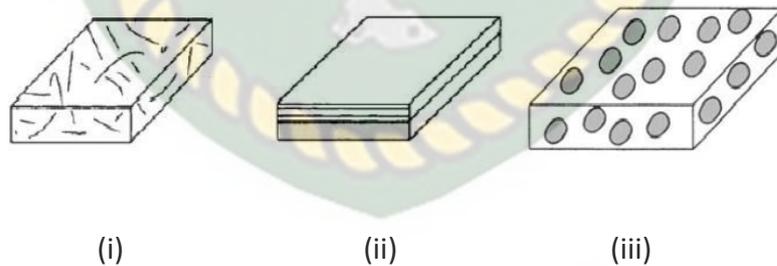
yang mengandung serat hemiselulosa dalam matriks lignin. Serat yang digunakan untuk memperkuat matriks bisa pendek, panjang, atau kontinu.

2. Komposit lapis (Laminates Composites)

Komposit laminasi, atau komposit berlapis, terdiri dari setidaknya dua lapisan yang digabungkan menjadi satu, dengan masing-masing kambium memiliki karakteristiknya sendiri. Ini terdiri dari berbagai arah serat. kayu lapis. Ini terdiri dari lapisan kayu yang mengandung lem dan lapisan biji-bijian yang tegak lurus dengan lapisan terdekat.

3. Komposit partikel (Particulate Composites)

Komposit partikulat, yaitu komposit dengan penguat berupa partikel/serbuk yang tersebar di seluruh area dan ke segala arah komposit. Seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 : Komposit (i) Serat, (ii) Laminer (iii) dan Partikel

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

Serat ini dapat ditempatkan secara acak atau dalam arah tertentu, dan juga dapat memiliki bentuk yang lebih kompleks seperti tenun. Komposit yang diperkuat serat dibagi menjadi beberapa bagian, sebagai berikut :

a. Continuous Fiber Composites

Komposit yang diperkuat dengan serat kontinu memiliki susunan serat lurus panjang yang membentuk lapisan tipis di antara matriks. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6..

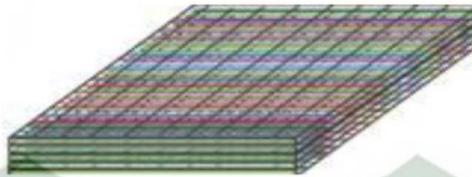


Gambar 2.6. : *Continuous Fiber Composites*

(Sumber: Gibson, 1994)

b. Woven Fiber Composites

Komposit yang diperkuat dengan serat anyaman tidak terpengaruh oleh separasi antar lapisan, tetapi kekuatan seratnya tidak sebaik jenis serat kontinyu karena susunan serat longitudinalnya tidak terlalu lurus. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. : *Woven Fiber Composites*

(Sumber: Gibson, 1994)

c. Chopped Fiber Composites

Komposit yang diperkuat serat dipotong pendek atau ditempatkan secara acak. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.8.

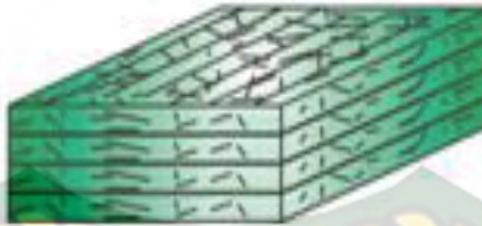


Gambar 2.8. : *Chopped Fiber Composites*

(Sumber: Gibson, 1994)

d. Hybrid Composites

Komposit diperkuat dengan beberapa kombinasi serat kontinu dan acak. Pertimbangannya adalah meminimalkan kekurangan dua jenis properti dan menggabungkannya menjadi satu. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. : *Hybrid Composites*

(Sumber: Gibson, 1994)

2.6.2 Klasifikasi Komposit

Klasifikasi material komposit dapat dibentuk dari sifat dan strukturnya. Material komposit dapat dibagi menjadi beberapa jenis. Klasifikasi senyawa yang umum digunakan meliputi :

1. Klasifikasi berdasarkan kombinasi bahan utama seperti logam organik atau logam anorganik.
2. Klasifikasi berdasarkan karakteristik *bult-from*, seperti matriks atau sistem laminating.
3. Klasifikasi berdasarkan distribusi elemen utama, seperti kontinu dan diskontinu.
4. Klasifikasi berdasarkan fungsinya, seperti *electrical* atau *structural*.

Secara umum, ada dua jenis komposit, komposit partikel dan komposit serat. Komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang terikat dalam sembilan matriks. Bentuk partikel-partikel ini dapat bervariasi secara acak, termasuk bentuk bulat, kubik, tetragonal, dan bahkan tidak beraturan. Komposit serat, di

sisi lain, terdiri dari serat yang terikat matriks. Ada dua jenis bentuk, 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 :

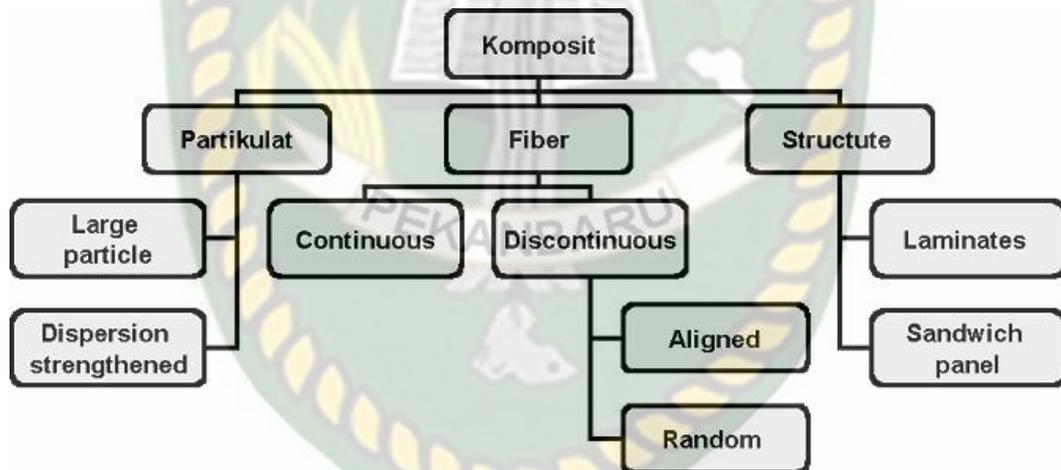
2.6.3.1 Reinforcement

Salah satu bagian utama dari komposit adalah tulangan (*reinforcement*) yang berfungsi sebagai pemikul beban utama pada komposit seperti serat. Serat adalah jenis bahan yang berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang lengkap. Serat dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu serat alam dan serat sintetis.

Secara umum komposit terdiri dari dua bahan dasar yaitu penguat dan matriks. Penguat adalah material komposit yang berperan sebagai penopang utama kekuatan komposit, dan matriks berfungsi untuk mengikat dan mempertahankan penguat pada tempatnya (di dalam struktur). Sesuai dengan namanya, penguat berfungsi sebagai penopang utama kekuatan komposit. Tinggi rendahnya kekuatan komposit tergantung pada jenis material yang digunakan sebagai penguat, karena beban pada komposit hampir seluruhnya diambil oleh penguat ini. Pada kenyataannya beban yang diterima komposit tidak langsung diterima oleh penguat, tetapi terlebih dahulu oleh material matriks kemudian diteruskan ke penguat. Oleh karena itu, penguat harus

memiliki tegangan tarik dan modulus yang lebih tinggi dari pada matriks komposit.

Diameter serat juga memainkan peran yang sangat penting dalam memaksimalkan ketegangan. Semakin kecil diameternya, semakin besar luas permukaan per satuan berat, yang membantu mentransfer tegangan. Semakin kecil diameter serat (mendekati ukuran kristal), semakin kuat bahan serat. Ini karena ada sedikit cacat yang ditampilkan. Serat yang biasa digunakan dalam produksi material komposit antara lain serat kaca (glass fiber), serat karbon (carbon fiber), serat logam (whisker), dan serat alam.



Gambar 2.10. Pembagian komposit berdasarkan bentuk dari reinforcementnya

(Sumber : Nayiroh, 2015)

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

1. Komposit Partikel (Particulate Composites) adalah komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguat dan terdistribusi secara merata dalam matriks.
2. Komposit Serat (Fibrous Composites) adalah jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lapis dengan menggunakan penguat serat. Serat yang digunakan dapat berupa serat gelas, serat karbon, serat aramid (poly aramide), dan sebagainya..
3. Komposit Laminasi adalah jenis komposit yang terdiri dari dua atau lebih lapisan yang digabungkan menjadi satu dan masing-masing lapisan memiliki karakteristik tersendiri.

Sehingga komposit dapat disimpulkan sebagai dua atau lebih jenis material yang digabungkan atau digabungkan dalam skala makroskopik (dapat dilihat langsung oleh mata) sehingga menjadi material baru yang lebih bermanfaat.

