

**ANALISIS SIFAT MEKANIK CAMPURAN BUBUR KERTAS
DENGAN SERAT TANAMAN SUKU PALMAE (ARECACEAE)**

SKRIPSI

OLEH :

NAZARUDDIN YUSMAN

198130143



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 21/6/22

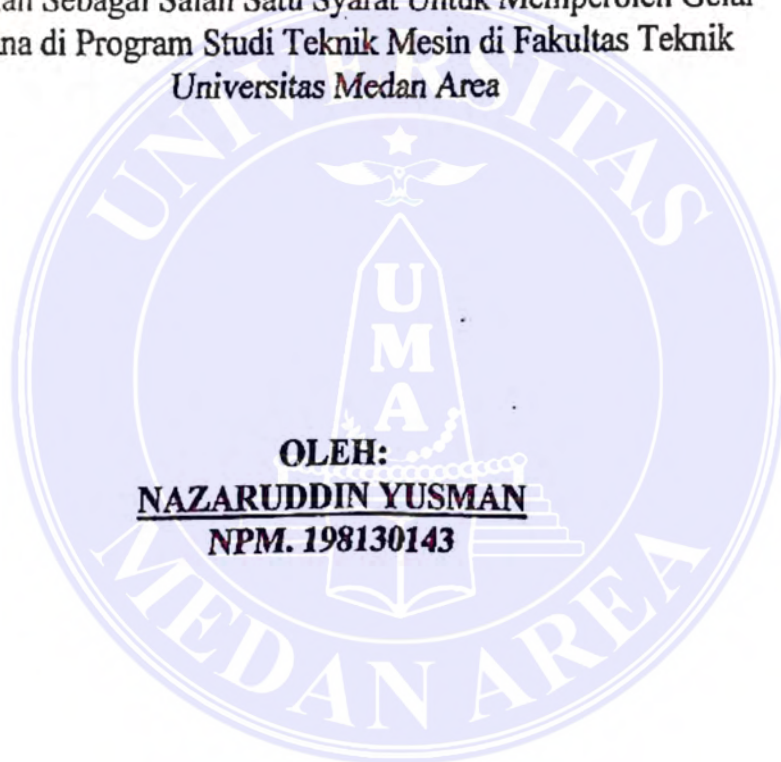
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Dipindai dengan CamScanner
Access from (repository.uma.ac.id)21/6/22

**ANALISIS SIFAT MEKANIK CAMPURAN BUBUR KERTAS
DENGAN SERAT TANAMAN SUKU PALMAE (ARECACEAE)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana di Program Studi Teknik Mesin di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



OLEH:
NAZARUDDIN YUSMAN
NPM. 198130143

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 21/6/22

Dipindai dengan CamScanner
Access From (repository.uma.ac.id)21/6/22

HALAMAN PENGESAHAN BUKU SKRIPSI

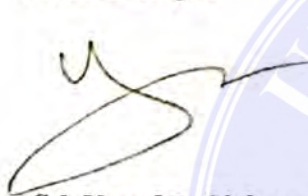
Judul Skripsi : Analisis Sifat Mekanik Campuran Bubur Kertas Dengan Serat Tanaman Suku Palmae (*Arecaceae*)

Nama : NAZARUDDIN YUSMAN
NPM : 198130143
Bidang Keahlian : Manufaktur
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

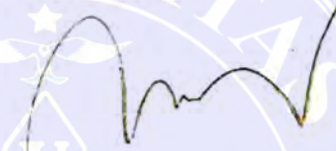
Disetujui Oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing II

Pembimbing I



(M. Yusuf R. Siahaan, ST., MT.)
NIDN : 0122078003



(Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST., M.Eng.)
NIDN : 0111057402

Diketahui Oleh :
Dekan

Ka Prodi Teknik Mesin



(Rahmad Syah S.Kom, M.Kom)
NIDN : 0105058804



(Muhammad Idris, ST., MT)
NIDN : 0106058104

Tanggal Lulus : 15 Februari 2022

HALAMAN PERNYATAAN

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

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademi yang saya peroleh dan sanksi lainnya apabila dikemudian hari ditemukan unsur plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 15 Februari 2022

Hormat



(NAZARUDDIN YUSMAN)
(198130143)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR / SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : NAZARUDDIN YUSMAN
NPM : 198130143
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*non-exclusive Royalti-free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“ANALISIS SIFAT MEKANIK CAMPURAN BUBUR KERTAS
DENGAN SERAT TANAMAN SUKU PALMAE (*ARECACEAE*)”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti, noneklusif ini, Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama saya tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis /pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Medan, 15 Februari 2022
Yang menyatakan :



(NAZARUDDIN YUSMAN)
(198130143)

ABSTRAK

Penelitian ini berjudul analisis sifat mekanik campuran bubur kertas dengan serat tanaman suku palmae (*arecacea*). Mengingat banyaknya limbah pelepah kelapa sawit dan pinang, maka peneliti melakukan pemanfaatan limbah tersebut menjadi serat. Serat tersebut dapat dijadikan sebagai salah satu bahan pembuatan komposit dengan campuran bubur kertas sebagai bahan utamanya. Dengan melakukan pengujian dan analisis kekuatan mekanik pada bahan tersebut, agar diketahui kekuatan sifat mekaniknya yang nantinya dapat berpotensi diaplikasikan pada bahan pembuatan karton *box*. Pengujian tarik dilakukan pada bahan komposit campuran bubur kertas dengan serat tanaman kelapa sawit dan pinang. Untuk dilakukannya pengujian tarik maka dilakukan pembuatan spesimen pengujian tarik dengan menggunakan tujuh variable spesimen uji dengan bahan komposit campuran bubur kertas dengan serat pelepah kelapa sawit dan pinang, dengan komposisi 30:70, 50:50, dan 70:30 pada masing masing campuran setiap serat. Dengan tambahan satu variable spesimen campuran bubur kertas dengan serat mix yaitu serat pelepah kelapa sawit dan pinang komposisi 30:70. Pembuatan spesimen menggunakan pedoman pada standard ASTM 3039M. Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan *tensile test machine* dilakukan pada fakultas pancasarjana universitas sumatera utara. Hasil pengujian dilakukan analisis dengan menggunakan metode offset. Dari hasil analisis diperoleh nilai tegangan tarik tertinggi terdapat pada spesimen, campuran bubur kertas dengan serat mix komposisi 30:70 dengan nilai 3,058 MPa. Regangan patah tertinggi terdapat pada spesimen campuran bubur kertas dengan serat pelepah pinang komposisi 30:70, dengan nilai regangan tarik 0,0267. Kekuatan luluh tertinggi terdapat juga pada spesimen campuran bubur kertas dengan serat pelepah pinang komposisi 30:70 dengan nilai 0,015 MPa. Modulus elastisitas tertinggi terdapat pada spesimen campuran serat pelepah kelapa sawit pada komposisi 30:70 dengan nilai 1,9107 MPa.

Kata kunci : bubur kertas, serat pelepah kelapa sawit, serat pelepah pinang, uji tarik

ABSTRACT

The title of this research is the analysis of the mechanical properties of the mixture of pulp and plant fibers from the palmae (Arecacea) tribe. Considering the large amount of waste from oil palm and areca fronds, the researchers made use of the waste into fiber. These fibers can be used as a composite material with a mixture of pulp as the main ingredient. By testing and analyzing the mechanical strength of the material, it is necessary to know the strength of its mechanical properties which can then be potentially applied to the material for making cardboard boxes. Tensile testing was carried out on a composite material mixed with pulp with oil palm and areca nut plant fibers. To carry out the tensile test, a tensile test specimen was made using seven test specimen variables with a composite material of a mixture of pulp with palm midrib and areca nut fibers, with a composition of 30:70, 50:50, and 70:30 in each mixture of each fiber. . With the addition of one variable specimen of pulp mixed with mixed fiber, namely palm midrib fiber and areca nut with a composition of 30:70. Making specimens using the guidelines on the ASTM 3039M standard. Tensile testing was carried out using a tensile test machine at the Pancasarjana faculty of the University of North Sumatra. The test results were analyzed using the offset method. From the results of the analysis, the highest tensile stress value was found in the specimen, a mixture of pulp and fiber mix composition of 30:70 with a value of 3,058 MPa. The highest fracture strain was found in the mixed pulp specimen with betel nut fiber composition 30:70, with a tensile strain value of 0.0267. The highest yield strength was also found in specimens of mixed pulp with betel nut fiber composition 30:70 with a value of 0.015 MPa. The highest modulus of elasticity was found in the mixed specimen of oil palm midrib fiber at a composition of 30:70 with a value of 1.9107 MPa.

Keywords: paper pulp, oil palm midrib fiber, areca palm fiber, tensile test

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis Bernama Nazaruddin Yusman, saya dilahirkan di Aek Nabara 26 Januari 1999. Penulis merupakan anak dari pasangan Yusman, SP dan Irma Sani Harahap serta adik dari Nanda Aprita Yusman. Penulis menyelesaikan Pendidikan dasar pada tahun 2010 di SD Negeri 118243 Janji, penulis menyelesaikan Pendidikan sekolah menengah pertama pada tahun 2013 di SMP Negeri 3 Rauntau Perapat, penulis menyelesaikan Pendidikan sekolah menengah kejuruan di SMK Negeri 1 Percur Sei Tuan pada tahun 2016, penulis menyelesaikan Pendidikan D3 pada tahun 2019 di Piliteknik Teknologi Kimia Industri, dan pada tahun 2019 penulis melanjutkan Pendidikan pada perguruan tinggi swasta di Universitas Medan Area, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin dan selesai pada tahun 2022.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya kepada penulis sehingga naskah seminar hasil ini dapat diselesaikan dengan baik, dengan judul “Analisis Sifat Mekanik Campuran Bubur Kertas Dengan Serat Tanaman Suku Palmae (Arecaceae)”.

