

# TUGAS AKHIR

## ANALISA KEKUATAN MEKANIS DINDING KOMPOSIT SEKAM PADI UNTUK KABIN PENDINGIN

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

**Disusun Oleh:**

**RESNU PUTRA RAMADHAN**

**1507230172**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

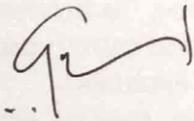
Nama : Resnu Putra Ramadhan  
NPM : 1507230172  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa Kekuatan Mekanis Dinding Komposit Sekam Padi  
Untuk Kabin Pendingin  
Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

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

Medan, 11 Februari 2022

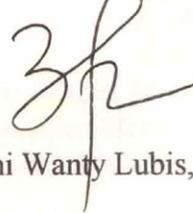
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



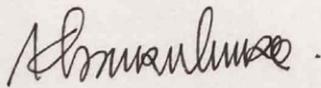
Chandra A. Siregar, S.T.,M.T.

Dosen Penguji II



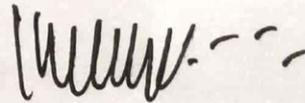
Riadini Wanty Lubis, S.T.,M.T.

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T.

Dosen Penguji IV



Rahmatullah, S.T., M.Sc, IPM, ASEAN ENG

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,

Chandra Amirsyah Putra Siregar, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Resnu Putra Ramadhan  
Tempat/Tanggal Lahir : Medan/09 Februari 1995  
NPM : 1507230172  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“ANALISA KEKUATAN MEKANIS DINDING KOMPOSIT SEKAM PADI UNTUK KABIN PENDINGIN”**,

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

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

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

Medan, 11 Februari 2022



Saya yang menyatakan,

Resnu Putra Ramadhan

## ABSTRAK

Dalam bidang teknologi material, bahan-bahan serat alam merupakan kandidat sebagai bahan penguat untuk mendapatkan bahan komposit yang kuat, ringan, ramah lingkungan serta ekonomis. Salah satunya adalah bahan-bahan serat alam. Contohnya sekam padi ini yang penulis gunakan sebagai bahan komposit untuk pembuatan kabin pendingin. Dalam penelitian ini penulis hanya melakukan pengujian kekuatan impact dan bending. Tujuan dalam penelitian ini akan melakukan kajian uji kekuatan mekanis dinding komposit berpenguat sekam padi yang sudah digiling ukuran mesh 10 dan menguji apakah sekam padi mempunyai hasil kekuatan mekanis. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian hasil uji kekuatan mekanis dimana variasi sekam padi 10%, 20% dan 30%. Sekam padi 10% mendapatkan gaya tekan:  $1,9 \text{ kgf/mm}^2$ , regangan: 4,925%, tegangan:  $1,9 \text{ kgf/mm}^2$  dan regangan: 0,57%. Sekam padi 30% gaya tekan:  $8,53 \text{ kgf/mm}^2$ , regangan: 4,747%, tegangan:  $8,53 \text{ kgf/mm}^2$  dan regangan: 0,53%. Dan uji impact dengan menggunakan metode charpy. Sekam padi 10% rata-rata energi impact: 0,284375 J, rata-rata harga impact:  $0,006771 \text{ J/mm}^2$ . Sekam padi 20% rata-rata energi impact: 0,757435 J, rata-rata harga impact:  $0,018033 \text{ J/mm}^2$ .

Kata kunci: Sekam padi, Komposit, Resin BTQN-157, Sekam padi, Kekuatan mekanis

## **ABSTRACT**

*In the field of material technology, natural fiber materials are candidates as reinforcing materials to obtain composite materials that are strong, lightweight, environmentally friendly and economical. One of them is natural fiber materials. For example, this rice husk which the author uses as a composite material for the manufacture of the wisher's cabin. In this study, the author only tested the impact and bending strength. The purpose of this research is to study the mechanical strength test of composite walls reinforced with rice husks that have been milled with a mesh size of 10 and to test whether rice husks have mechanical strength results. The research method used in the research is the mechanical strength test results where the variation of rice husks is 10%, 20% and 30%. Rice husk 10% received compressive force: 1.9 kgf/mm<sup>2</sup>, strain: 4.925%, stress: 1.9 kgf/mm<sup>2</sup> and strain: 0.57%. Rice husk 30% compressive force: 8.53 kgf/mm<sup>2</sup>, strain: 4.747%, stress: 8.53 kgf/mm<sup>2</sup> and strain: 0.53%. And the impact test using the charpy method. Rice husk 10% average impact energy: 0.284375 J, average impact price: 0.006771 J/mm<sup>2</sup>. Rice husk 20% average impact energy: 0.757435 J, average impact price: 0.018033 J/mm<sup>2</sup>.*

*Keywords: Rice Husk, Composite, BTQN-157 Resin, Rice Husk, Mechanical Strength*

## KATA PENGANTAR

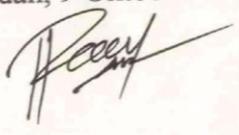
Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Dinding Komposit Sekam Padi Untuk Kabin Pendingin Dan Uji Kekuatannya” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Khairul Ummurani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Rahmatullah, S.T., MSc, IPM, ASEAN ENG., selaku Dosen Pembimbing II dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Chandra Amirsyah Putra Siregar, S.T., M.T., selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak Ahmad Marabdi, S.T., M.T., selaku Seketaris Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu tentang teknik mesin kepada penulis.
7. Kedua orang tua tercinta dan serta seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan moril maupun materil serta nasehat dan doanya untuk penulis demi selesainya Tugas Akhir ini.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
9. Sahabat-sahabat seperjuangan Teknik Mesin stambuk 2015 yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik mesin.

Medan, 9 Oktober 2021  
  
Resnu Putra Ramadhan

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.4.1. Tujuan Umum	2
1.4.2. Tujuan Khusus	2
1.5. Manfaat	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Defenisi Komposit	3
2.2. Klasifikasi Bahan Komposit	4
2.2.1. Bahan Komposit Partikel	5
2.2.2. Bahan Komposit Serat	6
2.3. Bahan Serat	7
2.4. Bahan Matriks	10
2.5. Bahan Komposit	12
2.6. Pembebanan Bahan Komposit	13
2.7. Kekuatan Mekanis	14
2.8. Uji Impact	14
2.8.1. Uji Impact Metode Charpy	15
2.8.2. Prinsip Dasar Alat Uji Impact Charpy	16
2.9. Uji Bending	17
2.9.1. Uji Bending dengan Tiga Titik <i>(Three Point Bending)</i>	18
<b>BAB 3. METODOLOGI</b>	
3.1. Tempat dan Waktu	19
3.1.1. Tempat	19
3.1.2. Waktu	19
3.2. Bagian Alir Penelitian	20
3.3. Persiapan Penelitian	21
3.4. Alat dan Bahan yang Digunakan Membuat Kabin Komposit	21
3.5. Prosedur Penelitian Pembuatan Dinding	25
3.6. Proses Pembuatan Dinding Komposit	26

3.7. Pengujian Impact	29
3.8. Prosedur Pengujian Impact	31
3.9. Pengujian Uji Bending	32
3.10. Prosedur Pengujian Bending	34
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Hasil Grafik Uji Bending	36
4.1.1. Spesimen 1 dengan Sekam Padi 10%	36
4.1.2. Spesimen 2 dengan Sekam Padi 20%	37
4.1.3. Spesimen 3 dengan Sekam Padi 30%	38
4.2. Hasil Grafik Uji Impact	39
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran	41
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>SK PEMBIMBINGAN</b>	
<b>BERITA ACARA SEMINAR</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan kekuatan bahan serat dan bahan padatan	8
Tabel 2.2. Jenis-jenis serat karbon yang ada dipasaran	8
Tabel 2.3. Beberapa jenis bahan matriks plastik yang digunakan beserta sifat-sifatnya	11
Tabel 2.4. Sifat-sifat mekanik beberapa jenis bahan komposit	12
Tabel 3.1. Waktu pelaksanaan penelitian	19

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gambar klasifikasi bahan komposit yang umum dikenal	4
Gambar 2.2. Mekanisme pengalihan tegangan normal $\sigma$ dan tegangan geser $\tau$ dari serat ke matriks bila saat putus	6
Gambar 2.3. Pembebanan metode Charpy dan metode Izod	15
Gambar 2.4. Skematis pengujian Impact	16
Gambar 2.5. Skema pengujian tekuk pada bahan uji	18
Gambar 2.6. Uji Bending dengan tiga titik ( <i>Three Point Bending</i> )	18
Gambar 3.1. Bagian alir penelitian	19
Gambar 3.2. Gelas ukur	21
Gambar 3.3. Sarung tangan	22
Gambar 3.4. Timbangan digital	22
Gambar 3.5. Cetakan komposit	22
Gambar 3.6. Resin BTQN-157	23
Gambar 3.7. Katalis	23
Gambar 3.8. Sekam padi	24
Gambar 3.9. Blender	24
Gambar 3.10. Ayakan mesh	25
Gambar 3.11. Serat sekam padi yang sudah siap digunakan	27
Gambar 3.12. Mirror glaze	27
Gambar 3.13. Campuran antara resin dan katalis	28
Gambar 3.14. Pecampuran resin + sekam padi + katalis	28
Gambar 3.15. Proses pencetakan setelah semua adukan tercampur dengan rata	29
Gambar 3.16. Cetakan komposit	29
Gambar 3.17. Spesimen uji impact	30
Gambar 3.18. Alat uji Impact dengan metode Charpy	30
Gambar 3.19. Resni BTQN-157	30
Gambar 3.20. Katalis	31
Gambar 3.21. Uji Impact dengan metode Charpy	32
Gambar 3.22. Obeng dan kunci untuk membuka hasil cetakan spesimen	32

Gambar 3.23. Cetekan komposit	33
Gambar 3.24. Spesimen uji Bending	33
Gambar 3.25. Mesin uji Bending	33
Gambar 3.26. Resin BTQN-157	34
Gambar 3.27. Katais	34
Gambar 3.28. Uji Bending	35
Gambar 4.1. Gaya Tekan vs Renggangan pada spesimen 1	36
Gambar 4.2. Tegangan vs Renggangan pada spesimen 1	36
Gambar 4.3. Gaya Tekan vs Renggangan pada spesimen 2	37
Gambar 4.4. Tegangan vs Renggangan pada spesimen 2	37
Gambar 4.5. Gaya Tekan vs Renggangan pada spesimen 3	38
Gambar 4.6. Tegangan vs Renggangan pada spesimen 3	38
Gambar 4.7. Nilai rata-rata energi impact	39
Gambar 4.8. Nilai rata-rata harga impact	39

## DAFTAR NOTASI

$E$	= Energi Impact	(J)
$m$	= massa bandulan	(Kg)
$g$	= gaya gravitasi	(m/s <sup>2</sup> )
$h_1$	= jarak awal antara bandulan dengan benda uji	(m)
$h_2$	= jarak akhir antara bandulan dengan benda uji	(m)
$\lambda$	= jarak lengan pengayun	(m)p
$K$	= nilai impact	(Kg.m)
$w$	= usaha yang diperlukan mematahkan benda uji	(Kg.m)
$A$	= luas penampang	(mm <sup>2</sup> )
$\sigma$	= kekuatan bending	(MPa)
$P$	= beban yang diberikan	(N)
$L$	= jarak antara titik tumpuan	(mm)
$b$	= lebar batang uji	(mm)
$d$	= tebal batang uji	(mm)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam bidang teknologi material, bahan-bahan serat alam merupakan kandidat sebagai bahan penguat untuk mendapatkan bahan komposit yang kuat, ringan, ramah lingkungan serta ekonomis. Salah satunya adalah bahan-bahan serat alam. Jenis-jenis serat alam seperti misalnya: Sisal, flax, hemp, jupe, rami, kelapa mulai digunakan komposit polimer. Serat alami sekarang banyak digunakan karena jumlahnya sangat banyak dan murah jadi sering di manfaatkan sebagai material untuk pengurangan limbah dan juga untuk mencari bahan material jadi baru. Contohnya sekam padi ini yang penulis gunakan sebagai bahan komposit untuk pembuatan kabin pendingin. Saat ini pemanfaatan sekam padi tersebut masih sangat sedikit, sehingga sekam padi masih banyak menjadi bahan limbah yang mengganggu lingkungan. Walaupun masih sampai saat ini sekam padi banyak digunakan sebagai bahan pelindung es dari suhu lingkungan. Dalam penelitian ini penulis hanya melakukan pengujian terhadap kekuatan impact dan bending. Yang dimana uji impact adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*), pengujian impact merupakan pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Dan uji lengkung (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian secara visual.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang di atas maka di dapat rumuskan masalah sebagai berikut:

1. Kinerja kekuatan dinding komposit resin BTQN-157 dengan penguat sekam padi untuk kabin pendingin pada setiap pengujian.

### 1.3. Ruang Lingkup

Dalam penelitian ini penulis melakukan kajian terhadap pengaruh dinding komposit berpenguat sekam padi yang sudah di giling ukuran mesh 10. Dan menguji apakah sekam padi mempunyai hasil kekuatan dengan terhadap pengujian impact, pengujian bending. Dengan variasi sekam padi 10%, 20% dan 30%.

### 1.4. Tujuan

#### 1.4.1 Tujuan Umum

Menguji hasil kekuatan dinding komposit berpenguat sekam padi dengan resni BTQN-157 terhadap hasil kekuatannya.