2.6.4 Metoda Pembuatan Komposit

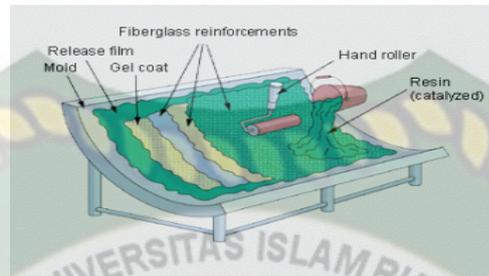
Secara garis besar cara pembuatan material komposit ini terdiri dari beberapa bagian, antara lain :

a. Proses Cetakan Terbuka

1. Contact Molding/Hand LayUp

Hand lay Up dapat diartikan sebagai metode yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Proses pembuatan dengan cara ini dengan beberapa trik yaitu dengan memasukkan resin ke dalam serat berupa anyaman, rajut atau kain kemudian kita tekan dan ratakan

dengan menggunakan roller atau kuas. Dalam metode ini, resin yang paling umum digunakan adalah *polyester* dan *epoxy*. Seperti pada gambar 2.11.

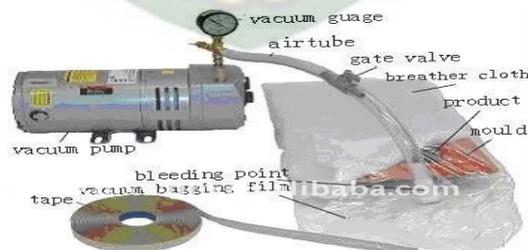


Gambar 2.11. Proses Pencetakan dengan Hand Lay Up

(Sumber : Schwarz M, 1984)

2. Vacuum Bag

Pada proses *Vacuum Bag* ini merupakan bagian dari penyempurnaan dari *hand lay up*, pada proses ini dapat menghilangkan udara yang tertangkap dan kelebihan resin. Pada proses ini biasanya pompa *vacuum* untuk menghisap udara yang ada dalam tempat ditaruhnya 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.

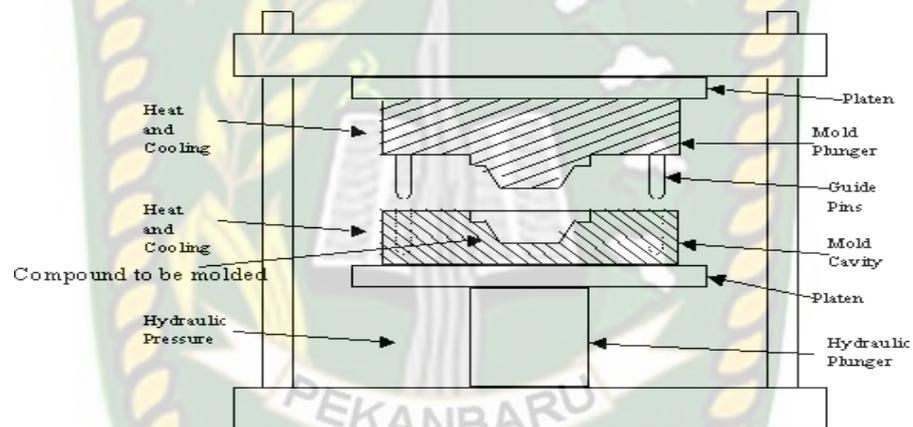


Gambar 2.12. Proses Pencetakan dengan Vacuum Bag

(Sumber : Schwarz M, 1984)

1. *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.



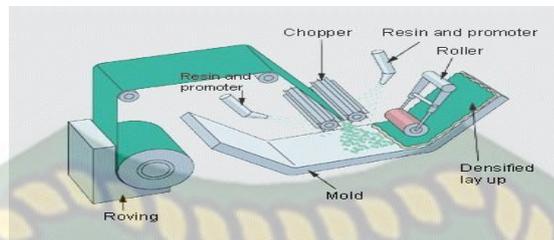
Gambar 2.13. Proses Pencetakan dengan Pressure Bag

(Sumber : Schwarz M, 1984)

2. *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, penyemprotan dilakukan dengan cara menyemprotkan serat-serat yang telah melewati tempat pemotongan. Sedangkan resin yang telah dicampur dengan katalis juga disemprotkan secara bersamaan

pada spray-up moulding yang telah disiapkan. Seperti pada gambar 2.14.



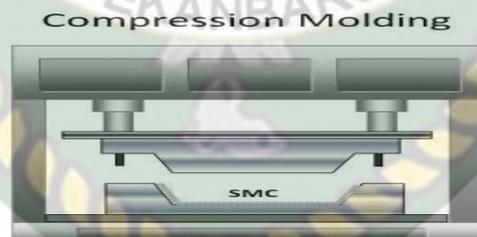
Gambar 2.14. Proses Pencetakan dengan Spray-Up

(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 tercampur resin dimasukkan kedalam rongga cetakan kemudian lakukan penekanan dan pemanasan. Seperti pada gambar 2.15.



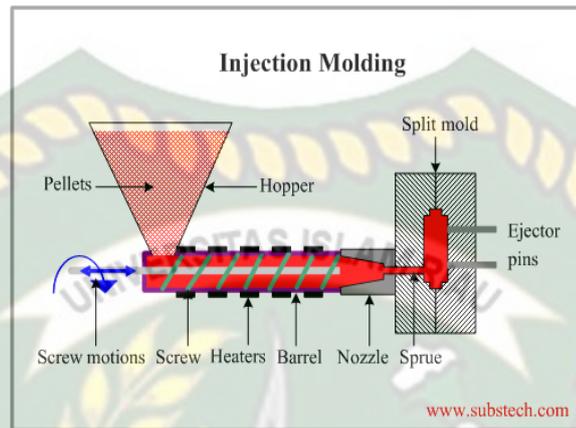
Gambar 2.15. Proses Pencetakan dengan *Compression Molding*

(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.

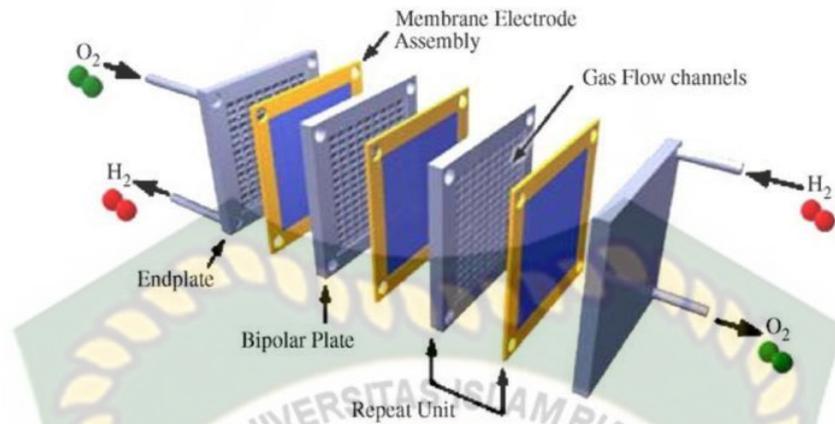


Gambar 2.16. Proses Pencetakan dengan *Hand Injection Molding*

(Sumber : Schwarz M, 1984)

2.7 PEMFC

PEMFC (*Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell*) adalah perangkat elektrokimia yang secara langsung mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi listrik melalui reaksi pasangan oksidasi-reduksi (Yuhua, 2006). PEMFC memiliki beberapa komponen kunci yang berperan penting dalam menjalankan fungsi dari PEMFC itu sendiri, seperti membran *electrolyte assembly* (MEA), gas diffuslayer, gasket pelat bipolar, kolektor arus, dan pelat ujung. Komponen-komponen berikut ditunjukkan pada Gambar 2.17.

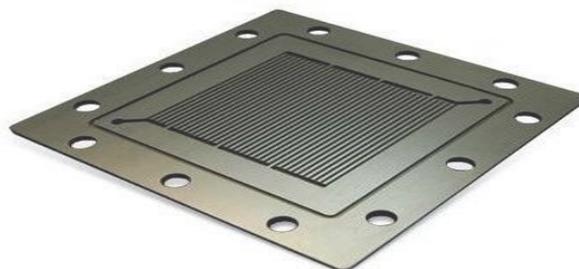


Gambar 2.17. Komponen PEMFC

(Sumber : Tsuchiya, 2005)

2.7.1 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

Berdasarkan persyaratan diatas, maka pada penelitian ini akan dilakukan pengujian konduktivitas listrik, mikrostruktur, dan kerapatan.