Naskah ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi bagi setiap mahasiswa Universitas Medan Area untuk menyelesaikan pendidikan dengan mendapatkan gelar sarjana di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Secara khusus penulis ucapkan terima kasih kepada orang tua yaitu Ayahanda Yusman,SP dan Ibunda Irma Sani Harahap, dan seluruh keluarga yang memberikan dukungan moral maupun material selama perkuliahan penulis.

Penulis menyadari dalam naskah ini masih banyak kekurangan yang masih perlu diperbaiki, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan naskah ini.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng. M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom., M.Kom., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Muhammad Idris, ST, MT., selaku Ketua Program Studi Pendidikan

Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

4. Bapak Dr. Iswandi, ST., MT., selaku Sekertaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
5. Bapak Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing I, bagi penulis yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II bagi penulis yang telah banyak memotivasi serta memberikan arahan sehingga menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
7. Bapak Ir. Amru Siregar, MT., selaku Dosen Penasehat Akademik penulis pada Universitas Medan Area.
8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan pegawai pada Universitas Medan Area yang telah banyak membekali penulis ilmu dan pengetahuan selama penulis menjalani perkuliahan.

Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan naskah ini. Semoga naskah ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Medan, 15 Februari 2022
Penulis,

NAZARUDDIN YUSMAN
198130143

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN BUKU SKRIPSI	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Perumusan masalah.....	2
C. Batasan masalah.....	2
D. Tujuan penelitian	3
E. Manfaat penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Komposit	4
B. Tanaman Palmae (<i>Araceae</i>)	7
1. Tanaman kelapa sawit.....	8
2. Tanaman Pinang	10
C. Kertas	13
D. PVAc (<i>Polyvinyl Actetate</i>).....	14
E. Pengujian Karakteristik Mekanik.....	16
1. Stress (tegangan)	17
2. Strain (Regangan)	17
3. Modulus Elastisitas	18
4. Kekuatan Luluh	19
5. Kekuatan Tarik	20
F. Pengujian Spesimen	21
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	23
A. Waktu dan lokasi penelitian.....	23
B. Alat dan Bahan.....	24
1. Alat	24
2. Bahan	27
C. Metode penelitian	29
D. Diagram alir penelitian	35
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
A. Hasil pembuatan spesimen	37
B. Pengujian tarik	38
C. Analisis hasil pengujian	41
1. Mencari kekuatan tarik <i>ultimate</i>	42
2. Mencari titik yield point dan yield strength	51
3. Mencari modulus elastisitas	52

4. Mencari nilai regangan patah	54
D. Pemilihan bahan Terbaik	58
BAB V . KESIMPULAN DAN SARAN	61
A. Kesimpulan	61
B. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62

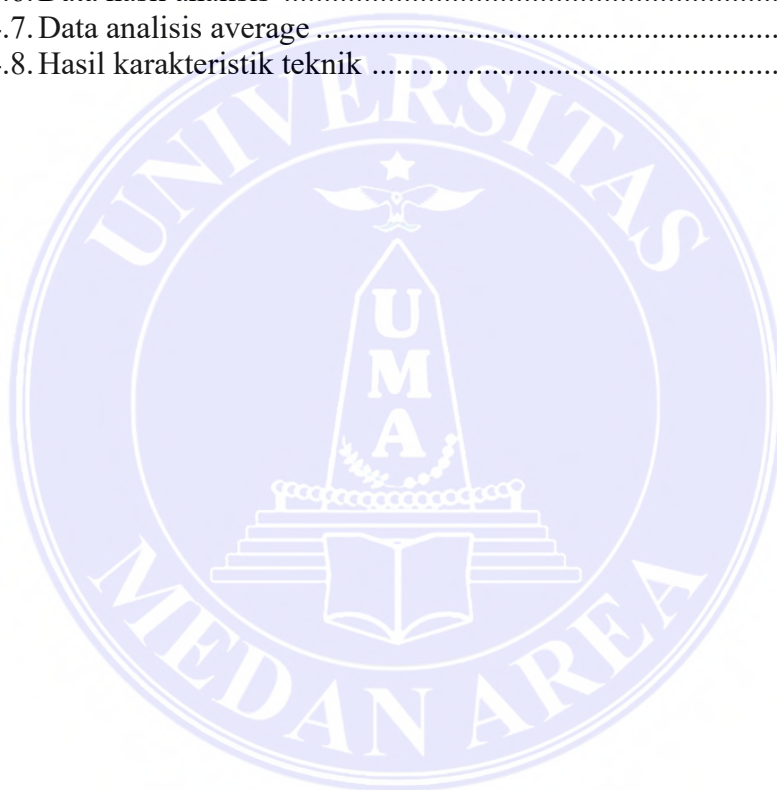


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Kelapa sawit	10
Gambar 2.2. Pelepah sawit	11
Gambar 2.3. Pohon pinang	12
Gambar 2.4. Pelepah pinang.....	13
Gambar 2.5. Gaya tarik vs pertambahan panjang	17
Gambar 2.6. Grafik antara <i>strain</i> dan <i>stress</i>	18
Gambar 2.7. Modulus elastisitas	19
Gambar 2.8. Menentukan titik luluh	20
Gambar 2.9. Kekuatan tarik material	20
Gambar 3.1. Cetakan	24
Gambar 3.2. Blender	24
Gambar 3.3. Perutan mesin	25
Gambar 3.4. Timbangan digital.....	25
Gambar 3.5. Mesin pengepresan	26
Gambar 3.6. Mesin uji tarik.....	26
Gambar 3.7. Kertas bekas.....	27
Gambar 3.8. Serat pelepah kelapa sawit.....	27
Gambar 3.9. Serat pelepah pinang.....	28
Gambar 3.10. Lem PVAc	28
Gambar 3.11. <i>Wax (mirror glaze)</i>	29
Gambar 3.12. Dimensi spesimen	33
Gambar 3.13. Diagram alir peneitian	36
Gambar 4.1. Hasil pembuatan spesimen	38
Gambar 4.2. Spesimen setelah pengujian	40
Gambar 4.3. Grafik gaya vs regangan seluruh pengujian serat pinang	40
Gambar 4.4. Grafik gaya vs regangan seluruh pengujian serat sawit	41
Gambar 4.5. Grafik gaya vs regangan seluruh pengujian serat mix	41
Gambar 4.6. Grafik kekuatan tarik <i>ultimate</i> serat sawit 30:70 per. I	43
Gambar 4.7. Grafik titik kekuatan luluh	52
Gambar 4.8. Grafik modulus elastisitas	53
Gambar 4.9. Grafik titik regangan patah.....	54
Gambar 4.10. Grafik average kekuatan tarik <i>ultimate</i>	56
Gambar 4.11. Grafik average kekuatan luluh	57
Gambar 4.12. Grafik average modulus elastisitas	57
Gambar 4.13. Grafik average regangan patah	5

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Jadwal Penelitian	23
Table 3.2. Berat komposisi komposit	33
Tabel 4.1. Komposisi bahan setiap speimen	38
Table 4.2. Data hasil pengujian	39
Table 4.3. Hasil tegangan tarik keseluruhan	51
Table 4.4. Hasil analisis kekuatan luluh	52
Table 4.5. Hasil perhitungan modulus elastisitas	54
Table 4.6. Data hasil analisis	55
Table 4.7. Data analisis average	55
Table 4.8. Hasil karakteristik teknik	59



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sifat mekanik yaitu kemampuan suatu bahan/material dalam menerima beban mekanis, baik beban statis maupun beban dinamis. Contoh: ketangguhan, kelelahan, kekerasan, ketahanan mulur, kekuatan tarik, dan lain-lain. Terdapat acuan data sifat mekanis material yang menentukan spesifikasi standar material tersebut. Data tersebut diperoleh dengan uji mekanis sesuai standar yang ditentukan.[1]

Komposit merupakan suatu material yang dibentuk dari kombinasi dua atau lebih material yang sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda dimana suatu material sebagai pengisi (*Matrix*) dan material lainnya sebagai fasa penguat (*Reinforcement*). Komposit biasanya tersusun dari dua bahan dasar yaitu serat (*fiber*) dan matriks.[2]

Bahan komposit merupakan bahan teknologi yang mempunyai potensi yang tinggi dalam bidang teknik terkhusus dalam hal material. Komposit dapat memberikan gabungan sifat-sifat yang berbeda-beda pada penggunaan yang tidak akan diperoleh melalui penggunaan logam dan keramik, khususnya tentang sifat kekuatan spesifik serta kekakuan spesifik.

Mengingat akan kekayaan alam yang dimiliki oleh Indonesia maka serat alam dapat dijadikan sebagai pilihan yang dapat terurai secara alami dan banyak ragam serat alami yang tersedia misalnya serat ijuk, serat pelepah sawit, serat pelepah pinang dan masih banyak lagi. Kelemahan serat alami diantaranya ukuran

serat yang tidak seragam dan faktor usia serat yang sangat mempengaruhi kekuatannya. Serat pelepah kelapa sawit dan serat pelepah pinang merupakan salah satu material serat alami (*natural fiber*) yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan komposit. Serat pelepah sawit dan serat pelepah pinang ini mulai digunakan karena mudah didapat dan banyak tersedia di Indonesia. Pada penelitian ini peneliti melakukan pengujian tarik pada spesimen uji yang terbuat dari bubur kertas dengan campuran serat pelepah tanaman suku palmae yaitu tanaman kelapa sawit dan tanaman pinang. Dengan pengharapan mendapatkan hasil yang lebih kuat untuk diaplikasikan pada karton *box*.

B. Perumusan Masalah

Masalah pada penelitian ini melakukan pengujian tarik dan pada material komposit berbahan bubur kertas dengan campuran serat pelepah tanaman suku palme, yaitu ; (a). kelapa sawit, (b). pinang. Serta menganalisis hasil pengujian tarik untuk kedepannya agar dapat berpotensi dilakukannya perancangan *prototype* pada karton *box*

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Komposit yang digunakan dalam penelitian ini berbahan dasar bubur kertas dengan penguat serat pelepah tanaman; (a). kelapa sawit, (b). pinang. Dengan menggunakan 3 jenis komposisi berbeda yaitu 30:70, 50:50, dan 70:30 untuk variable serat pelepah sawit dan pinang.

2. Pengujian kekuatan mekanik material komposit pada penelitian menggunakan pengujian tarik untuk mengetahui sifat mekanik dari material komposit campuran bubur kertas dengan serat pelepah tanaman kelapa sawit dan pinang.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat spesimen uji dari material campuran bubur kertas dengan serat; (a).pelepah kelapa sawit, (b). pelepah pinang, (c). pelepah pinang dan sawit.
2. Menguji kekuatan tarik pada spesimen dari material campuran bubur kertas dengan serat: (a). pelepah kelapa sawit, (b). pelepah pinang, (c). pelepah pinang dan sawit.
3. Menganalisis hasil pengujian tarik pada spesimen uji dari campuran bubur kertas dengan serat; (a). pelepah kelapa sawit, (b). pelepah pinang, (c). pelepah pinang dan sawit yang berpotensi dilakukan perancangan *prototype* karton *box*.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menemukan wawasan terhadap dunia material komposit, yang berbahan dasar bubur kertas dengan penguat serat pelepah tanaman; (a). kelapa sawit, (b). pinang, (c). pelepah pinang dan sawit.
2. Mengetahui daya tahan komposit berbahan dasar bubur kertas dengan penguat serat pelepah tanaman; (a). kelapa sawit, (b). pinang, (c). pelepah pinang dan sawit yang berpotensi terciptanya *prototype* karton *box*.
3. Untuk mengurangi dan mengoptimalkan produksi limbah kertas, pelepah sawit dan pelepah pinang dimasyarakat luas.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Komposit

Komposit didefinisikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya, dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur unsurnya. Secara umum terdapat dua kategori material penyusun komposit yaitu *matrix* dan *reinforcement*. [3]

Komposit memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Perkataan komposit memberikan suatu pengertian yang sangat luas dan berbeda-beda mengikuti situasi perkembangan bahan itu sendiri. Gabungan dua atau lebih bahan merupakan suatu konsep yang diperkenalkan untuk menerangkan definisi komposit. Struktur komposit menjanjikan keuntungan khusus, selain kekuatan, juga mempunyai nilai ekonomi dan ketahanan korosi. Sejarah perkembangan teknologi komposit mencatat berbagai temuan yang bersifat inovatif. Akhirnya pada skala yang lebih halus, kita mempertimbangkan penerapan prinsip komposit terhadap konstituan mikrostruktur (nanokomposit). Di sini digunakan model mekanisa yang relatif sederhana tetapi cukup memadai untuk memperkenalkan kaidah dasar untuk desain dan menjelaskan komposit Dalam bidang rekayasa di mana kekuatan mekanis dan kekakuan merupakan persyaratan utama, istilah “komposit” dikaitkan dengan material yang mengkombinasi fasa matriks dengan campuran filamen yang berfungsi sebagai fasa penguat (penguatan). Komposit dikembangkan dari gagasan yang sederhana dan praktis di mana dua atau lebih

material homogen dengan sifat yang sangat berbeda digabungkan. Keuntungan bahan komposit adalah mempunyai kualitas baik dengan sifat-sifat material yang diperbaiki sebagai berikut: Kekuatan, Konduktivitas panas, Kekakuan, Ketahanan Suhu, Kekuatan Fatik, Ketahanan aus, Berat, Ketahanan korosi.

Pada umumnya tidak semua sifat material di atas dapat dikembangkan pada waktu yang bersamaan pada satu bahan, tetapi disesuaikan dengan kondisi dan penggunaannya. Namun yang perlu diperhatikan pada komposit yang diperkuat agar dapat membentuk produk yang efektif adalah:

1. Komponen penguat harus memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi dari pada komponen matriksnya.
2. Harus ada ikatan permukaan yang kuat antara komponen penguat dengan matriksnya.

Seperti yang telah diketahui bahwa performa suatu bahan komposit ditentukan tidak hanya melalui sifat kimia secara konstituen tetapi juga melalui karakteristik geometriknnya seperti diameter serbuk, bentuk dan orientasinya.

Secara umum komposit terdiri dari 4 jenis bahan yaitu :

1. *Fibrous composites*. Merupakan jenis bahan komposit yang terdiri dari serat yang diletakkan dalam matriks sebagai pengikat. Contohnya; ban, selang air.
2. *Laminated composites*. Merupakan jenis bahan komposit yang terdiri dari beberapa bahan yang disusun secara berlapis membentuk bahan baru.
3. *Particulate composites*. Merupakan jenis bahan komposit yang terdiri dari partikel yang diikat oleh matriks sehingga membentuk bahan baru. Contohnya : untuk bahan non logam dalam matriks non logam yaitu semen + agregat, untuk bahan logam dalam bahan logam misalnya baja + aluminium, dan lain sebagainya.

4. Gabungan. Merupakan jenis bahan komposit yang terdiri dari gabungan ketiga jenis komposit di atas. Contohnya beton bertulang.[4]

Komposit merupakan struktur yang tersusun atas beberapa bahan pembentuk tunggal yang digabungkan menjadi struktur baru dengan sifat yang lebih baik dibandingkan dengan masing masing pembentuknya, bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda digabungkan atau dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna sesuai keinginan pembuatnya dan masing masing bahan tersebut mempertahankan sifat aslinya.[5] Komposit dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu komposit diperkuat serat, komposit diperkuat partikel atau diperkuat suatu sebaran, dan komposit struktur. Komposit diperkuat serat terbagi menjadi dua di antaranta serat menerus (*continuous*) / searah pembebanan, dan serat terputus (*discontinuous*) / serat pendek. Serat pendek dibagi menjadi searah dan acak (*randomly oriented*). Fungsi utama serat-serat dalam komposit adalah menahan kebanyakan beban yang diberikan pada komposit dan membuatnya kaku. Serat-serat dapat berupa serat pendek atau serat utuh di seluruh matriks dan semuanya diarahkan dalam arah yang sama atau secara acak.[6]

B. Tanaman Palmae (Arecaceae)

Familia Arecaceae dalam pengklasifikasian mempunyai genus yang jumlahnya sangat banyak. Oleh karena itu, banyak pakar yang membagi atas beberapa genus yang jumlahnya kadang-kadang berbeda antara satu pakar dengan pakar yang lain.

Tumbuhan ini jumlahnya sangat banyak dan tersebar di bumi ini, contohnya

di Indonesia dikenal sebagai negara kaya dengan berbagai tumbuhan ini. Oleh karena jenisnya begitu banyak, belum semua tumbuhan tergolong kedalam familia *Arecaceae* yang tumbuh di Indonesia ini diketahui namanya. Hal ini disebabkan banyak jenis tumbuhan ini tumbuh tersebar di hutan-hutan Indonesia, misalnya di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Irian Jaya, hingga pula-pulau kecil. Biasanya yang luput dari pengamatan adalah jenis dari segi penampilannya kurang mencolok atau kurang menarik sebagai tanaman hias dan tidak banyak manfaatnya untuk kehidupan.[7]

Tumbuhan *Arecaceae* termasuk tumbuhan serba guna yang telah lama dikenal dalam kehidupan manusia. Misalnya sebagai bahan bangunan, alat-alat rumah tangga, bahan kerajinan, sebagai sumber pangan, minyak, dan energi, untuk tanaman obat, tanaman hias, dan tanaman konservasi lingkungan. Tumbuhan *Arecaceae* adalah famili paling tua dari tumbuhan berbunga lainnya. Hal ini didukung oleh penelitian fosil dari anggota suku *Arecaceae* yang telah dijumpai sejak Jaman Cretaceous 120 juta tahun yang lalu.

Ciri-ciri umum *Arecaceae* yaitu monokotil, berbatang tunggal atau berumpun, berupa pohon atau memanjat, akar serabut, batang beruas-ruas dan tidak memiliki kambium sejati, berdaun majemuk, tangkai daun memiliki pelepah daun yang membungkus batang, bunga tersusun dalam kerangka bunga (mayang), buahnya ditutupi lapisan luar yang relatif tebal (sabut), biji buah relatif cair pada saat muda dan semakin mengeras ketika sudah tua.

Batang *Arecaceae* memiliki tinggi beragam. Ada yang berupa pohon tinggi mencapai 100 meter, pohon sedang (2-10 meter) maupun semak kurang dari 2 meter. Batang *Arecaceae* dapat tumbuh tegak atau merambat pada pohon lain

sebagai liana. Liana yaitu menyerupai tali yang memerlukan pohon lain sebagai panjatan untuk hidupnya contohnya spesies-spesies *Hyphaena* dan *Dypsis*. [8]

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan 2 jenis batang tanaman yang termasuk dalam tanaman palmae (*arecaceae*), yaitu ; (1). Tanaman kelapa sawit, (2). Tanaman pinang.

1. Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*)

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) merupakan tanaman yang tergolong dalam kelompok palmae yang tumbuh baik di daerah tropis. Tanaman kelapa sawit berasal dari Afrika dan masuk ke Indonesia pada tahun 1848 dan dikembangkan pertama kali di Kebun Raya Bogor, dari sinilah kelapa sawit disebarluaskan ke Sumatera dan Malaysia. Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang dapat tumbuh baik di Indonesia, terutama di daerah-daerah dengan ketinggian kurang dari 500 meter dari permukaan laut.

Tanaman ini dapat tumbuh subur di Indonesia, Malaysia, Thailand, Dan Papua Nugini. Kelapa Sawit merupakan tanaman yang sangat penting bagi pembangunan nasional perkebunan kelapa sawit dapat menyerap lapangan tenaga kerja yang lebih besar dan sebagai sumber devisa negara. Tanaman ini mulai diusahakan dan dibudidayakan secara komersial pada tahun 1991. orang yang pertama kali merintis usaha perkebunan kelapa sawit di Indonesia adalah Andrian Hallet seorang yang berkebangsaan Belgia yang mana telah belajar banyak tentang perkebunan kelapa sawit di Afrika. [9] Pohon kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 2.1.



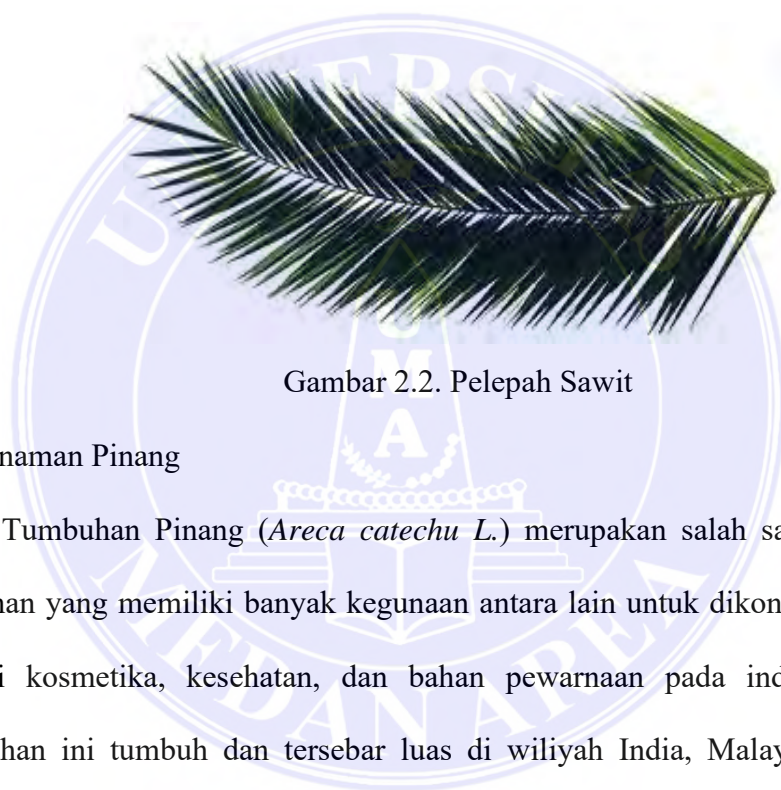
Gambar 2.1. Kelapa Sawit

Klasifikasi ilmiah

Kerajaan	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Ordo	: <i>Arecales</i>
Famili	: <i>Arecaceae</i>
Genus	: <i>Elaeis Jacq</i>

Kelapa sawit merupakan tumbuhan industri sebagai bahan baku penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar. Kelapa sawit ini memiliki peranan yang penting dalam industri minyak yaitu dapat menggantikan kelapa sebagai sumber bahan bakunya. Perkebunannya menghasilkan keuntungan besar sehingga banyak hutan dan perkebunan lama dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Indonesia adalah penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Di Indonesia penyebarannya di daerah Aceh, pantai timur Sumatra, Jawa, Kalimantan, dan Sulawesi.

Pelepah kelapa sawit merupakan bagian dari daun tanaman kelapa sawit yang berwarna hijau (lebih muda dari warna daunnya). Pelepah kelapa sawit meliputi helai daun, setiap helainya mengandung lamina dan midrib, ruas tengah, petiole dan kelopak pelepah. Helai daun berukuran 55 cm hingga 65 cm dan mencakup dengan lebar 2,5 cm hingga 4 cm, setiap pelepah mempunyai lebih kurang 100 pasang helai daun. Jumlah pelepah yang dihasilkan meningkat 30-40 batang ketika berumur 3-4 tahun.[10] Pelepah sawit terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Pelepah Sawit

2. Tanaman Pinang

Tumbuhan Pinang (*Areca catechu L.*) merupakan salah satu dari jenis tumbuhan yang memiliki banyak kegunaan antara lain untuk dikonsumsi, bahan industri kosmetika, kesehatan, dan bahan pewarnaan pada industri tekstil. Tumbuhan ini tumbuh dan tersebar luas di wilayah India, Malaysia, Taiwan, Indonesia dan negara asia lainnya, baik secara individu maupun populasi, umumnya tumbuhan ini ditanam sebagai tanaman pagar atau pembatas perkebunan.

Pinang merupakan tanaman famili *Arecaceae*. Pohon berbatang langsing, tumbuh tegak, tinggi 10-30 m, diameter 15-20 cm, tidak bercabang dengan bekas daun yang lepas. Daun majemuk menyirip tumbuh berkumpul diujung batang membentuk roset batang. Pelepah daun berbentuk tabung, panjang helaian daun 1-

1,8 m, anak daun mempunyai panjang 85 cm, lebar 5 cm, dengan ujung sober dam bergigi. Bentuk pohon pinang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Pohon Pinang

Klasifikasi ilmiah

Kingdom : *Plantae*
 Division : *Magnoliophyta*
 Classis : *Liliopsida*
 Order : *Arecales*
 Family : *Arecaceae*
 Genus : *Areca*
 Species : *Areca catechu L.*

Pinang merupakan tumbuhan palma family *Arecaceae* yang tingginya dapat mencapai 12 hingga 30 m, berakar serabut berwarna putih, batang tegak lurus bergaris tengah 15 sampai 20 cm, tidak bercabang dengan bekas daun yang lepas terlihat jelas. Pembentukan batang baru terjadi setelah 2 tahun dan berbuah

pada umur 5 hingga 8 tahun tergantung pada keadaan tanah, tanah dengan kelembaban yang baik dan memiliki rentang pH 5-8 sangat mendukung untuk pertumbuhan. Daun memiliki panjang sekitar 1,5 hingga 2 m. Serat pelepah pinang merupakan salah satu serat alami dalam pembuatan komposit secara ilmiah dan pemanfaatannya masih perlu dikembangkan. Pinang yang pada umumnya dapat tumbuh di dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian 1000 m di atas permukaan laut. Tanaman pinang idealnya ditanam pada ketinggian dibawah 600 m diatas permukaan laut. Tanaman pinang mempunyai ciri spesifik yang mudah dibedakan dari jenis tanaman lainnya. Tanaman ini terdiri dari batang, daun, pelapah daun dan buah. Pelepah pinang dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Pelepah Pinang

Pengolahan bagian pelepah daun pinang sebatas sebagai sampah organik maupun pengganti kayu bakar untuk kebutuhan memasak secara tradisional. Padahal jika dilakukan pengamatan lebih teliti, pelepah daun pinang ini memiliki potensi untuk dijadikan material penguat atau sebagai serat alam dalam pembuatan komposit.[10]

C. Kertas

Kertas adalah barang yang berwujud lembaran-lembaran tipis. Yang

dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari pulp yang telah mengalami pengerjaan pengeringan, ditambah beberapa bahan tambahan yang saling menempel dan saling menjalin, serat yang digunakan biasanya berupa serat alam yang mengandung selulosa dan hemiselulosa. Kertas melakukan sebuah perubahan baru dalam dunia sastra dan bahasa yang ikut andil besar dalam sejarah perkembangan peradaban manusia. Selain itu, kertas juga memiliki peranan yang sangat urgen dalam perkembangan ilmu pengetahuan pada masa sekarang ini.

Kertas merupakan satu dari beberapa produk industri yang sangat dibutuhkan oleh banyak orang. Dalam kehidupan fungsi kertas sudah tidak diragukan lagi. Kertas ini diproduksi oleh pabrik dengan bahan baku utamanya adalah kayu. Fungsi utama dari kertas sebagai media tulis pada dunia pendidikan. Namun, sekarang kertas sudah banyak juga digunakan sebagai media penyalur kreatifitas seni. Beberapa kalangan orang sangat tidak mengetahui tata cara dari pembuatan kertas tersebut. Apalagi pada kalangan masyarakat biasa. Kertas selain memiliki manfaat atau fungsi yang signifikan dalam kehidupan tetapi kertas juga memiliki dampak negatif dalam kehidupan manusia. Dampak negatif ini muncul karena penggunaan kertas yang tidak sesuai dengan yang seharusnya dan sistem pengolahan limbah kertas yang tidak maksimal yang menyebabkan pencemaran lingkung dan gangguan kesehatan. Selain itu limbah kertas ini juga mengandung zat-zat kimia yang dapat menimbulkan penyakit kanker.[11]

Jenis-jenis kertas sebagai berikut :

1. Kertas bungkus : untuk semen, kertas lilin
2. Kertas tisu : sigaret, karbon, tisu muka
3. Kertas cetak : untuk buku cetak

4. Kertas kantor : HVS, A4, F4
5. Kertas koran
6. Kertas karton

Sifat-sifat kertas :

1. Mudah dibakar
2. Dapat menyerap air
3. Dapat dilipat
4. Dapat dipotong dan mudah robek
5. Dapat direkat dengan lem
6. Mudah diremas

D. PVAc (*Polyvinyl Acetate*)

Penelitian menggunakan PVAc (*Polyvinyl Acetate*) sebagai pengikat komposit (matriks), dikarenakan PVAc diperkirakan sangat cocok untuk mengikat bahan komposit berbahan dasar bubur kertas.

Salah satu polimer yang dapat digunakan dalam proses ini sebagai pengikat (binder) adalah *polyvinyl acetate* (PVAc). PVAc ini merupakan polimer yang mempunyai sifat kerekatan yang sangat kuat sehingga sering digunakan sebagai bahan dasar pembuatan lem kain, kertas dan kayu. PVAc memiliki sifat tidak berbau, tidak mudah terbakar, dan lebih cepat solid. Di samping itu, PVAc juga banyak digunakan sebagai matriks pada pembuatan material komposit sehingga meningkatkan kekuatan material tersebut. Bahkan, dalam bentuk lem sekalipun, PVAc dapat juga difungsikan sebagai matriks beberapa material komposit. Dengan dasar 2 itulah, PVAc ini dianggap sangat tepat digunakan sebagai matriks dalam pembuatan komposit bahan target karbon dan diharapkan memiliki sifat kuat.

Polivinil asetat (PVAc) atau dapat disebut juga lem putih yang digunakan sebagai lem kayu dan kertas merupakan salah satu produk jenis polimer emulsi. Polimer emulsi adalah Polimerisasi emulsi adalah polimerisasi adisi terinisiasi radikal bebas dimana suatu monomer atau campuran monomer dipolimerisasikan di dalam air dengan perubahan surfaktan untuk membentuk suatu produk polimer emulsi yang bisa disebut lateks. Lateks didefinisikan sebagai dispersi koloidal dari partikel polimer dalam medium air. Bahan utama di dalam polimerisasi emulsi selain dari monomer dan air adalah surfaktan, inisiator dan zat pengalih rantai.[5]

Produk-produk polimer emulsi ini merupakan bahan yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan dalam berbagai jenis sektor industri. Dalam industri tekstil berbagai macam emulsi digunakan dalam proses pengkondisian (*sizing*), pencapan (*printing*), dan penyempurnaan (*finishing*). Dalam industri cat tembok berbagai macam polimer emulsi digunakan sebagai pengikat dan pengental. Polimer emulsi digunakan sebagai perekat dalam industri kayu lapis dan pengerjaan *furniture* selain itu sifat khusus dari beberapa kopolimer emulsi yang lengket terhadap aksi tekanan merupakan suatu sarana bagi penggunaan material tersebut sebagai lem striker dan lem *celorape* yang dikenal dengan lem peka tekanan.

Polivinil asetat adalah suatu polimer karet sintesis. Polivinil asetat dibuat dari monomernya, vinil asetat (*vinyl acetate monomer*, VAM). Senyawa ini ditemukan di Jerman oleh Dr. Flitz Klatte pada 1912. Hidrolisis sempurna atau sebagian dari senyawa ini akan menghasilkan polivinil alkohol (PVOH). PVAc dijual dalam bentuk emulsi di air, sebagai bahan perekat untuk bahan-bahan berpori, khususnya kayu. PVAc adalah lem kayu yang paling sering digunakan, baik sebagai

"lem putih" atau "lem tukang kayu" (lem kuning). "Lem kuning" tersebut juga digunakan secara luas untuk mengelem bahan-bahan lain seperti kertas, kain, dan rokok. PVA juga umum dipakai dalam percetakan buku karena fleksibilitasnya dan tidak bersifat asam seperti banyak polimer lain. [12].

E. Karakteristik Mekanik

Untuk mengetahui karakteristik bahan material perlu dilakukan pengujian. Pengujian biasanya dilakukan terhadap sample uji bahan yang dipersiapkan menjadi spesimen atau batang uji (test piece) dengan bentuk ukuran yang standar. Demikian juga prosedur pengujian harus dilakukan dengan cara-cara standar, baru kemudian dari hasil pengukuran pada pengujian diambil kesimpulan mengenai karakteristik mekanik yang diuji. Beberapa pengujian mekanik yang banyak dilakukan adalah pengujian tarik (*tensile test*), pengujian pukul-takik (*impact test*), pengujian kekerasan (*hardness test*), kadang-kadang juga pengujian kelelahan (*fatigue test*), *creep test*, *bending test*, *compression test* dan beberapa *fabrication test*. [13]

Pengujian tarik secara umum prinsip kerjanya adalah menarik sebuah spesimen dengan alat penarik yang ditarik sampai putus dan dilengkapi dengan alat pencatat data. Pencatat data dimulai ketika mesin sudah mulai menarik spesimen sampai spesimen tersebut putus. Pada dasarnya data yang keluar dari proses pengujian tarik adalah gaya tarik dan perpanjangan spesimen.



Gambar 2.5. Gaya tarik vs pertambahan panjang.

1. *Stress* (Tegangan)

Stress atau tegangan didefinisikan sebagai perubahan spasial yang dikenai gaya tersebut. Dalam satuan internasional, stress memiliki satuan N/mm^2 . Gaya yang bekerja pada benda menyebabkan terjadinya perubahan ukuran benda. Pengaruh vector gaya terhadap sumbu x menghasilkan besaran *tensile stress*.

2. *Strain* (Regangan)

Strain atau regangan didefinisikan sebagai perbandingan perubahan panjang benda terhadap panjang mula-mula akibat suatu gaya dengan arah sejajar perubahan panjang tersebut. Dalam satuan internasional, strain memiliki lambang ϵ dengan satuan mm/mm atau %.

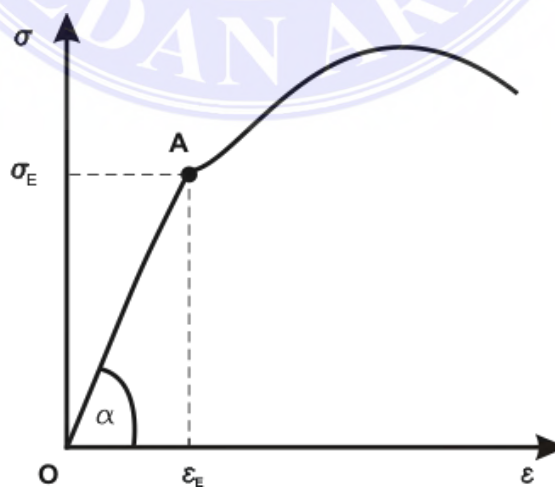
Dengan pengujian kekuatan tarik maka didapatkan gejala fisis yaitu perubahan pertambahan panjang dari suatu komposit uji dengan panjang semula menjadi pertambahan panjang setelah uji tarik. Dalam pengujian tarik komposit uji di tarik sampai putus sehingga didapatkan pola patahan tertentu pada komposit uji..

Diagram antara *stress* (tegangan) dan *strain* (regangan) dapat digunakan untuk

menentukan karakteristik mekanik dari suatu bahan. Diagram tersebut menggambarkan perubahan tegangan terhadap regangan bila benda dikenai suatu gaya. Pada titik tertentu akan terjadi deformasi struktur benda yaitu pada titik dengan tanda X. Diagram umum tegangan terhadap regangan suatu material dapat dilihat pada Gambar 2.6.

3. Modulus Elastisitas

Elastisitas didefinisikan sebagai kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan. Peristiwa ini disebut juga deformasi elastis. Deformasi elastis terjadi bila logam atau bahan padat dibebani gaya. Bila tegangan tersebut disebabkan oleh gaya tarik maka benda akan bertambah panjang, setelah gaya ditiadakan benda akan kembali ke bentuk semula. Sebaliknya jika tegangan tersebut disebabkan oleh gaya tekan maka akan mengakibatkan benda akan menjadi lebih pendek dari keadaan semula. Bila hanya ada deformasi elastik, maka regangan sebanding dengan tegangan. Perbandingan antara tegangan (σ) dengan regangan elastik (ϵ) disebut modulus elastisitas (modulus Young).

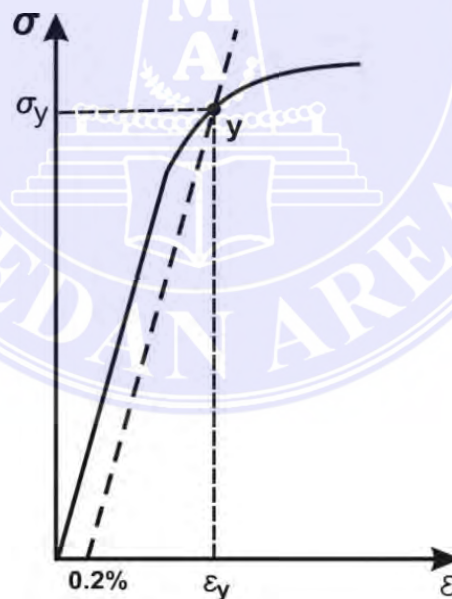


Gambar 2.7. Modulus Elastisitas.

4. Kekuatan Luluh

Kekuatan luluh adalah merupakan salah satu kemampuan suatu material yang bertujuan untuk menahan deformasi permanen akibat gaya tarik yang terjadi. Dalam banyak kasus biasanya untuk menentukan titik luluh pada kurva tegangan regangan akan diberikan suatu titik untuk membantu menentukan titik luluh pada ujung daerah linier kurva. Kekuatan luluh dapat ditentukan dengan menggunakan metode yang dikenal dengan metode *offset*.

Metode *offset* dapat dilakukan dengan cara menarik garis lurus yang sejajar dengan garis proporsional kurva tegangan regangan dengan jarak 0,2% dari regangan maksimal. Penarikan garis tersebut bertujuan untuk mengakibatkan garis perpotongan dengan kurva sehingga menghasilkan titik perpotongan garis, titik tersebut menunjukkan kekuatan luluh pada material uji. Untuk menentukan titik kekuatan luluh dapat dilihat pada Gambar 2.8.

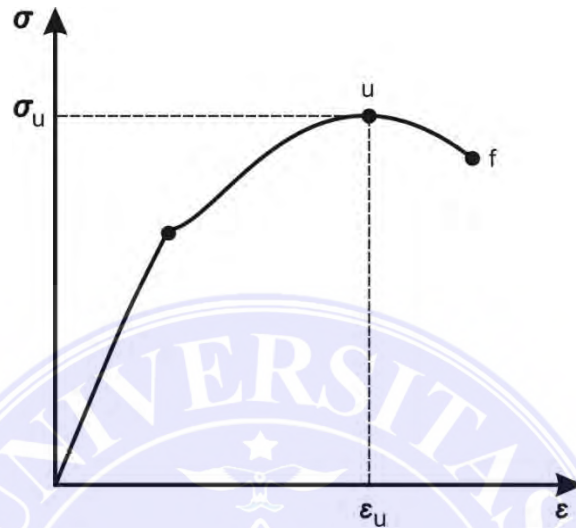


Gambar 2.8. Menentukan Titik Luluh.

5. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik adalah tegangan maksimum yang mampu ditahan pada suatu material uji sebelum material tersebut patah. Menentukan kekuatan tarik material

yang getas dan ulet adalah berbeda. Kekuatan yang bersifat ulet ditunjukkan oleh titik u dan material akan terdeformasi sampai titik f. Kekuatan tarik material ulet dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Kekuatan tarik material.

F. Pengujian Spesimen

Pengujian tarik bertujuan utama untuk mengetahui kekuatan tarik *ultimate*, kekuatan luluh, dan modulus elastisitas. Uji tarik menggunakan peralatan standar (*universal testing machine*) untuk mengukur gaya penarikan dan pertambahan Panjang dengan laju penarikan konstan pada spesimen standar.[15] Selama proses pengujian, spesimen mengalami deformasi elastis dan deformasi plastik. Deformasi elastis terjadi diawal pembebanan ketika pembebanan masih sangat rendah, dimana tegangan dan regangan berbanding lurus mengikuti kaidah Hukum Hooke. Deformasi elastis bersifat tidak permanen ketika beban dilepas, spesimen akan kembali ke bentuk awal. Untuk menghitung nilai kekuatan tarik *ultimate*, regangan, dan modulus elastisitas dapat menggunakan persamaan berikut:

a. Mengitung kekuatan tarik *ultimate* :

$$\sigma_U = \frac{F_{\max}}{A} \dots\dots\dots \text{(Pers. 2.1)}$$

dimana :

$$\sigma_u = \text{Kekuatan tarik } \textit{ultimate} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$F_{\text{max}} = \text{Gaya maksimum (N)}$$

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

b. Menghitung regangan :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} \dots\dots\dots \text{(Pers. 2.2)}$$

dimana :

$$\varepsilon = \text{Pertambahan panjang}$$

$$\Delta L = \text{Pertambahan panjang setelah dibebani (mm)}$$

$$l_0 = \text{Panjang awal sebelum dibebani (mm)}$$

c. Menghitung Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \dots\dots\dots \text{(Pers.2.3)}$$

dimana :

$$E = \text{Modulus elastisitas (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma = \text{Tegangan (N/mm}^2\text{)}$$

$$\varepsilon = \text{Regangan (\%)}$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan pada Impact and Fractur Research Centre Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Jalan Tri Dharma, Kampus USU Medan.

Waktu yang diperkirakan untuk penelitian analisis ini kurang lebih 8 bulan, mulai study literature sampai dengan sidang akhir, seperti terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan

No.	Kegiatan	Tahun 2022											
		Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb
1.	<i>Study literature</i>	■											
2.	Persiapan laporan		■										
3.	Administrasi terbit SK seminar proposal		■	■									
4.	Seminar proposal			■									
5.	Pembuatan spesimen				■	■							
6.	Pengujian spesimen						■						
7.	Analisa data							■					
8.	Seminar hasil								■				
9.	Administrasi terbit SK ujian skripsi									■	■	■	
10.	Sidang akhir												■

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Peralatan yang diperlukan dalam pembuatan komposit bubuk kertas dengan campuran serat tanaman suku palmae, yaitu :

a. Cetakan

Cetakan berfungsi sebagai alat pembentuk spesimen agar mendapatkan bentuk sesuai dengan standart. Cetakan menggunakan material besi dengan ukuran Panjang 247 mm dan lebar 127 mm. Cetakan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Cetakan.

b. Blender

Blender pada penelitian ini sebagai alat untuk memperkecil komponen komposit hingga halus, bentuk blender dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Blender.

c. Parutan Mesin

Parutan mesin adalah alat utama untuk mencacah pelepah sawit dan pelepah pinang hingga menjadi serat kasar, parutan mesin terlihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Parutan Mesin.

e. Timbangan digital

Timbangan digital dipergunakan sebagai alat pengukur berat bahan penelitian, untuk mendapatkan perbandingan dan hasil yang optimal pada spesimen uji nantinya. Timbangan digital dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Timbangan Digital.

g. Mesin Pengepresan

Mesin pengepresan berguna untuk memadatkan bahan dan mengurangi

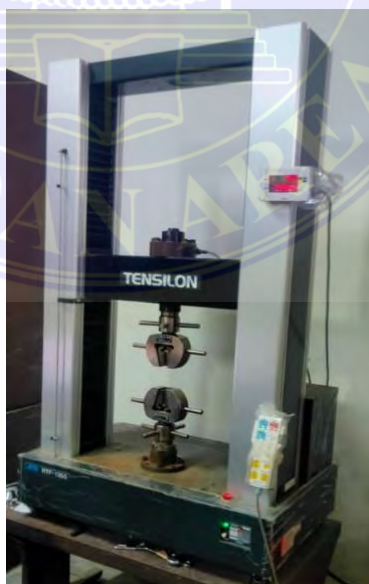
kadar air pada pembentukan spesimen. Seperti terlihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Mesin Press

h. Mesin pengujian tarik

Mesin pengujian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin uji tarik universal berfungsi sebagai untuk menguji spesimen uji untuk mengetahui kekuatan material spesimen uji. Seperti terlihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Mesin Uji Tarik

2. Bahan

Pengujian spesimen atau bahan uji diperlukan beberapa bahan yang digunakan, yaitu :

a. Kertas bekas

Kertas bekas seperti kertas HVS, Double Folio, A4, dan lainnya. Seperti terlihat pada Gambar 3.7 kertas yang sudah dipotong menjadi kecil kecil. Kertasn tersebut sebagai bahan baku pada penelitian ini.



Gambar 3.7. Kertas Bekas

b. Serat pelepah kelapa sawit

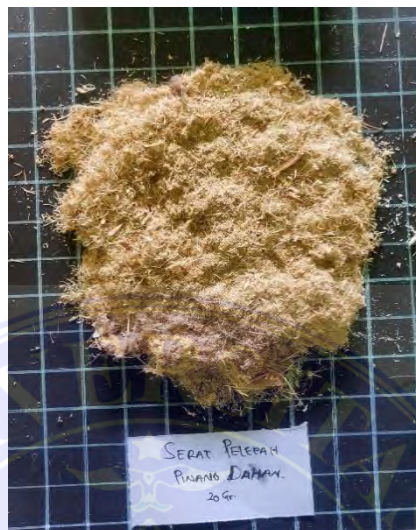
Pelepah kelapa sawit yang sudah dibersihkan lalu di diparut, dijemur dan dihaluskan kembali dengan blender hingga menghasilkan serat pelepah kelapa sawit yang kering dan halus., seperti terlihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Serat Pelepah Kelapa Sawit.

c. Serat pelepah pinang

Pelepah pinang yang sudah dibersihkan, selanjutnya diparut, dijemur dan dihaluskan kembali serat kering dengan blender hingga menghasilkan serat pelepah pinang yang halus, seperti terlihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Serat Pelepah Pinang.

d. Lem PVAc

Matriks (Perekat) yang digunakan pada komposit ini menggunakan lem PVAc yang dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Lem PVAc.

e. Wax (*mirror glaze*)

Wax (mirror glaze) berfungsi sebagai bahan pelapis antara bidang cetakan dengan material bahan komposit, agar kedua bagian cetakan dan adonan komposit tidak saling menempel jika sudah mengeras. *Wax (mirror glaze)* dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11. *Wax (mirror glaze)*

C. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif atau penelitian yang menggunakan analisis dan observasi dengan data lapangan bersifat deskriptif, untuk menentukan bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil pengujian tarik dari spesimen uji yang terbuat dari bubur kertas dengan campuran serat; (a). Pelepah sawit, (b). Pelepah pinang, yang berpotensi dilakukannya *prototype* pada katrton *box*.

Metode penelitian ini memuat jenis penelitian experimental, jenis ini dipilih dikarenakan untuk menguji hipotesis yang benar menyangkut judul tugas akhir,

literature dari berbagai sumber baik dari buku maupun jurnal yang terkait digunakan untuk mengubah informasi yang diperlukan.[15]

Pengujian spesimen uji menggunakan standart ASTM (*Ameican Standard Testing and Material*) pengujian tarik menggunakan standard ASTM D 3039M – 14 dengan ukuran 175 mm x 25 mm x 2 mm (P x L x T).

Prosedur penelitian / perancangan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

1. Mengumpulkan beberapa sumber sebagai pembelajaran literatur dan mencari informasi pada internet, jurnal pendukung, dan buku, serta melakukan diskusi kepada dosen pembimbing
2. Melakukan observasi dan survey ke lapangan untuk mencari bahan dan peralatan yang digunakan pada penelitian ini, serta mempelajari, membeli dan membandingkan bahan dan alat agar efisien dan ekonomis dari segi kualitas.
3. Melakukan pengambilan serat, serat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu serat pelepah kelapa sawit dan serat pelepah pinang. Dikarenakan pelepah kelapa sawit dan pelepah pinang merupakan bahan sisa yang tidak terolah yang nantinya hanya menjadi sampah yang tidak berguna. Maka peneliti menentukan serat pelepah tersebut digunakan untuk menjadi bahan matriks pada komposit yang akan dibuat. Adapun tahapan tahapan pelepah hingga menjadi serat sebagai berikut :
 - a. Persiapkan alat dan bahan seperti pelepah sawit, pelepah pinang, wadah, blender dan mesin parutan.
 - b. Buang kulit bagian luar pada pelepah sawit dan pelepah pinang
 - c. Lakukan pamarutan/ pencacahan pada pelepah dengan menggunakan parutan mesin.

- d. Sortir kembali hasil cacahan jika ada gumpalan, maka disisihkan
 - e. Penjemuran serat dilakukan dibawah sinar matahari +/- 24 jam. Perlakuan sama untuk semua jenis serat.
 - f. Pengecilan serat dilakukan dengan menggunakan blender kering. Lakukan +/- 1 menit untuk setiap pengecilan serat menggunakan blender.
 - g. Selesai. Serat dapat dipergunakan nantinya.
4. Pembuatan bubur kertas meliputi beberapa tahapan mulai memperkecil ukuran, dilakukan perendaman dan hasil perendaman dihaluskan. Tahapan tahapannya sebagai berikut :
- a. Pembuatan bubur kertas, langkah awal menggunting kertas hingga menjadi bagian kecil dengan dimensi +/- 20 x 20 mm.
 - b. Masukkan wadah besar kertas yang sudah digunting, lalu dilakukan perendaman dengan menggunakan air selama 24 jam.
 - c. Ambil kertas yang telah direndam sedikit demi sedikit untuk dimasukkan kedalam blender untuk dilakukan pencacahan.
 - d. Setelah diblender, peras bubur kertas dengan menggunakan kain.
 - e. Jika kadar air sudah menurun simpan bubur kertas kedalam wadah yang nantinya akan dipergunakan kembali.
5. Melakukan perhitungan volume cetakan. Volume cetakan perlu diketahui untuk mencari perbandingan dan perhitungan jumlah dari komposisi komposit yang akan digunakan. Dimensi cetakan sebagai berikut :
- a. Panjang cetakan = 24,7 cm
 - b. Lebar cetakan = 12,6 cm
 - c. Tinggi cetakan = 0,2 cm

Untuk mencari volume cetakan menggunakan rumus :

$$V = p \times l \times t$$

Dimana :

V = Volume cetakan.

p = Panjang cetakan.

l = Lebar cetakan.

t = Tinggi cetakan.

Dari rumus diatas didapat volume cetakan yaitu $62,24 \text{ cm}^3$.

6. Menghitung komposisi komposit. Dalam pembuatan spesimen komposit hal utama yang paling disiapkan adalah menghitung komposisi bahan yang digunakan agar mendapatkan hasil spesimen yang optimal. Untuk mencari komposisi setiap bahan dapat diketahui dengan perkalian antara volume cetakan dengan massa jenis bahan. Untuk mendapatkan perhitungan tersebut maka diketahui massa jenis bahan dan volume cetakan sebagai berikut :

- a. Volume cetakan = $62,24 \text{ cm}^3$
- b. Massa jenis lem PVAc = $1,18 \text{ gr/cm}^3$
- c. Massa jenis bubuk kertas = $1,03 \text{ gr/cm}^3$
- d. Massa jenis serat pelepah kelapa sawit = $0,779 \text{ gr/cm}^3$
- e. Masaa jenis serat pelepah pinang = $0,90 \text{ gr/cm}^3$

Maka mencari komposisi lem PVAc sebanyak 15 % yaitu :

$$100 \% \text{ lem PVAc} = 62,24 \text{ cm}^3 \times 1,18 \text{ gr/cm}^3 = 73,44 \text{ gr}$$

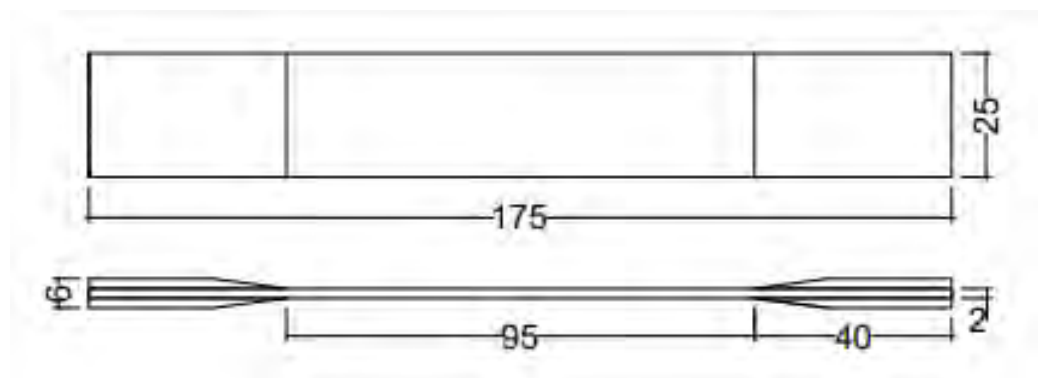
$$\text{Maka } 15 \% \text{ PVAc} = 73,44 \text{ gr} \times 0,15 = 11,01 \text{ gr}$$

Untuk berat komposisi bahan keseluruhan dilakukan perhitungan yg sama seperti perhitungan komposisi lem PVAc. Maka berat keseluruhan komposisi komposit dapat dilihat pada Table 3.2.

Table 3.2. Berat komposisi komposit.

Spesimen	Komposisi	Serat (gr)		Bubur Kertas (gr)
		Sawit	Pinang	
Campuran bubur kertas dengan serat pelepah kelapa sawit	30:70	14,54	-	46,32
	50:50	24,24	-	38,08
	70:30	33,94	-	19,85
Campuran bubur kertas dengan serat pelepah pinang	30:70	-	16,80	46,32
	50:50	-	28,01	38,08
	70:30	-	39,21	19,85
Campuran bubur kertas dengan campuran serat pelepah kelapa sawit dan pinang	30:70	7,27	8,40	46,32

7. Pembuatan Spesimen meliputi melakukan berat komposisi, pencampuran komposisi, pengepresan dan penjemuran. Pembuatan spesimen menggunakan mesin press untuk memadatkan dan menghilangkan kadar air, agar mendapatkan hasil campuran bubur kertas dengan serat sesuai dengan standard ASTM D 3039M, dengan dimensi seperti pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11. Dimensi Spesimen

Dimensi awal spesimen pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Panjang awal = 175 mm
2. Lebar awal = 25 mm
3. Tebal awal = 2 mm
4. Batas jarak putus = 95 mm

Berlaku untuk semua spesimen pengujian tarik sesuai dengan standard ASTM D 3039M. Tahapan pembuatan spesimen sebagai berikut :

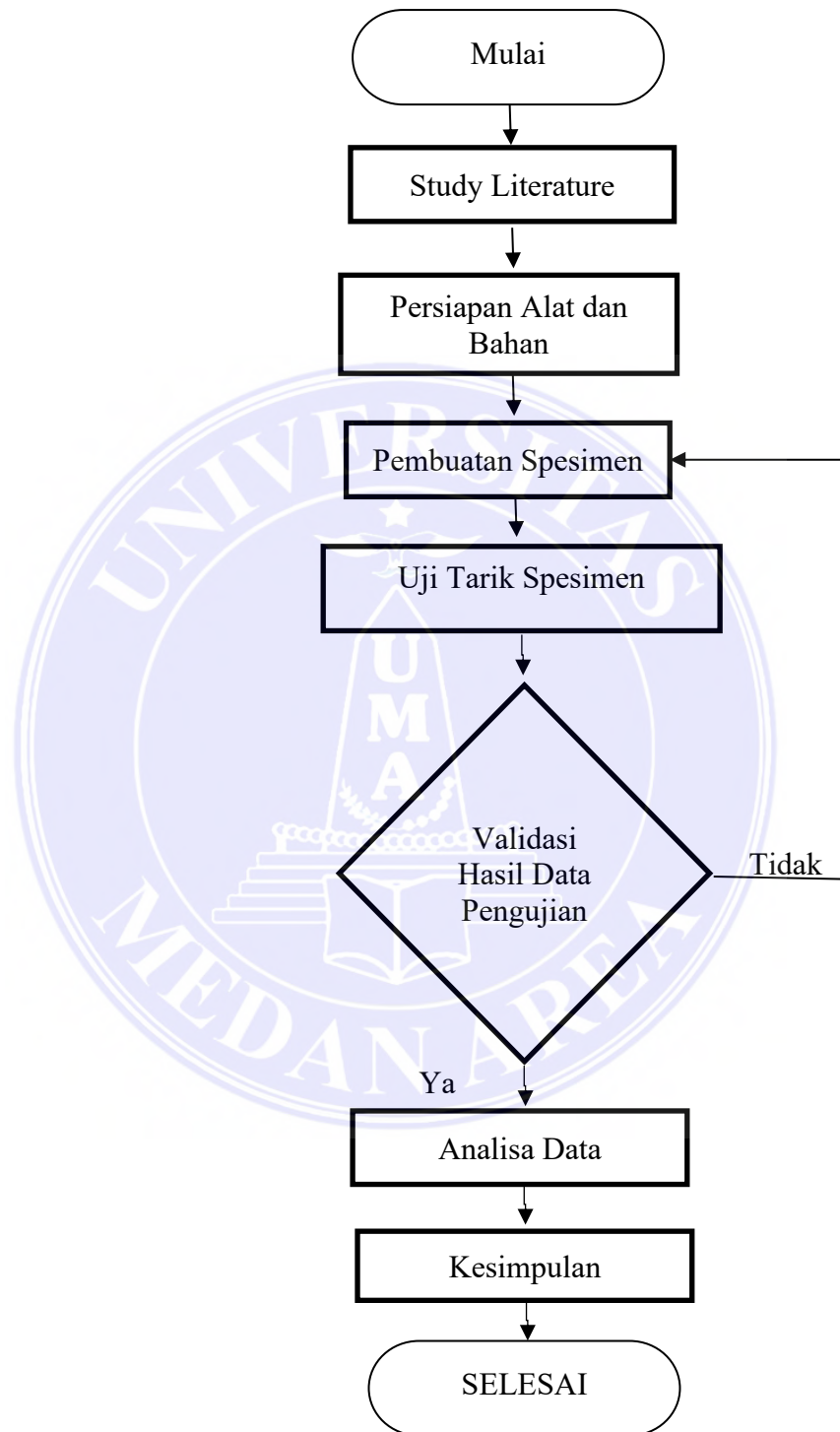
- a. Persiapkan alat dan bahan seperti serat, lem PVAc, bubur kertas, timbangan digital, wax, cetakan, dan mesin press.
- b. Melakukan penimbangan bahan seperti serat, bubur kertas, dan lem PVAc, sesuai dengan komposisi yang ditetapkan
- c. Siapkan cetakan dengan pemberian lapisan plastik pada wadah dan tutup cetakan dan pemberian wax pada bagian dalam cetakan.
- d. Melakukan pencampuran bahan seperti serat, bubur kertas, dan lem PVAc, hingga menyatu sempurna dan homogen.
- e. Masukkan bahan yang sudah dicampur kedalam cetakan.
- f. Lakukan pengepresan secara perlahan.
 - 1) 1,5 -1,7 ton selama +- 10 menit.
 - 2) 2,7 – 3 ton selama +- 10 menit
 - 3) 5 – 7 ton selama +-10 menit
 - 4) 12 – 13 ton selama +-5 menit
 - 5) 15 – 17 ton selama +- 5 menit
- g. Pengepresan selesai, buka dan angkat spesimen dengan perlahan dan hati-hati.

- h. Jemur spesimen dibawah sinar matahari +/- 12 jam (6 jam/hari dilakukan selama 2 hari).
 - i. Pembentukan spesimen sesuai standart yang ditentukan, dengan menggunting bagian bagian spesimen yang telah siap dilakukan penjemuran. .
 - j. Spesimen siap dilakukan pengujian.
8. Melakukan pengujian tarik pada spesimen uji. Pengujian dilakukan menggunakan tensile test machine untuk mengetahui kekuatan mekanik dari spesimen uji. Tahapan tahapan pengujian tarik sebagai berikut :
- a. Memasang spesimen uji pada mesin uji tarik
 - b. Menjepit kedua ujung spesimen dengan pencekam alat uji tarik
 - c. Pastikan spesimen uji sudah terpasang dengan baik. (spesimen uji sudah tegang)
 - d. Pengujian tarik dilakukan hingga spesimen putus.
 - e. Hasil pengujian dapat dilihat pada computer yang tersambung pada alat uji tarik, output data dari mesin uji tarik seperti elongasi, strain, stress, dan gaya yang diberikan pada saat penarikan spesimen.
 - f. Lakukan pengolahan data pada Microsoft Exceel untuk mendapatkan grafik strain vs stress, mencari titik yield point pada grafik strain vs stress dan mencari nilai modulus elastisitas dengan menggunakan metode off set.

D. Diagram alir penelitian

Penelitian ini meliputi beberapa proses, dimulai dengan mencari study literature, mempersiapkan alat dan bahan, melakukan pembuatan spesimen, melakukan pengujian dan validasi data. Jika data tidak sesuai dengan standar

yang diminta maka ada kesalahan pada pembuatan spesimen. Proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.12



Gambar 3.12. Diagram alir penelitian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Pembuatan spesimen dari bahan komposit bubuk kertas campuran dengan serat tanaman pelepah kelapa sawit dan pinang, telah berhasil dilakukan dan telah dilakukan pengujian tarik.
2. Pengujian tarik ialah pengujian yang dilakukan pada spesimen uji, dengan menggunakan mesin uji tarik universal (universal testing machine). Agar dapat mengetahui karakteristik bahan tersebut, seperti nilai kekuatan tarik ultimate, kekuatan luluh, modulus elastisitas dan regangan patah.
3. Setelah analisis dilakukan maka dapat diketahui nilai average dari masing-masing analisis, seperti kekuatan tarik ultimate terkuat pada spesimen bubuk kertas dengan serat mix type 1 dengan nilai 2,856 Mpa, kekuatan luluh tertinggi terdapat pada spesimen bubuk kertas dengan serat pelepah sawit type 1 dengan nilai 1,787 Mpa, modulus elastisitas tertinggi terdapat pada spesimen bubuk kertas dengan serat pelepah sawit type 1 dengan nilai 1,9107 Mpa, dan untuk nilai regangan patah tertinggi terdapat pada spesimen bubuk kertas dengan serat pelepah pinang type 1 dengan nilai 0,0267.

B. Saran

1. Pada saat pembuatan spesimen pada tahap pencampuran bahan dilakukan lebih merata agar didapat hasil yang homogen dan hasil pengujian yang baik.
2. Pemanfaatan serat alam agar dapat dilakukan terus kedepannya, agar dapat mengurangi limbah alam dan pemanfaatan bahan yang tidak terpakai,

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jendral Perkebunan. 2008. Pendataan Kelapa Sawit Tahun 2008 Secara Komprehensif dan Objektif. <http://www.ditjenbun@deptan.go.id>. [20 Oktober 2008].
- [2] Dwi Atmaja Mukti, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sam Ratulangi
- [3] Fauzi Syahrul, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara
- [4] Herdi Tamitakarza, Endi Sutikno, Erwin Sulistyono Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Jalan MT. Haryono 167, Malang.
- [5] Rendy Setio P., Tjuk Oerbandono, Purnami, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
- [6] Sembiring Depari – Muhammad Aginta, Universitas Sumatera Utara
- [7] Surdia, Tata. 1995. “Pengetahuan Bahan Teknik”, Jakarta : PT. Pradnya Paramita
- [8] Sonawan H., Suratman R., Pengantar untuk Memahami Proses Pengelasan Logam, Cetakan kedua, CV Alfabeta, 2006, Bandung.
- [9] Udi, 2012, Pengaruh Besar Arus Pengelasan Busur Listrik SMAW dan Kecepatan Pengelasan terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro pada Material Baja Karbon Menengah, Tesis Pasca Sarjana Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.
- [10] Wignjosoebroto. 1996. “Material Handling ” Jakarta : Rajawali
- [11] Wiryosumarto, Harsono. 2000. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta : PT. Pradnya Paramita
- [12] Zainuri, Muhid. 2006. Mesin Pemindah Bahan. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [13] Zainuri, Muhid. 2008. Mesin Pemindah Bahan. Yogyakarta : Penerbit Andi.