

**PERANCANGAN STRUKTUR KARDUS PENYERAP  
ENERGI YANG DIPERKUAT SERAT TANAMAN  
SUKU PALMAE (*ARACACEAE*)**

**SKRIPSI**

**OLEH :  
RIYAN LIGJEN SIMANGUNSONG  
188130019**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/2/25

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

**PERANCANGAN STRUKTUR KARDUS PENYERAP  
ENERGI YANG DIPERKUAT SERAT TANAMAN  
SUKU PALMAE (*Aracaceae*)**

**SKRIPSI**

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



**OLEH :  
RIYAN LIGJEN SIMANGUNSONG  
188130019**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2024**

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Perancangan Struktur Kardus Penyerap Energi Yang Diperkuat Serat Tanaman Suku Palmae (*Aracaceaea*)  
Nama Mahasiswa : Riyan Ligjen Simangunsong  
NIM : 188130019  
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing



(Dr. Eng, Rakhmad Arief Siregar, ST, M.,Eng.) (Muhammad Yusuf Rahmansyah Siahaan, ST.,MT.)

Pembimbing I

Pembimbing II



(Dr. Eng. Supriatno, ST., MT)  
Dekan



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

Tanggal Lulus : 17 September 2024

## 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 ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

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

Medan, 15 Juli 2024



Riyan Ligjen Simangunsong  
188130019

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

---

---

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

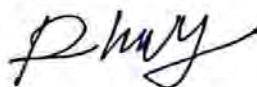
Nama : Riyan Ligjen Simangunsong  
NPM : 188130019  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Perancangan Struktur Kardus Penyerap Energi Yang Diperkuat Serat Tanaman Suku Palmae (*ARACACEAE*).

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan  
Pada tanggal : 15 Juli 2024  
Yang menyatakan



(Riyan Ligjen Simangunsong)

## ABSTRAK

Kertas kardus merupakan bahan yang sangat mudah ditemukan disekitaran masyarakat, contohnya seperti kardus kotak air mineral, kotak kardus packing bungkus kue, kardus kotak packing peralatan packing peralatan elektronik dan kardus juga banyak digunakan di kalangan masyarakat dalam membuat hiasan meja dan lain-lain. Adapun tujuan penelitian yang dilakukan dalam judul adalah membuat dan memilih konsep rancangan struktur kardus penyerap energi yang diperkuat serat tanaman suku palmae, Membuat virtual prototype 3D struktur penyerap energi yang diperkuat serat tanaman suku palmae dan Simulasi beban dampak terhadap struktur kardus penyerap energi yang diperkuat serat tanaman suku palmae. Pada proses penelitian judul skripsi ini metode yang digunakan metode observasi, dimana metode ini menggunakan observasi lapangan. Hasil dari penelitian ini adalah struktur kardus yang digunakan lebih mudah, dan praktis yang dimana karena lebih hemat waktu dan tidak memerlukan alat tambahan dan melakukan proses desain kardus yang digunakan dengan teknologi 3D dan Software solidwork untuk mempermudah melakukan Teknologi dan Informasi.

Kata Kunci : Packigan, Sistem 3D Solidwork, Prototype.

## ABSTRACT

*Cardboard is a material that is very easily found in the community, such as mineral water box cartons, cake packing box cartons, packing box cartons for packing electronic equipment, and cardboard is also widely used in the community to make table decorations and so on. The objectives of the research conducted in the title are to create and select the design concept of the energy-absorbing cardboard structure reinforced with fiber from the Palmae family plant, to create a 3D virtual prototype of the energy-absorbing structure reinforced with fiber from the Palmae family plant, and to simulate the impact load on the energy-absorbing cardboard structure reinforced with fiber from the Palmae family plant. In the research process for this thesis title, the method used is the observation method, where this method uses field observations. The result of this research is that the cardboard structure used is easier and more practical as it is more time-efficient and does not require additional tools. The cardboard design process is carried out using 3D technology and SolidWorks software to facilitate Technology and Information implementation.*

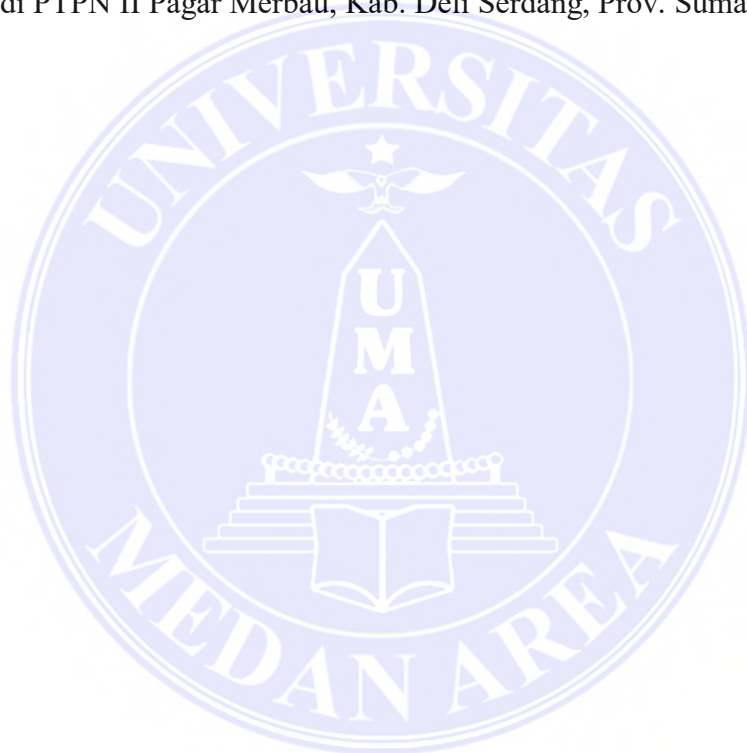
*Keywords : Packaging, Solidwork 3D System, Prototype.*

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Pada penulis ini dilahirkan di desa durian pada tanggal 10 Februari 2000 dari ayah James Simangunsong dan ibu Lumongga Siagian. Penulis merupakan anak ke empat dari lima bersaudara.

Tahun 2017 penulis lulus dari SMK Negeri 2 Meranti dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis mengikuti organisasi internal kampus himpunan mahasiswa mesin. Pada 2021/2022 penulis melaksanakan magang di PTPN II Pagar Merbau, Kab. Deli Serdang, Prov. Sumatera Utara.





## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Adapun judul yang dipilih penulis yaitu “Perancangan Struktur Kardus Penyerap Energi Yang Diperkuat Serat Tanaman Suku Palmae (*ARACACEAE*)”.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Eng, Rakhmad Arief Siregar, ST.,MT selaku dosen pembimbing I dan Bapak M. Yusuf Rahmansyah, ST., MT selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberi saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman-teman teknik mesin stambuk 18 yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Unglapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah James Simangunsong, ibu Lumongga Siagian , serta keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Penulis



(Riyan Ligjen Simangunsong)

## DAFTAR ISI

<b>PERANCANGAN STRUKTUR KARDUS PENYERAP ENERGI YANG DIPERKUAT SERAT TANAMAN SUKU PALMAE (ARACACEAE)</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Hipotesis Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Struktur Kardus .....	5
2.1.1 Bahan Pembuatan Kardus .....	5
2.1.2 Jenis-Jenis Kardus .....	8
2.2 Komposit .....	9
2.2.1 Jenis-Jenis Komposit .....	11
2.3 Tanaman Suku Palmae .....	14
2.3.1 Serat Kelapa .....	14
2.3.2 Serat Pinang .....	15
2.4 Perancangan .....	17
2.4.1 Pembuatan Konsep Perancangan .....	18
2.4.2 Pemilihan Metode Perancangan .....	18
2.5 Karakteristik Sifat Material .....	20
2.5.1 Kekuatan .....	20
2.5.2 Modulus Elastisitas .....	21
2.5.3 Kekerasan .....	21
2.5.4 Keuletan .....	21
2.5.5 Kekakuan .....	22
2.5.6 Kelenturan .....	22
2.5.7 Kegetasan .....	22
2.6 Kardus Penyerap Energi Impak .....	22

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Tempat dan Waktu.....	25
3.1.1 Tempat .....	25
3.1.2 Waktu.....	25
3.2 Bahan Dan Alat .....	26
3.2.1 Alat .....	26
3.2.2 Bahan .....	26
3.3 Metode Penelitian .....	27
3.3.1 Sistematika Penelitian.....	27
3.3.2 Proses Pengujian Spesimen .....	28
3.3.3 Analisis Data.....	28
3.4 Diagram Penelitian .....	29
3.5 Prosedur Virtual Prototype Menggunakan Software Autocad .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
4.1 Hasil.....	39
4.1.1 Hasi Pembuatan Konsep Rancangan Struktur Kardus.....	39
4.2 Pembuatan Virtual Protipe 3D Menggunakan Autocad .....	45
4.3 Simulasi Beban Impak Menggunakan Software Solidwork.....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Waktu Pelaksanaan Penelitian .....	36
Tabel 4.1 Tabel Survey terhadap rancangan struktur kardus.....	54
Tabel 4.2 Tabel Survey terhadap nilai ekonomis.....	54
Tabel 4.3. Tabel Morfologi .....	55
Tabel 4.4. Tabel Matriks Keputusan (Pugh Chart 1). .....	59
Tabel 4.5. Tabel Matriks Keputusan (Pugh Chart 2) .....	60



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Kertas Kraft Liner .....	20
Gambar 2.2.	Kertas Test Liner .....	21
Gambar 2.3.	Kertas Medium .....	21
Gambar 2.4.	Lem Pati ... ..	22
Gambar 2.5.	Kardus Single Face .....	23
Gambar 2.6.	Kardus Single Wall .....	24
Gambar 2.7.	Unsur Pembentuk Komposit .....	26
Gambar 2.8.	Komposit Serat .....	28
Gambar 2.9.	Komposit Laminat .....	28
Gambar 2.10.	Komposit Partikel .....	29
Gambar 2.11.	Serat Kelapa .....	30
Gambar 2.12.	Serat Pinang .....	32
Gambar 3.1.	Mesin 3D Printer .....	42
Gambar 3.2.	Kardus Bekas .....	43
Gambar 3.3.	Lem PVAc .....	43
Gambar 3.4.	Diagram Penelitian .....	46
Gambar 3.5.	Membuat Objek A .....	47
Gambar 3.6.	Membuat Objek B .....	47
Gambar 3.7.	Penyatuan Objek Kedua Ke Objek Pertama .....	48
Gambar 3.8.	Membuat Garis Menyilang .....	49
Gambar 3.9.	Membuat Fluting .....	49
Gambar 3.10.	Penyatuan Objek Kedua Ke Objek Ketiga .....	50
Gambar 3.11.	Membuat Lapisan Sisi .....	50
Gambar 4.1.	Konsep Rancangan 1 .....	55
Gambar 4.2.	Konsep Rancangan 2 .....	56
Gambar 4.3.	Konsep Rancangan 3 .....	57
Gambar 4.4.	Hasil Tegangan .....	64
Gambar 4.5.	Hasil Faktor Keamanan .....	69
Gambar 4.6.	Hasil Regangan .....	69
Gambar 4.7.	Hasil Tegangan dan Beban .....	70
Gambar 4.7.	Hasil Displacement dan Beban .....	70
Gambar 4.7.	Hasil Strain dan Beban .....	71

## LAMPIRAN

Study Name	Simulasi beban impact
Analysis Type	Impact
Mesh Type	Solid mesh
Thermal Effect	On
Thermal Option	Include temperature loads
Zero strain temperature	298 kelvin
Include fluid pressure effects from SOLIDWORKS flow simulation	Off
Solver Type	FFEPlus
Inplane Effect	Off
Soft Spring	Off
Inertial Relief	Off
Incompatible bonding options	Automatic
Large displacement	Off
Compute free body forces	On
Friction	Off
Use adaptive	Off
Result folder	Solidworks

## DAFTAR NOTASI

E	= Energi Impak	Joule
w	= Berat pendulum	kg
g	= Gravitasi	m/s <sup>2</sup>
L	= Panjang pendulum	mm
Cos $\alpha$	= Sudut awal	
Cos $\beta$	= Sudut Akhir	
A	= Luas Penampang Spesimen	mm <sup>2</sup>



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring berkembangnya kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan pada masa sekarang ini, menuntut adanya terobosan-terobosan baru yang lebih baik di berbagai bidang seperti dalam bidang teknik mesin. Jika dilihat dari perkembangan teknologi saat ini, bahan-bahan yang digunakan dan dibutuhkan yaitu bahan-bahan yang dapat memenuhi kriteria seperti kuat, ringan, murah, ramah lingkungan. Seperti yang kita ketahui bahan-bahan logam sering dan banyak digunakan didalam dunia teknik, namun penggunaan baahan-bahan komposit dalam beberapa hal membuktikan bahwa komposit dapat lebih efektif dibandingkan dengan bahan logam.

Kertas kardus merupakan bahan yang sangat mudah ditemukan disekitaran masyarakat, contohnya seperti kardus kotak air mineral, kotak kardus packing bungkus kue, kardus kotak packing peralatan packing peralatan elektronik dan lain-lain. Penumpukan sampah kardus tentu akan memberikan dampak buruk bagi lingkungan, baik dari segi kehidupan maupun dari segi keindahan ataupun kesehatan(Amrullah, Nugroho and Dani, 2017).

Memanfaatkan kardus bekas dianggap sebagai solusi untuk mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan. Banyak yang sudah berupaya mendaur ulang kertas kardus, diantaranya adalah dengan menghancurkan atau menghaluskan menjadi bubur kardus (*pulp*) diproses menjadi kertas atau menjadi kardus lagi(Apriani, 2017). Kardus juga bisa didaur menjadi sebuah material dengan memadukan material kardus dengan bahan lain yang berupa seperti serat.



Serat secara umum yang sering digunakan sebagai filer adalah serat buatan seperti serat gelas, karbon, dan grafit. Serat buatan ini memiliki keunggulan tetapi mahal. Pemakaian serat alam yaitu serat ijuk dan serat pisang sebagai pengganti serat buatan akan menurunkan biaya produksi. Hal ini dapat dicapai karena murahnya biaya yang diperlukan bagi pengolahan serat alam dibandingkan dengan serat buatan. Walaupun sifat-sifatnya kalah dari segi keunggulan dengan serat buatan, namun harus di ingat bahwa serat alam lebih murah dalam biaya pengolahan dan sumber dayanya dapat terus diperbaharui.(Nurfajri and Arwizet, 2019)

Serat dalam komposit berfungsi sebagai bagian yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan komposit sangat tergantung pada kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material(Law, 1985). Sabut kelapa merupakan bahan yang mengandung lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif bahan baku komposit.

Indonesia merupakan Penghasil kelapa utama di dunia. Kelapa merupakan tanaman perkebunan dengan areal terluas, lebih luas dibandingkan dengan tanaman karet, kelapa sawit dan menepati di urutan teratas untuk tanaman budidaya setelah padi. Kelapa menempati areal seluas 3,70 juta ha atau 26% dari 14,20 juta ha total areal perkebunan di Indonesia. Produksi buah kelapa sekitar 5,6 ton pertahun yang menghasilkan Sabut kelapa hampir mencapai 1,7 ton (Astika and Komang Dwijana, 2014). Dari hasil Potensi limbah sabut kelapa yang begitu besar belum dimanfaatkan sepenuhnya untuk kegiatan produksi yang mempunyai

nilai tambah lebih ekonomis. Dengan tidak adanya pemanfaatan yang optimal, limbah ini hanya akan menimbulkan masalah lingkungan.

Komposit merupakan salah satu jenis material di dalam dunia teknik yang dibuat dengan bahan yang mempunyai sifat berbeda menjadikan satu material baru dengan sifat yang berbeda pula. Dalam bidang teknologi material, bahan-bahan serat alam merupakan kandidat sebagai bahan penguat untuk menghasilkan bahan komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan serta ekonomis, salah satunya adalah bahan-bahan serat alam dari limbah pertanian. Sisa pengolahan pertanian yang jumlahnya melimpah di sekitar lingkungan kita, seperti kelapa muda dan batang pisang dapat dijadikan sebagai penguat untuk komposit polimer (Sulaiman and Rahmat, 2018).

## 1.2 Perumusan Masalah

Dengan adanya data yang telah di dapatkan dari beberapa sumber, terdapat indentifikasi dan rumusan masalah pada perancangan struktur kardus penyerap energi yang diperkuat serat tanaman suku palmae (*Aracaceae*), yaitu:

1. Bagaimana membuat konsep perancangan struktur kardus penyerap energi yang diperkuat serat tanaman suku palmae (*Aracaceae*)?
2. Bagaimana proses dalam pembuatan prototipe perancangan struktur kardus yang diperkuat penyerap energi yang diperkuat serat tanaman suku palmae (*Aracaceae*)?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat dan memilih konsep rancangan struktur kardus yang dapat menyerap energi yang diperkuat serat tanaman suku palmae(*Aracaceae*).
2. Membuat virtual prototipe 3D stuktur kardus penyerap energi yang diperkuat serat tanaman suku palmae(*Aracaceae*).
3. Simulasi beban impak terhadap struktur kardus penyerap energi yang diperkuat serat tanaman suku palmae(*Aracaceae*).

#### 1.4 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Konsep dalam suatu rancangan struktur kardus.
- b. Hasil prototipe kardus yang sempurna.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan nilai guna serat sabut kelapa sifat material dalam perancangan struktur kardus penyerap energi yang diperkuat serat tanaman suku palmae (*Aracaceae*).
2. Untuk mengurangi dan mengoptimalkan stuktur kardus penyerap energi yang diperkuat serat tanaman suku palmae (*Aracaceae*).
3. Untuk mengoptimalkan bahan dasar serabut kelapa yang efisiensi dari segi kualitas ekonomi.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Struktur Kardus

Kardus adalah satu tipe kemasan yang biasanya terbuat dari bahan kertas kraft yang dibuat menjadi bahan bergelombang dengan ketinggian dan ketebalan gelombang tertentu. Untuk mendapatkan kardus dengan kinerja yang diinginkan, kita harus memperhatikan bahan utama dan struktur yang tepat. Kardus terbuat dari papan gelombang, jadi pemilihan bahan dan struktur karton gelombang harus tepat agar didapatkan kardus yang kukuh dan sesuai kebutuhan (Julianti, 2021).

##### 2.1.1 Bahan Pembuat Kardus

Untuk pembuatan kardus diperlukan kertas, yakni kertas untuk lapisan datar (*liner*) dan kertas untuk lapisan gelombang (*flute*). Bahan-bahan lainnya dalam pembuatan kardus sebagai berikut.

##### 1. Kertas liner

Kertas liner digunakan sebagai kertas pelapis luar dari karton gelombang. Sifat yang harus dimiliki selain dari gramatur (*distance*), juga ketahanan terhadap jebol (*bursting*), robek (*tearing*), kekuatan (*edge crush*), serta kekuatan dan kerataan permukaan untuk mendapatkan hasil yang baik. Ada dua macam bahan liner, yaitu kraft liner dan test liner.

Kraft liner didefinisikan sebagai salah satu jenis kertas kemasan atau kertas karton yang kandungan seratnya tidak kurang dari 80% serat virgin yang diperoleh dari proses sulfat atau soda. Keuntungan menggunakan kraft liner yaitu terbuat dari serat kayu virgin (saat ini mayoritas menggunakan serat kayu daur

ulang). Ketahanan terhadap sobek, stress dan punching tergolong tinggi. Biasanya permukaan lebih halus dan kelengketan lemnya lebih baik. Sifat ini menjadikan kertas yang ideal untuk pembuatan kemasan dengan struktur yang rumit dan memerlukan tingkat resitensi yang lebih tinggi. Kertas kraft liner dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Kertas Kraft Liner

Sedangkan Test liner adalah kertas yang terbuat dari 100% bahan kertas daur ulang. Hal ini dimasukkan untuk menekan biaya dan mendukung program sustainability. Meskipun 100% terbuat dari waste paper tetapi dengan proses produksi dan penambahan bahan bisa didapatkan parameter kualitas yang lebih baik walaupun secara umum tetap dibawah kraft liner. Kertas test liner dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Kertas Test Liner

## 2. Kertas Medium

Bahan untuk lapisan gelombang (*corrugated*) lebih dikenal dengan kertas medium (*medium fluting atau corrugating medium*). Flute umumnya dibuat dari kertas medium. Kertas medium dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Kertas Medium

Ditinjau dari bahan dan prosesnya kertas medium dapat dikelompokkan jadi dua yakni *semi chemical medium fluting* dan *wasted based*. *Semi chemical medium fluting* merupakan kertas yang terbuat dari serat pendek kayu keras yang diproses secara semi chemical medium dengan sedikit sekali campuran dari waste pabrik kertas. Sedangkan *waste based* merupakan kertas medium yang terbuat 100% bahan kertas daur ulang yang kualitasnya dibawah semi chemical medium.

## 3. Lem

Lem (*adhesive*) digunakan untuk melekatkan bagian liner dengan flute. Biasanya lem ini digunakan untuk perekat kertas liner dengan kertas medium, karena selain dapat melekat dengan kuat bisa juga dibuat dengan bahan yang berkelanjutan dan biodegradable. Komponen dari lem pati yang penting adalah pati yang dibuat dari gandum atau sejenisnya, yang mudah didapat antara lain caustic soda, borax dan air. Caustic soda berfungsi untuk menurunkan temperature gel point dari lem, juga membantu penetrasi lem dalam kardus. Borax difungsikan

sebagai pembantu stabilitas lem dengan meningkatkan kelekatan dan penetrasi. Air digunakan sebagai carrier untuk membantu pati menjadi larutan yang selanjutnya menjadi lem. Lem pati dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Lem Pati

Lem tidak tahan terhadap kelembapan yang tinggi dan mudah kehilangan kekuatannya. Bila memang diperlukan ketahanan terhadap kelembapan yang tinggi, lem bisa dimodifikasi atau diberikan bahan tambahan dari berbagai macam polimer yang mempunyai ketahanan terhadap kelembapan. Dengan tambahan polimer tersebut lem dapat mempertahankan sifat books dalam cuaca yang lebih ekstrem dan dalam waktu yang cukup lama.

#### 2.1.2 Jenis-Jenis kardus

Jenis-jenis kardus yang perlu diketahui antara lain adalah (Amrullah, Nugroho and Dani, 2017):

##### 1. Single Face

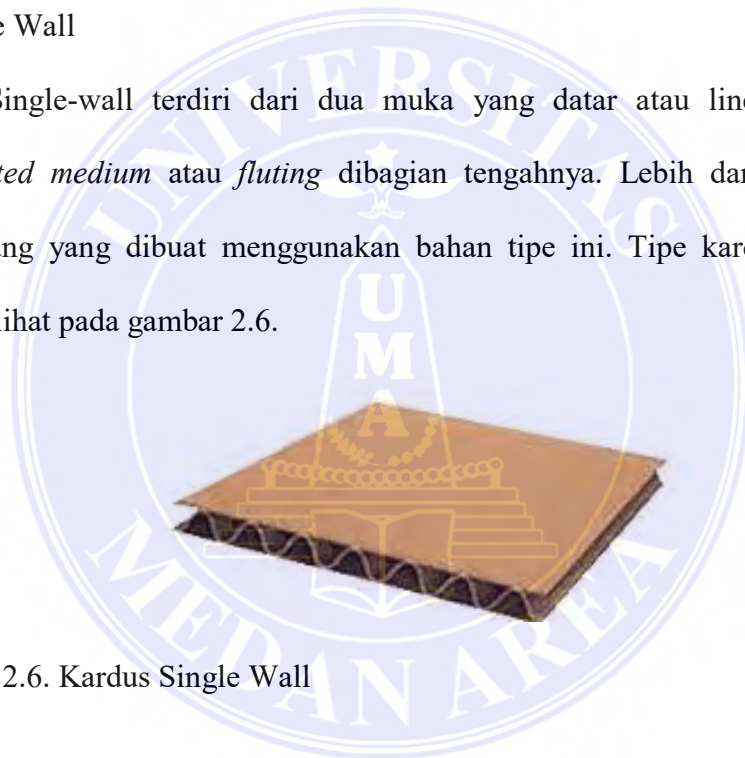
Single-face terdiri dari satu sisi yang datar atau liner yang dilem dengan corrugated medium atau fluting. Tipe ini banyak digunakan untuk bahan pembungkus, bantalan atau pengisi wadah kemasan. Single face tidak digunakan untuk produksi box. Tipe kardus face dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Kardus Single Face

## 2. Single Wall

Single-wall terdiri dari dua muka yang datar atau liner dengan satu *corrugated medium* atau *fluting* dibagian tengahnya. Lebih dari 90 % karton gelombang yang dibuat menggunakan bahan tipe ini. Tipe kardus single wall dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Kardus Single Wall

## 2.2 Komposit

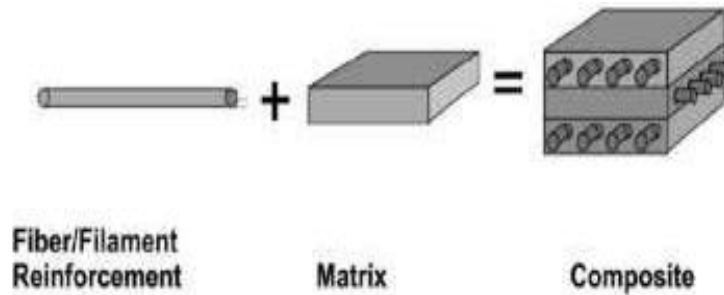
Komposit adalah bahan heterogen fasa penguat dan fasa pengikat yang menghasilkan material dengan sifat baru yang diinginkan. Pada umumnya performa pada bahan komposit dapat ditentukan melalui karakteristik geometrianya, seperti diameter besar, serat, bentuk, panjang dan orientasinya tidak hanya di tentukan melalui sifat kimia secara konsisten.



Komposit juga di defenisikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya, dan tidak saling melarutkan antara materialnya dan dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya (Amrullah, Nugroho and Dani, 2017).

Material komposit yang berpenguat serat terutama serat alam merupakan material alternative yang sangat menguntungkan. Serat alam dapat diperoleh dari berbagai variasi tumbuhan. Serat ini telah digunakan sektor industri seperti, automotif, tekstil, produksi kertas dan dalam komposit material. Terkait dengan penggunaan serat alam sebagai penguat komposit, mereka mempunyai keuntungan antara lain kekuatan spesifik dan modulusnya yang tinggi, densitas yang rendah, harga melimpah rendah dan dapat di daur ulang (Bakri, 2010). Pemanfaatan serat alam dan material papan komposit yang ramah lingkungan (Fitra *et al.*, 2019)

Komposit juga merupakan serat dari bagian tumbuh-tumbuhan alami berupa selaput yang tersusun dari beberapa bahan pengikat yang dipadukan dari dua bahan serat atau lebih sehingga dapat digunakan sebagai penguat suatu material dan memiliki sifat mekanik yang lebih ulet dari sifat pengikatnya (Roviudin *et al.*, no date). Gambar unsur pembentuk komposit dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Unsur Pembentuk Komposit

### 2.2.1. Jenis-Jenis Komposit

Pada material komposit, matriks memberikan pengaruh besar dalam mengikat material penguat, selain bertugas untuk mendistribusikan beban dan memberikan perlindungan dari pengaruh lingkungan. Matriks dalam struktur komposit bisa dapat berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Komposit yang diperkuat serat adalah komposit terdiri dari fiber didalam matriks. Serat yang memiliki bentuk panjang memiliki struktur yang lebih sempurna dikarenakan serat panjang memiliki struktur Kristal yang tersusun sepanjang sumbu serat [9].

Matriks umumnya lebih ulet tetapi mempunyai kekakuan yang lebih rendah. Beberapa fungsi lain dari matriks antara lain:

- a. Memindahkan dan mendistribusikan tegangan keserat.
- b. Membentuk ikatan koheren/ berhubungan pada permukaan matriks atauserat.
- c. Melindungi serat dari kerusakan akibat kondisilingkungan.
- d. Mengikat serat menjadi suatu kesatuanstruktur.
- e. Tetap stabil setelah prosesmanufaktur.

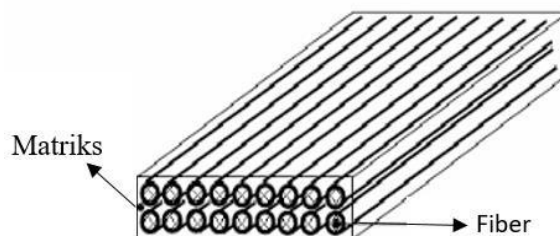
### 2.2.2. Penguat (*Reinforcement*)

Salah satu bagian utama dari komposit adalah penguat (*reinforcement*) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Penguat dapat berupa serat, partikel dan flakes. Serat atau fiber dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material (Iskandar Fajri and Sugiyanto, 2013).

Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakan yaitu:

#### a. Komposit Serat (*Fibrous Composites*)

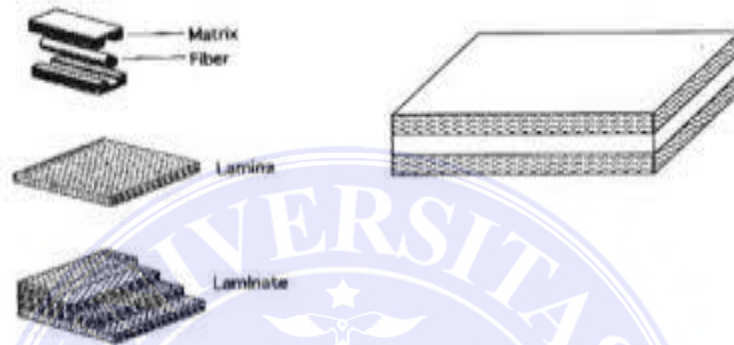
Komposit serat merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu laminat atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat atau fiber. Fiber yang digunakan bisa berupa *glass fiber*, *carbon fiber*, *aramid fiber* (*polyaramide*) dan sebagainya. Fiber ini bisa disusun secara acam maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Komposit serat dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Fiber Composite.

b. Komposit Laminat (*Laminated Composites*)

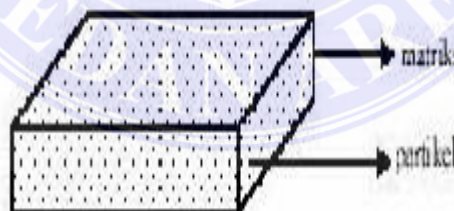
Komposit Laminat (*Laminated Composites*) merupakan jenis komposit terdiri dari dua lapisan atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat sendiri. Komposit laminat dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Laminated Composite

c. Komposit Partikel (*Particulate Composites*)

Komposit partikel (*Particulate Composites*) merupakan komposit yang menggunakan partikel/ serbuk sebagai penguanya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya. Komposit partikel dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10. Partikel Composite

Kelebihan dari komposit ini secara umum dapat dilihat dari sifat-sifat mekanikal dan fisikal. Material komposit ini memiliki keunggulan, antara lain:

1. Berat lebih rendah (ringan).
2. Memiliki kekuatan dan kekauan yang tinggi.
3. Cost produksi lebih murah.

4. Ketahanan korosi dan tahan karat yang begitu kuat.
5. Densitas pada komposit rendah dan stabilitas dimensi tinggi.
6. Proses pembuatan yang mudah diarahkan.
7. Efisiensi dalam mengaplikasikan bahan material.

Material komposit juga memiliki kekurangan, kekurangan tersebut antara lain:

1. Kurangnya ketahanan terhadap beban kejut (*Shock*) dan banting (*Crash*).
2. Kurang elastik.
3. Susah dalam membentuk menjadi bahan plastik.

### 2.3 Tanaman Suku Palmae

Tanaman suku palmae atau *aracaceae* merupakan sekelompok tumbuhan berbunga yang banyak anggotanya memiliki nilai penting dalam kehidupan manusia. Adapun beberapa jenis tanaman suku palmae yang sering dikenal dalam kehidupan manusia yaitu kelapa (*cocos nucifera*), pinang, sagu (*sagumetroxylon*), kelapa sawit (*elaeis guineensis*), salak (*salak zalacca*). Pada penelitian ini ada beberapa serat yang digunakan ialah serat buah kelapa dan serat buah pinang(ASIH, 2015)

#### 2.3.1 Serat Kelapa

Serat kelapa adalah material berserat penyusun yang tebal (lapisan tengah) pada buah kelapa (*Cocos nucifera*). Buah kelapa mengandung sekitar 65% berat kernel yang terdapat di bagian tempurung, daging, buah, air dan 35% berat serabut kelapa (*husk*). Serabut kelapa (*husk*) terdiri 70% pith (serbuk serabut kelapa) dan

30% serat kelapa (coir fiber) tiap basis berat keringnya (Brahmakumar, Pavithran and Pillai, 2005). Gambar serat kelapa dapat dilihat pada gambar 2.11



Gambar 2.11. Serat Kelapa.

Pada dasarnya, serat kelapa yang diperoleh dari serabut kelapa dapat diaplikasikan menjadi produk-produk yang lebih berkualitas. Serat kelapa yang telah diaplikasikan dapat dibuat bahan kerajin, bahan pengisi karpet, tikar dan permadani serta bahan baku tali (Kelapa *et al.*, 2010).

### 2.3.2. Serat Buah Pinang

Indonesia memiliki areal perkebunan pinang yang cukup luas, Pada tahun 2014 luas areal tanaman pinang di Indonesia mencapai 144.828 ha yang semuanya merupakan perkebunan rakyat (Ini *et al.*, 2022). Provinsi Sumatera utara memiliki perkebunan rakyat seluas 12.824 dan menghasilkan produksi biji kering yang cukup besar. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Barat pada tahun 2014 total produksi pinang sebesar 9.902 ton. Berdasarkan nilai tersebut dapat diketahui bahwa limbah kulit pinang yang dihasilkan pertahun cukup besar.

Pinang merupakan bahan serat yang mengandung senyawa *selulosa*, *hemisellulose*, dan *lignin*. Senyawa tersebut merupakan bahan pembentuk serat yang baik sebagai bahan pembentuk serat yang baik sebagai bahan penyusun material partikel. Pinang merupakan salah satu tanaman obat yang banyak

dimanfaatkan untuk tujuan komersial karena memiliki nilai guna yang ekonomis tinggi dalam berbagai bidang (Kelapa *et al.*, 2010). Serat pinang menjadi bahan baku yang menjanjikan karena banyak tersedia, murah dan berpotensi sebagai tanaman tumbuh hijau cocok dijadikan sebagai bahan baku pembuatan papan partikel. Besarnya jumlah produksi buah pinang per tahunnya akan berdampak pula pada limbah yang dihasilkan dalam jumlah yang besar, oleh karena itu dibutuhkan solusi yang tepat agar limbah tidak terbuang percuma dalam lingkungan masyarakat, maka perlu dikelola dengan baik sehingga menghasilkan produk yang memiliki nilai jual yang besar.

Pada penelitian sebelumnya serat pinang digunakan dalam pembuatan *paving block* dengan mensubsitusikan serat pinang pada pasir, yang dimaksud dengan mensubsitusikan disini adalah dengan mengurangi jumlah volume pasir yang digunakan sebagai bahan campuran pembuatan *paving block*, dan ditambah dengan volume serat pinang sebagai pengganti pasir yang dikurangi (Adi, Wesli and Aulia, 2020).

Salah satu tanaman yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai serat penguat material komposit adalah serat pinang. Serat pinang memiliki sifat mekanik yang baik. Sifat mekanik serat pinang dengan kekuatan tarik sebesar 147-322 MPa, Modulus elastisitas 1,124-3,155 GPa, dan regangan 10,23-13,15% (Monica and Mahyudin, 2018). Gambar buah serat pinang dapat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12. Serat Pinang

#### 2.4. Perancangan

Teori-teori ilmiah terdiri dari sebuah pernyataan atau sekumpulan pernyataan yang mendefinisikan suatu sistem ideal atau sistem teoritis. Prinsip-prinsip ilmiah ini, yang tidak perlu dibuktikan dalam ilmu alam, juga digunakan ilmu teknik. Cabang-cabang dari ilmu teknik seperti termodinamika, mekanika, dan ilmu bahan. Umumnya didasarkan pada prinsip-prinsip ilmiah yang telah ada, antara lain hukum termodinamika pertama dan kedua, hukum-hukum newton, serta teori atom dan molekul.

Perancangan teknik adalah seluruh aktivitas untuk membangun dan mendefinisikan solusi bagi masalah-masalah yang tidak dapat dipecahkan sebelumnya atau solusi baru bagi berbagai masalah yang sebelumnya telah dipecahkan namun dengan cara yang berbeda. Perancang teknik menggunakan kemampuan intelektual untuk mengaplikasikan pengetahuan ilmiah dan memasarkan produknya sesuai dengan kebutuhan pasar serta spesifikasi desain produk yang disepakati, namun tetap dapat di pabrikan dengan metode optimum. Aktivitas perancang tidak dapat dikatakan sesuai sebelum hasil akhir produk dapat



digunakan dengan tingkat performa yang dapat diterima dan metode kerja yang terdefinisi dan jelas (Multimedia, 2021).

#### 2.4.1. Pembuatan Konsep Perancangan

Tahapan ini merupakan tahapan awal dari proses perancangan. Tahapan dimulai dengan mengidentifikasi masalah, analisis produk yang sudah ada dan memenuhi beberapa konsep. Kemudian dilanjutkan dengan pengembangan ide-ide yang akan melahirkan berbagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan tadi dilakukan suatu penilaian dan penganalisisan terhadap berbagai alternatif yang sudah ada sehingga perancang akan dapat memutuskan suatu alternatif yang terbaik terhadap rancangan tersebut. Proses pembuatan konsep ini berdasarkan data survey atau dengan diskusi pada customer untuk menyesuaikan kebutuhan terhadap konsumen.

#### 2.4.2 Pemilihan Konsep Rancangan

Dalam teknik perancangan, seorang perancang memerlukan beberapa metode dalam merancang. Adapun metode yang digunakan dalam merancang adalah metode subjektif, metode bobot kriteria, metode datum.

##### 1. Metode Subjektif

Dalam metode subjektif, perancang harus mempertimbangkan beberapa hal ketika memilih alternative. Dalam metode subjektif, perancang akan berfikir secara relative dengan menduga atau menyeleksi konsep perancangan mana yang betul-betul bisa dikembangkan. Adapun contoh yang digunakan dalam metode subjektif dalam teknik perancangan, yaitu:

## 2. Metode Bobot Kriteria

Selama prosedur pembobotan, mula-mula kriteria harus disusun kembali dengan kriteria paling penting di urutan pertama. Penyusunan ini kembali untuk memastikan bahwa kriteria yang memiliki pengaruh paling besar dalam pemilihan konsep yang telah dipertimbangkan pertama kali. Hal ini terutama sangat penting ketika banyak kriteria dilibatkan dan banyak keputusan yang harus dibuat. Secara lugas ini dapat dibenarkan, tetapi tujuannya disini haruslah untuk mungkin membantu perancang.

Satu metode pasti untuk menilai pembobotan dengan menggunakan pohon keputusan (*Decision tree*). Pohon keputusan adalah alat untuk menyajikan struktur keputusan dalam bentuk objektif dan walaupun lebih umum digunakan di dalam manajemen proyek dimana keputusan-keputusan dibuat suksesif ke depan, teknik ini cukup baik untuk pembobotan kriteria desain. Dalam sebuah metode bobot kriteria ada contoh yang digunakan dalam perancangan teknik, yaitu:

## 3. Metode Datum

Metode datum adalah metode yang disusun berdasarkan penggunaan matriknya dengan konsep satu sumbu dan kriteria (*objektif*) pada sumbu lain, dimana kriterianya adalah bentuk dasar. Sama dengan kebanyakan teknik-teknik pembuatan keputusan lainnya, metode datum melibatkan banyak keputusan minor bukan keputusan mayor.

Ada beberapa kelemahan utama metode datum untuk pemilihan konsep adalah:

- a. Bahwa seluruh keputusan dalam beberapa kali.

- b. Membuat proses pembuatan keputusan menjadi lebih banyak makan waktu.
- c. Derajat kepentingan relatif dari kriteria yang digunakan tidak lebih diperhatikan.
- d. Tidak ada skala yang digunakan untuk mengindikasikan seberapa baik atau seberapa buruk setiap konsep dibandingkan dengan.

## 2.5. Karakteristik Sifat Material

Sifat material adalah hubungan antara respon atau deformasi bahan terhadap beban yang bekerja. sifat material tersebut mencirikan keadaan dari material tersebut.

Setiap material yang di uji dibuat dalam bentuk spesimen atau sampel kecil. Spesimen pengujian dapat mewakili seluruh material apabila berasal dari jenis, komposisi dan perlakuan yang sama. pengujian yang tepat hanya didapatkan pada spesimen yang memenuhi aspek ketepatan pengukuran, kemampuan mesin, antar lain:

### 2.5.1 Kekuatan

Kekuatan material merupakan suatu material yang dapat atau siap untuk menerima suatu tegangan tanpa menyebabkan material menjadi patah atau rusak.

Pada konsep ini, kekuatan dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

#### 1. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik Merupakan tegangan maksimum yang dapat di tanggung oleh material sebelum terjadinya perpatahan (*fracture*).

## 2. Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan adalah kapasitas dari suatu bahan atau struktur dalam menahan beban yang akan mengurangi ukurannya. Kekuatan tekan dapat diukur dengan memasukkannya ke dalam kurva tegangan dan regangan dari data yang di dapat dari mesin uji.

### 2.5.2 Modulus Elastisitas.

Elastisitas di defenisikan sebagai kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan.

Strain atau regangan di defenisikan sebagai perbandingan perubahan panjang benda terhadap panjang mula-mula akibat suatu gaya dengan arah sejajar perubahan panjang berikut. Dalam satuan internasional, regangan memiliki lambang  $\varepsilon$  dengan satuan mm.

### 2.5.3 Kekerasan

Kekerasan merupakan ketahanan material terhadap penekanan atau inden tasi/penetrasi. Sifat ini berkaitan dengan sifat bahan aus (*wear resistance*) yaitu ketahanan material terhadap penggoresan atau pengikisan terhadap material. Pengujian kekerasan adalah satu dari sekian banyak pengujian yang dipakai, karena dapat dilaksanakan pada benda uji yang kecil tanpa kesukaran mengenai spesifikasi.

### 2.5.4 Keuletan

Keuletan adalah suatu sifat material yang digunakan seperti kabel dengan aplikasi kekuatan tarik. Sifat ini biasanya digunakan dalam bidang ketenikan, dan

bahan yang memiliki sifat ini antara lain besi lunak, tembaga, aluminium, dan nikel.

#### 2.5.5 Kekakuan

Kekakuan adalah suatu material untuk menerima tegangan atau beban tanpa mengakibatkan terjadinya deformasi atau defleksi pada material nya. Kemampuan material ini mempunyai kemampuan menahan pada tegangan tinggi dengan tidak diikuti tegangan regang.

#### 2.5.6 Kelenturan

Kelenturan suatu material adalah sifat kelenturan yang ditandai dengan kemampuan material dalam menerima beban impact yang tinggi tanpa mengakibatkan tegangan lebih pada batas elastik.

#### 2.5.7 Kegetasan

Sifat ini menunjukkan tidak ada deformasi sebelum suatu material mengalami kerusakan. Material dengan sifat kegetasan ini memiliki titik mulur atau proses penampang yang mengcil dan kekuatan patah.

### 2.6 Kardus Penyerap Energi Impak

Penyerap energi impak merupakan energi potensial pegas yang di ubah menjadi energi kinetik atau gerak. Pengujian impak merupakan analisa bahan untuk mengetahui ketangguhan dan keuletan bahan terhadap beban tiba-tiba. Uji impak digunakan untuk menentukan kecenderungan material terhadap kerapuhan terhadap sifat kekuatannya dan hasil hasil dari uji impak tidak dapat diketahui atau dibaca apabila terjadi patahan terhadap bahan(Handoyo, 2013).

Dalam penyerap energi impact ini, ada beberapa alat pengujian impact yang digunakan dalam proses pengujian hasil dari energi yaitu Pengujian Impact Metode *Charpy*. Pengujian impact metode charpy merupakan standar pengujian laju regangan tinggi untuk menentukan jumlah energi yang diserap oleh bahan kardus selama terjadi penghujian. Energi yang diserap adalah ukuran ketangguhan bahan tertentu dan bertindak sebagai alat untuk belajar pengujian impact yang bergantung pada suhu transisi ulet getas. Metode ini banyak digunakan pada dunia industri dengan keselamatan yang kritis karena mudah untuk dipersiapkan dan dilakukan dan kemudian hasil pengujian dapat diperoleh dengan mudah dan cepat. Energi dapat diartikan sebagai kemampuan suatu benda untuk melakukan suatu usaha. Suatu benda dikatakan memiliki energi ketika benda tersebut mampu menghasilkan gaya yang dapat melakukan kerja.

Diketahui dari beberapa sumber, peneliti sebelumnya telah mengemukakan bahwa penyerap energi impact pada kardus dapat dilakukan dengan proses melemparkan kardus dari ketinggian. Dalam penelitian ini menyimpulkan bahwa menggunakan kardus dengan cara dilipat lipatan. Memanfaatkan dinding kardus yang tebal akan membuat sudut kardus yang digunakan semakin besar dalam menghasilkan energi (Agus Choiron, B. Darmadi and Rahmaddian Anwari, 2015). Adapun kekuatan yang digunakan dalam proses ini yaitu kekuatan impact. Kekuatan Impact adalah kemampuan suatu bahan untuk menerima beban secara tiba-tiba. Uji impact dimaksudkan untuk mengetahui sifat fisis liat atau getas benda uji sebelum dan sesudah mendapat perlakuan panas.

$$E = w.g.l (\text{Cos } \alpha, \text{Cos } \beta) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

$E$  = Energi impact (Joule)

$w$  = Berat pendulum (kg)

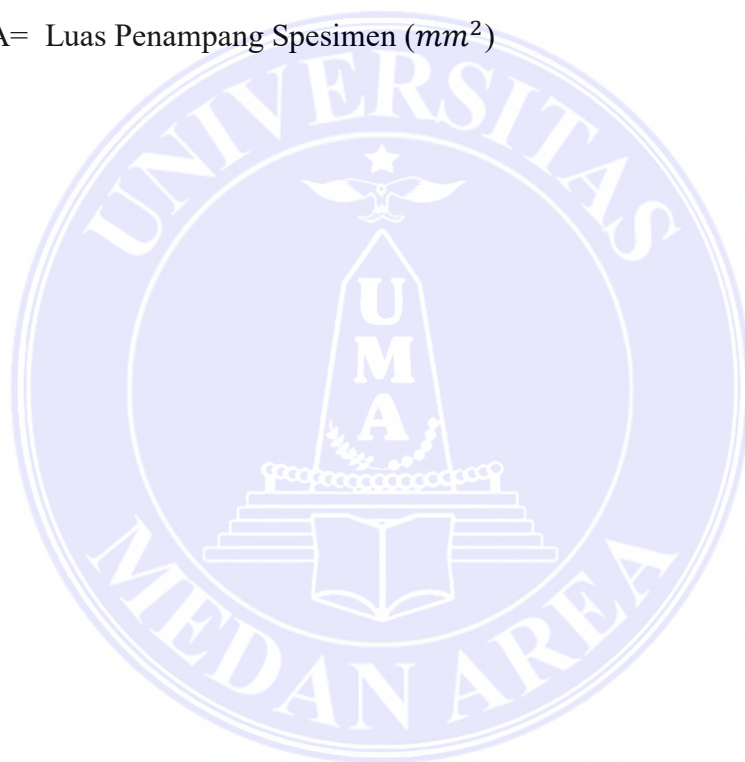
$g$  = Gravitasi ( $m/s^2$ )

$L$  = Panjang pendulum (mm)

$\cos \alpha$  = Sudut awal

$\cos \beta$  = Sudut Akhir

$A$  = Luas Penampang Spesimen ( $mm^2$ )



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

##### 3.1.1 Tempat

Adapun tempat pelaksanaan penelitian ini dalam rangka menyelesaikan tugas akhir di laboratorium *Impact And Fracture Research Centre (IFRC)*, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara Jalan Tri Dharma.

##### 3.1.2 Waktu

Adapun waktu penelitian yang dilaksanakan sejak tanggal dikeluarkannya surat keputusan tugas akhir dan penentuan dosen pembimbing. Penelitian ini direncanakan berlangsung kurang waktu selama 3 bulan. Jadwal kegiatan penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian.

No	Aktifitas	Tahun 2023-2024						
		Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Jul
1	Pengajuan Judul	■						
2	Penyelesaian Proposal		■					
3	Seminar Proposal			■				
4	Persiatan Alat Dan Bahan				■			
5	Pembuatan Spesimen					■		
6	Pengujian						■	
7	Analisis data							■
8	Penyelesaian data							■
9	Seminar Hasil							■
10	Sidang Sarjana							■



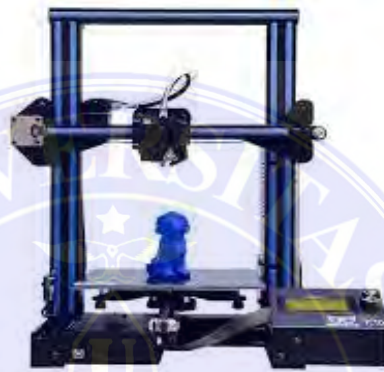
## 3.2 Bahan Dan Alat

### 3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan untuk membuat kardus adalah.

#### 1. Mesin 3D

Percetakan 3D (addictive manufacture) adalah proses pembuata objek dari model digital dalam tiga dimensi atau bentuk apapun.



Gambar 3.1. Mesin 3D Printer.

### 3.2.2 Bahan

Pada proses pembentukan bahan uji atau spesimen ada beberapa bahan yang digunakan yaitu:

#### 1. Kardus Bekas

Fungsi dari kartus bekas sebagai bahan utama komposit yang diubah menjadi bubur (*pulp*). Kardus bekas dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.2. Kardus Bekas

## 2. Lem PVAc

*Polyvinyl acetate* atau lem PVAc berfungsi sebagai bahan pembantu perekat (*matriks*) antara bubur kardus dengan serat pohon kelapa. Gambar lem PVAc dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.3. Lem PVAc

### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan pada proses penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, yaitu metode kualitatif. Metode kualitatif, dimana metode yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengobservasi hasil pengujian tarik dari spesimen komposit kertas kardus yang diperkuat dengan serat batang kelapa dengan standart spesimen pengujian yang ada. Metode penelitian yang digunakan dapat dijabarkan sebagai berikut:

#### 3.3.1 Sistematika Penelitian

Sistematis yang digunakan pada perancangan struktur kardus penyerap energi yang diperkuat serat tanaman suku palmae (*Aracaceae*) sebagai berikut:

Studi Literatur dengan cara Mencari dan mengumpulkan sumber-sumber informasi sebagai bahan acuan pembelajaran pada jurnal pendukung, internet, web, dan buku.

- a. Observasi dan penggunaan alat yang akan dilakukan pada pembuatan spesimen.
- b. Melakukan perhitungan terhadap rancangan.
- c. Menganalisis dan membandingkan bahan dan alat yang lebih efisien dari segi kualitas dan ekonomis.
- d. Menarik kesimpulan.

### 3.3.2 Proses Pengujian Spesimen

Langkah-langkah proses pengujian yang harus dilakukan pada spesimen ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat pengujian.
2. Mempersiapkan lembar checklist parameter yang akan dicetak.
3. Memeriksa dan memastikan alat percetakan berfungsi dengan baik.
4. Menganalisis hasil data spesimen.

### 3.3.3 Analisis Data

Penelitian yang dilakukan pada perancangan struktur kardus penyerap energi yang diperkuat tanaman suku palmae (*Aracaceae*) menggunakan teknik pengumpulan data kualitatif.

#### 1. Data Primer

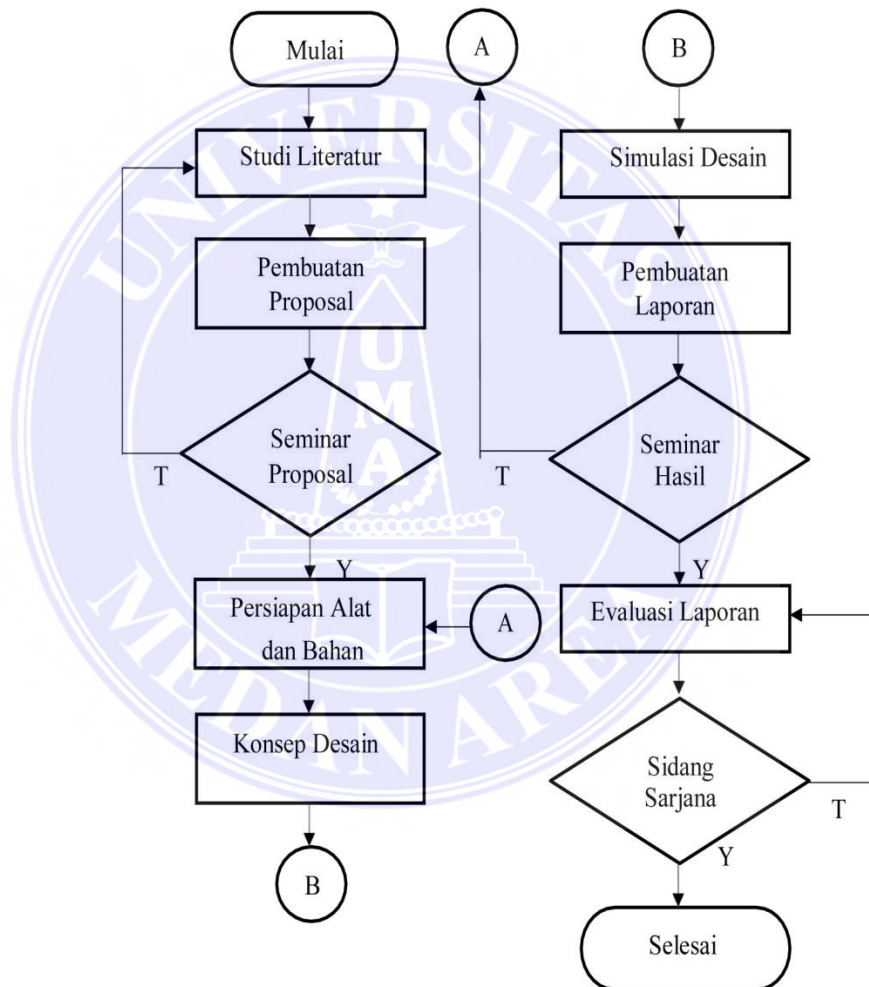
Pengumpulan data primer dilakukan dilaboratorium *Impact And Fracture Research Centre (IFRC)*, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera. Pencatatan dilakukan terlebih dahulu dengan memperhatikan prosedur pengujian dan memastikan alat ukur terkalibrasi. Pencatatan semua parameter dilaksanakan dengan frekuensi pencatan setiap satu jam.

2. Data Sekunder

Data sekunder ialah data yang di peroleh dari perancangan struktur kardus penyerap energi yang di perkuat tanaman suku palmae.

3.4. Diagram Penelitian

3.4.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4. Diagram alir penelitian

3.5. Prosedur Virtual Prototype Menggunakan Software Aytocad

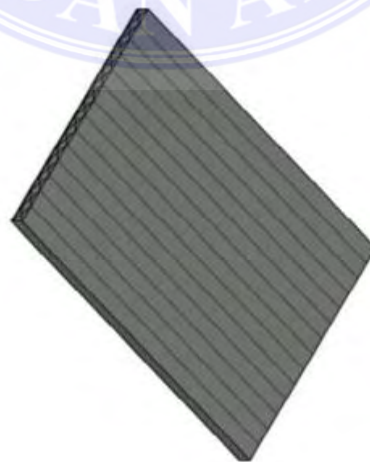
1. Membuat Objek A sampai Hasil Prototype Kardus.

Langkah pertama ini adalah membuat dua objek dengan ketinggian berbeda.

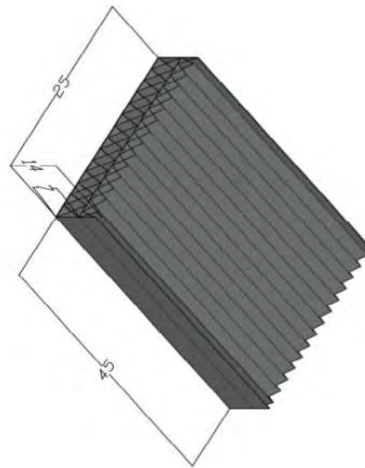
Pada langkah ini ketinggiannya adalah 5 mm dan 2 mm seperti pada gambar 4.8 dan 4.9, lalu menggunakan perintah Move pada menu home. Satukan ketiga objek pertama satu persatu, pertama lakukan pada objek kedua dan letakan tepat di atas objek pertama lalu lakukan pada objek ketiga dan letakan pada objek kedua, pastikan posisi ketiga objek tersebut sama rata seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.10 dan 4.11 di bawah ini. Setelah itu lapisi sisi kiri, atas, dan kanandengan perintah box seperti gambar 4.12.



Gambar 3.5. Membuat Objek A.



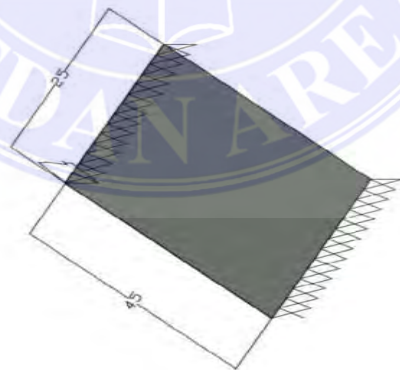
Gambar 3.6. Membuat Objek B.



Gambar 3.7. Penyatuan Objek Kedua Ke Objek Pertama.

3. Menggambar garis menyilang

Langkah kedua adalah membuat garis menyilang dengan jarak 5 mm, setiap garis dengan ketinggian 7 mm dengan jumlah garis sebanyak 24 garis menyilang dan 2 garis tegak menggunakan perintah Line pada menu home yang ada pada layar dashboard Autocad seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.6 dibawah.

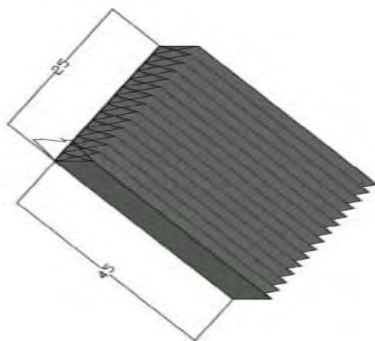


Gambar 3.8. Membuat Garis Menyilang.

4. Melakukan proses gambar fluting

Langkah ketiga adalah mengextrude atau mempertebal garis dengan perintah Extrude pada menu home yang ada pada layar dhashboard Autocad

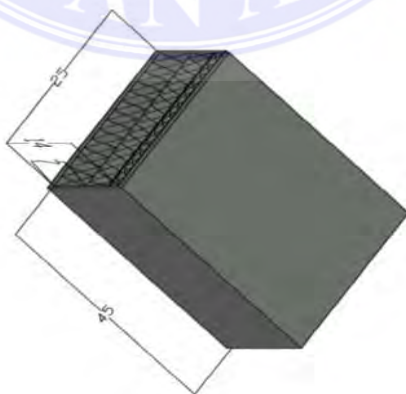
dengan panjang 45 cm seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.7 dibawah.



Gambar 3.9. Membuat Fluting.

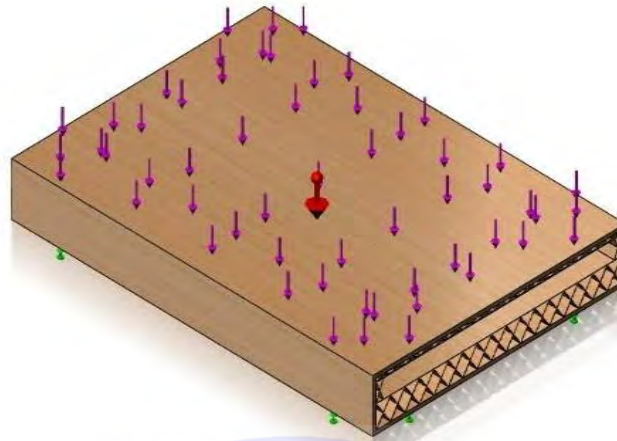


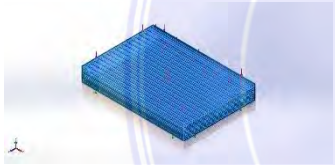
Gambar 3.10. Penyatuan Objek Ketiga Ke Objek Kedua



Gambar 3.11. Membuat Lapisan Sisi

### 3.5 Prosedur Pengujian Beban Statis



Solid Bodies			
Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
<b>LPattern7</b> 	Solid Body	Mass:0.00350311 kg Volume:2.18958e-05 m <sup>3</sup> Density:159.99 kg/m <sup>3</sup> Weight:0.0343305 N	New folder Kardus.SLDPRT

Units

Unit System	SI (MKS)
Length/ Displacement	Mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	Rad/ Sec
Pressure/ Stress	N/ m

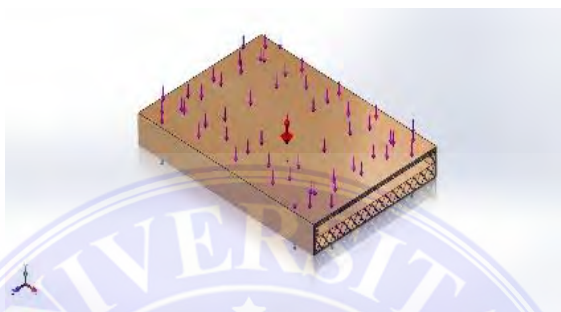
Material Properties

Properties	Components
Name : Balsa Model type : Linear Elastic Isotropic Default failur : Unknown	Solid Body 1 (Lpattren7) ( Kardus)

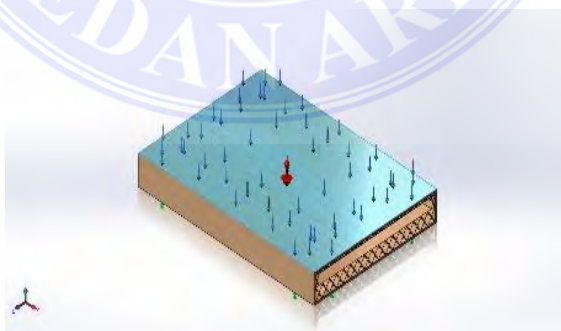


Criterion	:	
Yield strength	:	$2_e + 07 N/m^2$
Elastic modulus	:	$3_e + 09 N/m^2$
Poisson's ratio	:	0.29
Mase density	:	$159.99 kg/m^3$
Shear modulus	:	$3_e + 08 N/m^2$

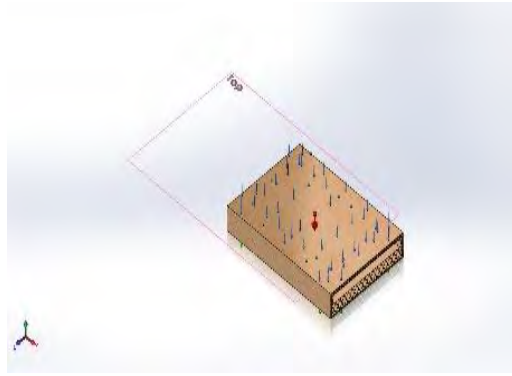
Load And Fixtures



Picture name	Fixture Details			
	Entities: 1 face(s) Type: Fixed geometry			
<b>Resultant Forces</b>				
<b>Components</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultant</b>
<b>Reaction force(N)</b>	<b>-0.000317698</b>	<b>10.0345</b>	<b>0.000274618</b>	<b>10.0345</b>
<b>Reaction Moment(N.m)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



<b>Load name</b>	<b>Load Details</b>
<b>Force-1</b>	Entities: <b>1 face(s)</b> Type: <b>Apply normal force</b> Value: <b>10 N</b>



Load name	Load Details
<b>Grafiti-1</b>	Referens: <b>Top</b> Values: <b>0 0 -9.81</b> Units: <b>m/s<sup>2</sup></b>

Mesh Information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used	Curvature – based mesh
Jaacobian points	4 Points
Maximun element size	3 mm
Mesh Quality	2.97762 mm
Mesh Quality Plot	High

Mesh Information And Details

Total Nodes	159809
Total Elements	89991
Maximum Aspect Ratio	571.53
% of elements with Aspect Ratio < 3	8.59
% of elements with Aspect Ratio > 10	85.2
% of distorted elements (Jacobian)	0
Time to complete mesh (hh:mm:ss):	00:00:29

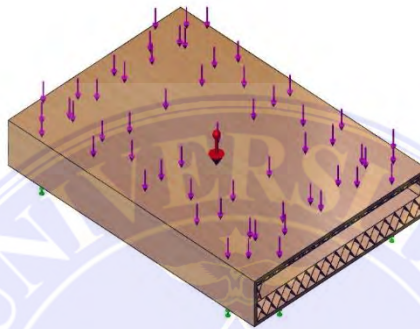
Resultant Forces

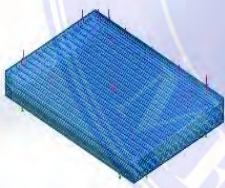
Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	-0.000317698	10.0345	0.000274618	10.0345

Reation Moments

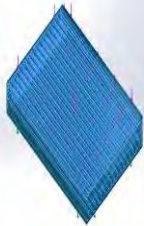
Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N.m	0	0	0	0

### 3.6 Prosedur Pengujian Dinamis



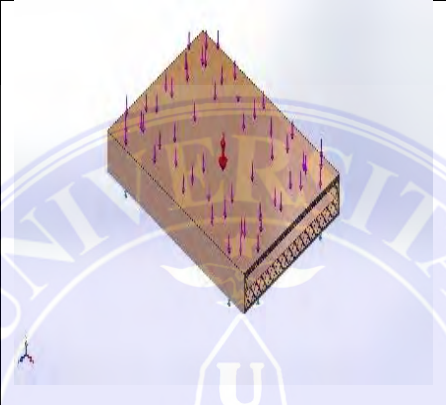
Solid Bodies		
Document Name And Reference	Treated As	Volumetric Properties
	Solid Body	Mass:0,00350311 kg Volume:2,18958e-05 m <sup>3</sup> Density:159,99 kg/m <sup>3</sup> Weight:0,0343305 N

#### b. Material Properties

Model Reference	Properties	Components
	Name: Balsa Model type: Linear Elastic Isotropic Default failure criterion: Unknown Yield strength: 2e+07 N/m <sup>2</sup> Elastic modulus: 3e+09 N/m <sup>2</sup> Poisson's ratio: 0,29	Solid Body

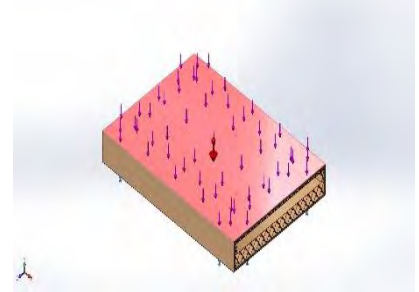
	Mass density:	159,99 kg/m <sup>3</sup>	
	Shear modulus:	3e+08 N/m <sup>2</sup>	

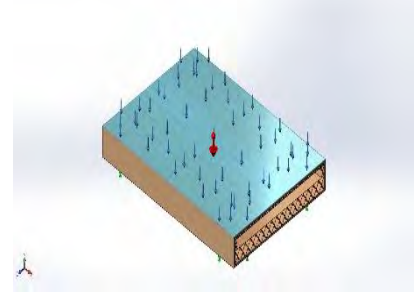
c. Loads and Fixtures

Fixture Name	Fixture Image	Fixture Details
Fixed – 1		Entities : 1 Face (s) Type : Fixed Geometry

Resultan Forces

Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction Force (N)	-1,05612-05	20,0344	-1,0905-06	20.0344
Reaction Moment (N.m)	0	0	0	0

Load Name	Load Image	Load Details
Gravity-1		Reference: Face< 1 > Values: 0 0 9,81 Units: m/s <sup>2</sup>

Force-1		Entities: 1 face(s) Type: Apply normal force Value: 20 N
---------	---	--

d. Mesh Information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Blended curvature-based mesh
Jacobian points for High quality mesh	16 Points
Maximum element size	7,44405 mm
Minimum element size	7,44405 mm
Mesh Quality	High

c. Mesh Information and Details

Total Nodes	55875
Total Elements	33937
Maximum Aspect Ratio	4.402,6
% of elements with Aspect Ratio < 3	0,0766
Percentage of elements with Aspect Ratio > 10	90,6
Percentage of distorted elements	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:26
Computer name:	ENG-102

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang berjudul Perancangan Struktur Penyerap Energi Yang Diperkuat Serat Tanaman Suku Palmae (Aracaceae), maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Struktur kardus ini telah dirancang lebih mudah, dan praktis digunakan karena lebih hemat waktu dan tidak memerlukan alat tambahan untuk membuat kardus tersebut.
- b. Melakukan proses desain kardus yang digunakan dengan teknologi 3D dan software Solidwork untuk mempermudah melakukan informasi teknologi informasi dan komunikasi di bidang desain gambar teknik.
- c. Analisis suatu produk untuk mengetahui karakteristik bahan tersebut.

#### 5.2 Saran

- a. Perancangan kardus yang dirancang untuk kebutuhan konsumen.
- b. Penggunaan bahan kardus yang lebih terjangkau lagi dengan hasil yang maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, M. M., Wesli, W. W. and Aulia, A. R. (2020) 'Pengaruh Limbah Serat Kulit Pinang Terhadap Serapan Air Dan Kuat Tekan Pada Paving Block', *Teras Jurnal*, 10(1), p. 49. doi: 10.29103/tj.v10i1.252.
- Agus Choiron, M., B. Darmadi, D. and Rahmaddian Anwari, B. (2015) 'Analisis Penyerapan Energi Dan Pola Deformasi Crash Box Dengan Variasi Sudut Tirus Dinding Crash Box Pada Uji Simulasi Tabrakan Arah Frontal', *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6(1), pp. 75–83. doi: 10.21776/ub.jrm.2015.006.01.11.
- Amrullah, U. S., Nugroho, R. H. and Dani, A. (2017) 'Pembandingan Kekuatan Bending Sandwich Composite', 3.
- Apriani, E. (2017) 'Analisa Pengaruh Variasi Bahan Limbah Dari Serat Kelapa Muda, Batang Pisang dan Kertas Bekas Terhadap Kekuatan Bending Sebagai Papan Komposit', *jurnal engine*, 1(2), pp. 38–46.
- ASIH, N. P. S. (2015) *Studi inventarisasi Araceae di Gunung Seraya (Lempuyang), Karangasem, Bali*. doi: 10.13057/psnmbi/m010324.
- Astika, I. M. and Komang Dwijana, I. G. (2014) 'Karakteristik Sifat Tarik Dan Mode Patahan Komposit Polyester Berpenguat Serat Tapis Kelapa', *Dinamika Teknik Mesin*, 4(2), pp. 27–28. doi: 10.29303/d.v4i2.55.
- Bakri (2010) 'Penentuan Sifat Mekanis Serat Sabut Kelapa', *Jurnal Mekanikal*, 1(1), pp. 23–29.
- Brahmakumar, M., Pavithran, C. and Pillai, R. M. (2005) 'Coconut fibre reinforced polyethylene composites: Effect of natural waxy surface layer of the fibre on fibre/matrix interfacial bonding and strength of composites',

- Composites Science and Technology*, 65(3–4), pp. 563–569. doi: 10.1016/j.compscitech.2004.09.020.
- Fitra, F. *et al.* (2019) ‘Karakteristik Papan Partikel Berbahan Baku Serat Pinang’, *RanahResearch : Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 1(4), pp. 1029–1036.
- Handoyo, Y. (2013) ‘Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule’, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(2), pp. 45–53.
- Ini, Q. U. A. *et al.* (2022) ‘IMMOBILISASI NANOPARTIKEL TEMBAGA ( Cu ) DAN EKSTRAK KULIT BUAH PINANG ( Areca catechu ) PADA KAIN KATUN’, 9(1).
- Iskandar Fajri, R. and Sugiyanto, D. (2013) ‘Studi Sifat Mekanik Komposit Serat Sansevieria Cylindrica Dengan Variasi Fraksi Volume Bermatrik Polyester’, *Prof.Sumantri Brojonegoro*, 1(2), p. 704947.
- Julianti, S. (2021) *A Practical Guide to Corrugated Box: Material, Teknologi, dan Aplikasi Kardus*. terbitan p. Gramedia Pustaka Utama.
- Kelapa, P. *et al.* (2010) ‘SEMINAR REKAYASA KIMIA DAN PROSES , 4-5 Agustus 2010 ISSN : 1411-4216 STUDI PROSES BLEACHING SERAT KELAPA SEBAGAI REINFORCED FIBER Achmad Wildan , Abdullah , Slamet Priyanto Jurusan Teknik Kimia , Fakultas Teknik , Universitas Diponegoro , Jl . Prof . Soe’, (2005), pp. 4–5.
- Law, B. M. (1985) ‘Rawlings’, *The Musical Times*, 126(1712), p. 583. doi: 10.2307/964910.
- Monica, S. and Mahyudin, A. (2018) ‘Pengaruh Panjang Serat Pinang Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Ringan’, *Jurnal Fisika Unand*, 7(3),



pp. 222–227. doi: 10.25077/jfu.7.3.222-227.2018.

Multimedia, S. (2021) ‘Prinsip – Prinsip Desain’, *Sinau Multimedia*, p. 1.

Nurfajri and Arwizet (2019) ‘Analisis Kekuatan Tarik Komposit Serabut Kelapa Dan Ijuk Dengan Perlakuan Alkali (NaOH)’, *Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 1(4), pp. 791–797.

Roviudin, A. F. *et al.* (no date) ‘Analisis Pengaruh Penambahan Resin Content Dengan Serat’.

Sulaiman, M. and Rahmat, M. H. (2018) ‘Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer Dengan Serat Alam Untuk Produk Otomotif’, *Sistem*, 4(1), pp. 9–15.