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

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

Dimana:

σ = Konduktivitas listrik (S.cm⁻¹)

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 :

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

Dimana :

L = Tebal Bahan (cm)

A = Luas alas pellet (cm²)

R = Resitansi (ohm)

G = konduktansi (Siemens)

σ = Konduktivitas listrik (S/cm)

2.8.2 Pengamatan Mikrostruktur

Sifat fisik dan mekanik suatu material tergantung pada struktur mikro material tersebut. Struktur mikro suatu logam (paduan) ditunjukkan oleh ukuran, bentuk, orientasi, jumlah fase, proporsi partikel, dan perilaku di mana mereka diatur atau didistribusikan. Struktur mikro paduan tergantung pada beberapa faktor seperti elemen paduan, konsentrasi dan perlakuan panas yang diterapkan. Mikrostruktur atau pemeriksaan mikroskopis dilakukan dengan bantuan mikroskop dengan berbagai perbesaran dan cara kerja.

Ada beberapa langkah yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengujian struktur mikro yaitu:

a. *Grinding* (Pengamplasan kasar)

Tahap ini untuk menghaluskan dan meratakan permukaan benda uji yang dimaksudkan untuk menghilangkan goresan. *Grinding* dilakukan secara bertahap dari ukuran terkecil hingga terbesar.

b. *Polishing* (Pemolesan)

Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan permukaan spesimen yang mengkilat, tidak boleh ada goresan. Pada tahap ini dilakukan dengan menggunakan kain yang telah diolesi autosol. Untuk mendapatkan hasil yang baik, perlu memperhatikan hal-hal berikut:

Pemolesan: Dalam melakukan pemolesan sebaiknya dilakukan satu arah agar tidak tergores. Pemolesan ini menggunakan kain yang diolesi autosol dan dalam melakukan pembersihan harus bersih.

c. Pengambilan gambar

Ditujukan untuk mendapatkan gambar mikrostruktur spesimen uji setelah difokuskan dengan mikroskop.

2.8.3 Pengujian Kerapatan

Kerapatan adalah perbandingan antara massa dan volume suatu zat. Semakin besar volume dan massa suatu zat, semakin besar kerapatannya. Dan sebaliknya, semakin kecil volume dan massa suatu zat, semakin kecil massa jenisnya. Sebagian besar zat padat dan zat cair memuai bila dipanaskan dan menyusut bila dipengaruhi oleh penambahan tekanan eksternal (Soedjojo, 1999).

Massa suatu benda adalah ukuran banyaknya materi yang terkandung dalam suatu benda. Massa jenis adalah besaran yang menunjukkan perbandingan antara massa dan volume suatu benda. Sebagaimana dinyatakan bahwa “massa jenis suatu benda adalah massa benda dibagi dengan volumenya”. Secara matematis dapat ditulis:(Tipler, 1996).

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

Dimana :

$$\rho = \text{kerapatan (gr/cm}^3\text{)}$$

$m = \text{massa (gr)}$

$V = \text{volume (cm}^3\text{)}$

Jika massa jenis suatu benda lebih besar dari massa jenis air, benda tersebut akan tenggelam dalam air. Jika massa jenisnya lebih kecil maka benda tersebut akan mengapung. Sebuah benda mengapungkan bagian dari volume benda yang dicelupkan ke dalam zat cair sama dengan perbandingan rasio massa jenis benda dengan massa jenis zat cair.

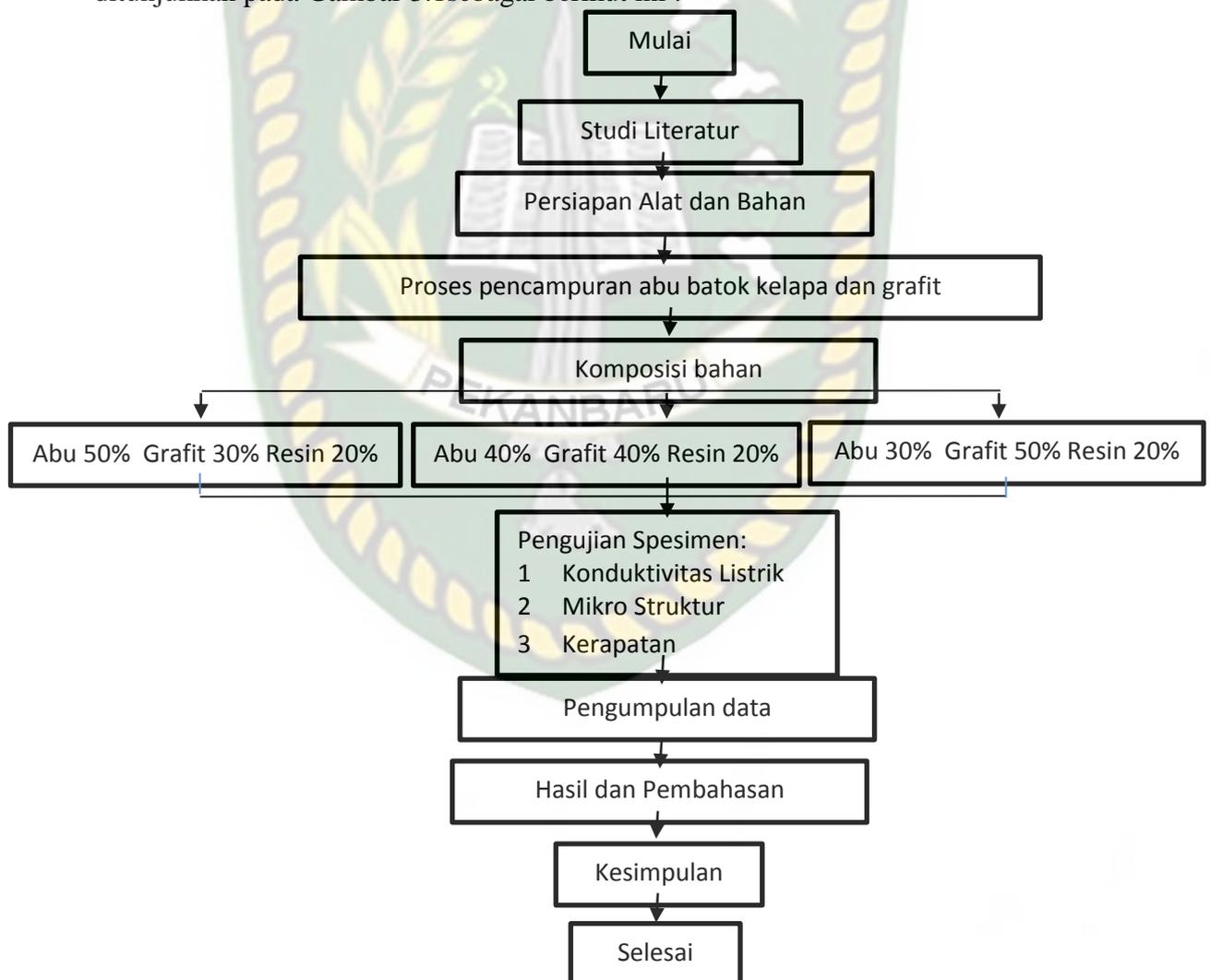


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Metode Penelitian adalah langkah-langkah yang dijadikan pedoman dalam melakukan penelitian. Langkah-langkah dalam melakukan penelitian akan ditunjukkan pada Gambar 3.1 sebagai berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram alir pengujian

Berikut penjelasan dari diagram alir pada gambar 3.1

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

- Selesai.

3.2. Waktu Dan Tempat

1. Proses pencampuran dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
2. Pengamatan mikro struktur dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
3. Pengujian konduktivitas listrik dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
4. 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 glass*pyrex 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 yang berupa padatan dan digunakan untuk mengaduk larutan. Spatula yang sering digunakan di laboratorium biologi atau kimia berbentuk sendok kecil, pipih dan batang. Seperti pada gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.3 Spatula

3. Sarung Tangan

Tujuan utama kita adalah menggunakan sarung tangan kerja untuk melindungi tangan kita saat bekerja di tempat atau situasi tertentu yang berpotensi menyebabkan 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 ($1\text{ gram}=1000\text{mg}$).

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



Gambar 3.5 Timbangan Analitik

5. Mikroskop

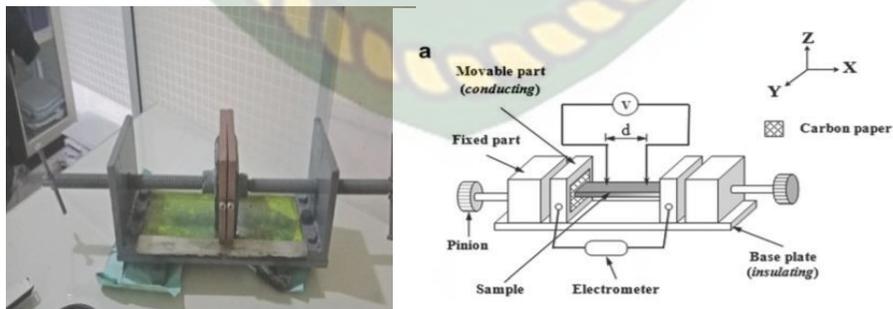
Mikroskop ini berfungsi untuk melihat mikrostruktur bagian terdalam dari komposit polimer, merek alat uji yang digunakan olympus seperti pada gambar 3.6 berikut :



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 Konduktivitas 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 Press Hidrolik

9. Cetakan Spesimen

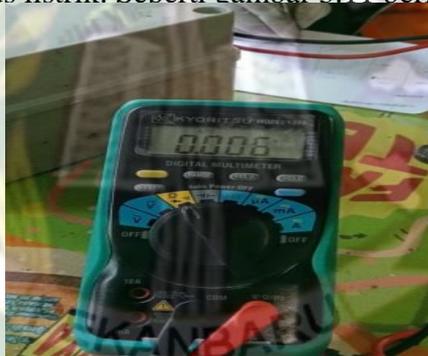
Berfungsi untuk membuat spesimen dengan bentuk yang di inginkan. cetakan yang digunakan yaitu diameter dalam 25,45 mm dan tinggi 89 mm. Seperti gambar 3.10 berikut :



Gambar : 3.10 Cetakan Spesimen

10. Multitester

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



Gambar 3.11 Multitester

11. Ayakan Mesh 200.

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



Gambar 3.12 Mesh 200

12. Timbangan Digital.

Untuk mengukur berat dalam menentukan komposisi material abu batok kelapa 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 Batok Kelapa

Abu batok kelapa berasal dari pengolahan limbah tempurung kelapa yang dibakar yang kemudian menjadi abu. Dalam penelitian ini peneliti memanfaatkan abu batok kelapa yang akan di campur dengan grafit untuk pembuatan pellet konduktor komposit.



Gambar 3.14 Abu Kelapa

2. Resin Epoxy

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



Gambar 3.15 Resin Epoxy bening

3. Grafit

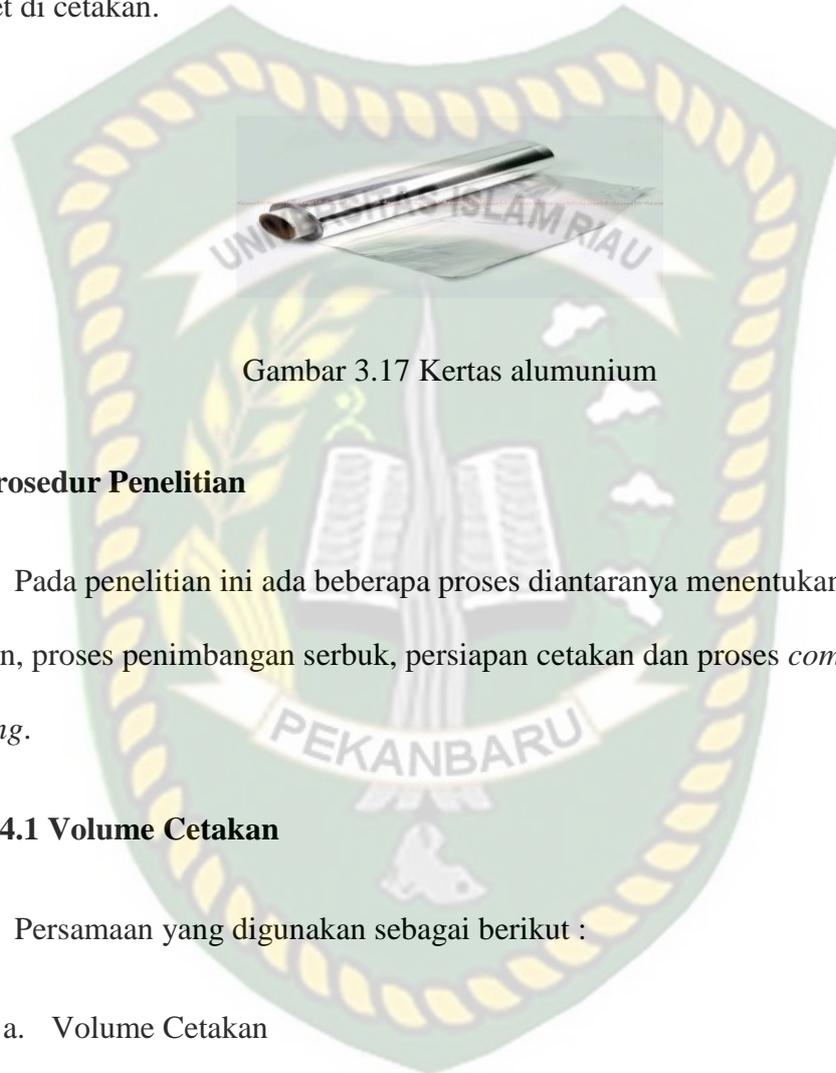
Grafit merupakan alotrop karbon yang dapat menghantarkan listrik dan panas dengan baik. Maka dari itu peneliti memilih karbon grafit sebagai campuran abu batok kelapa.



Gambar 3.16 Grafit

4. Kertas Alumunium

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



Gambar 3.17 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 Volume Cetakan

Persamaan yang digunakan sebagai berikut :

a. Volume Cetakan

$$V_c = \pi \times r^2 \times t$$

Dimana :

$$V_c = \text{Volume Cetakan (cm}^3\text{)}$$

$$\pi = 3.14$$

$$r^2 = \text{Jari-jari (cm)}$$

$$t = \text{Tinggi (cm)}$$

$$V_c = 3,14 \times 1,272^2 \text{ cm}^2 \times 1,0 \text{ cm}$$

$$= 5,08 \text{ cm}^3$$

b. Fraksi Volume

- Berat abu batok kelapa tanpa grafit dan resin

$$\text{Massa} = V_{\text{cetakan}} \times \text{Abu batok kelapa}$$

$$= 5,08 \text{ cm}^3 \times 0,75593 \text{ g/cm}^3$$

$$= 3,8401 \text{ gram}$$

- Berat grafit tanpa abu batok kelapa dan resin

$$\text{Massa} = V_{\text{cetakan}} \times \text{Grafit}$$

$$= 5,08 \text{ cm}^3 \times 2,16 \text{ g/cm}^3$$

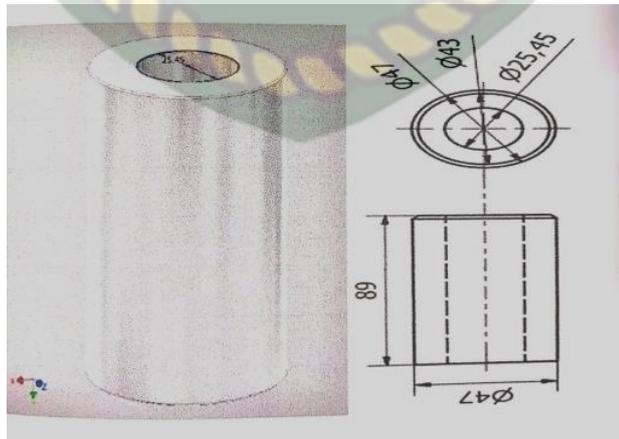
$$= 10,9728 \text{ gram}$$

- Berat resin tanpa abu batok kelapa dan grafit

$$\text{Massa} = V_{\text{cetakan}} \times \text{Resin}$$

$$= 5,08 \text{ cm}^3 \times 1,13 \text{ g/cm}^3$$

$$= 5,74 \text{ gram}$$



Gambar 3.18 Sketsa *Mold Pellet*

3.4.2 Proses Penimbangan

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

- a. Spesimen 1 dengan komposisi abu batok kelapa, grafit dan resin epoxy (50% : 30% : 20%)

$$\text{Abu batok kelapa} = 50\% \times 3,8401 \text{ gram}$$

$$= 1,9201 \text{ gram}$$

$$\text{Grafit} = 30\% \times 10,9728 \text{ gram}$$

$$= 3,2918 \text{ gram}$$

$$\text{Resin epoxy} = 20\% \times 5,74 \text{ gram}$$

$$= 1,148 \text{ gram}$$

- b. Spesimen 2 dengan komposisi abu batok kelapa, grafit dan resin epoxy (40% : 40% : 20%)

$$\text{Abu batok kelapa} = 40\% \times 3,8401 \text{ gram}$$

$$= 1,3920 \text{ gram}$$

$$\text{Grafit} = 40\% \times 10,9728 \text{ gram}$$

$$= 4,3891 \text{ gram}$$

$$\text{Resin epoxy} = 20\% \times 5,74 \text{ gram}$$

$$= 1,148 \text{ gram}$$

- c. Spesimen 2 dengan komposisi abu batok kelapa, grafit dan resin epoxy (30% : 50% : 20%)

$$\text{Abu batok kelapa} = 30\% \times 3,8401 \text{ gram}$$

$$= 1,1520 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}\text{Grafrit} &= 50\% \times 10,9728 \text{ gram} \\ &= 5,4864 \text{ gram} \\ \text{Resin epoxy} &= 20\% \times 5,74 \text{ gram} \\ &= 1,148 \text{ gram}\end{aligned}$$

3.4.3 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 kertas alumunium agar proses kompaksi (penekanan) dapat dilakukan dengan mudah dan tidak terjadi hambatan serta pada saat pengambilan sampel tidak ada yang lengket pada cetakan.

3.4.4 Proses *Compression Molding*

Proses *compression molding* dilakukan bertahap disesuaikan dengan besar tekanan diberikan, tekanan yang diberikan pada proses *compression molding* adalah sebesar 5ton.

3.5 Karakterisasi Pellet Komposit

Pada penelitian ini pengujian yang akan dilakukan adalah uji konduktivitas listrik, pengamatan mikro struktur, dan kerapatan

3.5.1 Pengujian Konduktivitas Listrik

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

- a. menggunakan alat poles. Amplas yang digunakan mulai dari yang kasar sampai yang paling halus, kemudian yang terakhir menggunakan serbuk alumina.
- b. Hidupkan power (main power di bagian depan unit).
- c. Pilih beban voltage V dan ampere A (terletak di atas identator) .
- d. Pilih load yang dikehendaki.
- e. Jepit sampel dengan metode trough plane.
- f. sambungkan kutub positif dan negative power supplay ke alat konduktivitas listrik.
- g. kemudian set multitester untuk mengukur ohm nya.
- h. catat hasil nya di tabel.

3.5.2 Cara Kerja Pengamatan Mikrostruktur

Pengujian ini dilakukan untuk melihat unsur resin epoxy yang mengikat karbon grafit dan abu batok kelapa 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. Persiapan spesimen

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

b. Tahapan untuk mendapatkan struktur makro

Pemotretan dilakukan untuk mendapatkan gambaran struktur makro benda uji setelah difokus dengan mikroskop.

3.5.3 Prosedur Pengujian Kerapatan

- a. Massa jenis sampel yang telah dibuat dapat diukur dengan menimbang gelas ukur kosong dengan menggunakan neraca digital.
- b. Mencatat massa gelas ukur kosong
- c. Memasukan campuran abu batok kelapa, grafit dan resin epoxy kedalam gelas ukur kemudian menimbang kembali gelas ukur yang telah diisi.
- d. Mencatat hasil pengamatan pada tabel pengamatan.

3.6 JADWAL KEGIATAN PENELITIAN

Dalam manajemen produksi, kegiatan suatu produksi akan berjalan dengan lancar 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 3.1.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan ke-1				Bulan ke-2				Bulan ke-3				Bulan Ke-4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Penulisan Proposal																
2	Seminar Proposal																
3	Revisi																
4	Pengumpulan Data																
5	Analisa dan Penyusunan Laporan Tugas Akhir																
6	Seminar Hasil Tugas Akhir																
7	Revisi																

BAB IV

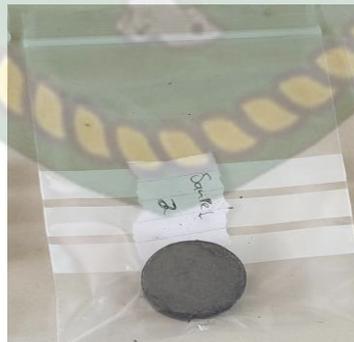
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian *Pellet Conducting Polymer Composite*

Pada gambar 4.1, 4.2, 4.3 dibawah ini menunjukkan hasil pembuatan pellet konduktor komposit dengan variasi pada campuran komposisi.



Gambar 4.1 *Pellet Conducting Polymer Composite* Pada Komposisi Abu Batok Kelapa 50% Grafit 30% Epoxy 20%



Gambar 4.2 *Pellet Conducting Polymer Composite* Pada Komposisi Abu Batok Kelapa 40% Grafit 40% Epoxy 20%



Gambar 4.3 *Pellet Conducting Polymer Composite* Pada Komposisi Abu Batok Kelapa 30% Grafit 50% Epoxy 20%

Dari gambar 4.1 di atas bisa terlihat bahwa pada komposisi campuran Abu Batok Kelapa 50% : Grafit 30% : *Epoxy* 20% masih terlihat banyak lubang-lubang kecil yang masih belum terisi oleh material abu batok kelapa, grafit dan *epoxy* terlihat kurang terdistribusi secara sempurna, sedangkan pada gambar 4.2 dengan komposisi campuran Abu Batok Kelapa 40% : Grafit 40% : *Epoxy* 20% terlihat bahwa material komposit yang dihasilkan sudah bagus. Pada gambar 4.3 dengan komposisi campuran Abu Batok kelapa 30% : Grafit 50% : *Epoxy* 20% menunjukkan hasil yang paling bagus dimana terlihat grafit sudah tersebar merata dibanding sampel 1 dan 2.

4.2 Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik

Pengujian konduktivitas listrik dilakukan untuk melihat kemampuan material dalam menghantarkan arus listrik pada aplikasinya nanti. Dari pengujian yang telah dilakukan maka didapat hasil dari ketiga sampel sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik Tanpa Hambatan Dimensi

No	Komposisi Sampel	Resistivitas (Ω)	Voltage (V)	Ampere (A)
1	ABK 50% : KG 30% : RE 20%	0,010	0,4	0,12
2	ABK 40% : KG 40% : RE 20%	0,007	0,4	0,30
3	ABK 30% : KG 50% : RE 20%	0,003	0,4	0,46

Tabel diatas adalah hasil pengujian menggunakan alat konduktivitas listrik dimana nilai yang didapat adalah nilai resistivitas, voltage dan ampere. Maka dapat dihitung nilai hambatan dimensi dan konduktivitas listrik :

1. Spesimen 1

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

$$= \frac{1}{0,010} = 100$$

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

$$= \frac{1}{3,14 \times 1,272^2} \times 100$$

$$= \frac{1}{5,08} \times 100$$

$$= 19,68 \text{ S.cm}^{-1}$$

2. Spesimen 2

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

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

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

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

$$= \frac{1}{5,08} \times 125$$

$$= 27,95 \text{ S.cm}^{-1}$$

3. Spesimen 3

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

$$= \frac{1}{0,003} = 333$$

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

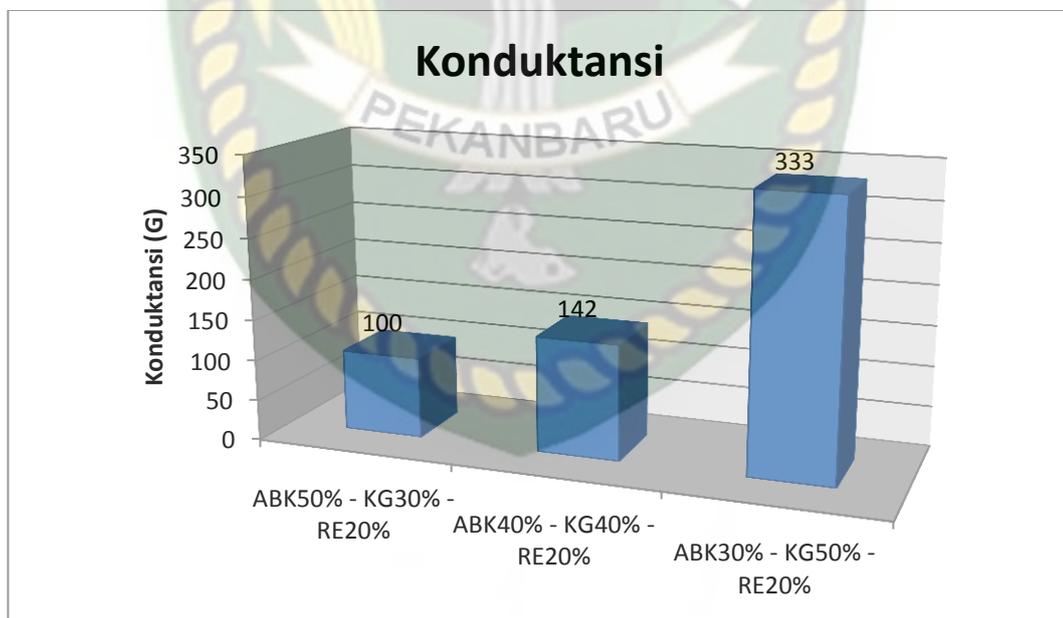
$$= \frac{1}{3,14 \times 1,272^2} \times 333$$

$$= \frac{1}{5,08} \times 333$$

$$= 65,55 \text{ S.cm}^{-1}$$

Tabel 4.2 Nilai Konduktivitas Listrik Dengan Hambatan Dimensi

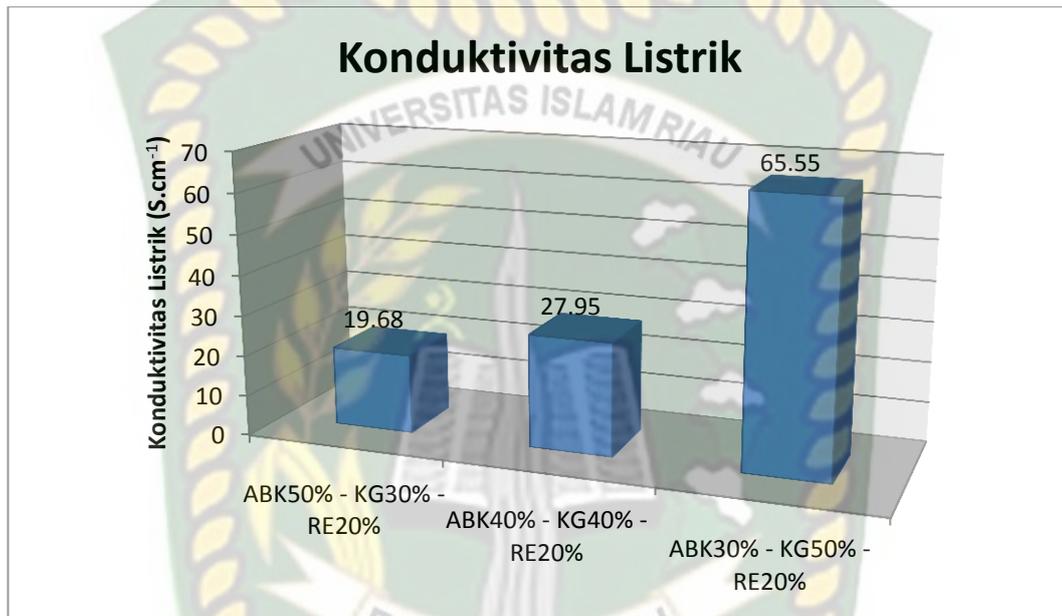
No	Komposisi Sampel	Konduktansi (G)	Konduktivitas Listrik (σ)
1	ABK 50% : KG 30% : RE 20%	100	19,68
2	ABK 40% : KG 40% : RE 20%	142	27,95
3	ABK 30% : KG 50% : RE 20%	333	65,55



Gambar 4.4 : Grafik Konduktansi Dan Komposisi Campuran

Dari grafik dapat dilihat bahwa sampel tiga (ABK30% - KG50% - RE20%) memiliki nilai konduktansi paling baik dibandingkan dengan sampel

uji lainnya. Hal ini disebabkan karena memiliki kandungan karbon grafit yang lebih banyak dari pada kandungan abu batok kelapa sehingga mampu meningkatkan nilai konduktansi dari material komposit tersebut dengan cukup signifikan.



Gambar 4.5 : Grafik Konduktivitas Listrik Dan Komposisi Campuran

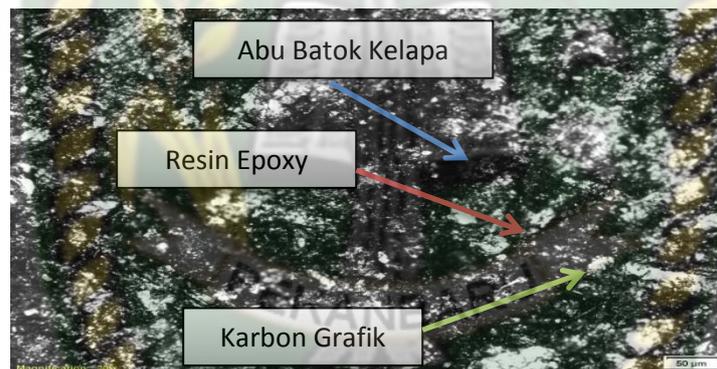
Perhitungan nilai konduktivitas listrik ini didapat dari rumus persamaan untuk mengetahui seberapa besar arus yang dihasilkan dari perhitungan nilai konduktansi yang telah dilakukan dimana hasil pengukuran konduktansi didapatkan setelah dikonversikan menggunakan rumus perhitungan. Dan dapat disimpulkan dari grafik 4.2 bahwa sampel yang memiliki nilai konduktivitas listrik yang paling baik yaitu pada sampel ketiga (ABK30% - KG50% - RE20%) karna memiliki kandungan karbon grafit yang lebih dominan dari pada abu batok kelapa, kandungan dari karbon grafit itu sendiri memiliki satu elektron valensi

yang dapat digunakan untuk menghantarkan arus listrik dengan baik, dengan nilai konduktivitas listrik $65,55 \text{ S.cm}^{-1}$.

4.3 Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur makro pada spesimen ini bertujuan untuk melihat susunan struktur mikro pada spesimen pellet ini. Spesimen yang akan diuji adalah spesimen yang menggunakan variasi perbandingan komposisi campuran antara abu batok kelapa, karbon grafit dan resin epoxy.

- a. Topografi sampel dengan 20 x pembesaran

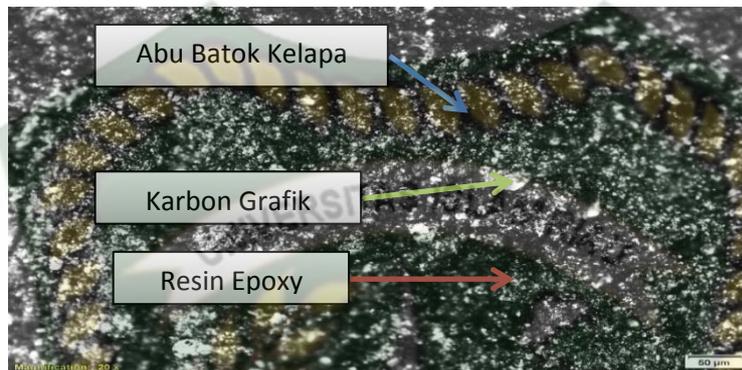


Gambar 4.6 Topografi Perbandingan Abu Batok Kelapa 50% : Karbon Grafik 30% : Resin Epoxy 20%

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.3 bahwa bentuk struktur mikro dengan komposisi campuran perbandingan abu batok kelapa 50% : karbon grafit 30% : resin epoxy 20% terlihat bahwa sampel tersebut abu batok kelapa lebih dominan dari karbon grafit dan terlihat masih terkumpul pada masing-masing partikelnya dan kerapatannya kurang rapat hal ini disebabkan karena kandungan abu batok kelapa lebih dominan dari pada karbon grafit, dengan resin epoxy sebagai media pengikat partikelnya. Dari gambar 4.3 menunjukkan bahwa panah

biru adalah abu batok kelapa, panah merah adalah resin epoxy dan panah hijau adalah karbon grafik.

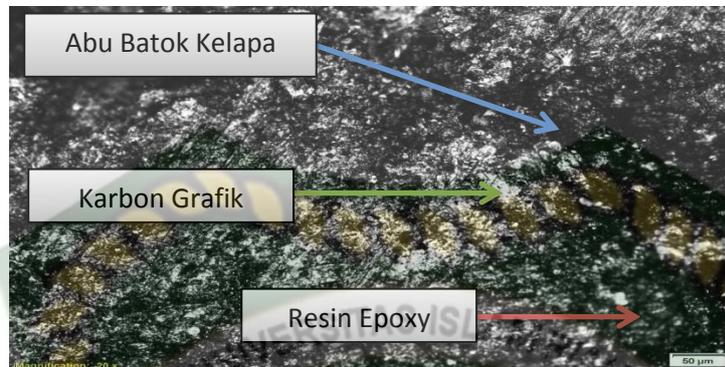
- b. Topografi sampel dengan 20 x pembesaran



Gambar 4.7 Topografi Perbandingan Abu Batok Kelapa 40% : Karbon Grafik 40% : Resin Epoxy 20%

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.4 bahwa bentuk struktur mikro dengan komposisi campuran perbandingan abu batok kelapa 40% : karbon grafit 40% : resin epoxy 20% terlihat bahwa sampel tersebut antara abu batok kelapa dan karbon grafit terlihat lebih padu pertikel dan kerapatannya karena jumlah kandungan abu batok kelapa dan karbon grafit seimbang atau sama banyak sehingga lebih rapat dibandingkan dengan sampel pertama, dengan resin epoxy sebagai media pengikat partikelnya. Dari gambar 4.3 menunjukkan bahwa panah biru adalah abu batok kelapa, panah merah adalah resin epoxy dan panah hijau adalah karbon grafik.

c. Topografi sampel dengan 20 x pembesaran



Gambar 4.8 Topografi Perbandingan Abu Batok Kelapa 30% : Karbon Grafik 50% : Resin Epoxy 20%

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.5 bahwa bentuk struktur mikro dengan komposisi campuran perbandingan abu batok kelapa 30% : karbon grafit 50% : resin epoxy 20% terlihat bahwa sampel tersebut abu batok kelapa lebih sedikit dari pada karbon grafit terlihat pertikel dan kerapatannya lebih bagus dibandingkan dengan kedua sampel sebelumnya karena kandungan karbon grafit yang lebih dominan dari pada abu batok kelapa, dengan resin epoxy sebagai media pengikat partikelnya. Dari gambar 4.3 menunjukkan bahwa panah biru adalah abu batok kelapa, panah merah adalah resin epoxy dan panah hijau adalah karbon grafit.

Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar komposisi campuran abu batok kelapa maka semakin renggang kerapatannya dan semakin besar komposisi campuran karbon grafitnya maka semakin tinggi kerapatannya sehingga dapat menghantarkan arus listrik dengan baik. Dan pengujian ini bertujuan untuk melihat kerapatan di dalam komposit.

4.4 Hasil Uji Kerapatan

Kerapatan dilihat dari banyaknya massa per satuan volume. Semakin tinggi kerapatan pada suatu bahan, maka akan semakin tinggi kekuatan, namun hal itu akan mempengaruhi sifat-sifat seperti kestabilan dimensi yang terpengaruh menjadi jelek (Haygreen dan Bowyear 1998).

Untuk panjang, lebar dan tebal contoh uji diukur dalam kondisi kering udara dalam satuan centimeter. Dari hasil pengukuran dimensi tersebut dapat dihitung volumenya (V). Kemudian berat contoh uji juga ditimbang dalam kondisi kering udara dengan menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 2 desimal dalam satuan gram. Kerapatan dihitung dengan menggunakan persamaan rumus.

4.4.1 Hasil Perhitungan Kerapatan

Dari sampel diatas dapat dihitung kerapatan masing-masing sampel sebagai berikut :

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

keterangan :

K : kerapatan

M : massa jenis sampel

V : volume

A. Sampel ABK50% - KG30% - RE20%

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi : } K &= \frac{6,10 \text{ (gr)}}{5,08 \text{ cm}^3 \times 2,5 \text{ cm}^3 \times 1,0 \text{ cm}^3} \\
 &= \frac{6,10 \text{ (gr)}}{12,7 \text{ (cm}^3\text{)}} \\
 &= 0,47 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

B. Sampel ABK40% - KG40% - Re20%

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi : } K &= \frac{6,53 \text{ (gr)}}{5,08 \text{ cm}^3 \times 2,5 \text{ cm}^3 \times 1,0 \text{ cm}^3} \\
 &= \frac{6,53 \text{ (gr)}}{12,7 \text{ (cm}^3\text{)}} \\
 &= 0,51 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

C. Sampel ABK30% - KG50% - RE20%

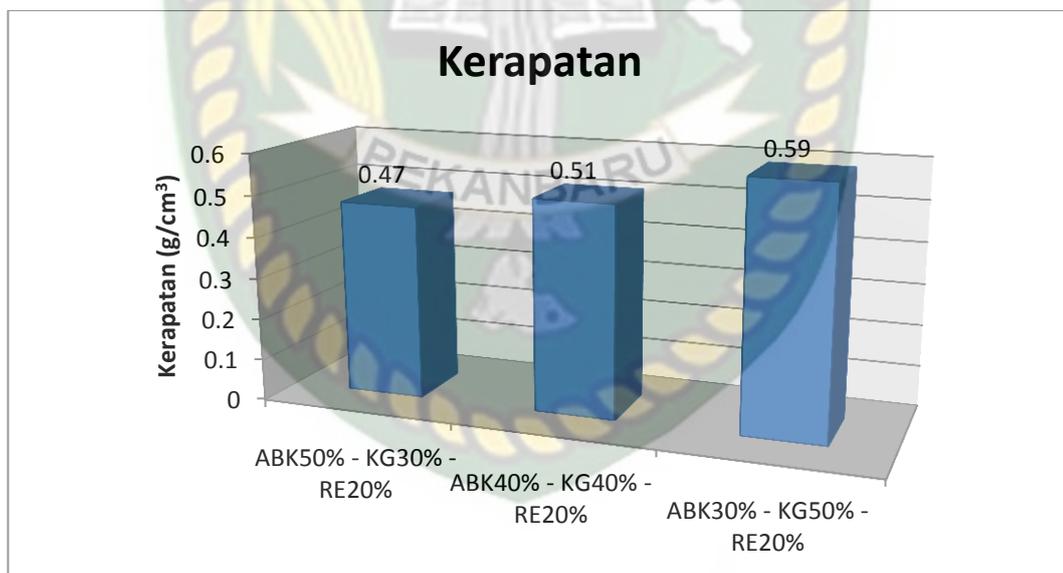
$$\begin{aligned}
 \text{Jadi : } K &= \frac{7,54 \text{ (gr)}}{5,08 \text{ cm}^3 \times 2,5 \text{ cm}^3 \times 1,0 \text{ cm}^3} \\
 &= \frac{7,54 \text{ (gr)}}{12,7 \text{ (cm}^3\text{)}} \\
 &= 0,59 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

4.4.2 Analisa Hasil Pengujian Kerapatan

Tabel 4.3 nilai kerapatan

Sampel	Komposisi abu batok kelapa resin, karbon grafit dan resin epoxy	Nilai kerapatan (gr/cm^3)
1	50% - 30% - 20%	0,47
2	40% - 40% - 20%	0,51
3	30% - 50% - 20%	0,59

4.3.2 Grafik Kerapatan Dan Komposisi Campuran



Gambar : 4.9 Grafik Kerapatan Dan Komposisi Campuran

Nilai kerapatan yang diperoleh dari perbandingan persentase pada sampel 1 : campuran abu batok kelapa 50% karbon grafit 30% dan resin epoxy 20% memiliki nilai kerapatan $0,47 \text{ gr}/\text{cm}^3$ dan sampel 2 : abu batok kelapa 40% karbon grafit 40% dan resin epoxy 20% memiliki nilai kerapatan $0,51 \text{ gr}/\text{cm}^3$ dan sampel

3 : abu batok kelapa 30% karbon grafit 50% dan resin epoxy 20% memiliki nilai kerapatan $0,59 \text{ gr/cm}^3$. Dari 3 sampel diatas memiliki nilai kerapatan sesuai standar kerapatan. Karna menurut SNI 01-6235-2000, nilai kerapatan yang baik untuk komposit adalah 0.4 gr/cm^3 sampai 0.9 gr/cm^3 (Darvina 2011).

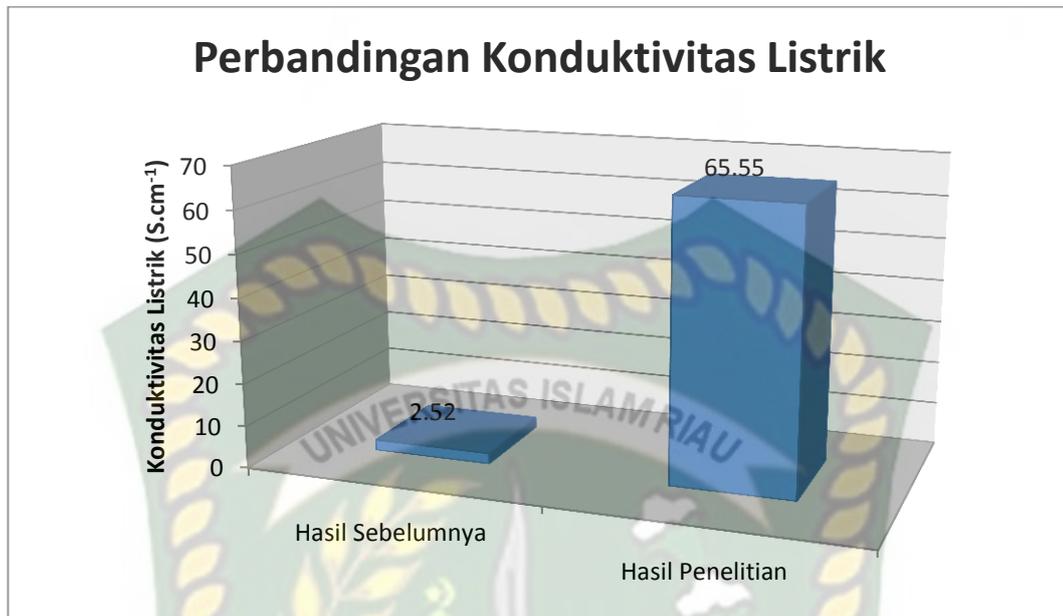
Jadi dapat disimpulkan dari 3 sampel diatas memiliki kerapatan yang sesuai SNI karena kerapatan itu sendiri berpengaruh terhadap konduktivitas listrik pellet konduktor komposit.

4.5 PERANDINGAN ANTARA HASIL PENELITIAN DENGAN HASIL PENELITIAN SEBELUMNYA

Tabel 4.4 Perbandingan antara hasil penelitian dan hasil penelitian sebelumnya

Properties	Hasil Penelitian Sebelumnya	Hasil Penelitian		
		50:30:20	40:40:20	30:50:20
Konduktivitas	2,52	19,68	27,95	65,55
Kerapatan	1,02	0,47	0,51	0,59

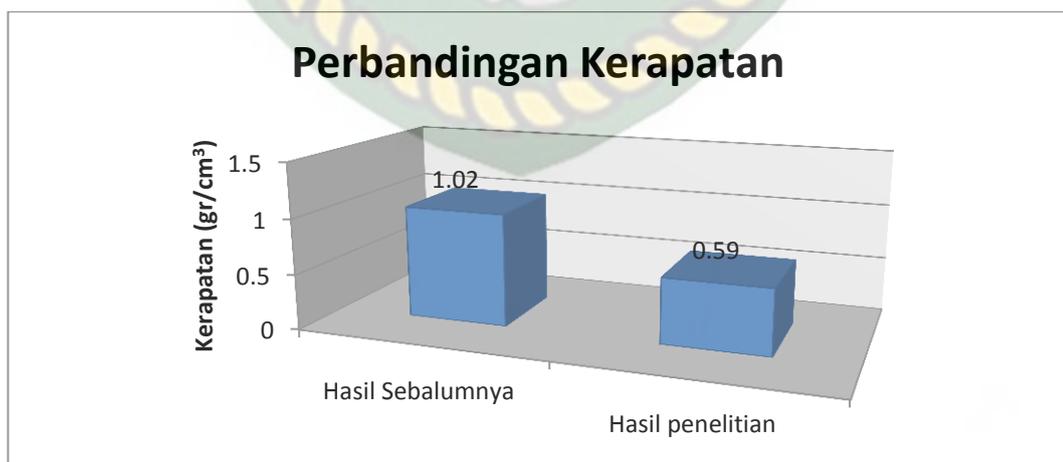
Perbandingan Konduktivitas Listrik



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Konduktivitas Listrik Hasil Sebelumnya dan Hasil Penelitian

Berdasarkan gambar 4.7 dapat dilihat bahwa hasil penelitian yang dilakukan, nilai konduktivitas listrik pada pellet ini sebesar 65,55 S.cm⁻¹ jauh lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan di Universitas Indonesia yakni sebesar 2,52 S.cm⁻¹.

Perbandingan Kerapatan



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Kerapatan Hasil Penelitian Sebelumnya dan Hasil Penelitian

Berdasarkan gambar 4.8 dapat dilihat bahwa hasil penelitian yang dilakukan didapat nilai kerapatan pada komposit sebesar $0,59 \text{ gr/cm}^3$, lebih bagus dari pada penelitian sebelumnya yang dilakukan di Universitas Indonesia yakni sebesar $1,02 \text{ gr/cm}^3$. Karna menurut standar SNI nilai kerapatan yaitu $0,4 \text{ gr/cm}^3$ sampai $0,9 \text{ gr/cm}^3$ jika melebihi dari standar kerapatan maka akan berpengaruh terhadap aliran arus yang akan mengalir pada pellet dan begitu juga sebaliknya.



Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Konduktivitas Listrik Dengan Penelitian
Sebelumnya

Berdasarkan gambar 4.9 dapat dilihat bahwa hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai konduktivitas listrik pada Pellet komposit sebesar $65,55 \text{ S.cm}^{-1}$ lebih baik dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan penelitian dari Universitas Islam Riau yakni sebesar $63,9 \text{ S.cm}^{-1}$ serta hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan dari Universitas Sriwijaya yakni

sebesar $45,41 \text{ S.cm}^{-1}$ serta hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan dari Universitas Pamulang yakni sebesar 20 S.cm^{-1} dan jauh lebih baik dari hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan penelitian dari Universitas Indonesia yakni $2,52 \text{ S.cm}^{-1}$.

4.6 PERBANDINGAN KARAKTERISTIK PELLET KOMPOSIT DENGAN VARIASI PENAMBAHAN KARBON GRAFIT

Tabel 4.5 Perbandingan karakteristik pellet komposit dengan variasi penambahan karbon grafit

Grafit	Karakteristik pellet komposit	
	Konduktivitas listrik (S.cm^{-1})	Kerapatan (gr/cm)
30%	19,68	0,47
40%	27,96	0,51
50%	65,55	0,59

Berdasarkan hasil karakteristik tersebut menunjukkan pengaruh penambahan karbon grafit terhadap sifat pellet 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 dan tingkat kerapatan dari pellet komposit yang dihasilkan.

Berdasarkan tabel 4.5 menunjukkan bahwa karakteristik pellet komposit terbaik yang dihasilkan pada penelitian ini, yaitu dengan menggunakan penambahan karbon grafit sebesar 50% dimana sampel pellet komposit ini

memiliki nilai konduktivitas listrik tertinggi jika dibandingkan dengan sampel pellet komposit yang lain yaitu $65,55 \text{ S.cm}^{-1}$, dengan nilai standart konduktivitas listrik belum memenuhi target konduktivitas listrik yang diinginkan yaitu 100 S.cm^{-1} sesuai dengan *Department Of Energi (DOE)*, dan dari tiga sampel pellet komposit sudah memenuhi nilai standart kerapatan yang ingin dicapai sesuai standart SNI yaitu $0,4 \text{ gr/cm}^3$ sampai $0,9\text{gr/cm}^3$.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan pada pellet konduktor komposit yang terbuat dari campuran abu batok kelapa, karbon grafit dan resin epoxy pada komposisi bervariasi, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengukuran konduktivitas listrik menggunakan alat uji konduktivitas listrik, di dapatkan bahwa sampel 3 dengan kandungan abu batok kelapa 30% : karbon grafit 50% : resin epoxy 20% dapat menghantarkan arus listrik yang lebih besar dengan nilai $65,55 \text{ S.cm}^{-1}$.
2. Dari hasil pengamatan mikro struktur menggunakan mikroskop optik olympus didapatkan bahwa susunan partikel campuran abu batok kelapa, karbon grafit dan resin epoxy diketahui bahwa sampel 3 dengan kandungan karbon grafit yang lebih dominan dan jarak partikelnya yang tidak berjarak dapat menghantarkan arus listrik yang lebih baik.
3. Sampel yang memiliki kerapatan menurut standar SNI itu didapatkan pada ketiga sampel, karna ketiga sampel memiliki nilai kerapatan diatas satandar SNI $0,4 \text{ gr/cm}^3$.

5.2 Saran

Adapun saran dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Agar melanjutkan penelitian ini kedepannya untuk bisa dibuat menjadi sebuah produksi teknologi yang berguna bagi masyarakat dan lebih bisa memanfaatkan abu batok kelapa sebagai produk yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal. Broutman (1990). *Composite Material*. Defence Scientific Information & Documentation Center, Delhi
- Agus Pramono¹, Anne Zulfia². (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
- Ara Gradiniar, Rizkyta dan Hosta Ardhyananta (2013). Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 1, ISSN: 2337-3539 Pengaruh Penambahan Karbon terhadap Sifat Mekanik dan Konduktivitas Listrik. Komposit Karbon/Epoksi sebagai Pelat Bipolar Polimer Elektrolit Membran Sel Bahan Bakar (*Polymer Exchange Membran (PEMFC)*). Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) e-mail: hostaa@mat-eng.its.ac.id.
- Callister, William J. 2009. *Materials Science And Engineering An Introduction, 8th Edition*, New Jersey : John Wiley Sons, Inc, Hoboken.
- Cui.R. dan Jun-Jie Zhu.(2010). *Fabrication of a novel Electrochemical Immunosensor Based on The Gold Nanoparticles/Colloidal Carbon Nanosphere Hybrid Material*, Elsevier.
- Dita Rama Insiyanda, 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
- Fadli, Heri., Dedikarni., Aldio, Rieza Zulrian., & Yulianto, Dody. (2021) Pengaruh Penekanan Pellet Silika Terhadap Porositas Dan Permeabilitas. *Journal of Renewable Energy & Mechanics (REM)*. 4 (1), 1-6.
- Galang Wisnu Wardana, Hosta Ardhyananta (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).

- 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.
- Januastuti, 2015. *Pemanfaatan Limbah Ampas Tahu Sebagai bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradable Dengan Plasticizer Sorbitol*. Teknik Kimia. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Michael H. W, (1998). *Stress And Analysis Of Fiber Rein Forced Composite Material* Mc Graw-Hill International Edition.
- Nayiroh, Nurul. 2013. *Klasifikasi Komposit – Metal Matrix Composite*. Teknologi Material Komposit: Indonesia.
- Nisya Ulmiah 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.
- R. E. Smallman and R. J. Bishop, 2000, "*Modern Physical Metallurgy and Material Engineering*", Hill International Book Company, New York.
- R. Strumpler, J. Glatz-Reichenbach, 1999. *Conducting Polymer Composite*, ABB Corporate Research Ltd., CH-5405 Baden Dattwil, Switzerland.
- Schwartz, M.M 1984. *Composite Materials Handbook*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Surdia, T.; Saito, S., 1999, Pengetahuan Bahan Teknik, Cetakan ke 4, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.