#### 1.4.2 Tujuan Khusus

1. Untuk menunjukkan dan menjelaskan hasil kekuatan dari setiap pengujian.
2. Untuk menghitung nilai kekuatan dan menganalisis hasil uji kekuatan.
3. Untuk mengetahui komposisi yang efektif dalam pembuatan dinding kabin berbahan komposit serat alam.

### 1.5. Manfaat

Hasil dari manfaat penelitian ini akan menunjukkan bahwa komposit dari sekam padi itu sangatla kuat dan bisa digunakan dalam dunia industri manufaktur untuk sebagai material baru dan dapat mengurangi dampak limbah pertanian dimasa mendatang.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Defenisi Komposit

Kata komposit dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis. Kata kunci disini adalah pengertian makroskopis. Ini berbeda dengan paduan atau *alloy*, yang penggabungan unsur-unsurnya dilakukan secara mikroskopis. Pada bahan komposit sifat-sifat unsur pembentuknya masih terlihat jelas, yang pada paduan sudah tidak lagi tampak secara nyata. Justru keunggulan bahan komposit disini adalah penggabungan sifat-sifat unggul masing-masing unsur pembentukannya tersebut.

Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat (fiber) dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matriks. Unsur utama bahan komposit adalah serat. Serat ini lah yang terutama menentukan karakteristik bahan komposit, seperti: kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik yang lain. Serat lah yang menahan sebagian besar gaya-gaya yang bekerja bahan komposit. Sedang matriks bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik. Karena itu untuk bahan serat digunakan bahan yang kuat dan getas, seperti: karbon, kaca dan boron. Sedang bahan matriks dipilih bahan-bahan yang lunak seperti plastik dan logam-logam lunak(aliumuniun, tembaga).

Dari defenisi di atas akan terlihat bahwa sebagian besar struktur-struktur alami yang terdapat di alam ini dapat dikatagorikan sebagai bahan komposit. Daun, misalnya. Daun ini terdiri dari serat-serat daun yang dibungkus dengan matriks lychin. Karena itu strukutr daun merupakan struktur yang kaku, meskipun masih tetap ringan. Daun padi, meskipun mempunyai kelangsingan (*aspect ratio*) yang tinggi, relatif kaku, sehingga lendutannya relatif kecil. Nanti akan terlihat bahwa daun padi merupakan salah satu contoh bahan komposit satu arah (*unidirectional composites*).

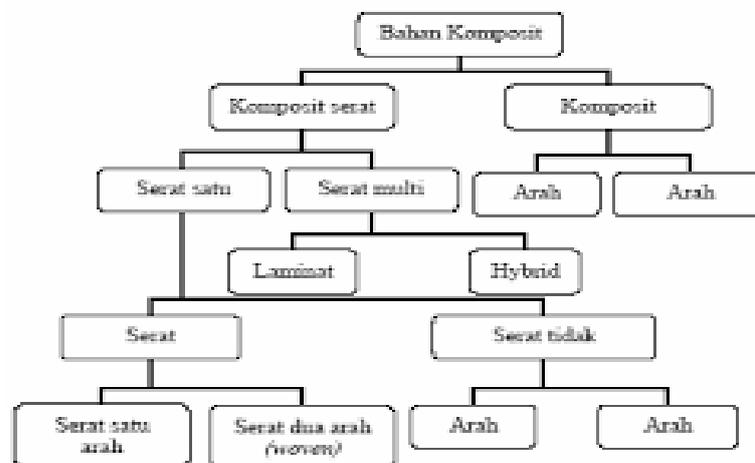
Contoh lain adalah batang bambu. Batang ini terdiri dari serat-serat bambu yang diikat oleh matriks. Karena itu bambu juga merupakan struktur yang ringan dan kaku. Bila di anggap bahwa struktur-struktur yang terdapat di alam adalah

contoh-contoh struktur yang efisien dan optimum, maka dapat dikatakan bahwa perancangan untuk mendapat struktur yang ringan dan kaku haruslah menggunakan bahan komposit.

Hal tersebut disadari pula oleh bangsa-bangsa kuno yang mendiami lembah Mesopotamia dan Mesir di jaman dahulu. Mereka menggunakan serat-serat jerami yang digunakan sebagai penguat dinding-dinding tanah liat rumah mereka. Demikian pula penggunaan bahan komposit pada perkakas perang bangsa-bangsa tersebut. Karena itu konsep bahan komposit bukan konsep yang sama sekali baru, meskipun penggunaan bahan ini baru meluas pada dua dekade terakhir ini saja.

## 2.2 Klasifikasi Bahan Komposit

Bahan komposit dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis, bergantung pada geometri dan jenis seratnya. Hal ini dapat dimengerti, karena serat merupakan unsur utama dalam bahan komposit tersebut. Sifat-sifat mekanik bahan komposit tersebut. Sifat-sifat mekanik bahan komposit, seperti kekuatan, kekakuan, keliatan dan ketahanan tergantung dari geometri dari sifat-sifat seratnya.



Gambar 2.1. Gambar klasifikasi bahan komposit yang umum dikenal

Pada gambar 2.1 menunjukkan klasifikasi bahan komposit tersebut. Secara garis besar, bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*). Bahan komposit patikel terdiri dari patikel-partikel yang diikat oleh matriks. Bentuk partikel ini dapat bermacam-macam, seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan bentuk-bentuk yang tidak beraturan secara acak, tetapi secara rata-rata berdimensi

sama. Sedang bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat matriks. Bahan komposit serat ini juga terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continuous fiber*) dan serat pendek (*short fiber atau whisker*).

### 2.2.1 Bahan Komposit Partikel

Bahan komposit yang bahan penguatnya dari partikel-partikel disebut bahan komposit partikel (*particulate composite*). Partikel, secara definisi adalah bukan serat, karena tidak mempunyai ukuran panjang.

Ukuran penguat menentukan kemampuan bahan komposit menahan gaya-gaya luar. Semakin panjang ukuran serat, semakin efisien pula dalam menahan gaya dalam arah serat. Serat yang panjang tersebut juga menghilangkan kemungkinan terjadinya retak sepanjang batas pertemuan anatar serat dan matriks. Karenanya, bahan komposit serat panjang sangat kuat dan lebih liat (*tough*).

Bahan komposit partikel pada umumnya lebih lemah dan keliatannya (*fracture toughness*) lebih rendah dibanding bahan komposit serat panjang. Tetapi dari segi lain, bahan ini sering lebih unggul, seperti dalam hal ketahanan terhadap aus.

Partikel-partikel ini umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat bahan komposit bermatriks keramik (*ceramic matrix composite*). Pada jenis ini, anahnya keramik digunakan sebagai bahan matriks. (Disebut “aneh”, karena biasanya bahan matriks adalah bahan yang lunak, sedang keramik adalah bahan yang keras dan getas). Keramik, disamping bahan yang keras dan getas, juga mudah retak dan pecah. Di sinilah fungsi tersebut berada. Dengan mekanisme penguatan tertentu, partikel ini berguna untuk mencegah perambatan retak yang terjadi, yang dengan demikian akan menaikkan keliatannya. Bahan komposit keramik ini digunakan pada daerah-daerah bersuhu tinggi, misalnya untuk pelindung pesawat ruang angkasa ketika memasuki atmosfer bumi.

Partikel-partikel dari bahan logam yang keras seperti tungsten, chromium dan molybdenum juga biasas dicampur dalam lunak seperti aluminium, tembaga atau perak yang berfungsi sebagai matriks, dan membentuk bahan komposit logam (*metal matrix composite*). Bahan komposit yang terjadi bersifat tahan aus

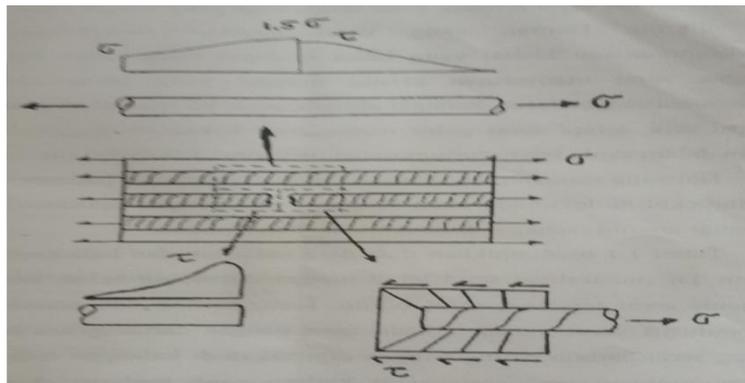
dan suhu tinggi. Pada umumnya bahan komposit metal adalah jenis bahan komposit partikel.

Bahan komposit keramik dan metal banyak digunakan untuk perkakas potong berkecepatan tinggi (*high speed cutting tool*), pipa proteksi termokopel dan piranti-piranti lain yang membutuhkan suhu tinggi dan tahan aus (abrasi).

### 2.2.2 Bahan Komposit Serat

Bahan komposit serat adalah jenis bahan komposit yang umum dikenal, paling banyak dipakai dan dibicarakan. Karena itu pengertian bahan komposit dalam tulisan ini berarti bahan komposit serat.

Bahan komposit sangat efisien dalam menerima beban, karena tugas tersebut dilimpahkan keserat. Serat lah yang terutama bertugas menerima beban. Karena itu bahan komposit sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat.



Gambar 2.2. Mekanisme pengalihan tegangan normal  $\sigma$  dan tegangan geser  $\tau$  dari serat ke matriks bila serat putus.

Pada gambar 2.2 memperlihatkan mekanisme pengalihan gaya atau tegangan dari serat ke arah sekitarnya. Gaya yang mengenai serat akan didistribusikan ke sekitarnya melalui tegangan geser. Karena itu ada dua hal yang membuat serat dapat menahan gaya dengan efektif, yaitu bila:

1. Perekatan (*bonding*) antara serat dan metrik (disebut pula *interfacial bonding*) sangat baik dan kuat, sehingga serat tidak mudah lepas dari matriks (*debonding*).
2. Kelangsingan (*aspect ratio*), yaitu perbandingan antara panjang dan diameter serat harus cukup besar. Hal ini disyaratkan agar tegangan geser

yang terjadi pada permukaan antara serat dan matriks kecil. Biasanya disyaratkan agar kelangsingan serat lebih besar di banding 100, agar serat dapat melaksanakan tugasnya dengan baik.

Tugas utama matriks adalah mengikat serat bersama-sama. Hal ini dapat dimengerti karena sekumpulan serat tanpa matriks tidak dapat menahan gaya dalam searah tekan dan transversal. Matriks juga berguna untuk meneruskan gaya dari satu serat ke serat lainnya, dengan menggunakan mekanisme tegangan geser, seperti terlihat pada gambar 1.1 serta melindungi serat dari pengaruh lingkungan yang merusak. Karena itu bahan matriks biasanya dipilih dari bahan liat dan lunak, agar mampu meneruskan tegangan geser. Sebagai pengecualian adalah bahan komposit keramik dan karbon-karbon. Mekanisme pengusutan kedua jenis bahan komposit tersebut berbeda dengan bahan komposit lainnya seperti telah diterangkan di depan.

### 2.3. Bahan Serat

Serat biasanya terdiri dari bahan yang kuat, kaku dan getas. Hal ini terjadi karena serat lah yang terutama menahan gaya luar, sehingga serat haruslah kaku dan kuat.

Kekuatan serat terletak pada ukurannya yang sangat kecil, kadang-kadang dalam orde mikron. Ukuran yang kecil tersebut menghilangkan cacat-cacat dan ketidak sempurnaan kristal yang biasa terdapat pada bahan berbentuk padatan besar. Sehingga serat mempunyai kristal tunggal yang tanpa cacat, dengan demikian kekuatannya sangat besar. Sebagai contoh, gelas padatan yang akan patah pada beberapa ribu psi saja, tetapi serat gelas mempunyai kekuatan 400.000-700.000 psi, bahkan dalam skala laboratorium dapat mencapai 1000.000 psi.

Hal yang sama terjadi bila serat dibuat dari bahan polimer. Dengan jalan mengatur arah molekul-molekulnya, akan dapat serat dengan kekuatan yang besar. Ini terjadi pada serat aramid (sebagai contoh Kevlar) dan karbon.

Tabel 2.1. menunjukkan data kekuatan dan kekakuan serat dibanding bahan padatan. Disini terlihat serat lebih unggul di banding bahan konvensional logam. Dari jenis-jenis serat tersebut, serat karbon, kaca, boron dan aramid banyak digunakan di dunia industri, terutama di industri penerbangan dan luar angkasa. Dari keempat serat tersebut, serat karbon paling banyak digunakan di kalangan industri penerbangan. Tabel 2.2. menunjukkan jenis-jenis serat karbon yang terdapat dipasaran, berikut pabrik pembuatnya.

Tabel 2.1. Perbandingan kekuatan bahan serat dan bahan padatan.

Bahan	Modulus tarik ( $E$ , Gpa)	Kekutan tarik ( $\sigma_u$ , Gpa)	Massa jenis ( $\rho$ , g/cm <sup>3</sup> )	Modulus spesifikasi ( $E/\rho$ )	Kekuatan spesifikasi ( $\sigma_u/\rho$ )
<b>Serat</b>					
E-glass	72,4	4,6	2,45	2,5	1,38
S-glass	83,5	4,6	2,48	34,5	1,38
Grafit(HM)	390,0	2,1	1,90	205,0	1,1
Grafit(HS)	240,0	2,5	1,90	126,0	1,3
Boron	385,0	2,8	2,63	146,0	1,1
Silica	72,4	5,8	2,19	33,0	2,65
Tungsten	414,0	4,2	19,30	21,0	0,22
Beryllium	240,0	1,3	1,83	131	0,71
Aramid	130,0	2,80	1,50	87,0	1,87
<b>Bahan Konvensional</b>					
Baja	210,0	0,34-2,1	7,8	26,9	0,043-0,7
Alumunium	70,0	0,4-0,62	2,7	25,9	0,052-0,23
Gelas padat	70,0	0,7-2,1	2,5	28,0	0,28-0,84
Tungsten	350,0	1,1-4,1	19,30	18,10	0,057-0,21
Beryllium	300,0	0,7	1,83	164,0	0,38

Tabel 2.2. Jenis-jenis serat karbon yang ada di pasaran.

Pabrik	Nama dagang	Bahan dasar	$\sigma_{\mu}$ (MPa)	$E$ (GPa)	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )
Bristol	Hyfl	PAN*	-	-	-
Carborundum	GSGY2	Rayon	966	27,6	1,5
	GSCY2	Rayon	966	27,6	1,50
	CELION GY-70	PAN	2070	607	1,96
	3000	PAN	2864	235	1,75
	6000	PAN	2919	228	1,75
Courtaulds,Ltd	Grafil	-	-	-	-
Great Leaks Corporation	Fortafil 3T	PAN	1380	138	1,70
	4T	PAN	2415	255	1,70
	5T	PAN	2760	331	1,80
	CG-3	-	-	-	-
	CG-5	-	-	-	-
Hercules	Magnamite AS	PAN	2760	221	-
	HMS	PAN	3150	345	-
	HTS	PAN	-	-	-
Hitco	Hitco-c	Rayon	-	-	-
Kureha	KCF-100	Pitch	1104	45	1,61
	KCF-200	Pitch	1104	47	1,61
Morgan,Ltd	Modmor I	PAN	246	386	1,99
	Modmor II	PAN	2485	276	2,74
	Modmor III	PAN	2415	221	-
Stackpole	Panex				
	30/A Tow	PAN	2760	221	1,7
	¼CF30 Tow	PAN	2243	207	1,74
	30R Roving	PAN	1553	262	1,75
	30Y/800D	PAN	1553	262	2,75
	30Y/300D	PAN	1553	262	1,75
Toray	Torayca	PAN	2484	221	1,76
Union Carbide	Thornel 25	Rayon	1242	186	1,42
	Thornel 40	Rayon	1725	276	1,56
	Thornel 50	Rayon	2175	393	1,67
	Thornel 75	Rayon	2622	545	1,82
	Thornel 300	PAN	2484	221	1,76
	Thornel 400	PAN	2760	235	1,76
	PAN-50	PAN	2139	393	-
	VSA-11	Msophase pitch			

\*Poly-acrylo-nitride

Ada jenis serat yang terdapat di pasaran yaitu serat pendek (biasanya disebut *chopped fiber*). Serat pendek ini biasa dibuat dari serat kaca dan digunakan untuk komponen-komponen yang tidak menerima gaya besar, karena kekuatan dan kekakuannya lebih rendah dibanding serat panjang. Jenis serat ini murah, dan banyak digunakan pada tangki-tangki air dan lambung kapal-kapal kecil.

#### 2.4. Bahan Matriks

Matriks, pada umumnya terbuat dari bahan-bahan yang lunak dan liat. Polimer (plastik) merupakan bahan umum yang biasa digunakan, meskipun untuk penggunaan yang memerlukan ketahanan suhu yang tinggi, beberapa logam dapat digunakan, seperti aluminium, tembaga, magnesium bahkan titanium.

Tabel 2.3 menunjukkan jenis-jenis bahan yang biasa digunakan untuk bahan matriks. Polimer merupakan bahan yang umum digunakan. Polister, vinilester dan epoksi adalah bahan-bahan polimer yang sejak dulu telah dipakai sebagai bahan matriks.

Perkembangan akhir-akhir ini menunjukkan bahwa bahan termoplastik semakin banyak dipakai sebagai bahan matriks. PEEK (*Poly-Ether-Ether-Ketone*), PEI (*Poly- Ether-Imide*), PES (*Poly-Ether-Sulphone*) bahkan nilon semakin banyak digunakan sebagai bahan matriks. Bahan termoplastik ini mempunyai beberapa keunggulan dibanding termosetting, seperti misalnya tidak ada umur kadaluasa, lebih liat, lebih tahan, terhadap pengaruh lingkungan dan suhu lebih tinggi.

Tabel 2.3. Beberapa jenis bahan matriks plastik yang digunakan beserta sifat-sifatnya

Sifat	Phenolik Kelas 105	Polister Kelas 105	Epoksi Kelas 105	Epoksi Kelas 130
Masa jenis	1,30-1,32	1,10-1,46	1,11-1,23	1,125
Kekuatan tarik, psi	6000-9000	6000-9000	12000	12000-15000
Regangan maksimum,%	1,5-2,0	5	5	1,5
Modulus, psi x 10 <sup>5</sup>	4,5	3,0-6,4	4,5	6
Kekuatan tekan,psi	12000-15000	13000-27000	16000	15000
Kekuatan luar,psi	11000-17000	8500-17000	18000	15470
Kekuatan impak,izod	0,25-0,40	0,2-0,4	0,5-1,7	0,19
Kekerasan,Rockwell M	120	115	100	112
Ketahanan panas kontinyu, °C	71	121	149	177
Suhuterdefleksi, °C	78-82	60-100	120	300
Penyerapan air 24 jam, %	0,12-0,36	0,15-0,60	0,14	0,10
Pengaruh asam lemah	Sedikit	Sedikit	Tidak	Tidak
Pengaruh asam kuat	Terserang	Terserang	Terserang	Terserang
Pengaruh basah lemah	Sedikit	Sedikit	Tidak	Tidak
Pengaruh basah kuat	Terurai	Terurai	Sangat sedikit	Sangat sedikit
Pengaruh organik solvent	Terserang	Terserang	Sangat sedikit	Sangat sedikit
Pengeleman dengan kaca, metal, keramik	Bagus	Sedang	Bagus	Bagus

## 2.5. Bahan Komposit

Gabungan antara serat dan matriks ini disebut bahan komposit. Bahan komposit menggabungkan keunggulan kekuatan dan kekakuan serat dengan massa jenis matriks yang rendah. Hasilnya adalah suatu bahan yang ringan tetapi kuat dan kaku. Dengan kata lain, bahan ini mempunyai harga “*specific modulus*” dan “*specific strength*” yang lebih besar dibanding dengan bahan konvensional lainnya.

Tabel 2.4 memperlihatkan data-data bahan komposit tersebut dibandingkan dengan konvensional lainnya. Dari data *specific modulus* dan *specific strength*nya terlihat bahwa bahan komposit lebih unggul dibanding bahan metal. Keunggulan seperti inilah yang dimanfaatkan oleh industri pesawat terbang dan industri-industri antariksa lainnya; karena pada struktur-struktur yang dipakai dua jenis industri tersebut diperlukan bahan-bahan yang ringan tetapi kuat dan kaku. Karena itu perkembangan akhir-akhir ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan komposit di dua jenis industri di atas memperlihatkan perkembangan yang sangat pesat.

Tabel 2.4. Sifat-sifat mekanik beberapa jenis bahan komposit.

Sifat-sifat	E-glass	Kevlar	Jenis serat
			Grafit (Thornel-300)
Fraksi volume serat,%	46	60-65	63
Masa jenis	1,80	1,38	1,61
Kekuatan tarik 0°(MPa)	1104	1310	1725
Modulus tarik 0°(GPa)	39	83	159
Kekuatan tarik 90°(MPa)	36	39	42
Modulus tarik 90°(GPa)	10	5,6	10,9
Kekuatan tekan 0°(MPa)	600	286	1366
Modulus tekan 0°(GPa)	32	73	138
Kekuatan tekan 90°(MPa)	138	138	230
Modulus tekan 90°(GPa)	8	5,6	11
Kekuatan geser bidang (MPa)	-	0,34	0,38
Nisbah Poison Longitudinal	0,25	0,34	0,38
Kekuatan geser antara lapis (MPa)	31	69	113
Koefisien panjang termal longitudinal (10 <sup>-6</sup> /°C)	5,4	-23-40	0,045
Koefisien perpanjangan termal transversal (10 <sup>-6</sup> /°C)	36	35	20,2

Bahan komposit mempunyai sifat-sifat yang berbeda dengan sebagian besar material konvensional yang telah dikenal selama ini. Sebagian besar material konvensional bersifat homogen dan isotropik.

Bahan homogen berarti sifat-sifatnya sama di semua tempat; berarti sifat-sifat bahan bukan merupakan fungsi dari tempat atau posisi.

Bahan isotropik berarti sifat-sifatnya sama dalam segala arah; berarti sifat-sifat bahan bukan merupakan fungsi arah.

Sebaliknya, bahan bersifat tidak homogen dan non isotropik (*orthotropik*, atau lebih umum *anisotropik*), berarti: komposit

Benda tidak homogen berarti sifat-sifatnya tidak sama di semua tempat; berarti merupakan fungsi dari posisi.

Benda *anisotropik* berarti sifat-sifatnya berubah dengan perubahan arah; yang berarti merupakan fungsi arah dari posisi.

## 2.6. Pembebanan Bahan Komposit

Bahan komposit dibentuk pada saat yang sama ketika struktur tersebut dibuat. Hal ini berarti bahwa orang yang membuat struktur menciptakan sifat-sifat bahan komposit yang dihasilkan. Proses manufaktur yang digunakan biasanya merupakan bagian yang kritis yang berperan menentukan kinerja struktur yang dihasilkan.

Terdapat empat beban langsung utama dimana setiap bahan dalam suatu struktur harus menahannya yaitu tarik, tekan, geser/lintang dan lentur:

### 1. Tarik

Reaksi komposit terhadap beban tarik sangat tergantung pada sifat kekakuan dan kekuatan tarik dari serat penguat, dimana jauh lebih tinggi dibandingkan dengan resinnya.

### 2. Tekan

Sifat daya rekat dan kekakuan dari sistem resin sangat penting. Resin menjaga serat sebagai kolom lurus dan mencegah dari tekukan (*buckling*).

### 3. Geser/Lintang

Beban ini mencoba untuk meluncurkan setiap lapisan seratnya. Di bawah beban geser resin memainkan peranan utama, memindahkan tegangan melintang komposit. Untuk membuat komposit tahan terhadap beban geser, unsur resin diharuskan tidak hanya mempunyai sifat-sifat mekanis yang baik tetapi juga daya rekat yang tinggi terhadap serat penguat.

### 4. Lenturan

Beban lentur sebetulnya merupakan kombinasi beban tarik, tekan dan geser. Ketika beban seperti diperlihatkan, bagian atas terjadi tekan, bagian bawah terjadi tarik dan bagian tengah lapisan terjadi geser.

## 2.7. Kekuatan Mekanis

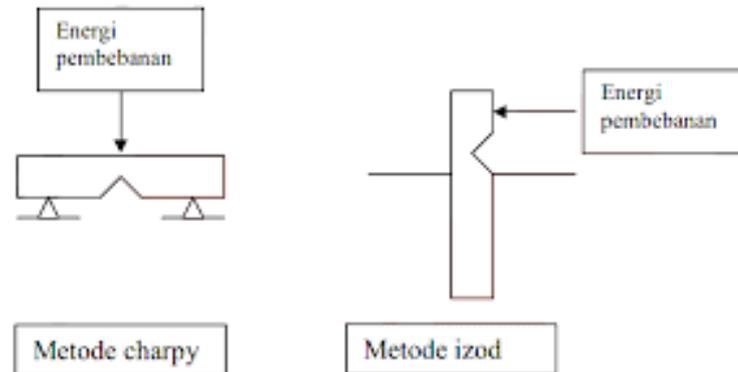
Menyatakan kemampuan suatu bahan atau komponen untuk menerima beban, gaya dan energi tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan atau komponen tersebut. Terkadang suatu bahan memiliki sifat mekanik yang baik, tetapi kurang baik di sifat yang lainnya, contoh baja memiliki sifat mekanik yang baik tetapi memiliki sifat tahan korosi yang kurang baik, maka diambil langkah untuk mengatasi hal tersebut dengan cara pengecatan atau galvanising, jadi tidak harus mencari bahan lain yang kuat juga tahan korosi.

## 2.8. Uji Impact

Menurut Dieter, George E (1998) uji impact digunakan dalam menentukan kecendrungan material untuk rapuh atau ulet berdasarkan sifat ketangguhannya. Hasil uji impact juga tidak dapat membaca secara langsung kondisi perpatahan batang uji. Hasil yang diperoleh dari pengujian impact ini juga tidak adapersetujuan secara umum mengenai interpretasi atau pemanfaatannya.

Sejumlah uji impact batang uji bertakikdengan berbagai desain telah dilakukan dalam menentukan perpatahan rapuh pada logam. Metode yang telah menjadi standar untuk uji impact ini ada 2, yaitu uji impact metode charpy dan metode izod. Metode charpy bnyak digunakan di amerika, sedangkan metode izod lebih sering digunakan disebagian besar daratan eropa. Batang uji metode charpy

memiliki spesifikasi, luas penampang 10mm x 10mm, takik berbentuk V. Proses pembebanan uji impak metode charpy dan metode izod dengan sudut 45°, kedalaman takik 2 mm dengan radius 0,25 mm. Batang uji charpy kemudian diletakan horizontal pada batang penumpu dan diberikan beban secara tiba-tiba di belakang sisi takik oleh bandulan berat berayun. Batang uji diberi energi untuk melengkung samapi patah pada laju regangan yang tinggi.



Gambar. 2.3. Pembebanan metode charpy dan metode izod

### 2.8.1. Pengujian Impak Metode Charpy

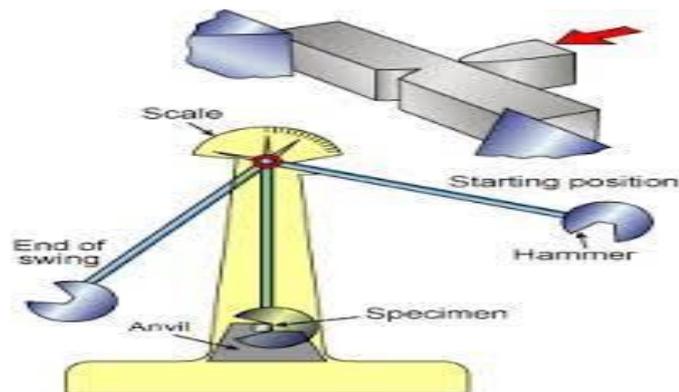
Pengujian impak Charpy (juga dikenal sebagai tes charpy *v-notch*) merupakan standart pengujian laju regangan tinggi yang menentukan jumlah energi yang diserap oleh bahan selama jadi patahan. Energi yang diserap adalah ukuran ketangguhan bahan tertentu dan bertindak sebagai alat untuk belajar bergantung pada suhu transisi ulet getas. Metode ini banyak digunakan pada industri dengan keselamatan yang kritis, karena mudah untuk dipersiapkan dan dilakukan. Kemudian hasil pengujian dapat diperoleh dengan cepat dan murah.

Tes ini dikembangkan pada 1905 oleh ilmuan Perancis Georges Charpy. Pengujian ini penting dilakukan dalam memahami masalah patahan kapal selama perang dunia II. Metode pengujian material ini sekarang digunakan di banyak industri untuk menguji material yang digunakan dalam pembangunan kapal, jembatan, dan untuk menentukan bagaimana keadaan alam (badai, gempa bumi, dll) akan mempengaruhi bahan yang digunakan dalam berbagai macam aplikasi industri. Tujuan uji impak charpy adalah untuk mengetahui kegetasan atau keuletan suatu bahan (spesimen) yang akan di uji dengan cara pembebanan secara tiba-tiba terhadap benda yang akan di uji secara statik.

Dimana benda uji dibuat takikkan terlebih dahulu sesuai standart ASTM E23 05 dan hasil pengujian pada benda uji tersebut akan terjadi perubahan bentuk seperti bongkohan atau patahan sesuai dengan keuletan atau kegetasan terhadap benda uji tersebut.

### 2.8.2. Prinsip Dasar Alat Uji Impak Charpy

Secara skematik alat uji impak charpy seperti gamabar 2.5 dibawah ini:



Gambar 2.4. Skematis Pengujian Impack

Bila bandulan pada kedudukan  $h_1$  dilapaskan, maka akan mengayun samapi kedudukan fungsi akhir pada ketinggian  $h_2$  yang juga hampir sama dengan tinggi semula  $h_1$  diaman bandulan mengayun bebas.

Usaha yang dilakukan bandulan waktu memukul benda uji atau energi yang diserap benda uji sampai patah di dpat rumus:

$$\text{Energi yang diserap (Joule)} = E_p - E_m \quad (2.1)$$

$$= m \cdot g \cdot h_1 - m \cdot g \cdot h_2 \quad (2.2)$$

$$= m \cdot g (h_1 - h_2) \quad (2.3)$$

$$= m \cdot g (\lambda (1 - \cos \alpha) - \lambda (\cos \beta - \cos \alpha)) \quad (2.4)$$

$$= m \cdot g \cdot \lambda (\cos \beta - \cos \alpha) \quad (2.5)$$

$$\text{Energi yang diserap} = m \cdot g \cdot \lambda (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$K = \frac{w}{A} \text{ (Kgm /mm}^2\text{)} \quad (2.6)$$

Bila batang uji dipasang pada kedudukannya dan bandulan dilepaskan, maka bandulan akan memukul batang uji dan selanjutnya bandulan akan mengayun sampai kedudukan 3 pada ketinggian  $h_2$ . Usaha yang dilakukan bandulan waktu memukul benda uji atau usaha yang diserap benda uji sampai patah yaitu:

$$W \lambda h_1 (kg m_1 = G) \quad (2.7)$$

Dan dapat juga dengan menggunakan persamaan berikut:

Sedangkan sisa usaha setelah mematahkan benda uji adalah sebagai berikut. Dan dapat juga dengan menggunakan persamaan berikut:

$$W_2 = G x \lambda (\cos \beta - \cos \alpha) (kg m) \quad (2.8)$$

Besarnya usaha yang diperlukan untuk memukul patah benda uji adalah:

$$W = W_1 - W_2 (Kg m) \quad (2.9)$$

Dan dapat juga dengan menggunakan persamaan berikut

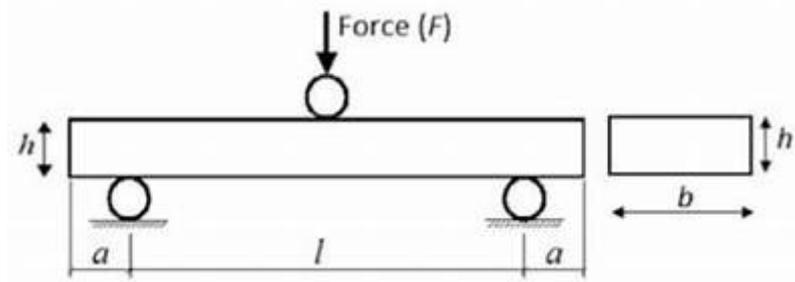
$$W = G x \lambda (\cos \beta - \cos \alpha) (Kg m) \quad (2.10)$$

## 2.9. Uji Bending

Uji bending merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan suatu material secara visual. Proses pembebanan menggunakan mandrel atau pendorong yang telah ditentukan untuk memaksa bagian tengah bahan uji atau spesimen tertekuk diantara dua penyangga yang dipisahkan oleh jarak yang telah ditentukan. Selanjutnya bahan akan mengalami deformasi dengan dua buah gaya yang berlawanan dengan saat yang bersamaan. Dalam mempersembahkan beban dan dimensi mandrel ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu:

1. Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*).
2. Bahan kimia dan struktur mikro terutama kandungan Mn dan C pada material.
3. Koneksi Luluh (*Yield Stress*).

Gambar 2.5 berikut ini skema pengujian tekuk pada bahan uji.



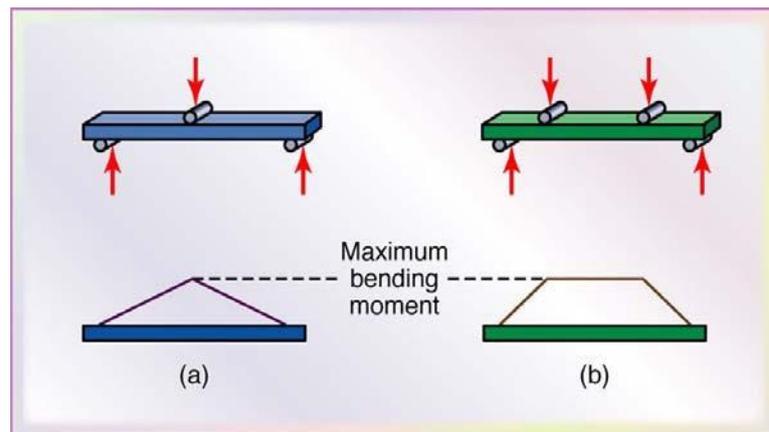
Gambar 2.5. Skema pengujian tekuk pada bahan uji

Setelah menekuk permukaan spesimen yang berbentuk cembung harus diperiksa dari kemungkinan adanya retak atau cacat permukaan lain. Apabila spesimen mengalami patah (*fracture*) setelah ditekuk, maka spesimen dinyatakan gagal uji (ditolak). Namun jika tidak patah maka kriteria keberterimaan seperti jumlah retak, dimensi retak atau cacat permukaan lain yang terlihat pada permukaan harus disesuaikan dengan standart yang diacu. Adanya retakan pada sisi ketebalannya atau sudut-sudut spesimen tidak dinyatakan sebagai pengujian.

### 2.9.1. Pengujian Bending dengan Tiga Titik (*Three Point Bending*)

Pada material yang homogeny pengujian batang sederhana dengan dua titik dudukan dan pembebanan pada tengah-tengah batang uji (three point bending), maka tegangan maksimum dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{3PL}{2db^2} \quad (2.11)$$



Gambar 2.6. Uji bending dengan tiga titik (*Three Point Bending*)

## BAB 3 METODOLOGI

### 3.1. Tempat dan Waktu

#### 3.1.1. Tempat

Tempat di laksanakannya studi eksperimen analisa dinding komposit sekam padi untuk kabin pendingin terhadap uji kekuatannya di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material dan Laboratorium Proses Produksi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

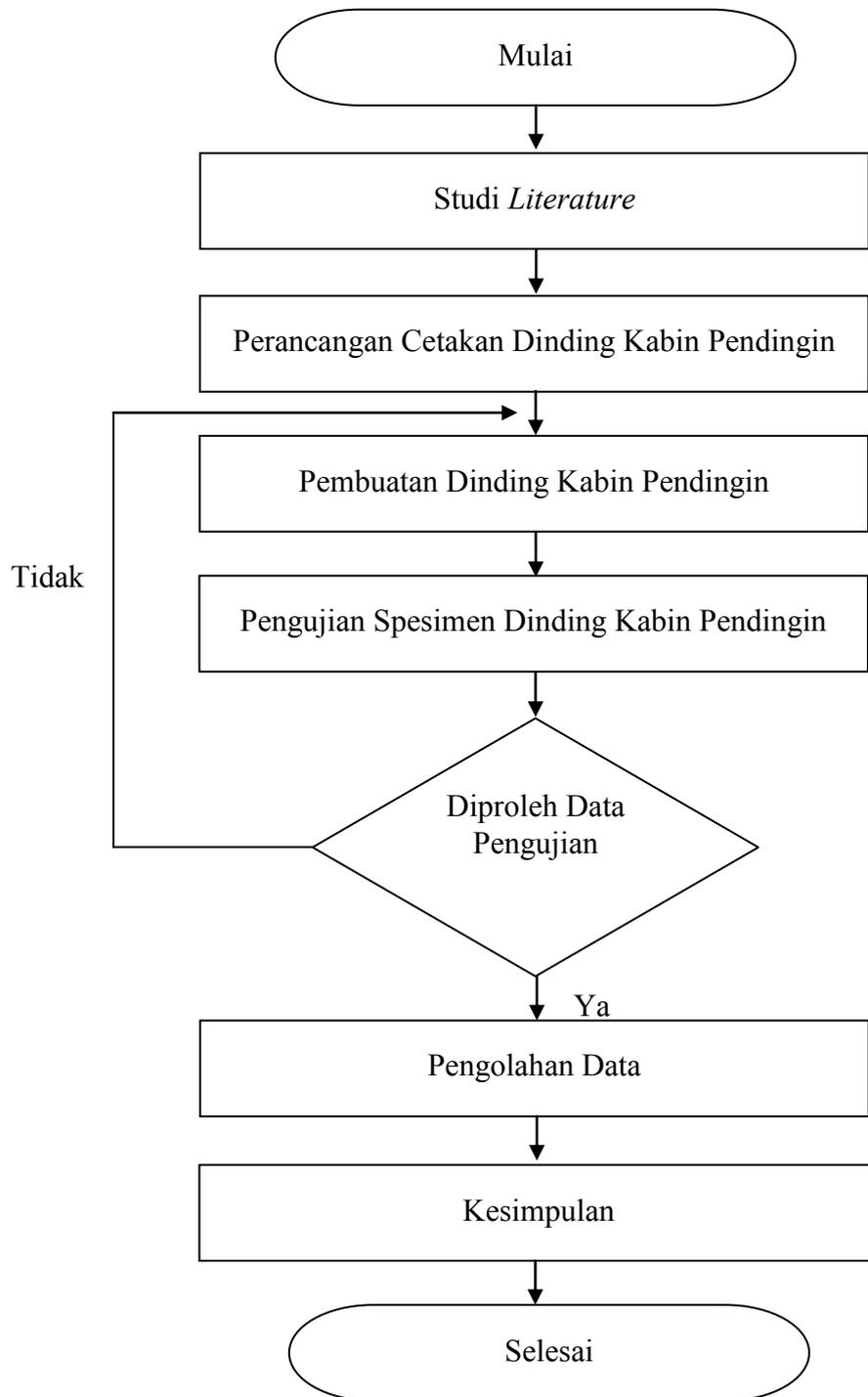
#### 3.1.2. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu dimulai sejak tanggal disahkannya usulan judul penelitian oleh ketua program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara serta dosen pembimbing dan akan dikerjakan kurang lebih 6 bulan sampai dinyatakan selesai.

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian

No.	Uraian	Bulan Ke					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi <i>Literature</i>	■					
2	Perancangan Cetakan Dinding Kabin Pendingin	■	■				
3	Pembuatan Dinding Kabin pendingin		■	■			
4	Pengujian Spesimen Kabin Pendingin			■	■		
5	Analisa Data dan Penyusunan Laporan Tugas Akhir				■	■	
6	Seminar Hasil					■	■
7	Sidang Meja Hijau						■

### 3.2. Bagian Alir Penelitian



Gambar. 3.1. Bagian Alir Penelitian

### 3.3. Persiapan Penelitian

Tahap awal memulai penelitian adalah persiapan alat dan bahan. Proses persiapan meliputi pembelian dan atau pembuatan alat perkakas penunjang seperti media cetak komposit, sarung tangan sebagai pelindung, gelas ukur dan sebagainya.

Setelah alat dan bahan telah siap, selanjutnya adalah pemrosesan sekam padi untuk di keringkan serta di giling berdasarkan ke halusan saringan 10 mesh, sehingga siap di pakai untuk sebagai serat komposit.

### 3.4. Alat dan Bahan yang Digunakan Membuat Kabin Komposit

Dalam proses, perncangan dan analisa pembuatan kabin komposit di perkuat sekam padi, akan menggunakan beberapa alat dan bahan untuk membuat dinding komposit tersebut.

Adapun alat yang digunakan:

1. Gelas Ukur, yang berfungsi sebagai untuk mencampurkan resin, sekam padi dan katalis.



Gambar 3.2. Gelas ukur

2. Sarung Tangan, yang berfungsi sebagai pelindung tangan dari cairan kimia resin.



Gambar 3.3. Sarung Tangan

3. Timbangan Digital, yang berfungsi sebagai menimbang berat



Gambar 3.4. Timbangan Digital

4. Cetakan komposit kaca bening



Gambar 3.5. Cetakan Komposit

## 5. Resin BTQN 157

Resin 157 unsaturated polyester resin merupakan polimer termoset. Resin 157 terbuat dari reaksi polimerisasi antara asam dikarbosilat dengan glikol. Ketika mengering, monomer beraksi dengan ikatan tak jenuh pada polimer dan berubah menjadi struktur termoset.



Gambar 3.6. Resin BTQN 157

## 6. Katalis

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi-reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Suatu katalis berperan dalam reaksi tetapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk. Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau memungkinkan reaksi pada suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicunya terhadap pereaksi. Katalis menyediakan suatu jalur pilihan dengan energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi.



Gambar 3.7. Katalis

## 7. Sekam padi

Sekam padi merupakan hasil sampingan dari proses penggilingan padi. Dari proses penggilingan biasanya diperoleh sekam sekitar 10% - 30%, dedak antara 8-12% dan beras gilingan antara 50-63,5% data awal bobot gabah (Deptan.,2009).



Gambar 3.8. Sekam Padi

## 8. Blender yang berfungsi untuk membuat sekam padi menjadi bubuk



Gambar 3.9. Blender

9. Ayakan mesh 10, yang berfungsi sebagai untuk menyaring sekam padiyang sudah di blender dan bubuknya disaring



Gambar 3.10. Ayakan mesh

### 3.5. Prosedur Penelitian Pembuatan Dinding

Adapun prosedur penelitian dalam melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan desain perancangan kabin dinidng komposit di perkuat sekam padi.
2. Menyiapkan seluruh kebutuhan material yang dibutuhkan seperti, resin, katalis, cetakan, sekam padi, ayakan mesh 10, timbangan, serta besi siku berukuran 20x20 mm.
3. Selanjutnya volume serta perbandingan resin, katalis, dan sekam padi, dengan variasi persentase volume sekam 10%, 20%, 30% atau tanpa sekam.
4. Setelah di dapat persentase perbandingan antara sekam padi dan resin selanjutnya kita mencampurkan antar resin, sekam padi, dan katalis dengan menurut persentase yang ditentukan di atas.
5. Sehabis tercampur semua, aduklah dengan rata sekitar 2 menit agar campuran tercampur dan merata dengan maksimal.
6. Setelah itu tuanglah campuran tadi kedalam cetakan volume 60 x 60 0,3mm, dan ratakanlah pada saat penuangan, tunggu sekitar 1 jam agar dinding komposit tersebut dapat mengeras dan di buka.
7. Lakukanlah langkah awal 1 sampai 4 untuk membuat dinding kabin berbentuk persegi panjang 60x45x0,3mm sebanyak 4 keping untuk 1 variasi kabin.

8. Setelah itu tuanglah campuran tadi kedalam cetakan volume 45x45x0,3 mm dan ratakanlah pada saat penuangan, tunggu sekitar 1 jam agar dinding komposit tersebut dapat mengeras dan di buka.
9. Lakukanlah langkah awal 1 sampai 2 untuk membuat dinding kabin berbentuk persegi panjang 45x45x0,3mm sebanyak 2 keping untuk 1 variasi kabin.
10. Setelah dinding semua tercetak buatlah tulangan kabin untuk meletakkan dinding komposit tersebut di ke enam sisi kabin tersebut. Dengan memakai besi siku 20x20mm.
11. Setelah semua tulangan penyangga dinding tercetak, lakukanlah pemasangan dinding kabin tersebut dengan cara merekatkannya dengan paku rivet 5mm, sebelum merkatkannya pastikan seluruh dinding komposit telah di bor 5mm dengan sangat hati-hati agar tidak pecah.
12. Lakukanlah langkah tersebut sampai semua dinding komposit tersebut telah terpasang di keenam sisi dari 1 kabin tersebut.

### 3.6. Proses Pembentukan Dinding Komposit

Proses awal pembuatan komposit ini adalah persiapan pembuatan pencetakan serta pemrosesan serat. Setelah pemrosesan tersebut maka dapat di lanjutkan proses pencetakan material komposit.

Pencetakan di lakukan dengan metode *Hand Laminating (Hand Lay-Up)*. Setelah komposit jadi maka siap di uji kekuatan mekaniknya. Pengujian di lakukan dengan mesin uji tarik *universal* dengan mengacu pada standar ASTM D638-14. Lokasi pengujian dilakukan pada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Untuk lebih jelas proses pembuatan komposit ini, berikut dijabarkan langkah-langkah yang dilakukan:

1. Melakukan perhitungan massa jenis yang digunakan sebagai acuan perhitungan 100%. Dihitung massa jenis resin (*poliester resin + catalis*) dengan volume cetakan dinding ( $41\text{cm} \times 56\text{cm} \times 0,3\text{cm} = 688,8\text{cm}^3$ ). Hasil perhitungan volume resin diperoleh  $688,8\text{cm}^3$ . Dan hitung volume cetakan dinding atas – bawah ( $41\text{cm} \times 40\text{cm} \times 0,3 = 492\text{ cm}^3$ ). Hasil perhitungan volume resin diperoleh  $492\text{cm}^3$ .

2. Dengan berdasarkan acuan massa volume resin =  $688,8 \text{ cm}^3$ , dan untuk massa volume resin dinding atas – bawah =  $492 \text{ cm}^3$ . Maka dilakukan perhitungan massa serat yang digunakan (10%, 20%, 30%).
3. Serat yang sudah digiling dan dihaluskan dengan mesh 10 siap digunakan lalu di timbang dengan perbandingan persentasi variansi yang telah di tentukan (10%, 20%, 30%).



Gambar 3.11 Serat sekam padi yang sudah siap digunakan

4. Cetakan dibersihkan, lalu dilapisi *mirror glaze* sebagai *molding release* agar benda uji tidak melekat pada cetakan.



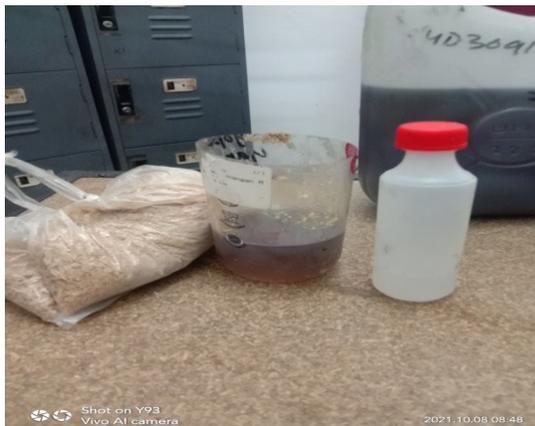
Gambar 3.12 *mirror glaze* sebagai pelapis cetakan

5. Diambil campuran resin *bqtn- 157* dan *catalis* dengan berdasarkan volume resin total 688,8 cm<sup>3</sup> dan 492 cm<sup>3</sup>. Pencampuran dilakukan dengan mengaduk campuran resin dengan perlahan.



Gambar 3.13 Campuran antara resin dan catalis

6. Setelah itu campurlah semua yaitu resin + sekam padi + catalis dalam satu wadah kemudian aduklah selama 2 menit.



Gambar 3,14 Pecampuran resin + sekam padi + catalis

7. Kemudian setelah tercampur dengan rata, tuangkanlah campuran tersebut kedalam cetakan yang terbuat dari kaca berukuran 41cm x 56cm x 0,3cm. Dan cetakan ukuran 41cm x 40cm x 0.3cm.



Gambar 3.15 Prose pencetakan setelah semua adukan tercampur dengan rata

8. Ulangi langkah tersebut 1–7 untuk membuat dinding kabin tersebut ukuran 41cm x 56cm x 0,3cm sebanyak 4 kabin. Dan untuk ukuran 41cm x 40cm x 0,3cm sebanyak 2 kabin.

### 3.7. Pengujian Impak

#### Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam uji impact ini adalah:

1. Cetakan Komposit Spesimen Uji Impact



Gamabar 3.16. Cetakan Komposit Spesimen Uji Impact.

## 2. Spesimen Uji Impak



Gambar 3.17. Spesimen Uji Impak

## 3. Alat Uji Impak dengan Metode Charpy



Gambar 3.18. Alat Uji Impak dengan Metode Charpy

Adapun bahan yang digunakan ialah:

### 1. Resni BTQN – 157



Gambar 3.19. Resin BTQN – 157

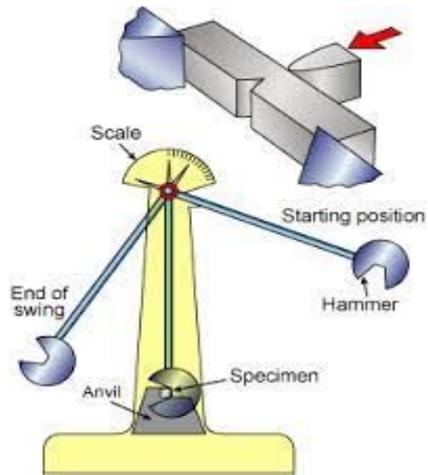
## 2. Katalis



Gambar 3.20. Katalis

### 3.8. Prosedur Pengujian Impak

1. Buatlah spesimen uji impak dengan cetakan.
2. Volume cetakan =  $55\text{mm} \times 6\text{mm} \times 7\text{mm} = 2,310 \text{ mm}^3$ .
3. Buatlah komposisi spesimen uji impak 10% sekam + resin =  $0,231 \text{ gram} + 2,310 \text{ mm}^3 = 2,541 \text{ gr/mm}^3$ , 20% sekam + resin =  $0,462 \text{ gram} + 2,310 \text{ mm}^3 = 2,772 \text{ gr/mm}^3$ , 30% sekam + resin =  $0,693 \text{ gram} + 2,310 \text{ mm}^3 = 3,003 \text{ gr/mm}^3$ .
4. Mengukur specimen ( benda uji ) dengan menggunakan sigmat.
5. Mencoba ayunan dan program apakah bagus atau tidak.
6. Siapkan alat uji impak dengan metode charpy.
7. melakukan benda uji pada mesin impact sehingga benda uji tepat di tengah-tengah.
8. Setelah itu spesimen uji siap di uji impak dengan metode charpy dengan masing-masing variasi.
9. Melepaskan bandul secara tiba-tiba dengan menekan ruas pangkal bandul. Kemudian bandul akan jatuh berayun dan mengenai ( memukul ) benda uji, sehingga benda uji patah.
10. Gambar uji impak dengan metode charpy.



Gambar 3.21. Uji impak dengan metode charpy

### 3.9. Pengujian Uji Bending

Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan uji bending ini adalah:

1. Obeng dan Kunci



Gambar 3.22. Obeng dan kunci untun membuka hasil cetakan spesimen.

## 2. Cetakan Komposit Spesimen Uji Bending



Gambar 3.23. Cetakan Komposit Spesimen Uji Bending

## 3. Spesimen Uji Bending



Gambar 3.24. Spesimen Uji Bending

## 4. Mesin Uji Bending ASTM D 368



Gamabr 3.25. Mesin Uji Bending ASTM D 368

Adapun bahan yang digunakan ialah

1. Resin BTQN – 157



Gambar 3.26. Resin BTQN – 15

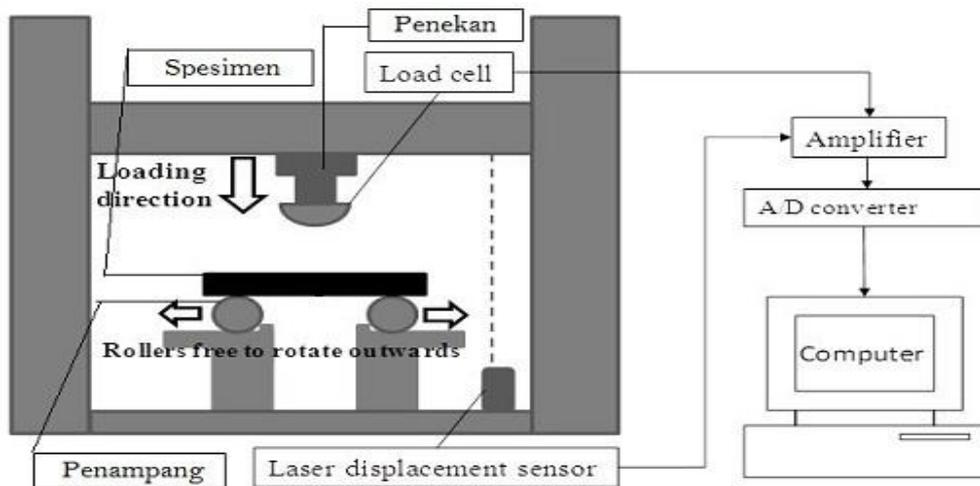
2. Katalis



Gamabr 3.27. Katalis

### 3.10. Prosedur Pengujian Bending

1. Buatlah spesimen uji bending dengan cetakan.
2. Volume cetakan =  $100 \text{ mm} \times 14 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} = 4,200 \text{ mm}^3$ .
3. Buatlah komposisi spesimen uji bending 10% sekam + resin =  $0,42\text{gram} + 4,200\text{mm}^3 = 4,62\text{gr/mm}^3$ , 20% sekam + resin =  $0,84\text{gram} + 4,200\text{mm}^3 = 5,04 \text{ gr/mm}^3$ , 30% sekam + resin =  $1,26\text{gram} + 4,200\text{mm}^3 = 5,46 \text{ gr/mm}^3$ .
4. Siapkan pengaturan mesin uji dan program komputer.
5. Lalu letakkan spesimen di dudukan mesin uji.
6. Setelah itu spesimen uji siap di uji bending dengan masing-masing variasi.
7. Gambar uji bending.



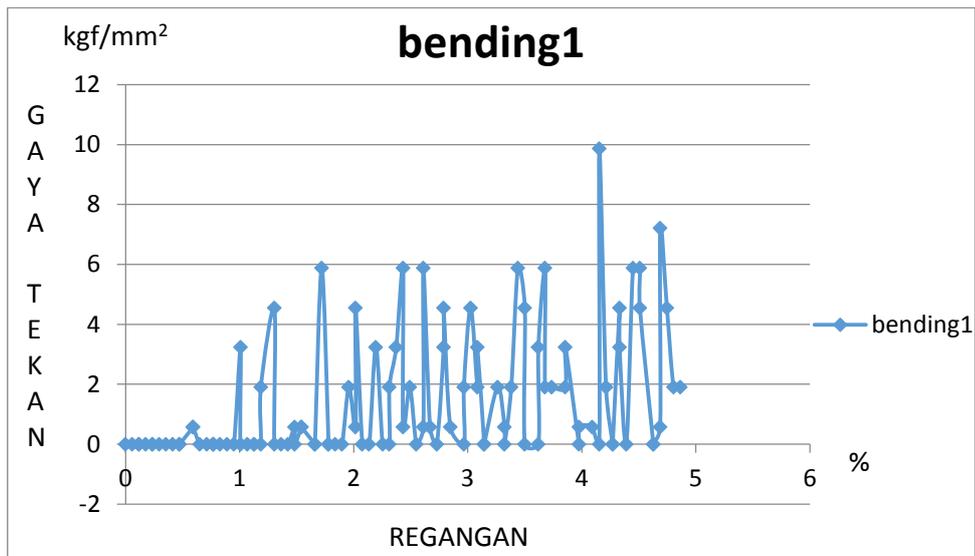
Gambar 3.28. Uji bending

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

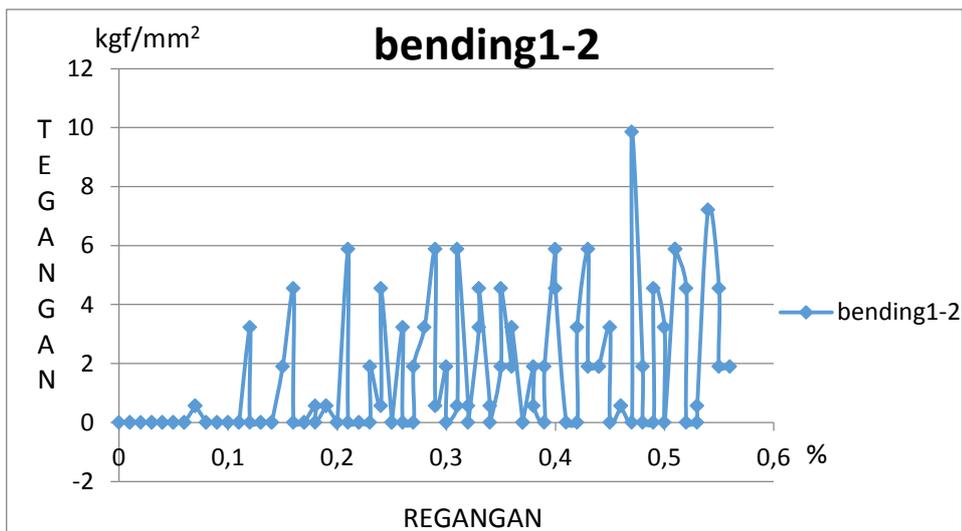
### 4.1 Hasil Uji Bending

#### 4.1.1. Spesimen 1 dengan sekam padi 10%

Dari gambar yang telah didapatkan menunjukkan nilai kekuatan bending dari variasi sekam padi 10%.



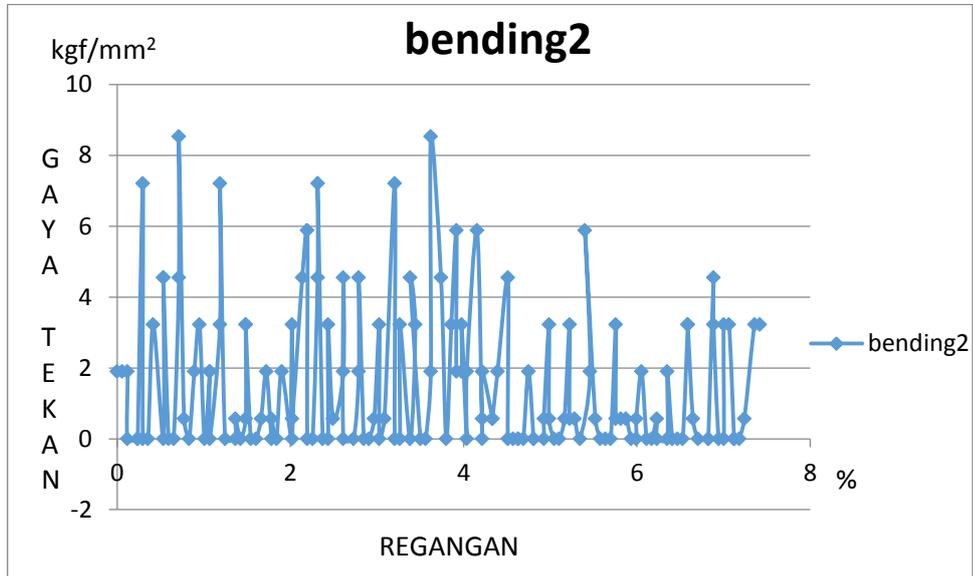
Gambar 4.1. Gaya Tekan vs Regangan pada pesimen 1



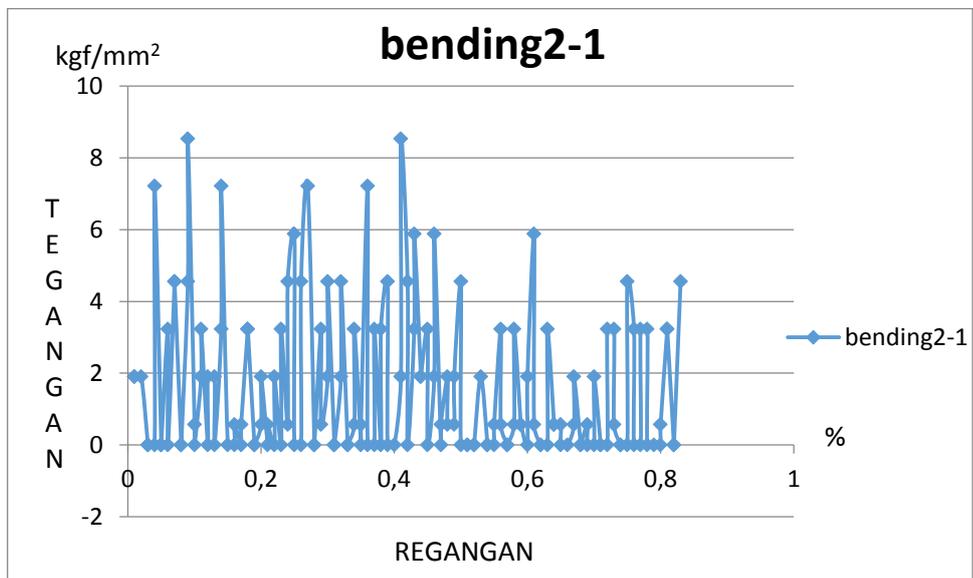
Grafik 4.2. Tegangan vs Regangan pada spesimen 1

#### 4.1.2. Spesimen 2 dengan sekam padi 20%

Dari gambar yang telah didapatkan menunjukkan nilai kekuatan bending dari variasi sekam padi 20%.



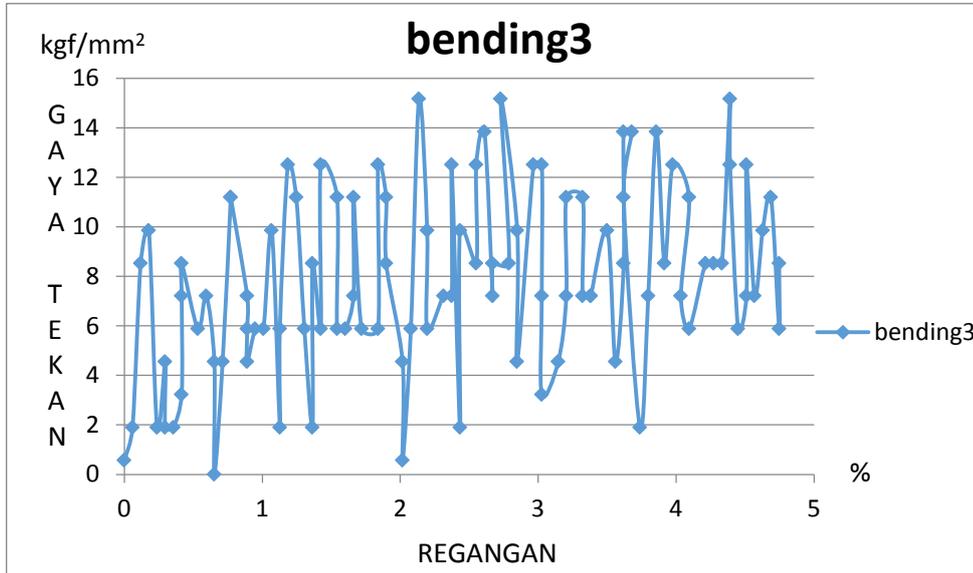
Gambar 4.3. Gaya Tekan vs Regangan pada spesimen 2



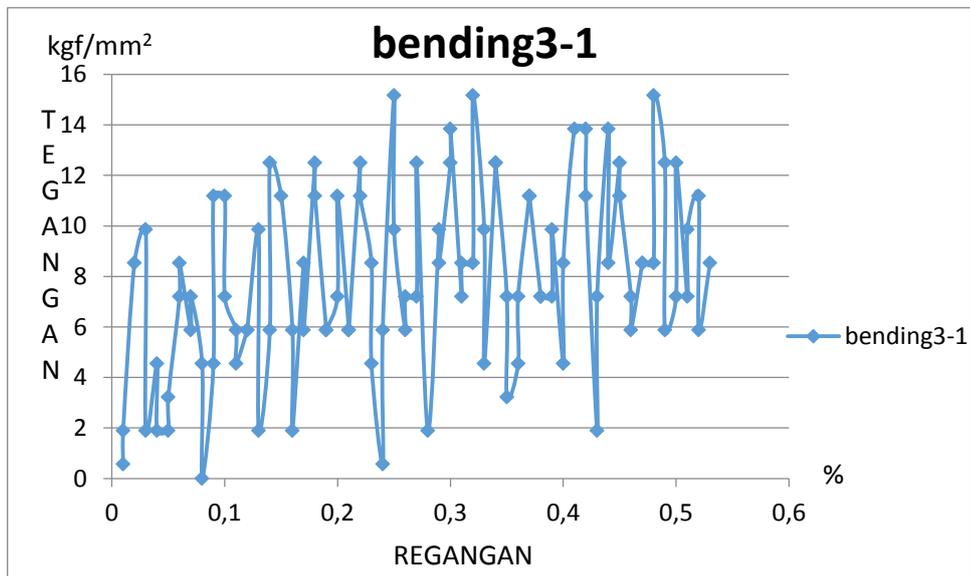
Gambar 4.4. Tegangan vs Regangan pada spesimen 2

### 4.1.3. Spesimen 3 dengan sekam padi 30%

Dari gambar yang telah didapatkan menunjukkan nilai kekuatan bending dari variasi sekam padi 30%.



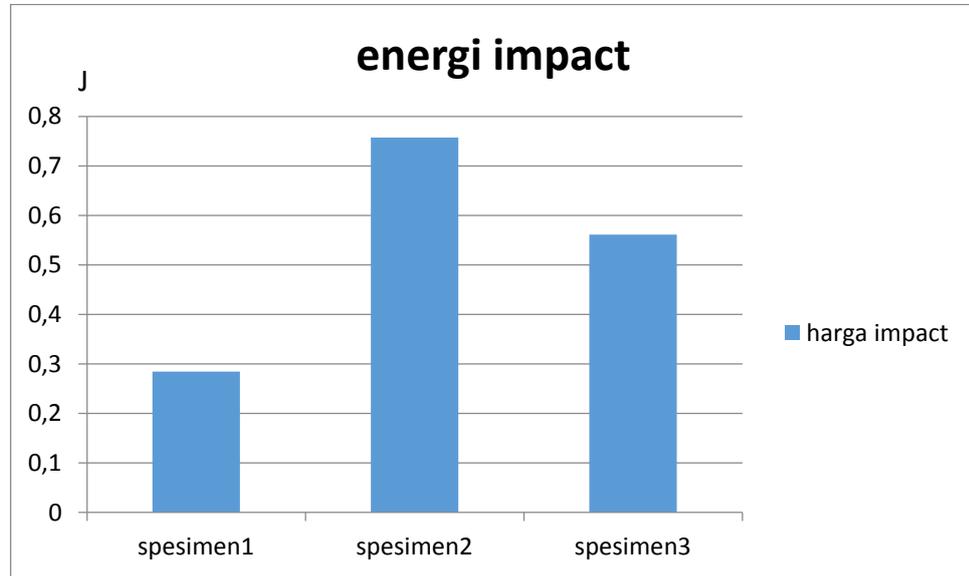
Gambar 4.5. Gaya Tekan vs Regangan pada spesimen 3



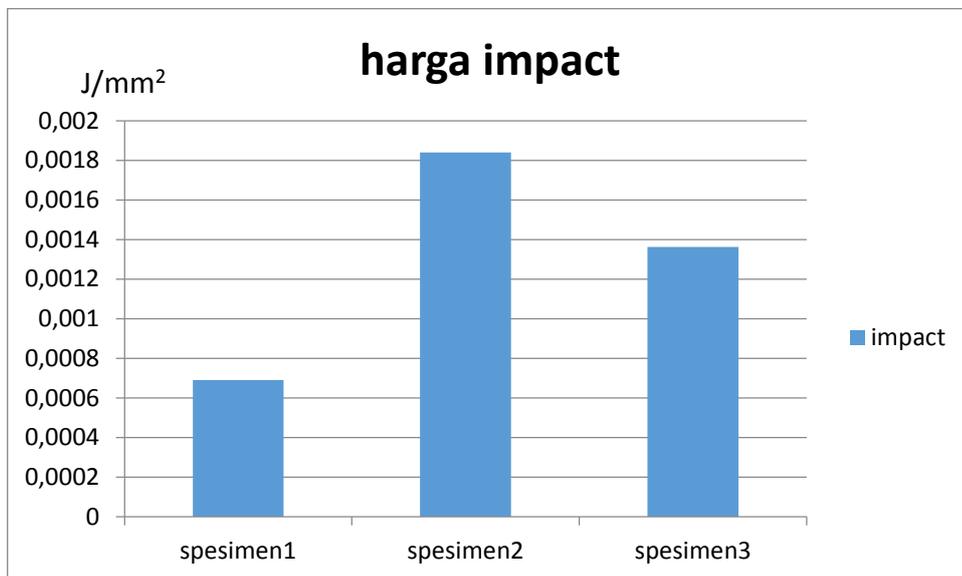
Gambar 4.6. Tegangan vs Regangan pada spesimen 3

#### 4.2. Hasil Uji Impact

Dari gambar yang telah didapatkan menunjukkan nilai rata-rata ketangguhan spesimen 1, 2 dan 3. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.7. Nilai rata-rata energi impact



Gambar 4.8. Nilai rata-rata harga impact

Berdasarkan data hasil grafik pengujian impact pada gambar 7 dan 8. Dapat diketahui nilai rata-rata energi impact dan harga impact dari semua spesimen komposit sekam padi.

Data-data yang telah diperoleh dapat diketahui bahwa harga optimal nilai rata-rata energi impact dan harga impact terdapat pada spesimen 1 fraksi volume 10% sekam padi dan 90% resin dengan nilai energi impact 0,284375 J dan sedangkan nilai harga impact 0,006771 J/mm<sup>2</sup>. Untuk spesimen 2 fraksi volume 20% sekam padi dan 80% resin dengan nilai rata-rata energi impact 0,757435 J dan sedangkan nilai rata-rata harga impact ialah 0,018033 J/mm<sup>2</sup>. Dan untuk spesimen 3 fraksi volume 30% sekam padi dan 70% resin dengan nilai rata-rata energi impact 0,56094 J dan nilai rata-rata harga impact ialah 0,013356 J/mm<sup>2</sup>.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dengan melihat grafik pengujian bending yang menggunakan tiga titik (*Three Point Bending*), maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Spesimen 1 dengan nilai gaya tekan 1,9 kgf/mm<sup>2</sup> dan nilai regangan 4,925%. Nilai tegangan 1,9 kgf/mm<sup>2</sup> dan nilai regangan 0,57%.
2. Spesimen 3 dengan nilai gaya tekan 8,53 kgf/mm<sup>2</sup> dan nilai regangan 4,747%. Nilai tegangan 8,53 kgf/mm<sup>2</sup> dan nilai regangan 0,53%.

Sedangkan melihat nilai rata-rata grafik pengujian Impact dengan menggunakan metode Charpy, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Spesimen 1 dengan nilai rata-rata energi impact 0,284375 J, nilai energi impact paling kecil dari semua spesimen. Dan untuk nilai rata-rata harga impact 0,006771 J/mm<sup>2</sup>, harga impact paling rendah dari semua spesimen.
2. Spesimen 2 dengan nilai rata-rata energy impact 0,757435 J, nilai energy impact paling besar dari semua spesimen. Dan untuk nilai rata-rata harga impact paling besar dengan nilai 0,018033 J/mm<sup>2</sup> dari semua spesimen.

#### 5.2. Saran

Penulis sepenuhnya menyadari analisa kekuatan mekanis pada dinding komposit yang di perkuat sekam padi untuk kabin pendingin ini masih belum cukup sempurna, maka dari itu pada riset berikutnya penulis menyarankan agar pemilihan sekam padi sebagai penguat resin ini bisa lebih dikembangkan lagi agar terciptanya penemuan baru bahan-bahan komposit yang ramah lingkungan dari ekstra tumbuhan, yang bisa mengurangi dampak kepadatan limbah dari sektor pertanian dan sekam padi menjadi salah satu teknologi baru untuk analisa kekuatan mekanis kabin pendingin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dr. Ir. Bambang Kisomono Hadi “Mekanika Struktur Komposit”.
- Jones, R.M.: *Mechanics of Composite Materials*, McGraw-Hill Book Company, 1975.
- Tsai, S.W.; Hahn, H.T.: *Introduction to Composite Materials*, Westport, Technomic Publishing Co., Inc., 1978.
- Lee, J.D.: Three Dimensional Finite Element Analysis of Layered Fiber-Reinforced Composite Materials, *Computer and Structures*, Vol. 12, Sept. 1980, pp. 319-339.
- Agarwal, B.D.; Broutman, L.J.: *Analysis and Performance of Fiber Composite*, New York, John Wiley and Sons, 1980.
- ASTM, “*Annual Book of ASTM standard*”, West Conshohocken, 2003.
- Courtney, TH., 1999, *Mechanical Behavior of Material*, McGraw, Hill Internasional Engineering, Material Science/Metallurgy Series.
- Dieter E George, Djaprie Sriati, 1988. *Metalurgi Mekanik*. Erlangga, Jakarta.
- Matthews, F.L., Rawlings, RD., 1993, *Composite Material Engineering and Science*.
- Ahmad Herman Yuwono, (2009),” *Panduan Praktikum Karakterisasi Material I Destructive Testing*”, Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik UI.
- M. Yani, F. Lubis: “Pembuatan Dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Diperkuat Serat Limbah Plastik Akibat Beban Lendutan”. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 4 (2) 2018.
- Sudirman Lubis, Chandra A Siregar, Irpansyah Siregar, Edi Sarman Hasibuan.: “Kajian Eksperimen Deformasi Tekanan Pada Struktur Sarang Lebah Dengan Variasi Ukuran Hexagonal Yang Diuji Secara Statis”. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi* 3 (1), 01-10, 2020.
- M. Yani, B. Suroso, M. Muharnif, “Pendamping Pembuatan Papan Skate Board Dari Komposit Pada Panti Asuhan Muhammadiyah Cabang Medan Kota”. *Jurnal PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2021.

Yani, M, Marabdi, A, Siregar. “Pembuatan dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Busa Serat Tandan Kosong Kelapa (tkks) akibat beban tarik. Prosiding SNITIK, 2018.

“Buku Laporan Praktikum Mekanika Kekuatan Material”. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

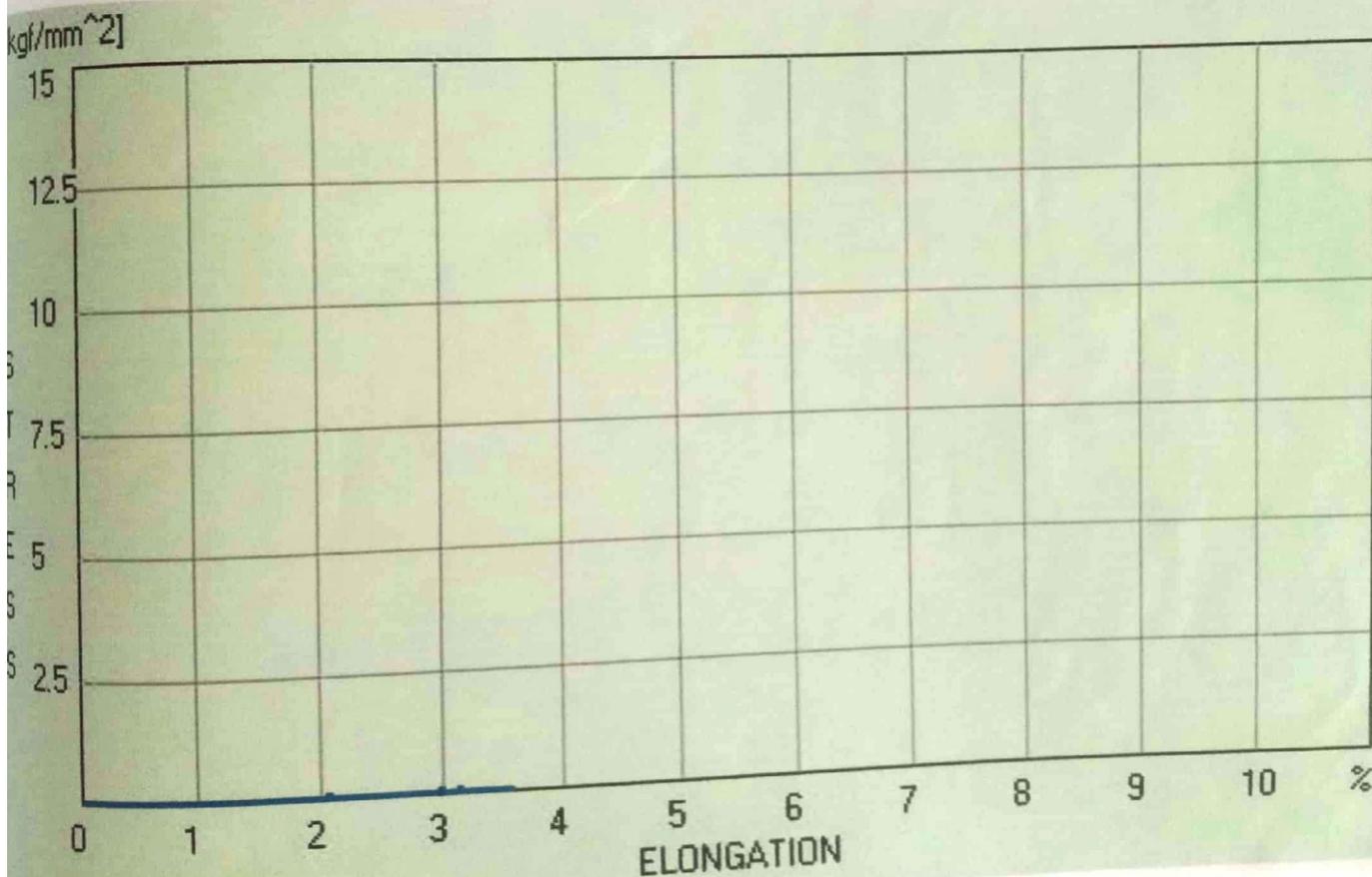


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin\_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	0.57 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	0.00 (kgf)
Date Test :	1-1-2009 ; 1:15:51	Yield Strength :	0.08 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.01 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Area :	65.00 (mm <sup>2</sup> )	Elongation :	3.57 (%)



Kalab. Pengujian Material

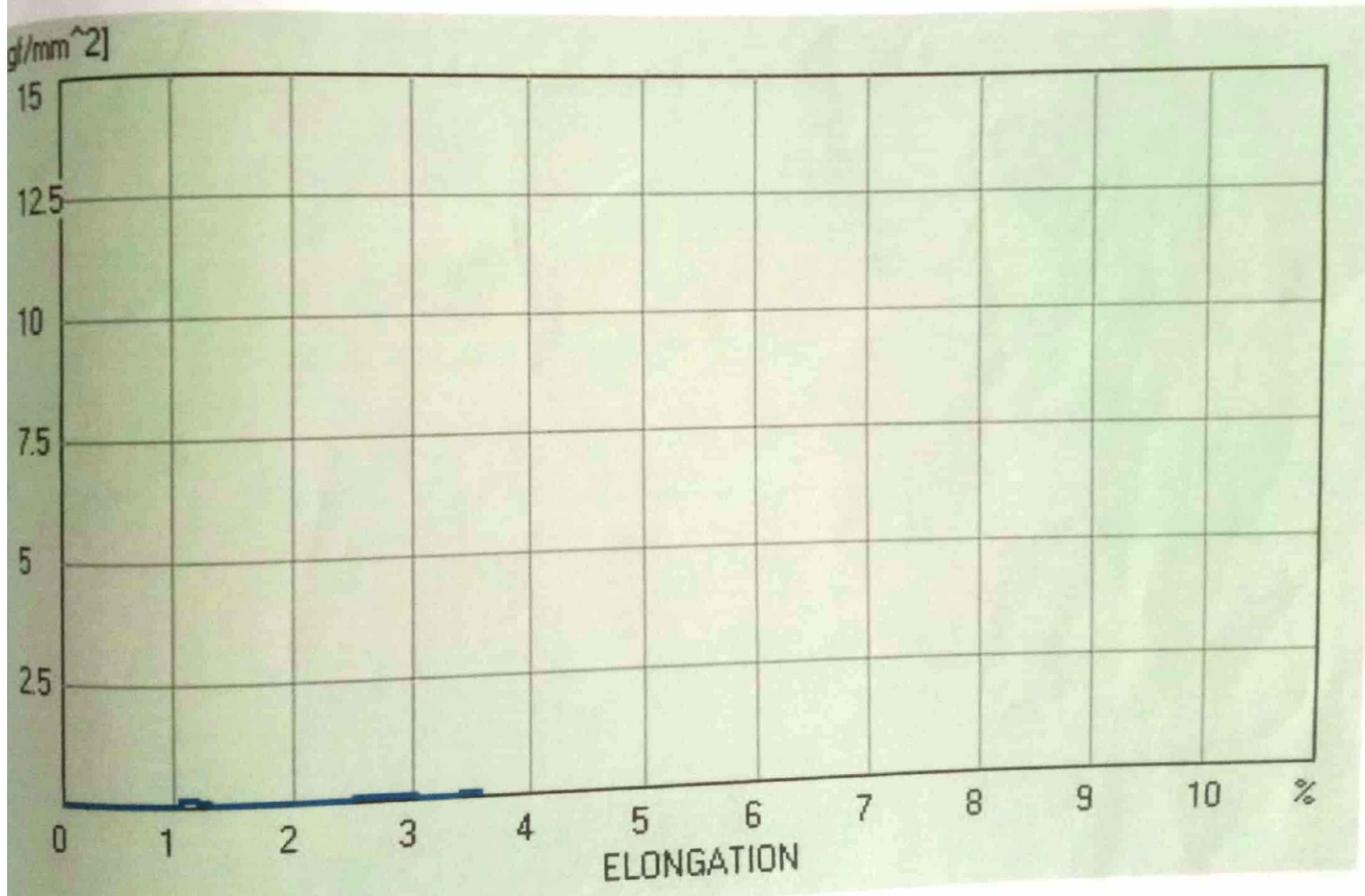
a.n.

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Muchtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin\_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	4.55 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	4.55 (kgf)
Date Test :	1-1-2009 ; 1:3:3	Yield Strength :	0.13 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.12 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Area :	39.00 (mm <sup>2</sup> )	Elongation :	3.57 (%)



cm  
*[Handwritten Signature]*

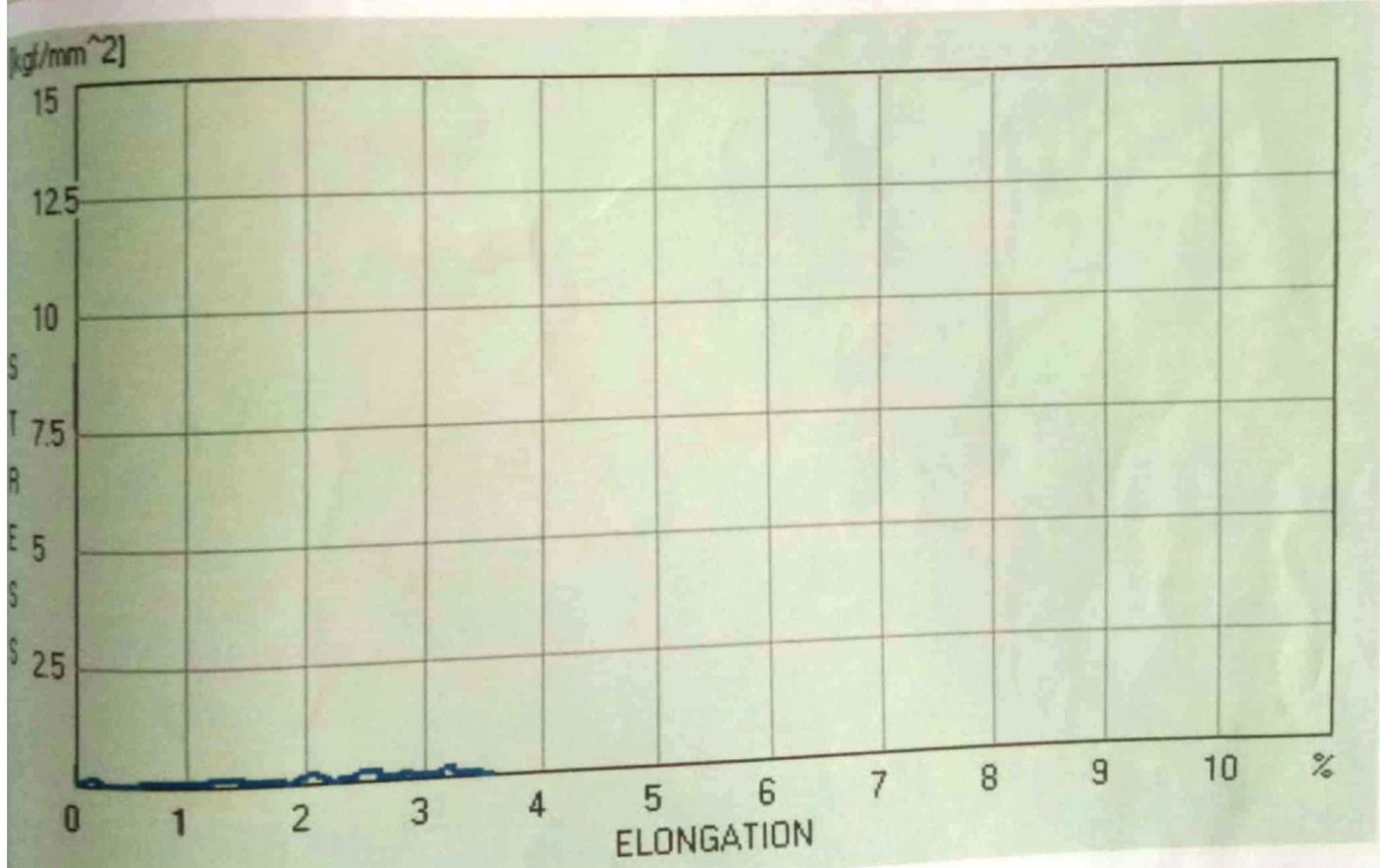


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Muchtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin\_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	5.88 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	5.88 (kgf)
Date Test :	1-1-2009 ; 1:10:16	Yield Strength :	0.08 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.09 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Area :	65.00 (mm <sup>2</sup> )	Elongation :	3.57 (%)



Kalab. Pengujian Material  
a.n.  
*Atw/ST*

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

ANALISA KEKUATAN MEKANIS DINDING  
KOMPOSIT SEKAM PADI UNTUK KABIN PENDINGIN

Nama : Resnu Putra Ramadhan  
NPM : 1507230172

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani, S.T., M.T  
Dosen Pembimbing 2 : Rahmatullah, S.T., MSc

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		Pemberian spesifikasi tugas	h
		Perbaiki tujuan khusus	h
		Perbaiki tujuan pustaka	h
		perbaiki metode	h
		Lengkap persamaan	h
		Lengkap Gambar	h
		Lanjut ke pembimbing 2	h
		Lanjut	h
		See, umma	



MAJLIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12  
 Website : <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail : [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

**BENENTUAN TUGAS AKHIR DAN BENGHUKAN  
 DOSEN PEMBIMBING**

Nomor: 502/II/AU/UMSU-07/F/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 02 Maret 2020 ini Menetapkan :

Nama : RESNU PUTRA RAMADHAN  
 Npm : 1507230172  
 Program Study : TEKNIK Mesin  
 Semester : X ( Sepuluh )  
 Judul tugas akhir : ANALISA DINDING KOMPOSIT SEKAM PADI UNTUK KABIN  
 . PENDINGIN DAN UJI KEKUATANNYA

Pembimbing I : KHAIRUL UMURANI ST.MT  
 Pembimbing II : RAHMATULLAH ST. M.Sc

Dengan Demikian diizinkan untuk Menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Penulisan Tugas Akhir Dinyatakan batal setelah 1 ( satu ) tahun tanggal ditetapkan

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

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan 07 Rajab 1441 H  
 02 Maret 2020 M

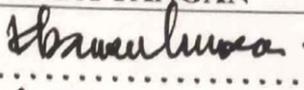
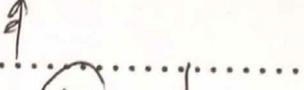
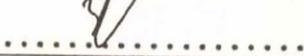


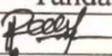
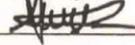
Dekan

**Muhawar Alfansury Siragar, ST.MT**  
 NIDN: 0101017202

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

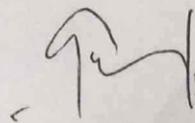
peserta seminar : Resnu Putra Ramadhan  
 nama : 1507230172  
 NPM :  
 judul Tugas Akhir : Analisa Kekuatan Mekanis Dinding Komposit Sekam Padi Untuk Kabin Pendingin

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT	
Pembimbing – II : Rahmatullah, ST, MT	
Pemanding – I : Chandra A Siregar, ST, MT	
Pemanding – II : Riadini Wanty Lubis, ST, MT	

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230172	Resnu Putra Ramadhan	
2	1507230249	AKHMAD RIDWAN	
3	1707230059	M. SYARIF UDIN	
4	1507230243	Muhammad Munir	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 08 Jumadil Akhir 1443 H  
11 Januari 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Resnu Putra Ramadhan  
NPM : 1507230172  
Judul Tugas Akhir : Analisa Kekuatan Mekanis Dinding Komposit Sekam Padi Untuk Kabin Pendingin  
Dosen Pembanding – I : Chandra A Siregar, ST, MT  
Dosen Pembanding – II : Riadini Wanty Lubis, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT  
Dosen Pembimbing – II : Rahmatullah, ST, MT

KEPUTUSAN

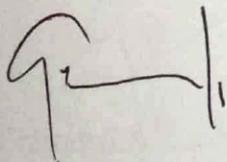
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)  
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*lihat buku tugas akhir*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

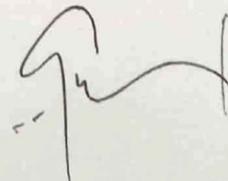
Medan, 08 Jumadil Akhir 1443 H  
11 Januari 2022 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Resnu Putra Ramadhan  
NPM : 1507230172  
Judul Tugas Akhir : Analisa Kekuatan Mekanis Dinding Komposit Sekam Padi Untuk Kabin Pendingin

Dosen Pembanding - I : Chandra A Siregar, ST, MT  
Dosen Pembanding - II : Riadini Wanty Lubis, ST, MT  
Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani, ST, MT  
Dosen Pembimbing - II : Rahmatullah, ST, MT

KEPUTUSAN

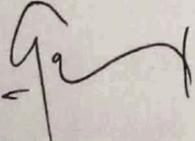
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Revisi Dib. 3 & 4 ?  
Kaji lagi Studi Kelayakan Dand Kabin Pendingin

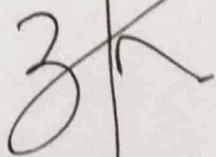
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 08 Jumadil Akhir 1443 H  
11 Januari 2022 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

  
Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II

  
Riadini Wanty Lubis, ST, MT

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### A. DATA PRIBADI

1. Nama : Resnu Putra Ramadhan
2. Jenis Kelamin : Laki-Laki
3. Tempat/TanggalLahit : Medan/ 09 Februari 1995
4. Kewarganegaraan : Indonesia
5. Status : Belum Kawin
6. Agama : Islam
7. Alamat : Jln. Marelan VII Lingkungan IV
8. No Hp : 082363290534
9. Email : resnuramadhan92@gmail.com

### B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. 2001 - 2007 : SD SWASTA TRI BAKTI
2. 2007 - 2010 : SMP SWASTA BINA SATRIA
3. 2010 - 2013 : SMK NEGERI 5 MEDAN
4. 2015 - 2022 : S1 PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA