

TUGAS AKHIR

ANALISA SIFAT MATERIAL KOMPOSIT HDPE YANG DIBLENDING DENGAN KARET ALAM DENGAN PENGISIAN ABU BOILER

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

HAMDAN SYUKRAN
2307230200P



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama :Hamdan Syukran

NPM :2307230200P

Program Studi :Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir :Analisa Sifat Material Komposit Hdpe Yang Diblending Dengan Karet Alam Dengan Pengisian Abu Boiler

Bidang Ilmu :Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin,Fakultas Teknik,Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan,5 Juni 2025

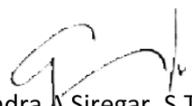
Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Penguji I



M.Yani, S.T.,MA.T.

Dosen Penguji II



Chandra A Siregar, S.T.,M.T.

Dosen Penguji III



Dr.Sudirman Lubis, S.T.,M.T.

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra A Siregar, S.T.,M.T.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hamdan Syukran
NPM : 2307230200P
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa Sifat Material Komposit Hdpe Yang
Diblending dengan Karet Alam dengan Pengisian
Abu Boiler

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa Sifat Material Komposit Hdpe Yang Diblending dengan Karet Alam dengan Pengisian Abu Boiler”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan, 30 April 2025
Saya yang menyatakan.



Hamdan Syukran

ABSTRAK

ANALISA SIFAT MATERIAL KOMPOSIT HDPE YANG DIBLENDING DENGAN KARET ALAM DENGAN PENGISIAN ABU BOILER

Oleh:

HAMDAN SYUKRAN
2307230200P

Dalam industri otomotif, kebutuhan akan material yang kuat dan ringan semakin meningkat. Material komposit, khususnya yang terbuat dari HDPE (High-Density Polyethylene) yang diblending dengan karet alam dan diisi dengan abu boiler, menawarkan potensi untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Namun, belum banyak penelitian yang mengkaji sifat mekanis dan karakteristik material komposit ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat material komposit HDPE yang diblending dengan karet alam serta pengisian abu boiler. Dengan penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan kombinasi yang optimal dari campuran bahan untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan material komposit. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pembuatan spesimen komposit dengan variasi proporsi HDPE, karet alam, dan abu boiler. Uji tekan dan uji bending dilakukan untuk mengevaluasi sifat mekanis dari komposit. Data yang diperoleh dari pengujian dianalisis untuk menentukan kekuatan dan elastisitas material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen dengan proporsi 80% HDPE dan 20% karet alam, serta 10% abu boiler, memberikan hasil terbaik dengan nilai tegangan maksimum 6,464 MPa dan modulus elastisitas 0,517 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa komposit yang dihasilkan memiliki potensi untuk digunakan dalam aplikasi industri. Dari hasil uji yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa material komposit dengan proporsi tertentu dapat meningkatkan sifat mekanis secara signifikan. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi proporsi yang lebih banyak dan pengujian pada kondisi yang berbeda untuk mendapatkan data yang lebih komprehensif.

Kata Kunci: Komposit, HDPE, Karet Alam, Abu Boiler, Sifat Mekanis.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segalapuji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan penelitian ini dengan judul **“ANALISA SIFAT MATERIAL KOMPOSIT HDPE YANG DIBLENDING DENGAN KARET ALAM DENGAN PENGISIAN ABU BOILER”**.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Sudirman Lubis, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing tugas akhir atas perhatian dan kesabarannya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah banyak memberikan nasehat dan bimbingan dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T, M.T. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang terus mendukung seluruh kegiatan mahasiswa/i Fakultas Teknik dalam proses perkuliahan
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan banyak ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Ter-istimewa buat kedua orang tua penulis yang telah memberikan banyak pengorbanan untuk si penulis, serta ibunda yang telah banyak memberikan doa,nasehat,dan dorongan moril sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proses administrasi selama proses perkuliahan.
8. Teman-teman penulis di kelas Teknik Mesin yang terus bersama-sama menjaga solidaritas dan semangat selama proses perkuliahan

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran

berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan,30 JUNI 2025

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters that appear to read 'H. Syukran'.

Hamdan Syukran

DAFTAR ISI

HALAM PENGESAHAN	
SURAT KEASLIAN TUGAS AKHIR	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	5
2.2 Sampah.....	7
2.2.1 Pengertian.....	7
2.2.2 Sifat Thermal Bahan Plastik	10
2.3 Abu Boiler.....	12
2.3.1 Karet Alam	12
2.3.2 Lateks	14
2.3.3 Standart Mutu Karet	16
2.4 Pengertian Komposit.....	18
2.4.1 Material Penyusun Komposit.....	18
2.4.2 Filler	19
2.4.3 Klasifikasi Komposit.....	22
2.4.4 Faktor Mempengaruhi Kienrja Komposit	24
2.5 Pembebanan Bahan Komposit	26
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	28
3.2 Alat dan Bahan	28
3.3 Variabel Penelitian	29
3.4 Bagan Alir Penelitian	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Uji Tekan (Bending)	32
4.2 Data Pengujian Three Poin Bending	32
4.3 Pembahasan.....	38
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39

DAFTAR PUSTAKA	40
Lampiran 1. Gambar Teknik	
Lampiran 2. Lembaran Asistensi	
Lampiran 3. SK Pembimbing	
Lampiran 4. Berita Acara Seminar Hasil Penelitian	
Lampiran 5. Daftar Riwayat Hidup	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kopolit Karet Alam	12
Tabel 4.1. Spesimen Three poin Bending	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komposisi Karet Alam.....	13
Gambar 2.2 Partikel Karet.....	13
Gambar 2.3 Penyadapan Pohon Karet	14
Gambar 2.4 Lateks Kebun.....	15
Gambar 2.5 Struktur Protein	16
Gambar 2.6 Ilustrasi Komposit	19
Gambar 2.6 Struktur Penyusun Komposit	19
Gambar 2.7 Fiber Glass	21
Gambar 2.8 Carbon Fiber.....	21
Gambar 2.9 Aramid Fiber	22
Gambar 2.10 Klasifikasi Berdasarkan komposit kombinasi	24
Gambar 2.11 Orientasi Letak Serat.....	25
Gambar 2.12 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 3.1 Alat Uji Three poin Bending.....	29
Gambar 3.2. Spesimen Uji Bending ASTM D790.....	29
Gambar 4.1. Grafik maksimum pembebanan tiap specimen	33
Gambar 4.2. Grafik uji tekan pada spesimen 1 (100% HDPE).....	32
Gambar 4.3. Grafik uji tekan pada spesimen 2 (90% HDPE-20% KA)	34
Gambar 4.4. Grafik uji teka pada specimen 3 (80% HDPE-20% KA).....	35
Gambar 4.5. grafik uji tekan	36
Gambar 4.6. Grafik tegangan dan regangan uji Tekan/bending	37

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Sektor industri otomotif saat ini membutuhkan material dengan sifat kuat dan ringan agar dapat meningkatkan kinerja dan efisiensi mesin. Oleh karena itu, material komposit menjadi salah satu solusi yang banyak digunakan dalam pembuatan komponen penguat seperti suku cadang otomotif untuk pembuatan bumper mobil, tameng motor, bodi motor, dan lain sebagainya. Material komposit memiliki densitas yang rendah, sifat mekanis spesifik yang tinggi, serta kinerja yang sebanding dengan logam, sehingga menjadi faktor pendorong utama dalam penggunaannya. Selain itu, material komposit juga tahan terhadap korosi dan mudah untuk disintetis. material komposit terdiri dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah, namun mampu menghasilkan suatu bahan yang memiliki sifat lebih baik dari bahan dasar penyusunnya. Dengan demikian, penggunaan material komposit pada sektor industri otomotif dapat meningkatkan kualitas dan daya tahan komponen, sehingga meningkatkan performa kendaraan dan keamanan pengemudi.

Extruder merupakan suatu proses perubahan material dari bentuk pellet (PE) diekstrusi (perubahan dari bentuk padat menjadi cair) proses perubahan ini melalui berbagai tahapan-tahapan panas. Dalam pengertian lain Extruder adalah suatu alat yang memaksa bahan mentah untuk mengalir dalam suatu kondisi tertentu dimana bahan mengalami pencampuran, pengadukan, dan pemasakan serta akhirnya mesin ini memaksa bahan keluar melalui suatu die dan terjadi pembentukan dan pengembangan. Menurut (Frame, 1994), Extruder juga sering digunakan pada pengolahan bahan makanan karena extruder mampu menghasilkan energi mekanis yang digunakan untuk proses pemasakan bahan. Extruder mendorong bahan/adonan dengan cara memompanya melalui sebuah lubang dengan bentuk tertentu (die). Extruder mampu melakukan proses pencampuran dengan baik yang bertujuan agar bahan homogen dan terdispersi dengan baik. Salah satu kunci dalam beranekaragamnya hasil produk ekstrusi terletak pada bagian die-nya, dimana dari sinilah bahan akan didorong keluar.

Fungsi die dalam pembuatan produksi pasta telah meningkatkan keragaman penggunaannya dalam menghasilkan produk dengan berbagai macam bentuk, kandungan air dan konsistensi.

Dalam proses ekstruder biasanya tidak menggunakan bahan komposit, pada penelitian ini akan menguji tingkat karakteristik pengaruh abu boiler dalam proses ekstrudier. Material komposit merupakan jenis material yang terdiri dari campuran atau kombinasi dua atau lebih unsur utama yang secara makro berbeda dalam bentuk dan komposisi material. Dibandingkan dengan logam, material komposit memiliki keunggulan yang signifikan, seperti ketahanan terhadap korosi, kemudahan pembentukan, ringan, tetap kuat, dan memiliki kekuatan, serta kekakuan yang lebih baik tergantung jenis kompositnya. Material komposit tersusun dari dua unsur, yaitu unsur penguat yang disebut juga sebagai filler dan unsur pengikat yang disebut juga sebagai matriks. Filler, atau bisa juga disebut sebagai bahan pengisi, merupakan unsur utama yang berfungsi sebagai penguat dan menentukan karakteristik suatu bahan komposit. Filler bisa dibuat menggunakan bahan alami, seperti serat kayu, serat bambu, atau serat kapas, dan juga bisa dibuat menggunakan bahan buatan, seperti partikel kayu, serbuk logam, atau serbuk plastik. Penggunaan bahan alami umumnya digunakan pada jenis komposit yang diperkuat serat, sedangkan penggunaan bahan buatan umumnya digunakan pada jenis komposit lainnya.

Karet alam adalah bahan polimer alam yang diperoleh dari tanaman *Hevea Brasiliensis*. Sejak pertama kali proses vulkanisasi diperkenalkan pada tahun 1839, karet alam telah dimanfaatkan secara meluas pada pembuatan ban, selang, sepatu, alat rumah tangga, olahraga, peralatan militer dan kesehatan. Bahan penyusun karet alam adalah isoprena C_5H_8 yang saling berikatan secara kepala ke ekor 1,4 membentuk poliisoprena $(C_5H_8)_n$, dimana n adalah derajat polimerisasi yang menyatakan banyaknya monomer yang berpolimerisasi membentuk polimer.

Dalam pembuatan komposit dengan menggunakan serat alam, serat terlebih dahulu melalui proses treatment (pengolahan), seperti scouring (pencucian) dan bleaching (pemutihan) untuk meningkatkan sifat mekanis komposit. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa faktor utama yang memengaruhi peningkatan

sifat mekanik komposit serat alam adalah dengan melakukan proses treatment (pengolahan) serat dan menentukan fraksi volume serat.

Dalam penelitian ini, serat karet alam akan digunakan sebagai bahan campur pada HDPE dalam pembuatan komposit. Komposit yang dihasilkan akan diaplikasikan untuk proses ekstruder. Dengan potensi abu boiler yang cukup besar sebagai peningkat karakteristik pada material, penggunaan material komposit diharapkan dapat menjadi inovasi dalam berbagai bidang industri.

1.2.Rumusan Masalah

Terdapat potensi karet alam dan HDPE yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuat material komposit. Namun, untuk memanfaatkannya secara optimal, diperlukan penelitian mengenai pengaruh HDPE yang di campurkan dengan karet alam sebagai pembuatan komposit materialr. Oleh karena itu, masalah penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut: Bagaimana analisis sifat material komposit HDPE yang diblending dengan karet alam?

1.3.Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui material komposit HDPE yang diblending dengan karet alam dan sebagai pengisi abu boiler.
2. Untuk mengetahui presentasi volume campurat abu boiler dan sifat material komposit HDPE yang diblending dengan karet alam yang terbaik
3. Untuk mengetahui sifat mekanis dari abu boiler dan komposit HDPE yang diblending dengan karet alam

1.4.Manfaat Penelitian

Bagian ini membahas manfaat dari penelitian yang dilakukan sehingga dapat memberikan gambaran tentang kontribusi dari penelitian.

1. Manfaat bagi kalangan peneliti adalah agar dapat mengetahui sifat fisis dan sifat mekanis dari abu boiler, sehingga dapat digunakan sebagai pengisi dan penguat dalam pembuatan material komposit.

2. Manfaat bagi kalangan akademisi adalah agar dapat menjadi referensi bagi mahasiswa mengenai pembuatan komposit HDPE dan karet alam agar dapat melakukan penelitian lebih lanjut serta mencapai hasil yang lebih optimal.
3. Manfaat bagi kalangan industri adalah agar dapat menjadi referensi dalam pemilihan bahan material komposit yang tepat

1.5.Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini di uraikan secara singkat sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan, latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka relevan, yang mana berisikan tentang teori-teori penunjang keberhasilan di dalam masalah pembuatan tugas akhir ini. Ada juga teori dasar yang berisikan tentang penjelasan dari dasar teori dan penjelasan komponen utama yang digunakan dalam perancangan sistem proteksi berbasis arduino tersebut.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang letak lokasi penelitian, fungsi-fungsi dari alat dan bahan penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan, tata cara dalam pengujian, dan struktur dan langkah-langkah pengujian.

BAB IV ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis hasil dari penelitian, serta penyelesaian masalah yang terdapat didalamnya.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian dan penulisan tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka Relevan

Tinjauan pustaka relevan pada penelitian ini adalah hasil dari penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan bahan. Adapun penelitian yang menggunakan abu boiler sebagai penguat bahan pengisi campuran adalah sebagai berikut :

Material sangat dibutuhkan dalam kehidupan, material itu sendiri digunakan bertujuan untuk memudahkan aktivitas manusia, dalam perkembangannya material manusia dimodifikasi dengan berbagai cara, salah satunya material komposit. Komposit merupakan gabungan dua unsur atau lebih yang memperoleh sifat gabungan dari unsur-unsur yang digabungkan. Resin Epoksi Cair adalah gugus organik dengan berat molekul rendah yang mengandung epoksida. Material komposit yang digunakan adalah cangkang kacang resin yang diperkuat abu boiler. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kekuatan tarik material komposit abu boiler dan HDPE yang diblending dengan karet alam, variasi komposisi resin epoxy dan abu boiler yang dibuat pada penelitian ini adalah 90:10%wt, 80:20%wt, dan 70:30%wt, abu boiler 10 gr dengan orientasi abu boiler. Percobaan ini adalah uji tekan dan tarik. Uji tekan dan tarik dilakukan untuk mengetahui tegangan tekan dan tarik masing – masing material komposisi, standar yang digunakan adalah ASTM 638 02. Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan dan tarik material komposit pada komposisi 90 : 10% wt adalah 9,8 MPa, pada komposisi 80 : 20% berat sebesar 13,06 MPa dan komposisi 70:30% berat sebesar 14,04 MPa. Dari permukaan patahan terlihat abu boiler terdistribusi dengan baik dan ikatan antara resin dan serat juga lebih merata sehingga kekuatan tariknya meningkat. (Fahmi et al., 2016)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik komposit abu boiler. Papan material komposit abu boiler menggunakan resin polyester sebagai matrik pengikatnya. Abu boiler yang digunakan pada penelitian ini merupakan abu boiler yang diperoleh dari pengolahan minyak kelapa sawit yang tidak digunakan lagi. Sampel penelitian dibuat dengan memvariasikan konsentrasi abu boiler yang digunakan (30%, 40%, 50% 60% dan 70%). Dari hasil pengujian yang dilakukan,

terdapat perbedaan sifat mekanik material komposit abu boiler pada uji tekan dan uji tarik yang dilakukan. Pada uji tarik, komposit abu boiler dengan konsentrasi abu boiler 50% merupakan sifat mekanik paling baik karena memiliki, kuat tarik, pertambahan panjang dan beban maksimum yang paling tinggi, yaitu berturut-turut 16.35 MPa, 2.06 mm dan 3147.45 N. Sedangkan untuk uji tekan, material komposit abu boiler dengan konsentrasi 30% memiliki modulus kuat patah (MOR) paling tinggi yakni 30.43 kg/cm², serta modul elastisitas 1980.2 Mpa. (Fax & Kunci, 2018)

Abu boiler merupakan proses pengolahan minyak sawit satu keluarga dengan kelapa sawit dan sangat dikenal oleh penduduk Indonesia. Abu boiler dapat di peroleh pada proses pengolahan minyak buah kelapa sawit di pabrik. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah abu boiler yang berasal dari daerah parbuk pengolahan, kemudian dikeringkan secara alami tanpa bantuan sinar matahari. Proses pembentukan spesimen uji tarik menggunakan standar ASTM D3039. Proses perendaman abu boiler yang dilakukan bervariasi antara perendaman 1, 2, 3, 4, dan 5 minggu. Kekuatan tarik maksimum terjadi pada komposit 1 (satu) minggu dengan kekuatan tarik maksimum sebesar 617.5 kgf. Perlakuan perendaman abu boiler terhadap sifat fisik dan sifat mekanik dari abu boiler sangat berpengaruh karena semakin lama perendaman abu boiler, maka kekuatan tekan dan tarik tersebut akan berkurang disebabkan karena semakin lama perendaman maka daya serap air semakin meningkat, dan bisa menyebabkan sel-sel abu boiler akan semakin renggang dan mudah getas. (Multidisiplin et al., 2018)

Teknologi modern saat ini membutuhkan material dengan sifat mekanik tinggi yang tidak dihasilkan pada material konvensional seperti logam, keramik, dan polimer. Salah satu material yang berpotensi dapat memenuhi beberapa kriteria dari sifat mekanik tersebut dapat ditemui pada material komposit. Material komposit merupakan kombinasi dari dua atau lebih material melalui sebuah proses pecampuran yang tidak homogen, hasil pencampuran ini menghasilkan sifat mekanik dan karakteristik dari masing masing material pembentuknya. Secara umum terdapat dua kategori material penyusun komposit yaitu matriks dan reinforcement (penguat). Secara umum penguat yang sering digunakan adalah

serat (fiber). Bahan penguat serat ini terbagi menjadi beberapa jenis yaitu abu boiler dan karet alam. Sejak tahun 1970 abu boiler seperti dan serat karbon lebih banyak dipakai karena memiliki sifat mekanik yang bagus. Berdasarkan permasalahan tersebut penggunaan abu boiler sebagai penguat bahan komposit merupakan solusi prospektif dimasa mendatang. Salah satu abu boiler dan karet alam yang berpotensi untuk menggantikan serat sintesis. Abu boiler sangat banyak dijumpai pada pabrik pengolahan minyak kelapa sawit di Indonesia terutama di Sumatera Utara. Meskipun ketersediannya buah kelapa sawit melimpah di alam, namun potensinya masih kurang dimanfaatkan dibandingkan dengan matrial alam lainnya. Sehingga pengembangan bahan komposit berpenguat abu boiler dan karet alam menjadi salah satu topik. (Tanjung, 2022)

2.2.Sampah

2.2.1. Pengertian

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau proses alam yang berbentuk padat (Depkes RI, 2008). Sampah merupakan bahan padat buangan dari kegiatan rumah tangga, pasar, perkantoran, rumah penginapan, hotel, rumah makan, industri, puingan bahan bangunan dan besi-besi tua bekas kendaraan bermotor. Sampah merupakan hasil sampingan dari aktivitas manusia yang sudah terpakai.

Plastik merupakan bahan yang kelihatan bersih, praktis, sehingga barang-barang kebutuhan sehari-hari dibuat dari plastik seperti botol minuman, gelas, piring, kantong kresek, dan sebagainya. Dengan demikian hampir semua orang memakai barang-barang yang terbuat dari plastik karena kepraktisannya, walaupun berdampak terhadap kesehatan dan lingkungan. Terdapat jenis-jenis utama plastik sebagai berikut:

a. Polyethylene Terephthalate (PET)

Mayoritas bahan plastik PET di dunia (sekitar 60%), dalam pertekstilan PET biasa disebut dengan polyester (bahan dasar botol kemasan 30%). Botol Jenis PET/PETE ini direkomendasikan hanya sekali pakai. Bila terlalu sering dipakai, apalagi digunakan untuk menyimpan air hangat

apalagi panas, akan mengakibatkan lapisan polimer pada botol tersebut akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker). Titik lelehnya 85°C. Di dalam membuat PET, menggunakan bahan yang disebut dengan antimon trioksida, yang berbahaya bagi para pekerja yang berhubungan dengan pengolahan ataupun daur ulangnya, karena antimon trioksida masuk ke dalam tubuh melalui sistem pernafasan, yaitu akibat menghirup debu yang mengandung senyawa tersebut. Terkontaminasinya senyawa ini dalam periode yang lama akan mengalami iritasi kulit dan saluran pernafasan. Bagi pekerja wanita, senyawa ini meningkatkan masalah menstruasi dan keguguran, pun bila melahirkan, anak mereka kemungkinan besar akan mengalami pertumbuhan yang lambat hingga usia 12 bulan.

b. High Density Polyethylene (HDPE)

HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan/minuman yang dikemasnya. HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi jika dibandingkan dengan plastik dengan kode PET. Ada baiknya tidak menggunakan wadah plastik dengan bahan HDPE terus menerus karena walaupun cukup aman tetapi wadah plastik berbahan HDPE akan melepaskan senyawa antimon trioksida secara terus menerus.

c. Polyvinyl Chloride (PVC)

Bahan ini lebih tahan terhadap bahan senyawa kimia dan minyak. 2) PVC mengandung DEHA yang dapat dengan plastik berbahan PVC ini saat bersentuhan langsung dengan makanan tersebut, titik lelehnya 70 – 140°C. 3) Kandungan dari PVC yaitu DEHA yang terdapat pada plastik pembungkus dapat bocor dan masuk ke makanan berminyak bila dipanaskan. 4) Reaksi yang terjadi antara PVC dengan makanan yang dikemas dengan plastik ini berpotensi berbahaya untuk ginjal, hati dan penurunan berat badan. 5) Jika jenis plastik PVC ini dibakar dapat mengeluarkan racun. 6) Sebaiknya kita mencari alternatif pembungkus

makanan atau kemasan minuman, seperti bahan alami (daun pisang misalnya).

d. Low Density Polyethylene (LDPE)

1) Sifat mekanis jenis plastik LDPE adalah kuat, agak tembus cahaya, fleksibel dan permukaan agak berlemak. Pada suhu di bawah 60°C sangat resisten terhadap senyawa kimia, daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, akan tetapi kurang baik bagi gas-gas yang lain seperti oksigen. 2) Plastik ini dapat didaur ulang, baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat, dan memiliki resistensi yang baik terhadap reaksi kimia. 3) Biasanya plastik jenis ini digunakan untuk tempat makanan, plastik kemasan, botol yang lunak. 4) Barang berbahan LDPE ini sulit dihancurkan, tetapi tetap baik untuk tempat makanan atau minuman karena sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan atau minuman yang dikemas dengan bahan ini.

e. Polypropylene (PP)

1) Karakteristik PP adalah botol transparan yang tidak jernih atau berawan. Polipropilen lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap. 2) Carilah dengan kode angka 5 bila membeli barang berbahan plastik untuk menyimpan kemasan berbagai makanan dan minuman. 3) Titik lelehnya 165°C.

f. Polystyrene (PS)

1) Polystyrene merupakan polimer aromatik yang dapat mengeluarkan bahan styrene ke dalam makanan ketika makanan tersebut bersentuhan. 2) Bahan ini harus dihindari, karena selain berbahaya untuk kesehatan otak, mengganggu hormon estrogen pada wanita yang berakibat pada masalah reproduksi, pertumbuhan dan sistem syaraf, juga bahan ini sulit didaur ulang. Bila didaur ulang, bahan ini memerlukan proses yang sangat panjang dan lama. 3) Jika tidak tertera kode angka dibawah kemasan plastik, maka bahan ini dapat dikenali dengan cara dibakar (cara terakhir dan sebaiknya dihindari). Ketika dibakar, bahan ini akan mengeluarkan api

berwarna kuning-jingga, dan meninggalkan jelaga. 4) Titik leleh pada 95°C.

g. Other

1) Bahan dengan tulisan Other berarti dapat berbahan Styrene acrylonitrile (SAN), Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS), Polycarbonate (PC, Nylon). 2) Polycarbonate (PC), dapat mengeluarkan bahan utamanya yaitu Bisphenol-A ke dalam makanan dan minuman yang berpotensi merusak sistem hormon, kromosom pada ovarium, penurunan produksi sperma, dan mengubah fungsi imunitas. 3) Dianjurkan untuk tidak dipergunakan untuk tempat makanan ataupun minuman karena Bisphenol-A dapat berpindah ke dalam minuman atau makanan jika suhunya dinaikkan karena pemanasan. Padahal biasanya botol susu dipanaskan dengan cara direbus atau dengan microwave untuk tujuan sterilisasi atau dituangi air mendidih atau air panas. 4) SAN dan ABS memiliki resistensi yang tinggi terhadap reaksi kimia dan suhu, kekuatan, kekakuan, dan tingkat kekerasan yang telah ditingkatkan. SAN dan ABS merupakan salah satu bahan plastik yang sangat baik untuk digunakan (Karuniastuti, 2015)

2.2.2. Sifat Thermal Bahan Plastik

Pengetahuan sifat thermal dari berbagai jenis plastik sangat penting dalam proses pembuatan dan daur ulang plastik. Sifat-sifat thermal yang penting adalah titik lebur (T_m), temperatur transisi (T_g) dan temperatur dekomposisi. Temperatur transisi adalah temperatur di mana plastik mengalami perenggaan struktur sehingga terjadi perubahan dari kondisi kaku menjadi lebih fleksibel. Di atas titik lebur, plastik mengalami pembesaran volume sehingga molekul bergerak lebih bebas yang ditandai dengan peningkatan kelenturannya. Temperatur lebur adalah temperatur di mana plastik mulai melunak dan berubah menjadi cair. Temperatur dekomposisi merupakan batasan dari proses pencairan. Jika suhu dinaikkan di atas temperatur lebur, plastik akan mudah mengalir dan struktur akan mengalami dekomposisi. Dekomposisi terjadi karena energi thermal melampaui energi yang mengikat rantai molekul. Secara umum polimer akan mengalami dekomposisi

padabshu di atas 1,5 kali dari temperaturtransisinya.Data sifat termal yang penting pada proses daur ulang plastik bisa dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut :

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar cair, antara lain: pyrolysis, thermal cracking, and catalitic cracking. Diantara ketiga metode tersebut, metode pirolisis adalah metode yang dianggap paling menjanjikan. Pirolisis merupakan proses thermal cracking yaitu proses perekahan atau pemecahan rantai polimer menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui proses thermal (pemanasan/pembakaran) dengan tanpa maupun sedikit oksigen. Pirolisis merupakan proses endotermis artinya proses pirolisis hanya bisa terjadi ketika dalam sistem diberikan energi panas. Energi panas yang dibutuhkan pada proses ini dapat bersumber dari tenaga listrik maupun dari tungku pembakaran dengan bahan bakar berupa limbah kayu seperti potongan-potongan kayu, serbuk gergaji, dan lain-lain.

Bahan bakar juga merupakan bahan yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi untuk menghasilkan kerja mekanik secara terkendali. Dengan kata lain adalah zat yang menghasilkan energi, terutama panas yang dapat digunakan. Ditinjau dari sudut teknis dan ekonomis, bahan bakar diartikan sebagai bahan yang apabila dibakar dapat meneruskan proses pembakaran tersebut dengan sendirinya, disertai dengan pengeluaran kalor.

Kualitas BBM adalah tingkat baik atau buruknya atau taraf atau derajat untuk menggambarkan tingkat kepuasan manusia terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM). Kualitas BBM ini ditentukan dengan nilai nomor oktan (octane number). Nomor oktan merupakan perbandingan antara iso-oktana dengan heptana. Semakin tinggi nilai oktannya, maka BBM lebih lambat terbakar, sehingga tidak meninggalkan residu pada mesin

2.3.Abu Boiler

Abu boiler merupakan salah satu dari jenis tumbuhan atau buah kelapa swait yang memiliki banyak kegunaan antara lain untuk penguat material komposit, buah swit bahan industri kosmetika, dan bahan pewarnaan pada industri tekstil (Fax & Kunci, 2018). Tumbuhan ini tumbuh dan tersebar luas di wilayah Indonesia dan negara asia lainnya, baik secara individu maupun populasi,

umumnya tumbuhan ini ditanam sebagai tanaman pemeliharaan atau berproduksi.

2.3.1. Karet Alam

Karet alam adalah bahan polimer alam yang diperoleh dari tanaman *Hevea Brasiliensis*. Sejak pertama kali proses vulkanisasi diperkenalkan pada tahun 1839, karet alam telah dimanfaatkan secara meluas pada pembuatan ban, selang, sepatu, alat rumah tangga, olahraga, peralatan militer dan kesehatan. Menurut Honggokusumo [11] bahan penyusun karet alam adalah isoprena C_5H_8 yang saling berikatan secara kepala ke ekor 1,4 membentuk poliisoprena $(C_5H_8)_n$, dimana n adalah derajat polimerisasi yang menyatakan banyaknya monomer yang berpolimerisasi membentuk polimer. (Multidisiplin et al., 2018)

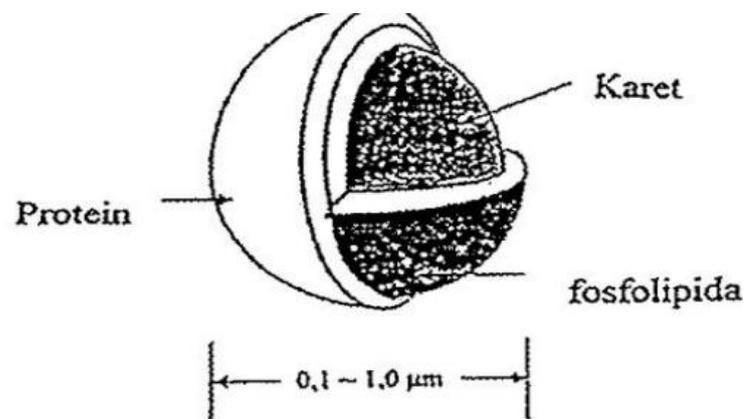
Karet alam mempunyai struktur molekul *cis*-1,4-poliisoprena. Umumnya memiliki berat molekul berkisar 10^4 - 10^7 dan indeks distribusi berat molekul diantara 2,5 sampai 1,0 dengan kelenturan rantai molekul yang tinggi, karet alam memiliki elastisitas luar biasa dan ketahanan leleh yang tinggi. Rumus bangun molekul isoprena (2-metil-1,3-butadiena) dan *cis*-1,4.

Komposisi karet alam secara umum adalah senyawa protein, lipida, karbohidrat, hidrokarbon, persenyawaan organik lain, mineral, dan air. Besarnya persentase dari masing-masing bagian tersebut tidak sama, tergantung pada cara pengerjaan dan peralatan yang digunakan. Menurut Surya [12] komposisi karet alam sebagai berikut:

No.	Komponen	Komponen dalam lateks segar (%)	Komponen dalam lateks kering (%)
1.	Karet Hidrokarbon	36	92-94
2.	Protein	1,4	2,5-3,5
3.	Karbohidrat	1,6	-
4.	Lipida	1,6	2,5-3,2
5.	Persenyawaan Organik Lain	0,4	-
6.	Mineral	0,5	0,1-0,5
7.	Persenyawaan Anorganik Air	58,5	0,3-1,0

Gambar 2.1 Komposisi Karet Alam

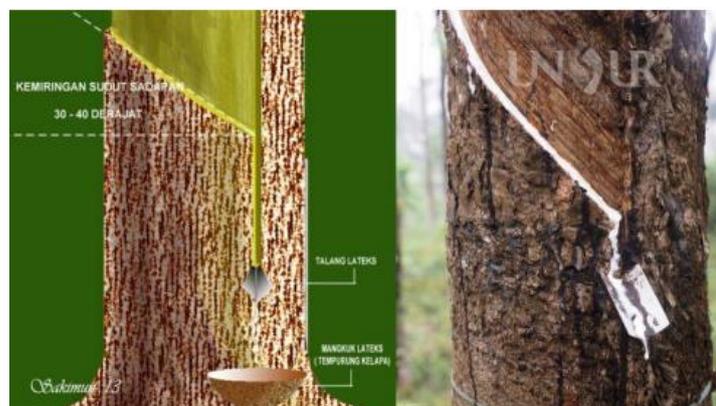
Menurut Tanaka (1998), partikel karet tersusun atas hidrokarbon yang dilapisi oleh fosfolipida dan protein dengan diameter 0,1 μm - 1,0 μm . Partikel karet tersebar secara merata (tersuspensi) dalam serum lateks sebanyak 0,2 milyar per mililiter lateks. Bobot jenis lateks 0,045 pada suhu 70F, serum 1,02 dan karet 0,91. Perbedaan bobot jenis dapat menyebabkan terjadinya pemisahan pada permukaan lateks. Bentuk partikel karet dapat ditunjukkan pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2.2 Partikel Karet

2.3.2. Lateks

Lateks merupakan cairan putih susu yang di peroleh dari hasil penyadapan pohon karet (*Havea Brasiliensis*). Proses mendapatkan lateks dengan cara melukai kulit batangnya, menggunakan alat yang biasa disebut pahat oleh para petani. Penyadapan karet dilakukan antara kulit pohon dan kambium sehingga keluar cairan putih susu yang kemudian ditampung kedalam mangkok. Cairan ini keluar akibat adanya tekanan turgor dalam sel yang terbebaskan karena terjadinya pelukaan, ketika semua isi sel telah habis dan luka telah tertutup oleh lateks yang membeku, maka pohon karet akan berhenti mengeluarkan lateks



Gambar 2.3 Penyadapan Pohon Karet

Pembuluh lateks adalah suatu pembuluh yang memproduksi sel-sel lateks. Sel-sel ini berada di sekitar pembuluh tapis (floem) dan memiliki banyak inti yang memproduksi butiran-butiran kecil lateks di bagian sitosolnya. Proses pengeluaran lateks terjadi apabila pada jaringan pembuluh sel ini terluka, maka akan terjadi pelepasan butiran-butiran dari pembuluh lateks dan keluar sebagai getah kental.

Syarat lateks yang baik harus memenuhi ketentuan sebagai berikut : a. Disaring dengan saringan berukuran 40 mesh. b. Tidak terdapat kotoran atau benda-benda lain seperti tatal kulit karet, daun, ranting kayu dan tanah. c. Tidak bercampur dengan bubur lateks, air atau serum lateks. d. Berwarna putih dan berbau karet segar. e. Lateks kebun mutu 1 mempunyai kadar karet kering 28 % dan lateks kebun mutu 2 mempunyai kadar karet kering 20 %.



Gambar 2.4 Lateks Kebun

Koagulan adalah bahan penggumpal yang berperan pada peristiwa perubahan fase sol menjadi gel yang berlangsung disaat proses penggumpalan lateks. Penggumpalan lateks dapat terjadi karena penurunan muatan listrik. Penurunan muatan listrik diakibatkan karna adanya penurunan pH lateks atau penambahan asam (H^+) dan pengaruh enzim.

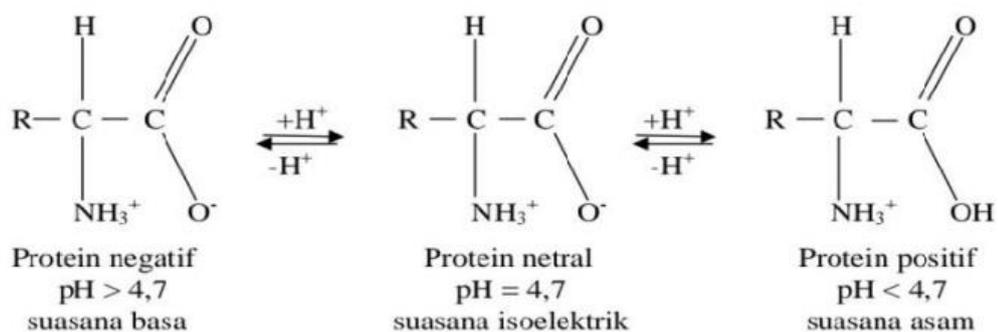
Penyebab partikel karet bermuatan listrik dikarenakan Isoprene di dalam lateks dilapisi oleh protein, sehingga partikel karet di dalam lateks terletak tidak saling berdekatan, melainkan saling tolak menolak hal ini disebabkan karena masing-masing partikel memiliki muatan listrik. Gaya tolak-menolak muatan listrik ini menimbulkan gerak brown.

Pada proses penggumpalan, partikel karet akan mengerut serta mengeluarkan air dan serum yang terkandung di dalamnya, dengan keluarnya serum maka penguraian zat anti oksidan akan berkurang, hal ini disebabkan berkurangnya jasad renik. Penurunan ketahanan karet terhadap reaksi oksidasi disebabkan karena reaksi ikatan silang lebih cepat terjadi dalam keadaan kering dan reaksi akan lebih lambat ketika karet dalam keadaan basah. Penggumpalan atau koagulasi bertujuan untuk merapatkan butiran karet yang terdapat dalam cairan lateks agar menjadi suatu gumpalan atau koagulum. Lateks segar yang diperoleh dari hasil penyadapan memiliki nilai pH 6,5. Sedangkan nilai pH yang dibutuhkan untuk mengubah lateks menjadi suatu koagulum yaitu sekitar 4,7.

Proses penggumpalan lateks terjadi karena hilangnya daya interaksi karet dengan pelindungnya, sehingga partikel karet yang terbebas akan berikatan satu

sama lain dan membentuk gumpalan. Penggumpalan karet di dalam lateks kebun dengan ($\text{pH} \pm 6,8$) dapat dilakukan dengan penambahan asam, yaitu dengan cara menurunkan pH hingga tercapai titik isoelektrik, dimana muatan negatif protein seimbang dengan muatan positif protein sehingga nilai elektrokinetis potensial sama dengan nol. Titik isoelektrik karet di dalam lateks kebun adalah pada pH 4,5– 4,8 (tergantung jenis klon).

Panambahan bahan elektrolit juga mampu menggumpalkan karet, proses ini disebabkan karena bahan elektrolit yang bermuatan positif dapat menetralkan muatan negatif, sehingga interaksi air dengan partikel karet akan rusak. Proses penggumpalan karet didalam lateks juga dapat terjadi secara alamiah akibat aktivitas mikroba. Karbohidrat dan protein lateks menjadi sumber energi bagi pertumbuhan mikroba dan diubah menjadi asam-asam lemak eteris (asam format, asam asetat dan propionat). Semakin tinggi konsentrasi asam tersebut maka pH lateks akan semakin menurun dan setelah tercapai titik isoelektrik karet akan menggumpal. Pada pembuatan lump mangkok untuk bahan olah SIR 20 atau SIR 10 penggumpalan secara alamiah sering dilakukan. Lateks dibiarkan menggumpal secara alami selama 24 jam, kemudian besok harinya dikumpulkan. Penyadapan karet harus dilakukan setiap hari agar lump mangkok yang dihasilkan bervariasi dan tidak terlalu besar



Gambar 2.5 Struktur Protein

2.3.3. Standart Mutu Karet

Pengawasan mutu dalam kegiatan penerapan jaminan mutu karet, merupakan langkah penting untuk mendapatkan pengakuan formal terkait dengan konsistensi standar mutu produk yang dihasilkan. Pemerintah Republik Indonesia

melalui Badan Standardisasi Nasional (BSN) telah mengeluarkan SNI 06-1903-2000 tentang Standard Indonesia Rubber (SIR). Standar ini meliputi definisi, ruang lingkup, penggolongan, bahan olah, syarat ukuran, syarat mutu, pengambilan contoh, cara uji, pengemasan, syarat penandaan dan catatan umum Standard Indonesian Rubber (SIR). SIR adalah karet alam yang diperoleh dengan pengolahan bahan olah karet yang berasal dari getah batang pohon *Hevea Brasiliensis* secara mekanis dengan atau tanpa bahan kimia, serta mutunya ditentukan secara spesifikasi teknis. SIR digolongkan kedalam 6 jenis mutu yaitu:

- 1) SIR 3 CV (Constant Viscosity)
- 2) SIR 3 L (Light)
- 3) SIR 3 WF (Whole Field)
- 4) SIR 5
- 5) SIR 10
- 6) SIR 20

Syarat mutu karet yang telah ditetapkan oleh pemerintah Republik Indonesia melalui Badan Standardisasi Nasional (BSN) dengan mengeluarkan SNI 06-1903-2000 tentang Standard Indonesia Rubber (SIR), ditunjukkan dalam Tabel 3. di bawah ini. Pirolisis adalah proses penguraian komponen-komponen bahan organik penyusun kayu secara tidak teratur dengan cara pemanasan tanpa adanya oksigen, sehingga akan terjadi reaksi penguraian dari senyawa-senyawa kompleks yang menyusun kayu dan menghasilkan zat dalam tiga bentuk yaitu padatan, cairan dan gas. Proses pirolisis melibatkan berbagai proses reaksi yaitu dekomposisi, oksidasi, polimerisasi, dan kondensasi. Reaksi-reaksi yang terjadi selama pirolisis kayu adalah penghilangan air dari kayu pada suhu 120-150°C, pirolisis hemiselulosa pada suhu 200- 250°C, pirolisis selulosa pada suhu 280-320°C, dan pirolisis lignin pada suhu 400°C. Pirolisis pada suhu 400°C menghasilkan senyawa yang memiliki kualitas organoleptik tinggi dan pada suhu lebih tinggi lagi akan terjadi reaksi kondensasi pembentukan senyawa baru dan oksidasi produk kondensasi diikuti kenaikan linier senyawa tar serta hidrokarbon polisiklis aromatis. Peristiwa dekomposisi pada proses pirolisis dapat dibagi menjadi lima zona. Zona I pada suhu kurang dari 100°C terjadi evolusi kadar air secara umum, zona II pada suhu 200°C –250°C bahan baku mulai terdekomposisi,

zona III pada suhu 250°C–350°C dekomposisi hemiselulosa secara dominan, zona IV pada suhu 350°C–500°C terjadi dekomposisi selulosa dan lignin, dan zona V pada suhu di atas 500°C terjadi dekomposisi lignin

2.4. Pengertian Komposit

Komposit adalah perpaduan dua bahan yang dipilih berdasarkan kombinasi sifat yang berbeda. Ini bertujuan untuk menghasilkan material baru dengan sifat yang unik dibandingkan dengan sifat material dasarnya. Hal ini disebabkan karena adanya ikatan permukaan antara masing-masing material penyusunnya. Dengan kata lain, akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanis dan karakteristik yang berbeda dari material asalnya. (Manurung et al., 2013)

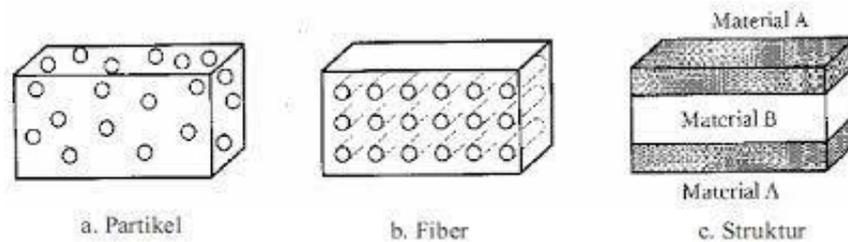
Menurut (Kurniawan et al., 2022), komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan, yang mana sifat masing-masing bahan tersebut berbeda antara satu sama lain, baik sifat kimiawi maupun fisiknya, serta tetap terpisah dalam hasil akhir pencampuran.

Salah satu keuntungan penggunaan komposit adalah sifatnya yang fleksibel, sehingga mudah untuk diarahkan dan kekuatannya dapat diatur hanya pada arah tertentu yang dikehendaki. Selain fleksibel, komposit juga bersifat ringan, kuat, tidak mudah korosi, serta tidak mudah kehilangan karakteristik dan kekuatan mekanisnya. (Kartini et al., 2002)

2.4.1. Material Penyusun Komposit

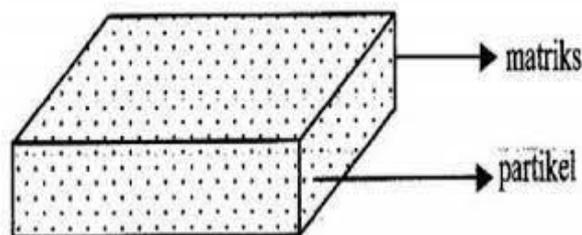
Material penyusun komposit terdiri dari filler dan matriks. Penggabungan material ini bertujuan untuk menemukan material baru. Filler adalah bahan yang ditambahkan ke dalam suatu bahan lain untuk meningkatkan sifat-sifat tertentu dari bahan tersebut. Matriks adalah bahan yang membentuk struktur dasar suatu material dan menyatukan bahan-bahan lain yang terkandung di dalamnya. Filler sangat berperan dalam memberikan kekuatan dan kekakuan komposit, sedangkan matriks memberikan ketahanan terhadap temperatur tinggi, ketahanan terhadap tegangan geser, dan mampu mendistribusikan beban. Filler bisa berupa fibers (serat), particles (partikel), layers (lapisan), atau flakes fillers (pengisi serpihan). Sedangkan matriks bisa berasal dari bahan polimer, logam, keramik, atau resin

(Schwartz, 1986). Pada penelitian ini, jenis filler yang digunakan adalah serat dari pelepah pinang dan matriks yang digunakan berupa polimer berjenis polipropilena. Adapun ilustrasi material penyusun komposit dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.6 Ilustrasi Komposit

Pada dasarnya, struktur penyusun suatu komposit terdiri dari daerah matriks, serat, antarfase, dan antarmuka. Matriks adalah daerah volume terbesar. Serat adalah penahan beban utama yang berfungsi sebagai penguat. Antarfase adalah pelekut antara dua penyusun, sedangkan antarmuka merupakan permukaan fase yang berbatasan dengan fase lain. Struktur penyusun komposit dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.7 Struktur Penyusun Komposit

2.4.2. Filler

Salah satu bagian utama dari penyusun komposit adalah zat penguat yang disebut filler, atau dikenal juga dengan istilah reinforcement. Filler berfungsi sebagai penanggung beban utama, penguat, dan penjaga stabilitas dimensi pada komposit. Contoh filler yang umumnya digunakan dalam pembuatan komposit adalah fiber. Fiber merupakan serat atau serbuk yang berasal, baik dari bahan alami maupun bahan buatan. Fiber alami berasal dari serat tumbuhan dan hewan. Fiber yang berasal dari tumbuhan dihasilkan dari bagian tubuh tumbuhan, seperti

akar, batang, daun, buah, dan pelepah. Contoh nama tumbuhan yang bagian tubuhnya digunakan sebagai serat, antara lain kenaf, jute, rami, dan ijuk. Fiber yang berasal dari hewan dihasilkan dari bulu hewan dan umumnya digunakan sebagai bahan alternatif pengganti serat sintetis. Sedangkan fiber buatan yang umumnya digunakan dalam pembuatan komposit, antara lain serat e-glass, boron, dan karbon. Pada penelitian ini, jenis serat yang digunakan adalah serat yang berasal dari pelepah pohon pinang.

Kelebihan dari penggunaan serat alam, antara lain karena harga bahan baku yang murah, ketersediaan melimpah di alam, tingkat kepadatan atau densitas yang rendah, dan bersifat terbarukan. Sedangkan kekurangan dari penggunaan serat alam, antara lain nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang masih berada di bawah serat sintetis, dimensi serat yang bervariasi dan tidak beraturan sehingga kualitas serat yang dihasilkan berbeda-beda, serta hasil panen fluktuatif yang bergantung pada iklim dan penyakit tanaman.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Iskandar Fajri & Sugiyanto, 2013), ditemukan bahwa komposit serat daun nanas dan poliester dengan orientasi serat acak tidak dapat meningkatkan kekuatan tarik dan tekan pada komposit. Sebaliknya, penambahan serat pada matriks resin poliester dengan orientasi serat searah dapat meningkatkan kekuatan tarik dengan penambahan serat 0,2 g dan dapat meningkatkan kekuatan tekan dengan penambahan serat 1,5 g.

Menurut (Diana et al., 2022), jenis fiber yang umum digunakan adalah sebagai berikut.

a. Fiberglass

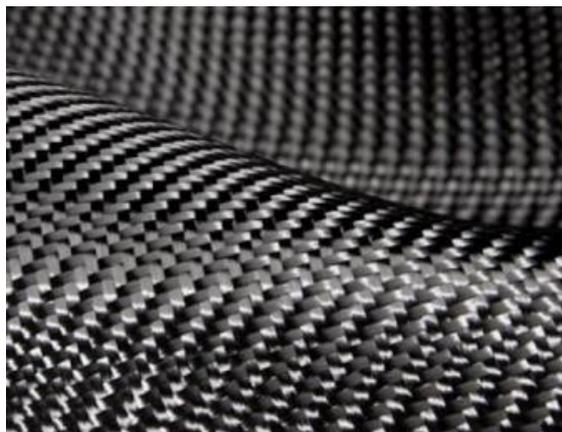
Fiberglass merupakan bahan umum yang digunakan dalam industri untuk pembuatan komposit. Hal ini dikarenakan bahan ini sangat banyak tersedia. Komposisi fiberglass mengandung silika yang berguna memberikan kekerasan, fleksibilitas dan kekakuan. Proses pembentukan fiberglass melalui proses peleburan (fusion) terhadap silika dengan campuran mineral oksida. Pada proses ini diberikan pendinginan yang sangat cepat untuk pembentukan kristalisasi yang sempurna. Proses ini disebut dengan fiberization.



Gambar 2.8 Fiber Glass

b. Carbon Fiber

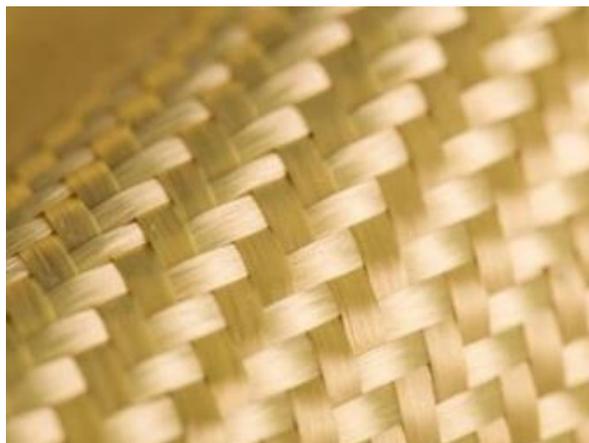
Carbon fiber memiliki keunggulan terhadap ketahanan fatik (fatigue resistance), tidak rentan terhadap beban perpatahan, dan mempunyai elastic recovery yang baik. Perkembangan penggunaan carbon fiber tergolong sangat tepat untuk aplikasi penerbangan, produk olahraga, dan berbagai kebutuhan industri. Sebagai bahan anorganik, carbon fiber tidak terpengaruh oleh kelembaban, atmosfer, pelarutan basa, dan asam lemah (weak acid) pada suhu ruangan. Namun pada suhu yang tinggi, carbon fiber dapat tercampur bahan-bahan asing yang tidak diinginkan yang dapat memengaruhi sifat-sifat material sehingga menghambat proses oksidasi yang menyebabkan kemurnian carbon fiber tidak tercapai, atau dikenal dengan istilah impurities.



Gambar 2.9 Carbon Fiber

c. Aramid Fiber

Aramid fiber memiliki kekuatan yang sangat tinggi dibandingkan dengan rasio berat yang dimilikinya. Pada awalnya, aramid fiber diproduksi oleh E.I. duPont de Nemours & Company, Inc. dengan merek Kevlar yang dipakai sebagai fiber penguat dalam produksi ban dan plastik. Aramid fiber relatif fleksibel dan tidak rapuh (non-brittle), sehingga aramid fiber dapat diproses dengan berbagai metode, seperti pemintalan (twisting), penenunan (weaving), perajutan (knitting), penyisiran (carding), dan penyamakan (felting). Metode-metode tersebut dapat digunakan untuk membuat berbagai produk, seperti kain, pakaian, aksesoris, dan komponen mesin. Aramid fiber memiliki warna alami yang kuning keemasan. Warna ini disebabkan oleh struktur molekul aramid fiber yang memiliki ikatan hidrogen yang kuat. Ikatan hidrogen ini menyebabkan serat aramid fiber menyerap cahaya biru dan memantulkan cahaya kuning.



Gambar 2.10 Aramid Fiber

2.4.3. Klasifikasi Komposit

Adapun klasifikasi kompositi berdasarkan matriksnya adalah sebagai berikut

a. Metal matrix komposit

Metal matrix composite (MMC) atau komposit matriks berbahan logam adalah salah satu jenis komposit yang menggunakan matriks logam. MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996 dengan menggunakan filler berupa serat logam kontinu (continuous filament). MMC banyak digunakan dalam proses pembuatan komposit untuk bahan industri penerbangan.

b. Keramik matrix komposit

Ceramic matrix composite (CMC) atau komposit matriks berbahan keramik merupakan material yang terdiri dari dua fase, dengan satu fase berfungsi sebagai penguat dan satu fase sebagai matriks. Fase matriks terbuat dari keramik, sedangkan fase filler/penguat yang umum digunakan pada CMC antara lain oksida, karbida, dan nitrit. Proses pembuatan dari CMC salah satunya adalah melalui proses DIMOX (directed metal oxidation ‘oksidasi logam terarah’). Proses ini dilakukan dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk membentuk matriks keramik di sekitarnya

c. Polymer matrix komposit

Polymer matrix composite (PMC) atau komposit matriks berbahan polimer adalah material komposit yang menggunakan polimer sebagai matriks. PMC memiliki sifat yang lebih tahan terhadap korosi dan lebih ringan daripada komposit jenis lain. Matriks polimer terbagi menjadi dua jenis, yaitu polimer termoset dan termoplastik. Polimer termoset tidak dapat didaur ulang, sedangkan polimer termoplastik dapat didaur ulang. Jenis-jenis polimer termoplastik yang biasa digunakan, antara lain polipropilena (PP), polistirena (PS), dan polietilena (PE).

Berdasarkan Fillernya dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Fibrous Komposit

Fibrous composite atau komposit serat adalah komposit yang terdiri dari satu lapisan dan memiliki penguat berupa serat. Kayu adalah komposit alam yang terdiri dari serat hemiselulosa dalam matriks lignin. Serat yang digunakan untuk menguatkan matriks dapat berjenis pendek, panjang, atau kontinu.

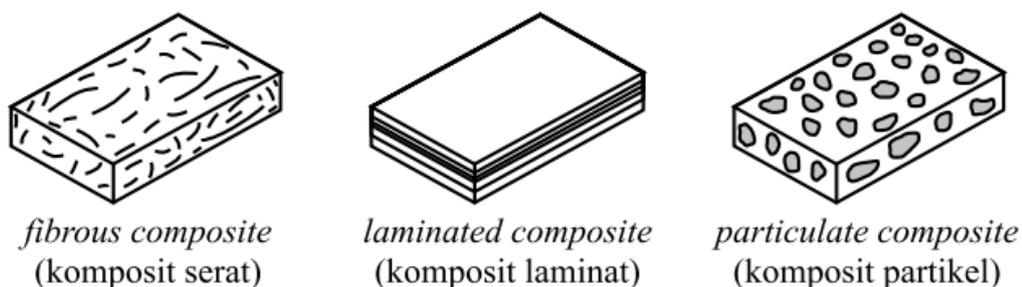
b. Laminated komposit

Laminated composite atau komposit laminat adalah komposit yang terdiri dari dua atau lebih lamina (lapisan). Setiap lamina memiliki sifat dan arah serat yang berbeda-beda. Plywood atau kayu lapis adalah salah satu jenis komposit laminat yang terdiri dari lapisan kayu yang ditumpuk dan

disatukan dengan lem. Lapisan kayu tersebut disusun secara berselang-seling, sehingga memiliki arah serat yang tegak lurus satu sama lain.

c. Particulated komposit

Particulated composite atau komposit partikel, yaitu komposit dengan penguat berupa partikel/serbuk yang tersebar secara merata pada semua luasan dan segala arah dari komposit. Penyebaran partikel yang merata dapat meningkatkan sifat komposit, seperti kekuatan, kekakuan, dan tahan abrasi. Partikel yang digunakan dalam komposit partikel dapat bervariasi, baik dari segi ukuran, bentuk, maupun materialnya. Ukuran partikel yang umum digunakan adalah antara 0,1 hingga 100 mikrometer. Bentuk partikel yang umum digunakan adalah bola, silinder, dan kubus. Material partikel yang umum digunakan adalah keramik, logam, polimer, dan serat.



Gambar 2.11 Klasifikasi Berdasarkan komposit kombinasi

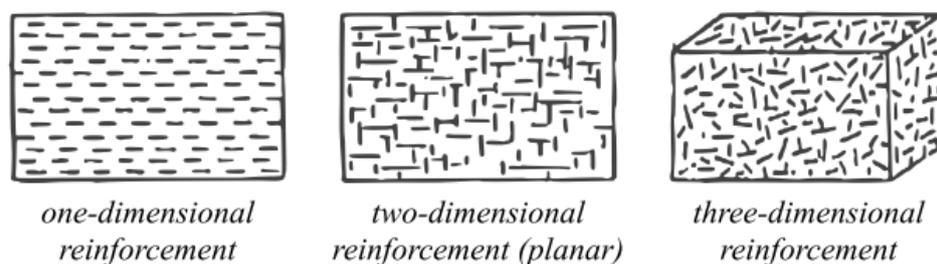
2.4.4. Faktor Mempengaruhi Kinerja Komposit

Kinerja komposit dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik dari karakteristik bahan penyusunnya maupun dari proses pembuatannya. Adapun beberapa faktor yang memengaruhi kinerja komposit, antara lain sebagai berikut.

a. Tata Letak dan Arah Serat

Dalam pembuatan komposit, tata letak dan arah serat dalam matriks akan menentukan kekuatan sifat mekanis komposit. Hal ini dapat memengaruhi kinerja komposit. Ketika dicampurkan dengan matriks, arah serat mempunyai beberapa keunggulan. Jika orientasi serat semakin acak maka sifat mekanis pada satu arahnya melemah. Bila arah serat menyebar maka

kekuatannya akan ikut menyebar sehingga semakin kekuatan mekaniknya semakin kuat. Berdasarkan tata letak dan arah serat, maka komposit dapat diklasifikasikan menjadi 3 bagian, yaitu: 1. one-dimensional reinforcement, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah horizontal serat; 2. two-dimensional reinforcement (planar), mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat; dan 3. three-dimensional reinforcement, mempunyai sifat isotropik kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya.



Gambar 2.12 Orientasi Letak Serat

Selain letak dan arah, panjang serat juga memiliki pengaruh dalam pembuatan komposit yaitu terhadap kekuatan. Serat panjang memiliki daya lebih kuat dibandingkan dengan serat pendek. Serat alami mempunyai panjang yang tidak seragam pada setiap jenisnya sedangkan serat buatan panjang seratnya sudah ditentukan. Oleh karena itu, untuk mengatasi kelemahan dari serat pelepah pinang, maka panjang serat ini akan ditentukan secara konvensional, yaitu dengan cara diukur dengan menggunakan alat ukur. Panjang serat juga memengaruhi kemampuan proses dari komposit. Pada umumnya, serat panjang lebih mudah penanganannya jika dibandingkan dengan serat pendek. Ditinjau dari teorinya, serat panjang dapat mengalirkan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain. (Manurung et al., 2013) Komposit berbahan serat banyak diaplikasikan pada alat-alat yang membutuhkan material perpaduan dua sifat dasar yaitu kuat dan ringan. Komposit serat yang baik umumnya mampu menyerap matriks. Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi,

hal ini dikarenakan serat dan matriks akan berinteraksi sehingga terjadinya pendistribusian tegangan.

b. Faktor Matriks

Matriks dalam komposit berfungsi sebagai bahan pengikat serat, melindungi dari kerusakan eksternal, dan meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan dirinya, sehingga matriks dan serat saling berhubungan. Pembuatan komposit serat membutuhkan matriks dengan ikatan permukaan yang kuat. Selain itu, perlu adanya kecocokan secara kimia untuk mencegah terjadinya reaksi yang tidak diinginkan. Matriks yang dipilih harus diperhatikan sifat-sifatnya, antara lain seperti tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk, dan tahan terhadap guncangan. Hal yang memengaruhi ikatan antara serat dan matriks dikenal dengan istilah void. Void adalah celah yang ada pada serat akibat pembentukan serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matriks tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah void sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut. (Hanifi et al., 2019)

2.5.Pembebanan Bahan Komposit

Komposit dibentuk pada saat yang sama ketika struktur komposit tersebut dibuat. Hal ini berarti bahwa orang yang membuat komposit juga membentuk sifat dan struktur dari komposit yang dihasilkan. Proses manufaktur yang digunakan biasanya menentukan kinerja struktur dari komposit yang akan dihasilkan. Dalam proses manufaktur, terdapat empat gaya yang harus diperhatikan, yaitu tarik, tekan, geser/lintang dan lentur. Setiap bahan dalam penyusun komposit harus mampu menahannya agar komposit yang dihasilkan memiliki kinerja yang baik.

1. Tarik

Reaksi komposit terhadap beban tarik sangat tergantung pada sifat kekakuan dan daya tahan dari serat filler. Semakin kaku dan kuat serat penguat, maka komposit akan semakin mampu menahan beban tarik.

2. Tekan

Sifat daya rekat dan kekakuan dari matriks sangat penting dalam menahan beban tekanan. Matriks berfungsi sebagai pengikat serat-serat penguat dan mencegahnya dari tekukan (buckling) saat adanya tekanan.

3. Geser

Beban geser mencoba untuk meluncurkan setiap lapisan serat. Di bawah beban geser, matriks memainkan peranan utama dalam memindahkan tegangan secara melintang pada komposit. Untuk membuat komposit tahan terhadap beban geser, unsur matriks diharuskan tidak hanya mempunyai sifat-sifat mekanis yang baik, tetapi juga memiliki daya rekat yang tinggi terhadap serat filler.

4. Lentur

Beban lentur merupakan kombinasi dari beban tarik, tekan, dan geser. Ketika beban lentur diberikan, bagian atas komposit akan mendapatkan daya tekan, sedangkan bagian bawah mendapatkan daya tarik dan bagian tengah lapisan mengalami pergeseran.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan, yaitu dari bulan Mei hingga Agustus 2024. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.2. Alat dan Bahan

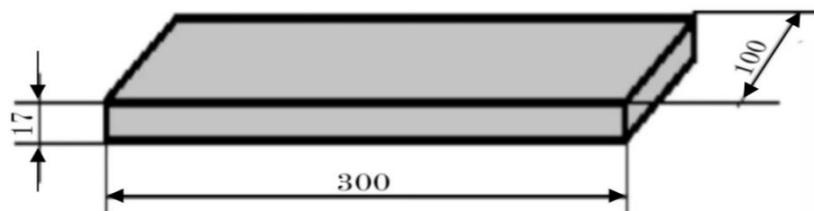
Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan sampel komposit dalam penelitian ini dapat dilihat

Alat	Merek
Seperangkat alat gelas	Pyrex
Neraca Analitik	Redwag
Hot plate stirrer	Coming PC 400 D
Motor Stirrer	-
Thermometer	Fisher
Aluminium Foil	-
Statif dan klem	-
Cetakan spesimen	ASTM D790
Hot press	-

Alat Uji *Three Point Bending* yang digunakan adalah *Univesal Testing Machine* (UTM) milik Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.dapat dilihat pada gambar



Gambar 3.1 Alat Uji Three poin Bending



Gambar 3.2. Spesimen Uji Bending ASTM D790

3.3. Variabel Penelitian

Variabel yang di gunakan dalam penelitian ini terdiri dari : variable bebas dan variable terikat

- Variable Bebas

Variable bebas adalah variable yang ditentukan nilai sebelum penelitian yang terdiri dari

1. Variasi jumlah 90% HDPE dan 20% karet alam 10% sebagai pengisi pipa HDPE
2. Variasi jumlah 80% HDPE dan 20% karet alam 10% sebagai pengisi pipa HDPE
3. Variasi jumlah 70% HDPE dan 30 % karet alam ditambah abu boiler 10% sebagai pengisi pipa HDPE.

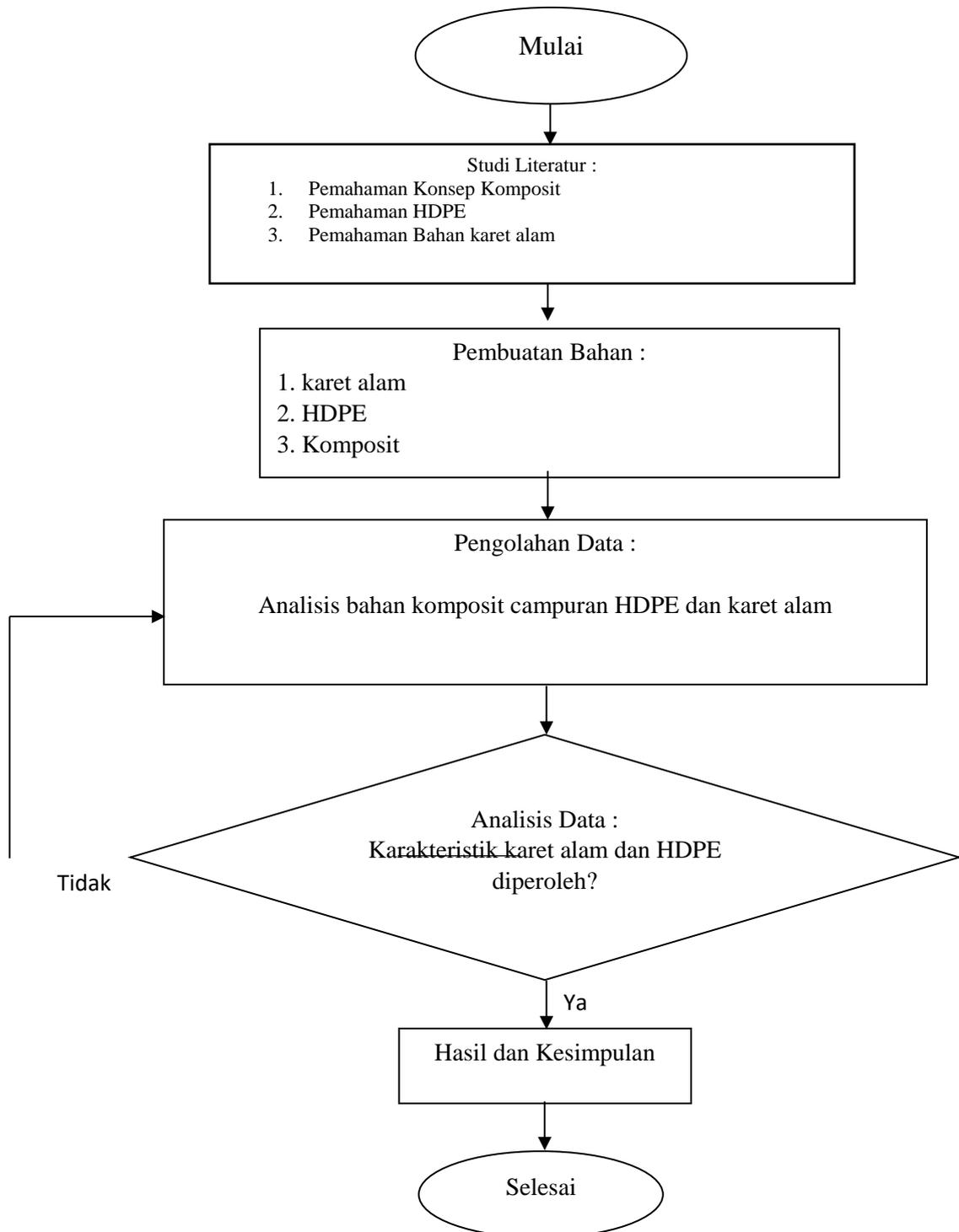
- Variabel Terikat

Variable terikat adalah variable yang nilainya sangat tergantung pada variable bebas dan merupakan hasil penelitian. Variable terikat dari penelitian ini adalah

1. Nilai tegangan pada material
2. Kekuatan material HDPE yang di blending dengan karet alat dan sebagai pengisi abu boiler.
3. Karakteristik HDPE yang diblending dengan karet alam

3.4. Bagan Alir Penelitian

Adapun proses alir penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Uji Tekan

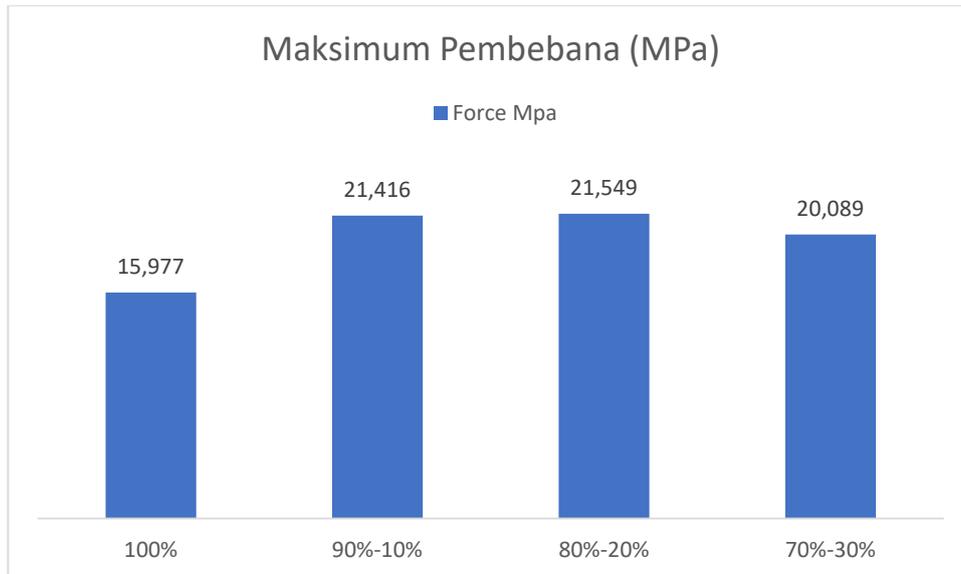
Uji kekuatan tekan dilakukan pada enam spesimen HDPE/KA/PPgMA/ABPKS10gr. Uji tersebut melibatkan pemberian gaya tekan sebesar 208,85 kg, dengan setiap spesimen memiliki luas penampang 100 mm² [30]. Tujuan utama dari uji ini adalah untuk mengevaluasi kemampuan campuran komposit tersebut dalam menahan tekanan dan beban kompresi. Hasil uji kekuatan tekan untuk komposit HDPE/KA/PPgMA/ABPKS20 menunjukkan rata-rata kekuatan sebesar 19,983 MPa. Nilai rata-rata ini diperoleh dari serangkaian uji kekuatan tekan yang dilakukan pada spesimen dengan kandungan pengisi ABPKS sebanyak 20 phr. Uji ini bertujuan untuk memberikan wawasan mengenai performa material secara keseluruhan di bawah tekanan kompres.

4.2. Data Pengujian Three Point Bending

Pengujian specimen *Bending* dilakukan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material. Pengujian *three point Bending* masing-masing menggunakan 6 Variasi Matriks yang berbeda-beda dan memiliki 4 spesimen pada setiap Variasi Matriks yang berbeda-beda tersebut.

Tabel 4.1. Spesimen Three poin Bending

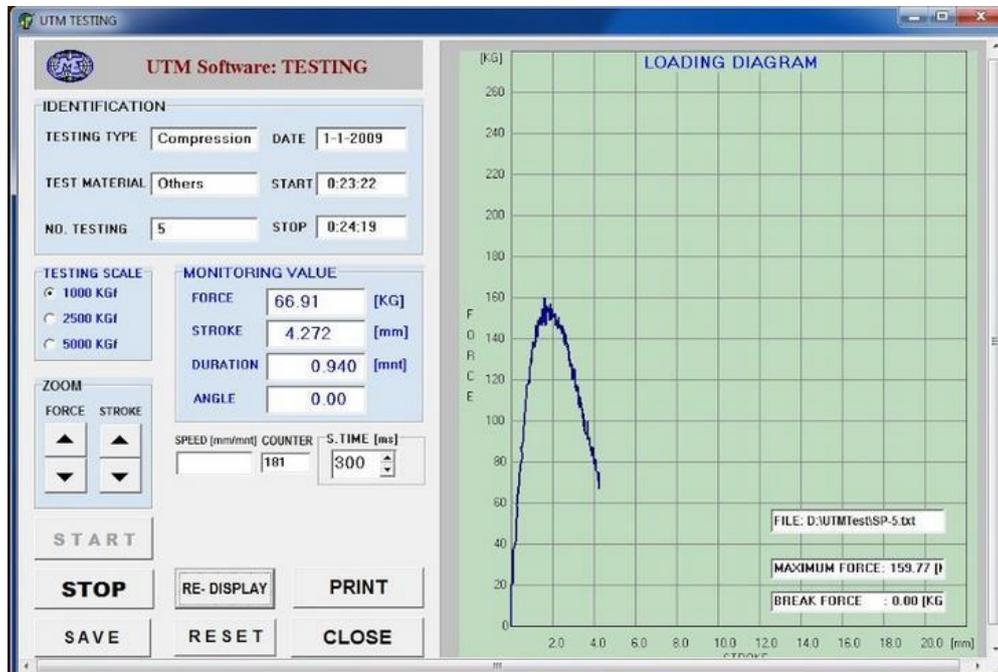
Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Titik Uji (mm)	Beban (MPa)
1	200	100	50	100	15,977
2	200	100	50	100	21,416
3	200	100	50	100	21,549
4	200	100	50	100	20,089



Gambar 4.1. Grafik maksimum pembebanan tiap spesimen

a. Spesimen 1 (100 % HDPE)

Hasil uji tekan 100% HDPE 15,977 MPa, pengujian ini dilakukan agar mengetahui kekuatan tekan pada HDPE murni sebelum di campur dengan karet alam



Gambar 4.2. Grafik uji tekan pada spesimen 1 (100% HDPE)

Untuk menghitung tegangan pada benda uji specimen 1 di gunakan rumus :

$$\sigma = \frac{3Fl}{2bd^2}$$

$$= \frac{3 \times 15,977 \times 100}{2 \times 10 \times 10^2} = 4,793 \text{ MPa}$$

Untuk menghitung nilai regangan sebagai berikut

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100$$

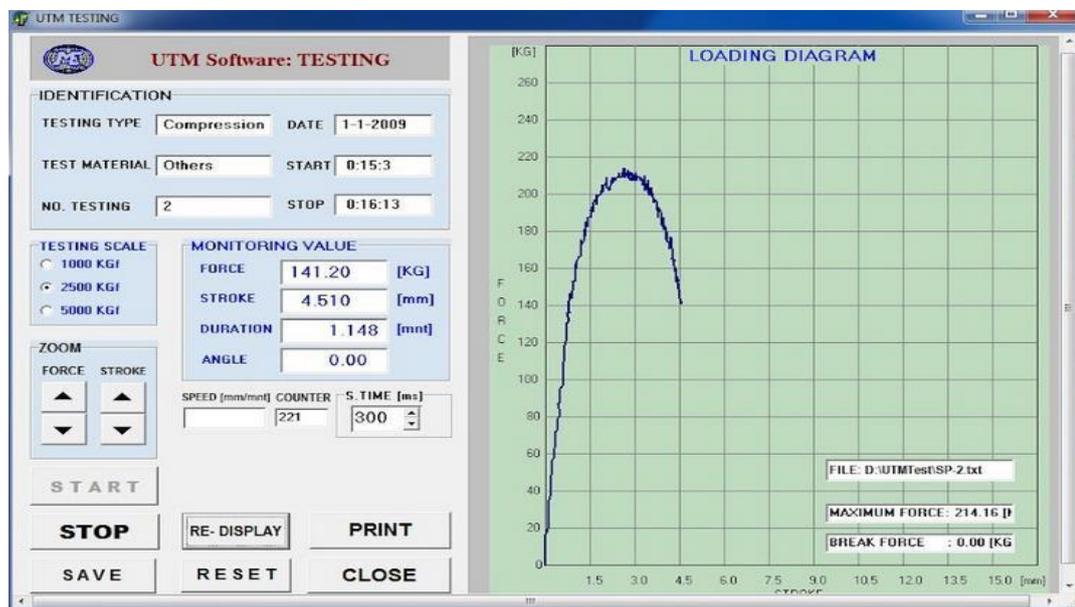
$$= \frac{25}{200} \times 100\% = 12,5\%$$

Maka untuk perhitungan modulus elastitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{4,793 \text{ MPa}}{12,5} = 0,383 \text{ MPa}$$

b. Specimen 2 (90%-10%)

Pada spesiemn kedua ini menggunakan HDPE 90% dan karet alam 10% dan menggunakan abu boiler 1 gram sebagai pengisi ruang kosong yang ada di bahan komposit agar menambah nilai kuat tekan pada specimen 2. Hasil pengujian pada specimen 2 sebesar 21,416 MPa.



Gambar 4.3. Hasil uji tekan pada spesimen 2 (90% HDPE-20% KA)

Untuk menghitung tegangan pada benda uji specimen 1 di gunakan rumus :

$$\sigma = \frac{3Fl}{2bd^2}$$

$$= \frac{3 \times 21.416 \times 100}{2 \times 10 \times 10^2} = 6,425 \text{ MPa}$$

Untuk menghitung nilai regangan sebagai berikut

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100$$

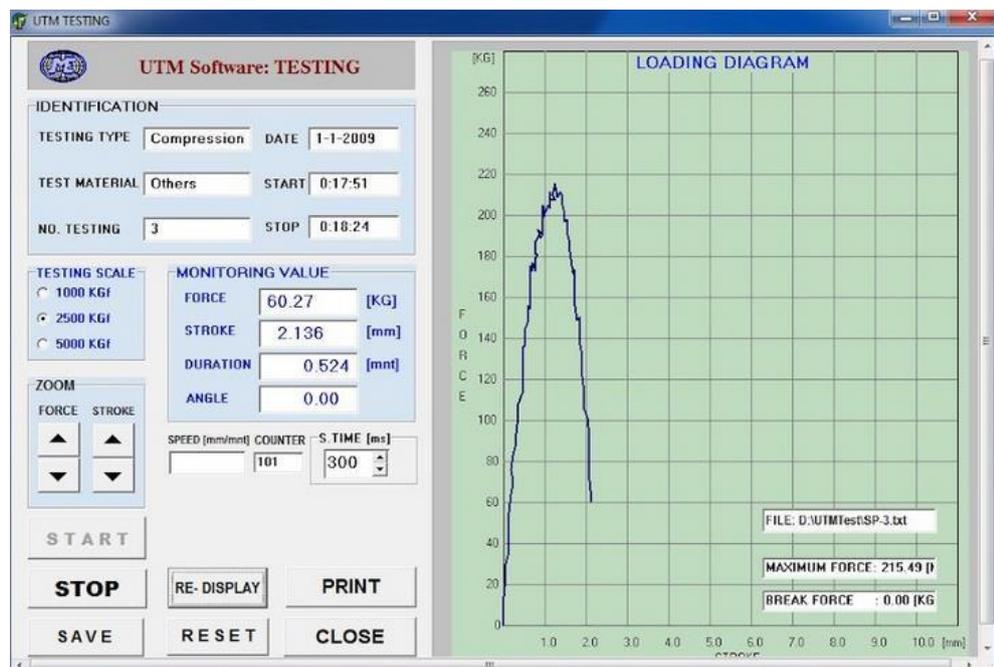
$$= \frac{25}{200} \times 100\% = 12,5\%$$

Maka untuk perhitungan modulus elastitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{6,425 \text{ MPa}}{12,5} = 0,514 \text{ MPa}$$

c. Spesimen 3 (80%-20%)

Pada spesiemn kedua ini menggunakan HDPE 90% dan karet alam 10% dan menggunakan abu boiler 1 gram sebagai pengisi ruang kosong yang ada di bahan komposit agar menambah nilai kuat tekan pada specimen 2. Hasil pengujian pada specimen 3 sebesar 21,549 MPa





Gambar 4.4. Hasil uji teka pada specimen 3 (80% HDPE-20% KA)

Untuk menghitung tegangan pada benda uji specimen 1 di gunakan rumus :

$$\sigma = \frac{3Fl}{2bd^2}$$

$$= \frac{3 \times 21.549 \times 100}{2 \times 10 \times 10^2} = 6,464 \text{ MPa}$$

Untuk menghitung nilai regangan sebagai berikut

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100$$

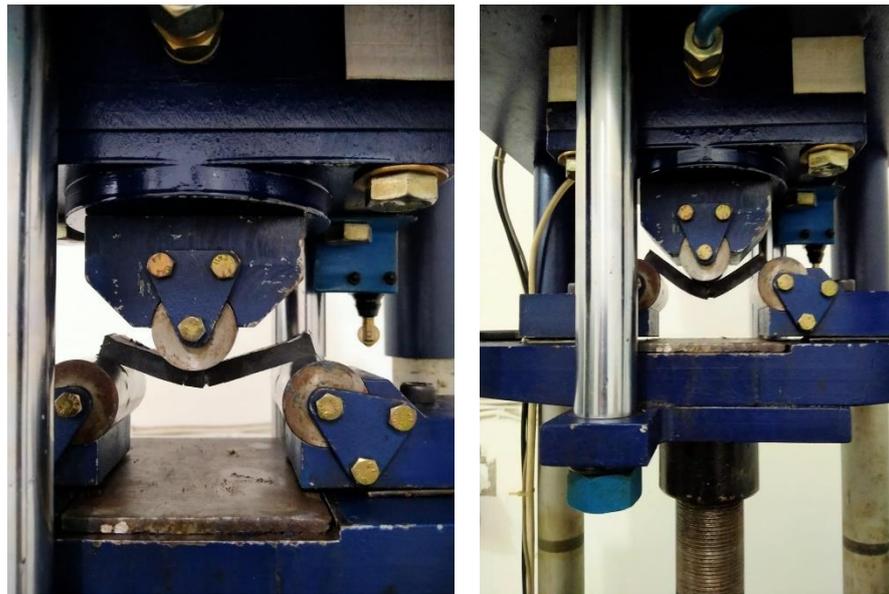
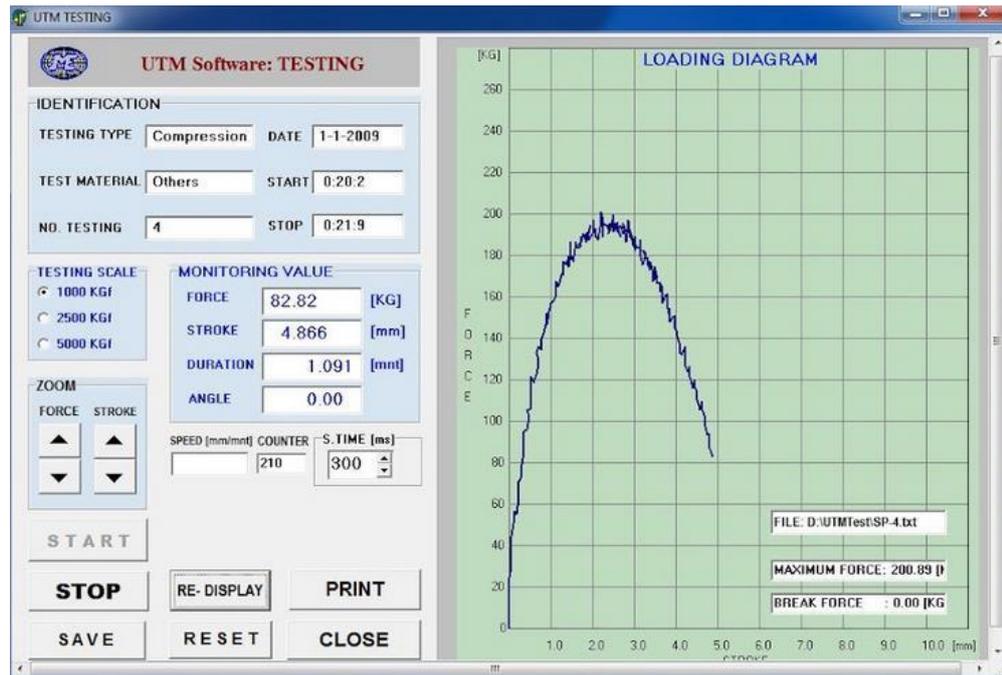
$$= \frac{25}{200} \times 100\% = 12,5\%$$

Maka untuk perhitungan modulus elastitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{6,464 \text{ MPa}}{12,5} = 0,517 \text{ MPa}$$

d. Specimen 4 (70%-30%)

Pada spesiemn kedua ini menggunakan HDPE 70% dan karet alam 30% dan menggunakan abu boiler 1 gram sebagai pengisi ruang kosong yang ada di bahan komposit agar menambah nilai kuat tekan pada specimen 4. Hasil pengujian pada specimen 3 sebesar 20.089 MPa.



Gambar 4.6. Hasil uji teka pada specimen 3 (80% HDPE-20% KA)

Untuk menghitung tegangan pada benda uji specimen 1 di gunakan rumus :

$$\sigma = \frac{3Fl}{2bd^2}$$

$$= \frac{3 \times 20,089 \times 100}{2 \times 10 \times 10^2} = 6,026 \text{ MPa}$$

Untuk menghitung nilai regangan sebagai berikut

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100$$

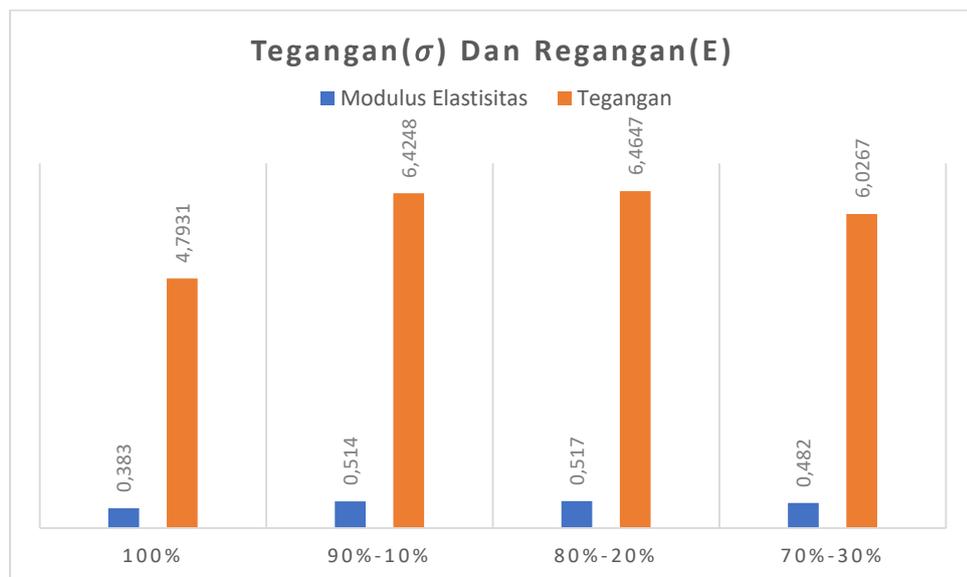
$$= \frac{25}{200} \times 100\% = 12,5\%$$

Maka untuk perhitungan modulus elastitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{6,026 \text{ MPA}}{12,5} = 0,482 \text{ MPa}$$

4.2. Pembahasan

Dari hasil pengujian tekan/bending dengan variasi matrik yang berbeda dapat dilihat pada gambar 4.6 bahwa specimen yang memiliki pembebanan lebih tinggi pada variasi 80%-20% sebesar 6,464 MPa. sedangkan untuk nilai elastisitas tertinggi pada variasi 80%-20% dengan nilai 0,517 MPa.



Gambar 4.6. Grafik tegangan dan regangan uji Tekan/bending

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil uji bending dapat di simpulkan bahwa material komposit yang paling bagus ialah pada variasi 80%HDPE-20%KA, 1% abu boiler pabrik kelapa sawit ABPKS dengan nilai tegangan 6,464 MPa dan modulus elastisitas 0,517 MPa

Meskipun nilai rata-rata, hasil kekuatan tekan menunjukkan variasi di antara spesimen-spesimen individu. Variasi ini disebabkan oleh beberapa faktor, di mana heterogenitas dan distribusi pengisi ABPKS menjadi kontributor signifikan. Keberadaan faktor-faktor ini menyarankan bahwa beberapa aspek dari campuran komposit mungkin tidak terdistribusi secara konsisten atau homogen di seluruh spesimen. Variasi yang diamati dalam kekuatan tekan antara spesimen-spesimen memunculkan pertanyaan tentang distribusi pengisi ABPKS dalam komposit. Heterogenitas, atau distribusi yang tidak merata, dan aglomerasi partikel pengisi diidentifikasi sebagai faktor-faktor potensial yang memengaruhi sifat mekanik komposit, khususnya kekuatan tekan.

5.2. Saran

Untuk meningkatkan penelitian kedepannya maka ada beberapa saran sebagai berikut :

1. Pada saat mencampurkan HDPE dengan Karet Alam dan abu boiler harus diaduk sekitar 3-5 menit agar campuran merata.
2. Pada saat pengujian pastikan tiap specimen sudah di beri tanda dan titik tekan tepat di tengah sampel pengujian agar hasil uji maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Diana, L., Ghani Safitri, A., & Nabel Ariansyah, M. (2022). Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer. *Jurnal Kesehatan Dan Masyarakat*, 2(2), 2808–6171.
- Djafar, A., & Fatoni, M. A. (2021). *PERANCANGAN MESIN SINGLE SCREW EXTRUDER UNTUK DAUR ULANG PLASTIK LDPE MENJADI FILAMENT FEED 3D PRINTING*.
- Fahmi, H., Hadi, S., & Kapur, F. M. (2016). Analisis Kekuatan Komposit Resin diperkuat Serat Pinang *Strength Analysis of Betelnut Fiber-Reinforced Resin Composite*. 6(2).
- Fax, T., & Kunci, K. (2018). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*. 4(2).
- Hanifi, R., Dewangga, G., Kasiadi, K., & Widiyanto, E. (2019). Analisis Material Komposit Berbasis Serat Pelepah Kelapa Sawit Dan Matriks Polypropylene Sebagai Bahan Pembuatan Bumper Mobil. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 2(2), 15. <https://doi.org/10.32662/gojise.v2i2.712>
- Ikam, B., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., Buana, U. M., & Umum, P. (2016). Pengaruh temperatur dan line speed pada proses pembuatan kabel optik yang mengalami kecacatan diselubung kabel pada mesin extruder. 05(2), 37–49.
- Iskandar Fajri, R., & Sugiyanto, dan. (2013).) 1) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung 2) Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung Jln. *Prof.Sumantri Brojonegoro*, 1(2), 704947.
- Kartini, R., H, D., & Sudirman. (2002). Polimer Berpenguat Serat Alam. *Jurnal SainsMateri Indonesia*, 3(3), 30–38.
- Kurniawan, N. A., Setiawan, F., & Sofyan, E. (2022). Pengujian Tarik Komposit Spesimen Campuran Serat Pisang Alur Diagonal Dan Pasir Besi Dengan Matrik Resin Polyester Dengan Metode Hand Lay-Up. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 281–288. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.657>

- Manurung, S. X., Sinuhaji, P., & Syukur, M. (2013). Pembuatan Dan Karakterisasi Komposit Serat Palem Saray Dengan Matriks Poliester. *Jurnal Saintia Fisika*, 1, 1–5.
- Multidisiplin, S., Pengetahuan, I., Palan, A., Pappang, R., Salam, L., Salu, S., Multidisiplin, S., & Pengetahuan, I. (2018). *Prosiding Seminar Nasional 2018 ANALISIS KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT PELEPAH PINANG (Areca Catechu) Seminar Nasional Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (SMIPT)*, *Prosiding Seminar Nasional 2018 Seminar Nasional Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (SMIPT)*, 1(April), 9–10.
- Sibarani, M., Allan, M. P., & Santika, P. M. (2018). *Perancangan unit Extruder pada Mesin Extrusion Lamination Flexible Packaging*. 2(2), 42–45.
- Tanjung, I. (2022). *ANALISIS MORFOLOGI SERAT DAN KEKUATAN IMPAK BAHAN KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT PINANG (ARECA CATECHU)*. 4, 1–7.

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

ANALISA SIFAT MATERIAL KOMPOSIT HDPE YANG DI BLENDING DENGAN KARET ALAM MENGGUNAKAN DENGAN PENGISIAN ABU BOILER

Nama : Hamdan Syukran
 NPM : 2307230200P
 Dosen Pembimbing : Dr. Sudirman Lubis, S.T., M.T

No	Hari/Tgl	Kegiatan	Paraf
1	Kamis /11-02-2024	Perbaikan latar belakang	Alex
2	16/07-2024	Perbaikan Rumusan masalah	Alex
3	22/07-2024	Bab II perbaiki	Alex
4	23/07-2024	Tambahkan potensi/punad	Alex
5	29/07-2024	Referensi jurnal	Alex
6	31/07-2024	Bab III tambahkan grade penelitian	Alex
7	1/08-2024	Perbaiki metode penelitian	Alex
8	2/08-2024	Acc Seminar Proposal	Alex
9	15/01-2025	Bab IV Hasil dan pembahasan	Alex
10	18/01-2025	Acc Seminar Hasil	Alex
11	28/04-2025	Acc Sidang	Alex



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Ppi/PT/III/2024

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id>

fatek@umsu.ac.id

[umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan)

[umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan)

[umsumedan](https://www.tiktok.com/@umsumedan)

[umsumedan](https://www.youtube.com/channel/UC...)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1107/IL3AU/UMSU-07/F/2025

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 07 Juli 2025 dengan ini Menetapkan :

Nama : HAMDAN SYUKRAN
Npm : 2307230200 P
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : X1 (SEBELAS))
Judul Tugas Akhir : ANALISA SIFAT MATERIAL KOMPOSIT HDPE YANG DI BLENDING DENGAN KARET ALAM DENGAN PENGISISN ABU BOILER

Pembimbing : Dr SUDIRMAN ST.MT.

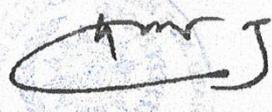
Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik MESIN
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Medan, 11 Muharram 1447 H
07 Juli 2025 M

Dekan


Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK Mesin
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2024 – 2025**

Peserta seminar

Nama : Hamdan Syukran
 NPM : 2307230200 P
 Judul Tugas Akhir : Analisa Sifat Material Komposit HDPE (High Density Polyethylene) Yang Di Blending Dengan Karet Alam Menggunakan Dengan Penggisian Abu Boiler .

DAFTAR HADIR

TANDA TANGAN

Pembimbing – I : Dr Sudirman Lubis ST.MT

:

Pembanding – I : M. Yani ST.MT

:

Pembanding – II : Chandra A Siregar ST.MT

:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2107230111	Nausani Zaini	
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 20 Ramadhan 1446 H
20 Maret 2025 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

nama : Hamdan Syukran
Matrikulasi : 2307230200 P
Judul Tugas Akhir : Analisa Sifat Material Komposit HDPE (High Density Polyethylene) Yang Di Blending Dengan Karet Alam Menggunakan Dengan Pengisian Abu Boiler

Dosen Pembanding – I : M. Yani ST.MT
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar ST.MT
Dosen Pembimbing – I : Dr . Sudirman Lubis ST.MT .

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

jenis bahan yang dipakai yg harus direvisi.

- B. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 20 Ramadhan 1446 H
20 Maret 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- 1



Chandra A Siregar ST.MT



M. Yani ST.MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

nama : Hamdan Syukran
M : 2307230200 P
Judul Tugas Akhir : Analisa Sifat Material Komposit HDPE (High Density Polyethylene) Yang Di Blending Dengan Karet Alam Menggunakan Dengan Pengisian Abu Boiler

Jury Pembanding – I : M. Yani ST.MT
Jury Pembanding – II : Chandra A Siregar ST.MT
Pembimbing – I : Dr . Sudirman Lubis ST.MT .

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

libur buku gas alam.

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 20 Ramadhan 1446 H
20 Maret 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- 11



Chandra A Siregar ST.MT



Chandra A Siregar ST.MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Hamdan Syukran
NPM : 2307230200P
Tempat dan tanggal lahir : Asantola, 12 Oktober 1989
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Kewarganegaraan : Indonesia
Alamat : Jl. Impres, Dsn. Sukamaju, Ds. Asantola
Anak Ke : 3 dari 4 bersaudara
No. Hp : 0823-6170-4063
Email : syukranhamdan121089@gmail.com

PENDIDIKAN FORMAL

1. Tahun 1999-2004 : SD Negeri Haloban
2. Tahun 2004-2009 : SMP Negeri 2 Pulau Banyak
3. Tahun 2009-2012 : SMK Negeri 1 Gunung Meriah
4. Tahun 2022-2025 : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara