

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS KEKUATAN *BENDING* KOMPOSIT DIPERKUAT SERBUK KAYU DENGAN VARIASI *MATRIKS***

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

**Disusun Oleh:**

**MUHAMMAD RIZAL PRATAMA**  
**1407230110**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

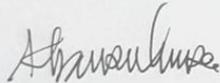
Nama : Muhammad Rizal Pratama  
NPM : 1407230110  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Analisis Kekuatan *Bending* Komposit Diperkuat Serbuk Kayu Dengan Variasi *Matriks*  
Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

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, Agustus 2021

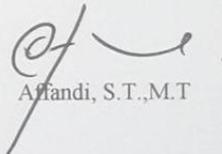
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



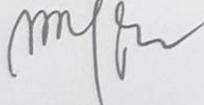
Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Affandi, S.T., M.T

Dosen Penguji III



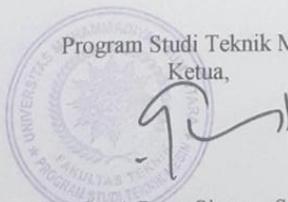
M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



H. Muharnif, S.T., M.Sc

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,



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

## ABSTRAK

Perusahaan penggajian banyak menghasilkan limbah berupa serbuk kayu. Selama ini belum ada kegiatan yang dilakukan untuk memanfaatkan limbah tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan limbah tersebut adalah dengan mengolahnya menjadi papan partikel. Papan partikel adalah komposit kayu dan adhesive yang dapat berupa bahan anorganik seperti phenol formaldehyde dan bahan organik seperti *polyisocyanates*. Dari permasalahan, sehingga penulis melakukan penelitian Analisis Kekuatan *Bending* Komposit Diperkuat Serbuk Kayu Dengan Variasi *Matriks* dengan melakukan pengujian *Three Point Bending*. Alat dan Bahan yang digunakan adalah Cetakan Particle Board, Neraca digital, Sigmat/Jangka Sorong, Kuas, Sarung tangan, pisau curter, masker, wadah dan pengaduk, satu unit Mesin penghancur limbah kayu. Dalam melakukan penelitian hal yang dilakukan yaitu memfariasikan 5 komposisi *Matriks* yang berbeda untuk mendapatkan hasil terbaik. Dari hasil 5 komposisi *Matriks* yang berbeda spesimen yang memiliki pembebanan lebih tinggi pada Variasi *Matriks* ke 4 menunjukkan bahwa gabungan antara resin, katalis, dan parafin dapat meningkatkan kualitas Kekuatan pada komposit dengan beban 112,08. Tegangan dengan angka tertinggi pada Variasi *Matriks* ke 5 mencapai 1,683 Mpa, sedangkan angka terendah pada Variasi *Matriks* Pertama hanya mencapai angka 0,318 Mpa. Nilai tertinggi pada modulus elastisitas pada Variasi *Matriks* ke 4 mencapai 0,767 Mpa, dan Nilai terendah pada Modulus elastisitas pada Variasi *Matriks* Pertama hanya mencapai 0,139 Mpa.

Kata kunci: Pembebanan, Tegangan, Modulus Elastisitas

## **ABSTRACT**

*Sawmills produce a lot of waste in the form of sawdust. So far, no activities have been carried out to utilize the waste. One way that can be done to utilize this waste is to process it into particle board. Particleboard is a composite of wood and adhesive which can be inorganic materials such as phenol formaldehyde and organic materials such as polyisocyanates. From the problem, so the author conducts research on the analysis of the bending strength of wood sawdust reinforced composites with a variation of the matrix by testing the Three Point Bending. The tools and materials used are Particle Board Mold, Digital Balance, Sigmat/Sliver, Brush, Gloves, Curter knife, mask, container and stirrer, one unit of wood waste shredder. In conducting the research, what was done was to vary 5 different matrix compositions to get the best results. From the results of 5 different matrix compositions, specimens that have a higher loading on the 4th Matrix Variation indicate that the combination of resin, catalyst, and paraffin can improve the quality of the strength of the composite with a load of 112.08. The stress with the highest number in the 5th Matrix Variation reached 1.683 Mpa, while the lowest number in the First Matrix Variation only reached 0.318 Mpa. The highest value of the modulus of elasticity in the 4th variation of the matrix is 0.767 MPa, and the lowest value of the modulus of elasticity in the first variation of the matrix is only 0.139 MPa.*

*Keywords: Loading, Stress, Modulus of Elasticity*

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Rizal Pratama  
Tempat /Tanggal Lahir : Sei Simujur/16 Juni 1995  
NPM : 1407230110  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“Analisis Kekuatan *Bending* Komposit Diperkuat Serbuk Kayu Dengan Variasi *Matriks*”,**

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 orisinil 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, 2 Agustus 2021



Saya yang menyatakan,

Muhammad Rizal Pratama

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Kekuatan *Bending* Komposit Diperkuat Serbuk Kayu Dengan Variasi *Matriks*” 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 M. Yani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak H. Muharnif, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Wakil dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Affandi, S.T, MT. selaku Dosen pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Ayahanda Tercinta Ramlan dan Ibunda Tercinta Nur Ainun atas doa dan dukungannya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

7. Istri Tercinta Dara Tri Utami Dalimunthe, S.E. yang tidak bosan-bosannya memberikan semangat sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Terimakasih buat teman, sahabat yang selalu membantu memberikan semangat untuk melanjutkan tugas akhir
10. Teman-teman A3 Malam dari Studi Teknik Mesin yang Telah Mendukung dan Memberi saran serta semangat dalam penyelesaian Tugas akhir ini.
11. Semua pihak yang tidak disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

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 pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 11 April 2021



Muhammad Rizal Pratama

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1 Pengertian Komposit	4
2.1.1 Kegunaan Komposit	4
2.1.2 Jenis – Jenis Komposit	5
2.2 Serbuk Kayu	6
2.2.1 Jenis – Jenis Bahan Komposit	6
2.3 Resin	8
2.3.1 Jenis – Jenis Resin	9
2.4 <i>Particle Board</i>	11
2.4.1 Kegunaan <i>Particle Board</i>	12
2.5 Alat Uji <i>Bending</i>	14
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>17</b>
3.1 Tempat dan Waktu	17
3.1.1 Tempat	17
3.1.2 Waktu Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan	18
3.2.1 Alat	18
3.2.2 Bahan	21
3.3 Diagram Alir Penelitian	27
3.4 Prosedur Penelitian	28
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>35</b>
4.1 Hasil	35
4.2 Pembahasan	75
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>77</b>
5.1. Kesimpulan	77
5.2. Saran	77

**DAFTAR PUSTAKA  
LAMPIRAN  
LEMBAR ASISTENSI  
SK PEMBIMBINGAN  
BERITA ACARA SEMINAR HASIL  
DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelebihan dan Kekurangan Metode Uji <i>Three Point Bending</i>	15
Tabel 3.1 Waktu Pelaksann Penelitian	17
Tabel 3.2 Komposisi Variasi <i>Matriks</i> Lem <i>Fox</i> , dan Serbuk Kayu	24
Tabel 3.3 Komposisi Variasi <i>Matriks</i> Resin, Katalish, dan Serbuk Kayu	25
Tabel 3.4 Komposisi Variasi <i>Matriks</i> Lem <i>Fox</i> , Parafin dan Serbuk Kayu	25
Tabel 3.5 Komposisi Variasi <i>Matriks</i> Resin, Katalish, Parafin dan Serbuk Kayu	25
Tabel 3.6 Komposisi Variasi <i>Matriks</i> Lem <i>Fox</i> , Resin, Katalis, Parafin dan Serbuk Kayu <sup>26</sup>	
Tabel 4.1 Spesimen <i>Three Point Bending</i>	35
Tabel 4.2 Hasil Tekan Pada Campuran Lem Fox dan Serbuk Kayu	35
Tabel 4.3 Data Hail Pengujian <i>Bending</i>	43
Tabel 4.4 Hasil Tekan pada Campuran Resin, Katalis dan Serbuk Kayu	43
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Bending pada Variasi <i>Matriks</i> Resin, <i>Katalish</i> dan Serbuk Kayu	50
Tabel 4.6 Hasil Tekan Pada Campuran Lem Fox, Serbuk Kayu, dan Parafin	51
Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Bending pada Variasi <i>Matriks</i> Lem <i>Fox</i> , Serbuk Kayu dan Parafin	58
Tabel 4.8 Hasil Tekan Pada Campuran Resin, <i>Katalish</i> , Parafin, dan Serbuk Kayu	59
Tabel 4.9 Data Hasil Pengujian Bending pada Variasi <i>Matriks</i> Resin, <i>Katalish</i> , Parafin dan Serbuk Kayu.	66
Tabel 4.10 Hasil Tekan Pada Campuran Lem <i>Fox</i> , Resin, <i>Katalish</i> , Parafin, dan Serbuk Kayu. 67	
Tabel 4.11 Data Hasil Pengujian Bending pada Variasi <i>Matriks</i> Lem <i>Fox</i> , Resin, Katalish, Parafin dan Serbuk Kayu	74

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembentukan Material Komposit Menggunakan Serat dan Resin	4
Gambar 2.2 Serbuk Kayu	6
Gambar 2.3 Resin	6
Gambar 2.4 Lem <i>Fox</i>	7
Gambar 2.5 <i>Katalish</i>	7
Gambar 2.6 Parafin	8
Gambar 2.7 <i>Mirror Glaze (Wax)</i>	8
Gambar 2.8 Resin <i>Epoksi</i>	9
Gambar 2.9 Resin <i>Polyester</i>	10
Gambar 2.10 <i>Three Point Bending</i>	16
Gambar 3.1 Cetakan Particle Board	18
Gambar 3.2 Neraca Digita	18
Gambar 3.3 Sigmat/Jangka Sorong	18
Gambar 3.4 Kuas	19
Gambar 3.5 Sarung Tangan	19
Gambar 3.6 Pisau <i>Curter</i>	20
Gambar 3.7 Masker	20
Gambar 3.8 Wadah dan Pengaduk	20
Gambar 3.9 Serbuk Kayu	21
Gambar 3.10 Resin	21
Gambar 3.11 <i>Katalish</i>	22
Gambar 3.12 <i>Mirror Glaze</i>	22
Gambar 3.13 Parafin	22
Gambar 3.14 Lem <i>Fox</i>	23
Gambar 3.15 Alat Uji <i>Three Point Bending</i>	23
Gambar 3.16 Skema Bentuk Persegi Panjang <i>Particle Board</i>	24
Gambar 3.17 Standart Metode Uji Bending	24
Gambar 3.18 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.19 Mengumpulkan sisa kayu	28
Gambar 3.20 Mesin Penghancur Limbah Kayu	28
Gambar 3.21 Proses Memasukkan Limbah Kayu Kedalam Mesin	28
Gambar 3.22 Hasil dari Penggilingan Limbah Kayu Menjadi Serbuk Kayu	29
Gambar 3.23 Proses Penjemuran	29
Gambar 3.24 Menyaring Serbuk Kayu	29
Gambar 3.25 Mempersiapkan Cetakan	30
Gambar 3.26 <i>Mirror Glaze</i> Untuk Mengoleskan Cetakan	30
Gambar 3.27 Menimbang Perekat dan Serbuk Kayu	30
Gambar 3.28 Tahapan Pembuatan Dengan 5 Macam Variasi <i>Matriks</i>	31

Gambar 3.29 Menutup Cetakan Menggunakan Bais C dengan 4 Sudut	31
Gambar 3.30 Komposit Saat dijemur	31
Gambar 3.31 Proses Pengolesan Lem Goat pada Particle Board dan kertas HPL	32
Gambar 3.32 Spesimen Yang telah dilapisi dengan kertas HPL dan Siap dilakukan Pengujian <i>Three Point Bending</i>	32
Gambar 3.33 Spesimen berbentuk Persegi Panjang	33
Gambar 3.34 Setup Alat uji <i>Three Point Bending</i>	34
Gambar 4.1 Pengujian Spesimen 1 pada Variasi Matriks Pertama	36
Gambar 4.2 Spesimen uji 1 <i>Matriks</i> Pertama sebelum pengujian	36
Gambar 4.3 Spesimen 1 <i>Matriks</i> Pertama hasil <i>Three point bending</i>	37
Gambar 4.4 Pengujian Spesimen 2 pada Variasi Matriks Pertama	37
Gambar 4.5 Spesimen uji 2 <i>Matriks</i> Pertama sebelum pengujian	37
Gambar 4.6 Spesimen 2 <i>Matriks</i> Pertama hasil <i>Three point bending</i>	38
Gambar 4.7 Pengujian Spesimen 3 pada Variasi Matriks Pertama	39
Gambar 4.8 Spesimen uji 3 <i>Matriks</i> Pertama sebelum pengujian	39
Gambar 4.9 Spesimen 3 <i>Matriks</i> Pertama hasil <i>Three point bending</i>	39
Gambar 4.10 Pengujian Spesimen 4 pada Variasi Matriks Pertama	40
Gambar 4.11 Spesimen uji 4 <i>Matriks</i> Pertama sebelum pengujian	40
Gambar 4.12 Spesimen 4 <i>Matriks</i> Pertama hasil <i>Three point bending</i>	41
Gambar 4.13 Pengujian Spesimen 5 pada Variasi Matriks Pertama	42
Gambar 4.14 Spesimen uji 5 <i>Matriks</i> Pertama sebelum pengujian	42
Gambar 4.15 Spesimen 5 <i>Matriks</i> Pertama hasil <i>Three point bending</i>	42
Gambar 4.16 Pengujian Spesimen 1 pada Variasi Matriks Kedua	44
Gambar 4.17 Spesimen uji 1 <i>Matriks</i> Kedua sebelum pengujian	44
Gambar 4.18 Spesimen 1 <i>Matriks</i> Kedua hasil <i>Three point bending</i>	44
Gambar 4.19 Pengujian Spesimen 2 pada Variasi Matriks Kedua	45
Gambar 4.20 Spesimen uji 2 <i>Matriks</i> Kedua sebelum pengujian	45
Gambar 4.21 Spesimen 2 <i>Matriks</i> Kedua hasil <i>Three point bending</i>	46
Gambar 4.22 Pengujian Spesimen 3 pada Variasi Matriks Kedua	46
Gambar 4.23 Spesimen uji 3 <i>Matriks</i> Kedua sebelum pengujian	47
Gambar 4.24 Spesimen 3 <i>Matriks</i> Kedua hasil <i>Three point bending</i>	47
Gambar 4.25 Pengujian Spesimen 4 pada Variasi Matriks Kedua	48
Gambar 4.26 Spesimen uji 4 <i>Matriks</i> Kedua sebelum pengujian	48
Gambar 4.27 Spesimen 4 <i>Matriks</i> Kedua hasil <i>Three point bending</i>	48
Gambar 4.28 Pengujian Spesimen 5 pada Variasi Matriks Kedua	49
Gambar 4.29 Spesimen uji 5 <i>Matriks</i> Kedua sebelum pengujian	49
Gambar 4.30 Spesimen 5 <i>Matriks</i> Kedua hasil <i>Three point bending</i>	49
Gambar 4.31 Pengujian Spesimen 1 pada Variasi Matriks Ketiga	51
Gambar 4.32 Spesimen uji 1 <i>Matriks</i> Ketiga sebelum pengujian	51
Gambar 4.33 Spesimen 1 <i>Matriks</i> Ketiga hasil <i>Three point bending</i>	52
Gambar 4.34 Pengujian Spesimen 2 pada Variasi Matriks Ketiga	53

Gambar 4.35 Spesimen uji 2 <i>Matriks</i> Ketiga sebelum pengujian	53
Gambar 4.36 Spesimen 2 <i>Matriks</i> Ketiga hasil <i>Three point bending</i>	53
Gambar 4.37 Pengujian Spesimen 3 pada Variasi <i>Matriks</i> Ketiga	54
Gambar 4.38 Spesimen uji 3 <i>Matriks</i> Ketiga sebelum pengujian	54
Gambar 4.39 Spesimen 3 <i>Matriks</i> Ketiga hasil <i>Three point bending</i>	55
Gambar 4.40 Pengujian Spesimen 4 pada Variasi <i>Matriks</i> Ketiga	56
Gambar 4.41 Spesimen uji 4 <i>Matriks</i> Ketiga sebelum pengujian	56
Gambar 4.42 Spesimen 4 <i>Matriks</i> Ketiga hasil <i>Three point bending</i>	56
Gambar 4.43 Pengujian Spesimen 5 pada Variasi <i>Matriks</i> Ketiga	57
Gambar 4.44 Spesimen uji 5 <i>Matriks</i> Ketiga sebelum pengujian	57
Gambar 4.45 Spesimen 5 <i>Matriks</i> Ketiga hasil <i>Three point bending</i>	58
Gambar 4.46 Pengujian Spesimen 1 pada Variasi <i>Matriks</i> Keempat	59
Gambar 4.47 Spesimen uji 1 <i>Matriks</i> Keempat sebelum pengujian	59
Gambar 4.48 Spesimen 1 <i>Matriks</i> Keempat hasil <i>Three point bending</i>	60
Gambar 4.49 Pengujian Spesimen 2 pada Variasi <i>Matriks</i> Keempat	61
Gambar 4.50 Spesimen uji 2 <i>Matriks</i> Keempat sebelum pengujian	61
Gambar 4.51 Spesimen 2 <i>Matriks</i> Keempat hasil <i>Three point bending</i>	61
Gambar 4.52 Pengujian Spesimen 3 pada Variasi <i>Matriks</i> Keempat	62
Gambar 4.53 Spesimen uji 3 <i>Matriks</i> Keempat sebelum pengujian	62
Gambar 4.54 Spesimen 3 <i>Matriks</i> Keempat hasil <i>Three point bending</i>	63
Gambar 4.55 Pengujian Spesimen 4 pada Variasi <i>Matriks</i> Keempat	64
Gambar 4.56 Spesimen uji 4 <i>Matriks</i> Keempat sebelum pengujian	64
Gambar 4.57 Spesimen 4 <i>Matriks</i> Keempat hasil <i>Three point bending</i>	64
Gambar 4.58 Pengujian Spesimen 5 pada Variasi <i>Matriks</i> Keempat	65
Gambar 4.59 Spesimen uji 5 <i>Matriks</i> Keempat sebelum pengujian	65
Gambar 4.60 Spesimen 5 <i>Matriks</i> Keempat hasil <i>Three point bending</i>	65
Gambar 4.61 Pengujian Spesimen 1 pada Variasi <i>Matriks</i> Kelima	67
Gambar 4.62 Spesimen uji 1 <i>Matriks</i> Kelima sebelum pengujian	68
Gambar 4.63 Spesimen 1 <i>Matriks</i> Kelima hasil <i>Three point bending</i>	68
Gambar 4.64 Pengujian Spesimen 2 pada Variasi <i>Matriks</i> Kelima	69
Gambar 4.65 Spesimen uji 2 <i>Matriks</i> Kelima sebelum pengujian	69
Gambar 4.66 Spesimen 2 <i>Matriks</i> Kelima hasil <i>Three point bending</i>	69
Gambar 4.67 Pengujian Spesimen 3 pada Variasi <i>Matriks</i> Kelima	70
Gambar 4.68 Spesimen uji 3 <i>Matriks</i> Kelima sebelum pengujian	70
Gambar 4.69 Spesimen 3 <i>Matriks</i> Kelima hasil <i>Three point bending</i>	71
Gambar 4.70 Pengujian Spesimen 4 pada Variasi <i>Matriks</i> Kelima	72
Gambar 4.71 Spesimen uji 4 <i>Matriks</i> Kelima sebelum pengujian	72
Gambar 4.72 Spesimen 4 <i>Matriks</i> Kelima hasil <i>Three point bending</i>	72
Gambar 4.73 Pengujian Spesimen 5 pada Variasi <i>Matriks</i> Kelima	73
Gambar 4.74 Spesimen uji 5 <i>Matriks</i> Kelima sebelum pengujian	73
Gambar 4.75 Spesimen 5 <i>Matriks</i> Kelima hasil <i>Three point bending</i>	74
Gambar 4.76 Grafik Tegangan dan Nilai Rata-Rata setiap Variasi	

<i>Matriks</i>	75
Gambar 4.77 Grafik Beban dan Nilai Rata-rata setiap Variasi <i>Matriks</i>	75
Gambar 4.78 Grafik Modulus Elastisitas dari Nilai Rata-rata setiap	76
Gambar 4.79 Spesimen pada saat dilakukan pengujian <i>Three pointbending</i>	76
Gambar 4.80 Spesimen hasil pengujian <i>Three Point Bending</i>	78

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
$\sigma$	<i>Tegangan Tarik</i>	<i>Mpa</i>
$F$	<i>Gaya</i>	<i>N</i>
$A$	<i>Luas Penampang Spesimen</i>	<i>mm<sup>2</sup></i>
$t$	<i>Waktu</i>	<i>detik/sekon</i>
$L$	<i>Panjang Spesimen</i>	<i>mm</i>
$P$	<i>Beban (gaya tekan)</i>	<i>N</i>
$D$	<i>Diameter</i>	<i>mm</i>
$d$	<i>Tebal</i>	<i>mm</i>
$\varepsilon$	<i>Regangan tarik</i>	<i>%</i>
$l_0$	<i>Panjang mula-mula</i>	<i>mm</i>
$l_1$	<i>Panjang kritis</i>	<i>mm</i>
$\Delta l$	<i>Pertambahan panjang</i>	<i>mm</i>
$b$	<i>Lebar spesimen</i>	<i>mm</i>

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Industri Mebel di Indonesia ternyata masih memiliki pamor yang mengkilap dipentas perdagangan dunia. Permintaan yang dilayangkan oleh para pembeli di ajang beberapa pameran memang memang merupakan sebuah peluang emas untuk meningkatkan kinerja export mebel negeri ini.

Industri mebel adalah salah satu bentuk industry yang bergerak di bidang perkayuan, di mana dalam hal ini pasti juga akan menghasilkan berbagai jenis limbah, bagi masyarakat Indonesia limbah merupakan sesuatu yang kurang pengelolaannya, kesalahan dalam mengelola akan menyebabkan limbah semakin berbahaya bagi lingkungan masyarakat sehingga menyebabkan kerusakan lingkungan dan berbahaya bagi kesehatan masyarakat.

Seiring dengan krisis bahan baku kayu dibidang industry manufaktur maupun pengusaha menengah. Salah satunya untuk mencukupi kekurangan papan dari kayu dan sekaligus pemanfaatan kayu secara optimal adalah dengan memanfaatkan limbah kayu berupa serbuk kayu menjadi papan partikel.

Pada dasarnya bahan baku papan partikel berasal dari sisa pengolahan kayu industry penggergajian sehingga tidak memerlukan persyaratan baku yang tinggi (Sidabutar, 2009).

Serbuk kayu merupakan bahan yang mengandung *lignuselulosa* yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternative bahan baku pembuatan papan partikel. Proses pembuatan partikel sangat dipengaruhi oleh kadar perekat dan kerapatan terhadap sifat fisis dan mekanis. Proses pembuatan papan partikel berbahan baku serbuk gergaji ini dapat menggunakan resin dan lem fox (Hantoro, Uji Setyo, 2010)

Banyaknya sisa limbah tatal kayu dari perusahaan Penggergajian yang hanya dibuang dan dibakar membuat saya berfikir untuk memanfaatkan limbah tatal tersebut untuk dijadikan sesuatu yang berguna, yaitu memanfaatkan limbah tersebut untuk dijadikan *particle board*. sehingga dengan pembuatan *particle board* tersebut limbah kayu yang biasanya hanya dibuang dan dibakar bisa

digunakan untuk sesuatu yang bermanfaat.

Melihat permasalahan tersebut maka dibuat terobosan baru dalam memanfaatkan limbah serbuk gergaji agar lebih bermanfaat dan memiliki nilai jual dalam membangkitkan ekonomi masyarakat. Melakukan penelitian sebagai tugas sarjana dengan judul “Analisis Kekuatan *Bending* Komposit Diperkuat Serbuk Kayu Dengan Variasi *Matriks*”.

Melakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan bending yang paling efektif pada variasi matriks

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah didalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana membuat komposit dari bahan limbah serbuk kayu
2. Bagaimana pengaruh variasi *matriks* terhadap kekuatan *Bending* komposit Serbuk kayu
3. Bagaimana Menganalisis kekuatan *Bending* pada setiap variasi *matriks* komposit serbuk kayu

## 1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup ini berguna untuk menghindari pembahasan atau pengkajian yang diluar tema, agar masalah dapat mudah diselesaikan. Maka penulis akan membahas masalah yang berkaitan dengan :

- a. Bahan komposit serbuk kayu terdiri dari 5 variasi matriks
- b. Ukuran papan partikel 100 mm x 300 mm dengan ketebalan 17 mm.
- c. Pengujian komposit menggunakan *Three Point Bending*.
- d. Analisa difokuskan pada perbandingan kekuatan bending pada setiap variasi *matriks* komposit serbuk kayu

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk membuat komposit dari bahan limbah serbuk kayu
2. Untuk mengetahui Pengaruh variasi *matriks* terhadap kekuatan *Bending* komposit serbuk kayu

3. Untuk menganalisis kekuatan *bending* pada setiap variasi *matriks* komposit serbuk kayu

#### 1.5 Manfaat Penelitian

- a. Menambah pengetahuan dalam penggunaan serbuk kayu
- b. Dapat mengetahui pengaruh variasi *matriks* terhadap hasil komposit serbuk kayu
- c. Dapat menganalisis kekuatan *bending* pada setiap variasi *matriks* komposit serbuk kayu

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Komposit

Pengertian komposit adalah bahan yang terbentuk apabila dua atau lebih komponen yang berlainan digabung. Sanjay K. Mazumdar dalam bukunya *Composite manufacturing* (2001) menjelaskan komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer diperkuat dengan serat, menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik. Ilustrasi ikatan dan sifat fisik polimer dapat dilihat pada gambar 2.1:



Gambar 2.1. Pembentukan material komposit menggunakan serat dan resin (Sanjay K. Mazumdar, 2001)

Struktur komposit umumnya terdiri dari dua komponen yang satu komponennya adalah matriks yang berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung *filler* (pengisi dan kerusakan eksternal Matriks yang umumnya digunakan adalah *cabon, glass, kevlar*, dll. Sementara komponen yang lain disebut *filler* (pengisi), berfungsi sebagai penguat dari matriks. *Filler* yang umum digunakan adalah *carbon, glass, aramid*. Sehingga komposit dapat disimpulkan adalah sebagai dua macam atau lebih material yang digabungkan atau dikombinasikan dalam skala makroskopis (dapat terlihat langsung oleh mata) sehingga menjadi material baru yang lebih berguna.

#### 2.1.1 Kegunaan bahan komposit

Kegunaan bahan komposit sangat luas yaitu, untuk :

1. Angkasa luar, seperti komponen Pesawat terbang, komponen helicopter, komponen satelit dan lain-lain.
2. Auto mobil, seperti komponen mesin, badan kereta dan lain-lain.

3. Olah raga dan rekreasi, seperti sepeda, stick golf, reket tenis, sepatu olah raga dan lain-lain.
4. Industry pertahanan, seperti komponen zet tempur, peluru, komponen kapal selam dan lain-lain.
5. Industry pembinaan, seperti jembatan, terowongan, rumah dan lain-lain.
6. Kesehatan, seperti kaki palsu, sambungan sendi pada pinggang dan lain-lain.
7. Kelautan, seperti kapal layar, kayak dan lain-lain.

Menurut smallman & bishop (2000) ciri-ciri bahan komposit adalah energy keretakan besar, mudah dibuat dari berbagai zat penguat dan matriks dengan sifat-sifat sebagai berikut:

1. Kekuatan dapat jauh lebih besar dari pada bahan konstruksi biasa.
2. Dapat dibuat sangat tegar atau kaku.
3. Rapatannya rendah atau ringan.
4. Kuat lelehan(fatigue) besar.
5. Sifat produk.

#### 2.1.2. Jenis-jenis komposit

Menurut (jones, 1975) secara garis besar ada tiga macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakan yaitu komposit serat (fiber composite), komposit lamina (laminated composite) dan komposit partikel (particulate composite). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang diikat oleh matriks. Bentuk partikel ini dapat berupa bulatan, kubik, tetragonal atau bahkan bentuk-bentuk yang tidak beraturan tetapi secara rata berdimensi sama.

Ada tiga macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakan :

1. Komposit serat (fiber composite) Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu laminan atau satu lapisan menggunakan serat penguat. Fiber yang digunakan biasa berupa fiber glass, karbon fiber, aramit fiber (poliaramide), dan sebagainya.
2. Komposit lamina (*laminated composite*) Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat tersendiri.

3. Komposit partikel (*particulate composite*) Merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam *matriks*.

## 2.2 Serbuk Kayu



Gambar 2.2 Serbuk Kayu (manfaat.co.id)

Serbuk Kayu adalah butiran kayu yang dihasilkan dari proses menggergaji (Setiyono, 2004). Serbuk-serbuk gergaji ini dapat diperoleh dari beragam sumber, seperti limbah pertanian dan perkayuan. Jumlah serbuk gergaji yang dihasilkan dari eksploitasi/pemanenan dan pengolahan kayu bulat sangat banyak. Limbah serbuk gergaji kayu menimbulkan masalah dalam penanganannya, yaitu dibiarkan membusuk, ditumpuk, dan dibakar yang kesemuanya berdampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, limbah serbuk gergaji yang dihasilkan dari industri penggergajian dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, diantaranya pembuatan etanol (Fatriasari, et al., 2011), sebagai media tanam, bahan baku furnitur, bahan baku briket arang, bahan bakar guna melengkapi kebutuhan energi industri vinir/kayu lapis dan pulp/kertas (PPLH, 2007). Serbuk Kayu dapat dilihat pada gambar 2.2

### 2.2.1 Jenis-Jenis Matriks Komposit

#### 1. Resin



Gambar 2.3 Resin (Fandhy Rusmiyanto, 2007)

Resin adalah polimer dalam komposit sebagai matriks, yang merupakan bahan yang digunakan sebagai suatu alat pengikat yang mempunyai kekuatan yang tinggi, dan menyatukan penguat tanpa bereaksi secara kimia dengan bahan pengisi tersebut. Resin dapat dilihat pada gambar 2.3

## 2. Lem *Fox*



Gambar 2.4 Lem fox (Muh Akbar, 2017)

Lem *fox* adalah perekat yang dapat digunakan untuk merekat kayu dikarenakan lem perekat tersebut sangat kuat sehingga bisa menyatukan serbuk kayu. Lem *fox* dapat dilihat pada gambar 2.4

## 3. *Katalis*



Gambar 2.5 *Katalis* (Fandhy Rusmiyanto,2007)

*Katalis* adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri (lihat pula katalisis). 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 dapat dibedakan ke dalam dua golongan utama: katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fase berbeda dengan pereaksi dalam reaksi yang dikatalisinya, sedangkan katalis homogen berada dalam fase yang sama. *Katalis* dapat dilihat pada gambar 2.5

#### 4. Parafin



Gambar 2.6 Parafin (Putriani, Videlia, 2005)

Parafin yaitu lilin mineral yang merupakan produk sampingan dari industri minyak mentah. Parafin atau lilin adalah suatu zat adiktif yang ditambahkan pada campuran untuk meningkatkan sifat papan komposit yang dihasilkan. dalam komposisi papan, emulsi wax menimbulkan daya tahan air yang bagus dan stabilitas dimensi yang tinggi pada papan. kegunaan ini sangat penting untuk memberikan perlindungan selama perendaman tidak sengaja dari papan selama atau dapat mengurangi penyerapan air secara bertahap, sehingga jenis wax yang digunakan dalam pengujian ini adalah paraffin, dapat dilihat pada gambar 2.6

#### 5. Mirror Glaze (*wax*)



Gambar 2.7 *Mirror Glaze (wax)* (Fandhy Rusmiyanto, (2007)

Mirror Glaze atau sering di sebut dengan wax ini digunakan untuk melapisi cetakan spesimen, dengan cara mengolesi permukaan cetakan spesimen dengan mirror glaze sampai merata. dapat dilihat pada gambar 2.7

#### 2.3. Resin

Resin adalah polimer dalam komposit sebagai matriks, yang merupakan bahan yang digunakan sebagai suatu alat pengikat yang mempunyai kekuatan yang tinggi, dan menyatukan penguat tanpa bereaksi secara kimia dengan bahan pengisi tersebut.

Pada umumnya resin/matriks berfungsi sebagai :

1. Sebagai pengikat,
2. Sebagai pelindung struktur komposit,

3. Memberi kekuatan pada komposit
4. Untuk mengalihkan/meneruskan beban dari luar kepada serat
5. Bertindak sebagai media transfer tegangan yang diterima oleh komposit
6. Untuk melindungi komposit dari kerusakan mekanik maupun kimiawi
7. Serta melindungi serat dari abrasi dan korosi.

Resin dengan pengeras dan menjadi unggul dalam kekuatan mekanis dan ketahanan kimia. Sifatnya bervariasi bergantung pada jenis, kondisi pencampuran dengan pengerasannya.

Oleh karena itu penggunaan resin pada pembuatan komposit dengan teknik ini lebih sedikit dibandingkan dengan teknik yang lain dalam pemakaian resin, Dan perlu diingat, berdasarkan hasil dari beberapa pengujian mekanik produk komposit, bagian terlemah dari produk komposit itu ada pada bagian resinnya bukan pada laminate atau matrik penguatnya. Dengan demikian produk komposit memiliki berbagai kelebihan yaitu :

1. memberikan penguatan konsentrasi yang lebih tinggi,
2. adhesi yang lebih baik antara lapisan, dan
3. kontrol yang lebih resin/rasio kaca.

### 2.3.1. Jenis – Jenis Resin

#### a. Resin Epoksi

Resin ini harganya cukup mahal, namun memiliki keunggulan yaitu sangat kuat dan penyusutan relative kecil setelah proses curing. Resin ini banyak dipakai sebagai *matriks* pada komposit Serbuk kayu. Resin Epoksi dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Resin Epoxy dan *Hardener* (Fandhy Rusmiyanto, (2007),

b. Resin *polyester*

Resin *polyester* adalah matrik dari komposit. Resin juga termasuk dalam resin termoset. Pada polimer termoset resin cair diubah menjadi padatan yang keras dan getas yang terbentuk karena ikatan kimiawi membentuk rantai polimer yang kuat. Resin termoset tidak mencair karena pemanasan. Pada saat pencetakan, resin ini tidak perlu diberi tekanan, karena ketika masih cair memiliki viskositas yang relatif rendah, mengeras dalam suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas. Pada umumnya resin polister kuat terhadap asam kecuali asam pengoksidasi, tetapi memiliki ketahanan yang rendah. Jika resin ini dimasukkan ke dalam air mendidih selama 300 jam maka akan retak-retak dan pecah. Secara umum polister digunakan untuk komposit.

Polister (*polyester*) ada jenis material polimer *thermosetting* yaitu jenis material yang terbentuknya dari ikatan yang dibantu suhu panas, katalis atau gabungannya. Resin polister merupakan yang paling banyak dalam bentuk material komposit. Seperti yang telah dijelaskan di atas memiliki banyak kelebihan dan kekurangan, dalam aplikasi komposit resin polister biasanya ditambahkan penguat (*reinforced*) berupa serat. Serat yang digunakan sebagai bahan penguat adalah serat gelas, serat alam, dan serat carbon dan berbagai serat lainnya. Karena sifatnya yang polar, hampir semua jenis serat dapat dikombinasikan dengan resin polister (*polyester*). dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Resin *Polyester* (Fandhy Rusmiyanto, (2007),

Penambahan *filler* dan *fiber* pada resin *polyester* dilakukan dengan berbagai alasan, namun secara umum pada penambahan *filler* pada material resin polister bertujuan untuk:

- a. Mengurangi biaya dari proses pencetakan (*moulding*).

- b. Untuk memfasilitasi proses pencetakan (*moulding*).
- c. Untuk memberikan sifat-difat mekanik tertentu pada material yang ingin dibuat.

- Fraksi Volume dan Massa Jenis Serat

Jumlah kandungan serat dalam komposit, merupakan hal yang terjadi perhatian khusus pada komposit berpenguat serat. Jumlah serat serta karakteristik dari serat merupakan salah satu elemen kunci dalam analisis mikromekanik komposit. Untuk

menghitung fraksi volume, parameter yang harus diketahui adalah berat jenis matriks, berat jenis serat, berat jenis komposit. Untuk pembuatan komposit dapat dilakukan dengan 2 fraksi yaitu fraksi volume serat dan fraksi berat komposit. Apabila dalam pembuatan komposit yang diketahui adalah massa fiber ( $M_f$ ) dan massa matriks ( $M_m$ ) maka, komposit dapat dihitung dengan menggunakan fraksi serat.

$$M_c = M_f + M_m \tag{2.1}$$

$$M_f = \frac{M_f}{M_c} \times 100\% \tag{2.2}$$

$$M_m = \frac{M_m}{M_c} \times 100\% \tag{2.3}$$

#### 2.4. Particle Board

*particle board* adalah papan material kayu yang tersusun dari serbuk gergaji, dipadatkan melalui proses secara kimia dengan tekanan dalam suhu tinggi. Particle Board berasal dari bahasa *particle* dan *board*, *particle* yang berarti butiran kecil (serbuk), *board* yang berarti papan. Secara sederhana *particle board* adalah papan serbuk. Papan partikel atau partikel *board* merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang berbahan dasar utama kayu dan merupakan salah satu jenis produk komposit atau panil kayu yang terbuat dari partikel-partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya, yang diikat menggunakan perekat sintesis atau bahan pengikat lain dan dikempa panas Menurut Boerhendly (2006).

#### 2.4.1 Kegunaan *Particle Board*

Kegunaan *Particle board* saat ini banyak digunakan sebagai alat furniture dikarenakan sifat partikel board yang ringan serta sederhana sehingga sesuai untuk gaya arsitektur yang mengutamakan kesederhanaan. saat ini banyak masyarakat yang memiliki Perabotan menggunakan Particel board , selain harga yang yang lebih murah, perabotan yang terbuat dari particle board Juga memiliki desain yang lebih indah .

##### Faktor-faktor yang Mempengaruhi Mutu *Particle Board*

Adapun faktor yang mempengaruhi mutu papan *Particle Board* adalah sebagai berikut :

a. Berat jenis *Particle Board*

Perbandingan antara kerapatan atau berat jenis *Particle Board* dengan berat jenis kayu harus optimal sehingga kontak antara partikel baik.

b. Zat ekstratif *Particle Board*

Partikel yang berminyak akan menghasilkan *Particle Board* yang kurang baik. Zat ekstratif semacam ini akan mengganggu proses perekatan.

c. Jenis bahan *Particle Board*

Jenis Serbuk kayu (misalnya Meranti kuning) yang kalau dibuat papan *Particle Board* emisifolmaldehidanya lebih tinggi dari jenis lain (misalnya Meranti merah). Masih di perdebatkan apakah karena pengaruh warna atau pengaruh zat ekstratif atau pengaruh keduanya.

d. Campuran Jenis Serbuk Kayu

Keteguhan lentur papan *Particle Board* campuran jenis Serbuk kayu ada diantara keteguhan lenturjenis tunggalnya, karena itu papan *Particle Board* struktual lebih baik dibuat dari satu jenis Serbuk kayu daripada dari campuran jenis Serbuk kayu.

e. Ukuran Partikel

Papan *Particle Board* yang dibuat dari tatal akan lebih daripada yang dibuat dari serbuk karena ukuran tatal lebih besar dari pada serbuk. Karena itu, papan *Particle Board* struktural dibuat dari partikel yang relatif panjang dan relatif lebar.

f. Kulit kayu

Makin banyak kulit kayu dalam partikel kayu sifat papan partikelnya makin kurang baik karena kulit kayu akan mengganggu proses perekatan antar partikel. Banyaknya kulit kayu maksimum sekitar 10%.

g. Perekat

Macam partikel yang dipakai mempengaruhi sifat papan *Particle Board*. Penggunaan perekat eksterior akan menghasilkan papan partikel eksterior sedangkan pemakaian perekat interior akan menghasilkan papan partikel interior. Walaupun demikian, masih mungkin terjadi penyimpangan, misalnya karena adanya perbedaan dalam komposisi perekat dan terdapat banyak sifat papan partikel. Sebagai contoh, penggunaan perekat urea formaldehid yang kadar formaldehidnya tinggi akan menghasilkan papan partikel yang keteguhannya lentur dan keteguhannya rekat internalnya lebih baik tetapi emisi formaldehid lebih jelek.

h. Pengolahan

Proses produksi papan *Particle Board* berlangsung otomatis. Walaupun begitu, masih mungkin terjadi penyimpangan yang dapat mengurangi mutu papan *Particle Board*. Sebagai contoh, kadar air hampan (campuran partikel dengan perekat) yang optimum adalah 10 – 14%, bila terlalu tinggi keteguhan lentur dan keteguhan rekat internal papan partikel menurun. (Dedek Kurniasih, 2013)

i. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam *matriks* yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut. Pada pencampuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (random) maka sifat mekanik pada 1 arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar ke segala arah maka kekuatan akan meningkat

## 2.5 Alat Uji *bending*

Alat uji *bending* adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian kekuatan lengkung (*bending*) pada suatu bahan atau material. Pada umumnya alat uji *bending* memiliki beberapa bagian utama, seperti: rangka, alat tekan, *point bending* dan alat ukur. Rangka berfungsi sebagai penahan gaya balik yang terjadi pada saat melakukan uji *bending*. Rangka harus memiliki kekuatan lebih besar dari kekuatan alat tekan, agar tidak terjadi kerusakan rangka pada saat melakukan pengujian. Alat tekan berfungsi sebagai alat yang memberikan gaya tekan pada benda uji pada saat melakukan pengujian.

Alat penekan harus memiliki kekuatan lebih besar dari material yang di uji (ditekan). *Point bending* berfungsi sebagai tumpuan benda uji dan juga sebagai penerus gaya tekan yang dikeluarkan oleh alat tekan. Panjang pendek tumpuan *point bending* berpengaruh terhadap hasil pengujian. Alat ukur adalah suatu alat yang menunjukkan besarnya tekanan yang terjadi pada benda uji. Uji *bending* adalah proses pengujian material dengan cara ditekan untuk mendapatkan hasil berupa data tentang kekuatan lengkung (*bending*) suatu material yang di uji. Proses pengujian memiliki 2 macam pengujian, yaitu *Threepoint bending* dan *point bending*. Untuk melakukan uji *bending* ada faktor dan aspek yang harus dipertimbangkan dan dimengerti yaitu:

### a. Tekanan ( $\rho$ )

Tekanan adalah perbandingan antara gaya yang terjadi dengan luasan benda yang dikenai gaya. Besarnya tekanan yang terjadi dipengaruhi oleh dimensi benda yang di uji. Dimensi mempengaruhi tekanan yang terjadi karena semakin besar dimensi benda uji yang digunakan maka semakin besar pula gaya yang terjadi. Selain itu alat penekan juga mempengaruhi besarnya tekanan yang terjadi. Alat penekan yang digunakan menggunakan sistem hidrolik. Hal lain yang mempengaruhi besar tekanan adalah luas penampang dari torak yang digunakan. Maka daya pompa harus lebih besar dari daya yang dibutuhkan. Dan motor harus bisa melebihi daya pompa, perhitungan tekanan (Wowo Rossbandrio, 2015) :

$$p = \frac{F}{A} \quad (2.4)$$

b. Benda uji

Benda uji adalah suatu benda yang akan di uji kekuatan lengkungnya dengan menggunakan uji *bending*. Jenis material benda uji yang digunakan sebagai benda uji sangatlah berpengaruh dalam pengujian *bending*. Karena tiap jenis material memiliki kekuatan lengkung yang berbeda-beda, yang nantinya berpengaruh terhadap hasil uji *bending* itu sendiri.

c. *Point Bending*

*Point bending* adalah suatu sistem atau cara dalam melakukan pengujian lengkung (*bending*). *Point bending* ini memiliki 2 tipe, yaitu *three point bending* dan *four point bending*. Perbedaan dari kedua cara pengujian ini hanya terletak dari bentuk dan jumlah *point* yang digunakan, *three point bending* menggunakan 2 *point* pada bagian bawah yang berfungsi sebagai tumpuan dan 1 *point* pada bagian atas yang berfungsi sebagai penekan sedangkan *four point bending* menggunakan 2 *point* pada bagian bawah yang berfungsi sebagai tumpuan dan 2 *point* sebagai penekan pada bagian atas. Selain itu juga terdapat beberapa kelebihan dan kelemahan dari cara pengujian *three point bending*

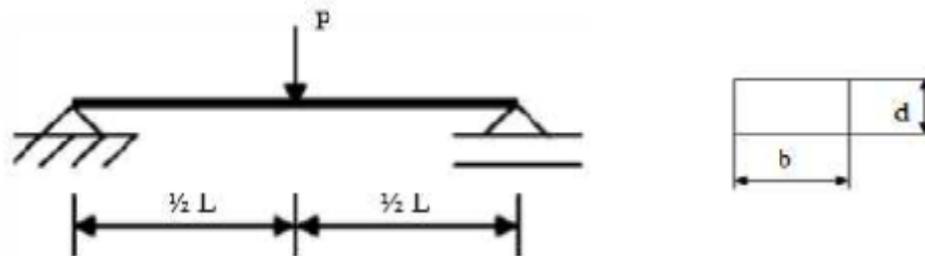
Tabel 2.1 Kelebihan dan Kekurangan metode uji *3-P Bending* (Khamid, 2011)

Metode Uji	Kelebihan	Kekurangan
<i>Three Point Bending</i>	+ Kemudahan persiapan dan pengujian. + Pembuatan point lebih mudah.	-Menentukan titik tengah persis, karena jika posisi tidak ditengah penggunaan rumus berubah. -Kemungkinan terjadi pergeseran, sehingga benda yang di uji pecah/patah tidak dapat ditengah maka rumus yang digunakan kombinasi tahanan dan lengkung dengan tahanan geser.

Secara umum proses *bending* memiliki 2 cara pengujian, yaitu: *three point bending* dan *four point bending*. Kedua cara pengujian ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing karena tiap cara pengujian memiliki cara perhitungan yang berbeda-beda.

- *Three point bending*

*Three point bending* adalah cara pengujian yang menggunakan 2 tumpuan dan 1 penekanan. dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10 *Three Point Bending* (Khamid, 2011)

Maka dapat ditentukan rumus sebagai berikut (West Conshohocken, 1996) :

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (2.5)$$

Keterangan rumus:

$\sigma_f$  = Tegangan *bending* (kgf/mm<sup>2</sup>)

$P$  = beban atau Gaya yang terjadi (kgf)

$L$  = Jarak point (mm)

$b$  = lebar benda uji (mm)

$d$  = Ketebalan benda uji (mm)

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.1.1. Tempat

Adapun tempat pelaksanaan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

#### 3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing, dan terlihat pada table 3.1.

Tabel 3.1 Waktu pelaksanaan penelitian

		Tahun 2020					
No	Kegiatan	7	8	9	10	11	12
1	Penyediaan alat dan bahan						
2	Pengolahan serbuk Kayu						
3	Pembuatanspecimen						
4	Pengujianspecimen						
5	Analisa hasil pengujian dan pembuatan						
6	Penyelesaian skripsi						

### 3.2 Alat dan Bahan yang digunakan

Dalam proses pembuatan dan pengujian bahan komposit ini menggunakan beberapa alat dan bahan untuk membuat spesimen yang kemudian dapat dilakukan pengujian bahan komposit.

#### 3.2.1 Alat yang digunakan untuk proses pembuatan spesimen komposit

##### 1. Cetakan komposit serbuk kayu

Cetakan komposit serbuk kayu terbuat dari plat besi digunakan untuk proses pembentukan dan pengerasan spesimen komposit yang kemudian akan diuji kekuatannya. Cetakan Spesimen dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar. 3.1 Cetakan *particle board*

##### 2. Neraca Digital

Neraca Digital digunakan sebagai alat ukur berat Agar dapat mengetahui berat bahan-bahan yang diinginkan. Neraca digital dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar. 3.2 Neraca Digital

##### 3. Sigmat / Jangka sorong

Sigmat / Jangka sorong adalah alat ukur yang ketelitiannya dapat mencapai seperseratus milimeter. Terdiri dari dua bagian, bagian bergerak dan bagian tidak bergerak. Jangka sorong memiliki dua jenis, manual dan digital. Jangka sorong

digunakan sebagai alat untuk mengukur panjang, lebar, dan tebal pada spesimen. Jangka sorong dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar. 3.3 Sigmat / Jangkasorong

#### 4. Kuas

Kuas digunakan untuk mengoleskan mirror glaze (wax) ke permukaan cetakan spesimen. Kuas dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar. 3.4 Kuas

#### 5. Sarung Tangan

Sarung tangan digunakan untuk melindungi bagian tangan peneliti dari campuran bahan resin yang kemungkinan dapat berbahaya bagi peneliti. Sarung tangan dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar. 3.5 Sarung Tangan

#### 6. Pisau Curter

Pisau Curter digunakan untuk membersihkan sisa-sisa campuran resin yang melekat dan mengeras pada cetakan spesimen komposit. Pisau curter dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar. 3.6 Pisau Curter

#### 7. Masker

Masker digunakan untuk mencegah terjadinya radiasi kepada peneliti terhadap racun yang terdapat pada zat kimia yang digunakan dalam penelitian ini. Masker dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Masker

#### 8. Wadah dan Pengaduk

Wadah digunakan sebagai tempat pencampuran bahan bahan penelitian didalam wadah, agar proses pencampurannya merata. Wadah dan Pengaduk dapat dilihat pada gambar 3.8



Gambar. 3.8 Wadah dan Pengaduk

### 3.2.2 Bahan yang digunakan untuk pembuatan komposit

#### 1. Serbuk Kayu

Serbuk Kayu yang digunakan pada penelitian ini sebagai penguat komposit dan juga Tatal kayu mudah ditemukan disekitar kita. Serbuk Kayu dapat dilihat pada gambar 3.9



Gambar 3.9 Serbuk Kayu

#### 2. Resin (*polyester*)

Resin adalah suatu polimer yang terbentuk dari dua bahan kimia yang berbeda. Ini disebut sebagai resin, Resin paling umum yang dihasilkan dari reaksi antara *epiklorohidrin* dan *bisphenol-A*, meskipun yang terakhir mungkin akan digantikan dengan bahan kimia yang serupa. Pada penelitian ini penulis menggunakan resin dengan tipe *polyester*. Resin dapat dilihat pada gambar 3.10



Gambar. 3.10 Resin

#### 3. *Katalis*

*Katalis* adalah Suatu Bahan kimia yang dapat mempercepat atau meningkatkan laju reaksi. Akan tetapi katalis tidak memiliki perubahan kimia secara permanen sehingga laju pada akhir reaksi zat *katalis* dapat diperoleh kembali. Pada penelitian ini penulis menggunakan katalis guna mempercepat reaksi pada resin. *Katalis* dapat dilihat pada gambar 3.11



Gambar. 3.11 *Katalish*

#### 4. Mirror Glaze (*wax*)

Mirror Glaze atau sering disebut dengan wax ini digunakan untuk melapisi cetakan spesimen, dengan cara mengolesi permukaan cetakan spesimen dengan mirror glaze sampai merata. Tujuannya agar spesimen komposit mudah dilepaskan dari cetakan. Mirror glaze (*wax*) dapat dilihat pada gambar 3.12



Gambar. 3.12 Mirror Glaze (*wax*)

#### 5. Parafin

Parafin adalah suatu zat adiktif yang ditambahkan pada campuran untuk meningkatkan sifat papan komposit yang dihasilkan. dalam komposisi papan, emulsi wax menimbulkan daya tahan air yang bagus dan stabilitas dimensi yang tinggi pada papan. Kegunaan ini sangat penting untuk memberikan perlindungan selama perendaman tidak sengaja dari papan selama atau dapat mengurangi penyerapan air secara bertahap, sehingga jenis *wax* yang digunakan dalam pengujian ini adalah paraffin. Paraffin dapat dilihat pada gambar 3.13



Gambar 3.13 Parafin

6. Lem *Fox*

Lem *fox* adalah perekat yang dapat digunakan untuk merekat kayu dikarenakan lem perekat tersebut sangat kuat sehingga bisa menyatukan serbuk kayu. Dapat dilihat pada gambar 3.14



Gambar 3.14 Lem *Fox*

i. Alat-alat yang digunakan untuk proses pengujian spesimen komposit

1. Alat Uji *Three Point Bending*

Alat Uji *Three Point Bending* yang digunakan adalah *Univesal Testing Machine* (UTM) milik Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.dapat dilihat pada gambar 3.15

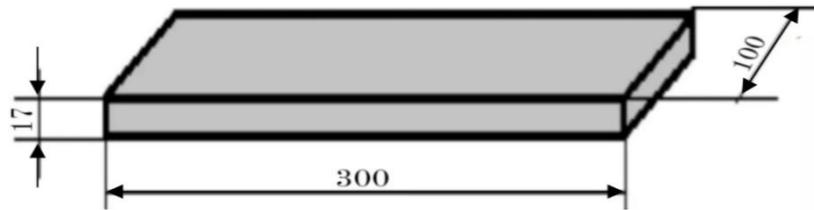


Gambar. 3.15 Alat Uji *Three Point Bending*

2. Pembuatan Spesimen Komposit

Proses dalam mencetak komposit dilakukan dengan komposisi serbuk dan *Matriks* dengan rasio perbandingan 1:10. Spesifikasi ukuran cetakan spesimen dapat dilihat pada gambar 3.16

### Skema Spesimen Komposit Serbuk Kayu



Gambar 3.16 Skema Bentuk Persegi Panjang Komposit Serbuk Kayu

Pada spesimen komposit serbuk kayu ini peneliti memakai standart ASTM D790. Dapat dilihat pada gambar 3.17

TABLE 1	FLEXURAL TEST METHOD STANDARDS						
Standard	ASTM D 790	ASTM D 6272	ASTM D 7264	ISO 14125	ISO 178 <sup>1</sup>	CRAG 200	BSI 2782 <sup>2</sup>
Method of Loading 3- and/or 4-Point	3 pt	4 pt	3 & 4	3 & 4	3 pt	3 pt	3 pt
Quarter-Point or Third-Point Loading	n/a	both	quarter	third	n/a	n/a	n/a
Specimen Length (mm)	-	-	128	100 <sup>+10/-0</sup>	80±2	varies	20 x thk
(inch)	-	-	5.12	-	-	-	-
Specimen Thickness (mm)	≥1.6 <sup>7</sup>	-	4	2±0.2	4±0.2	2±0.05	1 to 55
(inch)	≥0.625	-	0.16	-	-	-	-
Support Span Length/Specimen Thickness	16±1 <sup>8</sup>	-	32 <sup>9</sup>	40	16 ±1	40 <sup>10</sup>	16
Specimen Width (mm)	see note <sup>6</sup>	-	13	15±0.5	10±0.2 <sup>4</sup>	10±0.25	15 to 80
(inch)	see note <sup>6</sup>	-	0.50	-	-	-	-
Support Radius (mm)	5.0±0.1 <sup>5</sup>	-	3	5±0.2 <sup>3</sup>	5±0.2 <sup>3</sup>	3 to 5	2
(inch)	0.197±0.004 <sup>5</sup>	-	0.125	-	-	-	-
Loading Radius (mm)	5.0±0.1 <sup>5</sup>	-	3	5±0.2	5±0.1	5 to 12.5	5
(inch)	0.197±0.004 <sup>5</sup>	-	0.125	-	-	-	-

<sup>1</sup> For plastics, and composites with fiber lengths ≤7.5 mm.  
<sup>2</sup> EN 63:1977 is identical.  
<sup>3</sup> 2±0.2 mm for specimen thickness ≤3 mm.

Gambar 3.17 Standart Metode Uji *Bending* (Compositeworld.com)

Komposisi Komposit Serbuk Kayu dengan Variasi *Matriks* :

Tabel 3.2 Komposisi variasi *matriks* Lem fox dan Serbuk kayu

Spesimen No	Lem Fox (gr)	Serbuk Kayu (gr)
1	170	200
2	172	225
3	174	250
4	176	275
5	178	300

Tabel 3.3 Komposisi variasi *matriks* Resin, *Katalish* dan Serbuk kayu

Spesimen No	Resin ( <i>ml</i> )	<i>Katalish</i> ( <i>gr</i> )	Serbuk kayu ( <i>gr</i> )
1	200	5	200
2	250	7	225
3	300	9	250
4	350	11	275
5	400	13	300

Tabel 3.4 Komposisi variasi *matriks* Lem *fox*, Parafin dan Serbuk kayu

Spesimen No	Lem <i>fox</i> ( <i>gr</i> )	Parafin ( <i>gr</i> )	Serbuk kayu ( <i>gr</i> )
1	170	60	200
2	172	65	225
3	174	70	250
4	176	75	275
5	178	80	300

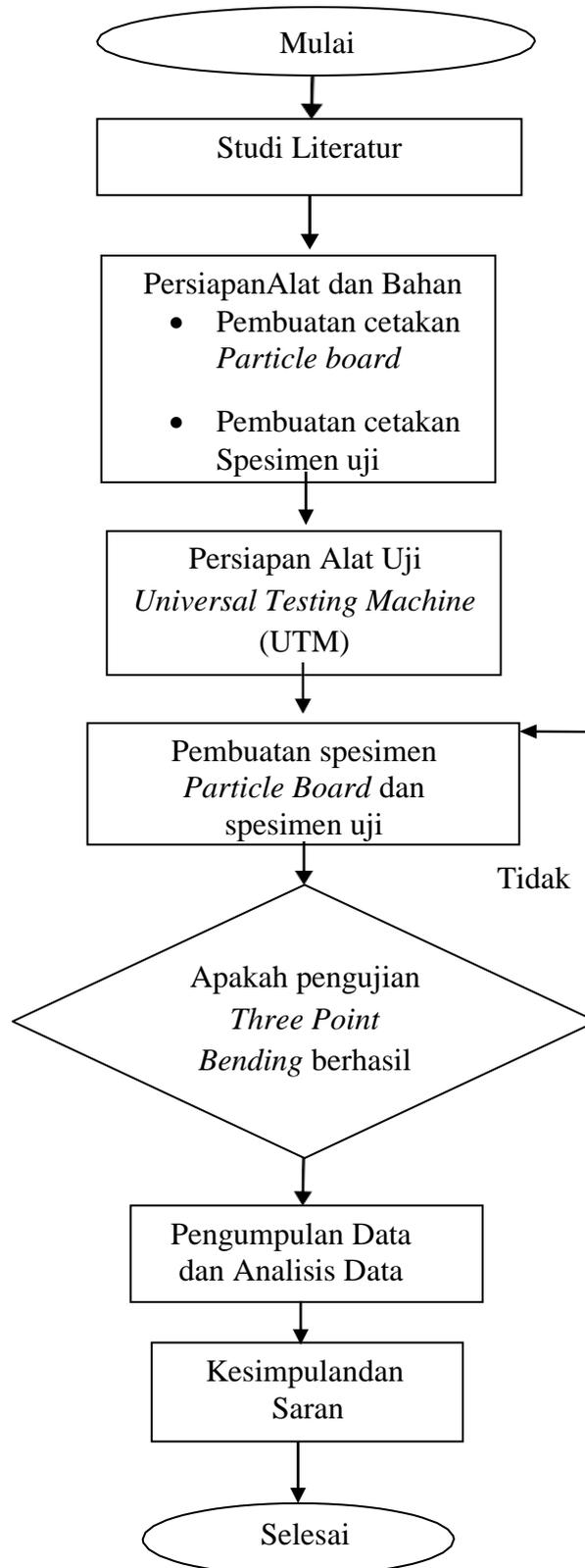
Tabel 3.5 Komposisi variasi *matriks* resin, *katalih*s, parafin, dan Serbuk kayu

Spesimen	Resin ( <i>ml</i> )	<i>Katalih</i> s ( <i>ml</i> )	Parafin ( <i>gr</i> )	Serbuk Kayu ( <i>gr</i> )
1	200	5	60	200
2	250	7	65	225
3	300	9	70	250
4	350	11	75	275
5	400	13	80	300

Tabel 3.6 Komposisi variasi matriks Lem *fox*, resin, *katalish*, Parafin dan Serbuk kayu

Spesimen	Lem <i>fox</i> ( <i>gr</i> )	Resin ( <i>gr</i> )	Katalish ( <i>ml</i> )	Parafin ( <i>gr</i> )	Serbuk kayu ( <i>gr</i> )
1	170	200	5	60	200
2	172	250	7	65	225
3	174	300	9	70	250
4	176	350	11	75	275
5	178	400	13	80	300

### 3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.18 Diagram Alir Penelitian

### 3.4 Prosedur Penelitian

a. Langkah-langkah pembuatan spesimen komposit Serbuk Kayu dengan resin *Polyester* adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan sisa kayu yang sudah tidak terpakai dari pengrajin kayu, untuk selanjutnya dilakukan proses penggergajian atau penghancuran kayu menjadi serbuk. Dapat dilihat pada gambar 3.19



Gambar 3.19 mengumpulkan sisa Kayu

2. Mempersiapkan Sisa Kayu untuk dimasukkan kedalam mesin penghancur Pada Gambar 3.20



Gambar. 3.20 Mesin Penghancur Limbah Kayu

3. Memasukkan Limbah Kayu kedalam mesin yang telah dinyalakan untuk di proses menjadi serbuk kayu. Dapat dilihat pada gambar 3.21



Gambar 3.21 Proses Memasukkan Limbah Kayu Kedalam Mesin

4. Serbuk Kayu yang dihasilkan dari memasukkan sisa kayu kedalam mesin penggiling seperti pada gambar 3.22



Gambar 3.22 Hasil Dari penggilingan limbah Kayu Menjadi Serbuk Kayu

5. Proses penjemuran Serbuk Kayu, proses penjemuran ini menggunakan sinar matahari selama  $\pm 1$  hari atau sampai serbuk kayu benar-benar kering. Dapat dilihat pada gambar 3.23



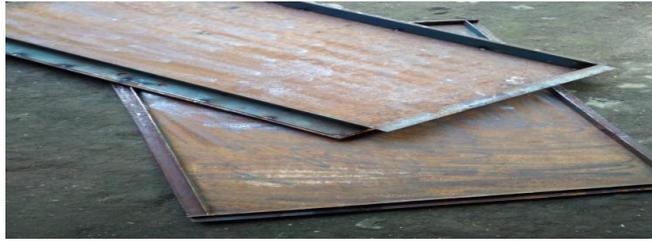
Gambar. 3.23 Proses penjemuran Serbuk Kayu

6. Proses Penyaringan Serbuk Kayu Untuk Mendapatkan Serbuk Kayu yang Terbaik. Dapat dilihat pada gambar 3.24



Gambar 3.24 Menyaring Serbuk Kayu

7. Mempersiapkan cetakan komposit dengan cara membersihkan cetakan dari kotoran yang melekat. Gambar mempersiapkan Cetakan dapat dilihat pada gambar 3.25



Gambar 3.25 Mempersiapkan Cetakan

8. Mengoleskan *mirror glaze (wax)* pada setiap bagian dalam cetakan, tujuannya agar memudahkan pelepasan specimen komposit dari cetakan setelah mengalami Proses pengeringan. Dapat dilihat pada gambar 3.26



Gambar 3.26 *Mirror Glaze* Untuk Mengolesi Cetakan

9. Menimbang Berat Perekat dan Serbuk Kayu dapat dilihat pada gambar 3.27



Gambar 3.27 Menimbang Perekat dan Serbuk Kayu

10. Mencampurkan Lem *Fox* dan Serbuk Kayu, Resin, *Katalis* dan Serbuk Kayu, Lem Putih, Serbuk Kayu dan Parafin, Resin, *Katalis*, Parafin dan Serbuk Kayu, dan Lem *Fox*, Resin, *Katalis*, Parafin dan Serbuk Kayu. Tahapan Pembuatan Dapat dilihat pada gambar 3.28



Gambar 3.28 Tahapan Pembuatan dengan 5 macam Variasi *Matriks*

11. Tutup Cetakan dan Pres Menggunakan Bais C dengan 4 sudut. Dapat dilihat pada gambar 3.29



Gambar 3.29 Menutup Cetakan Menggunakan Bais C dengan 4 sudut

12. dan di diamkan Hingga  $\pm 24$  jam atau bahan-bahan benar Mengeras

13. Setelah Mengeras Lepas tutup Cetakan dan Bais C

14. Jemur Spesimen yang telah dilepas dari cetakan dan biarkan langsung terkena sinar matahari hingga mengering. Dapat dilihat pada gambar 3.30



Gambar 3.30 komposit saat dijemur

15. Setelah Selesai dijemur lalu lapis komposit dengan Kertas HPL namun oleskan terlebih dahulu lem *goat* pada komposit dan setelah itu dilapiskan dengan kertas HPL. Dapat dilihat pada gambar 3.31



Gambar 3.31 Proses Pengolesan Lem goat pada komposit dan kertas HPL

16. Proses Pelapisan Komposit dengan kertas HPS Menggunakan Lem *Goat*.

Dapat dilihat pada gambar 3.32



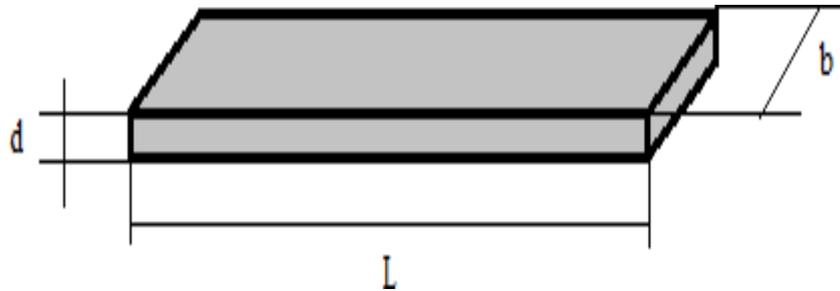
Gambar 3.32 Spesimen yang telah dilapisi dengan kertas HPL dan siap dilakukan pengujian *Three point bending*

#### Pengujian *Three Point Bending*

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji sifat-sifat dari suatu material secara visual. Pengujian sifat mekanis yang dilakukan pada penelitian ini adalah *three point bending* (uji lengkung). Pengujian *three point bending* dilakukan untuk mengetahui tegangan tarik, tekan dan geser suatu bahan komposit. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

### Langkah Kerja Uji *Three Point Bending*

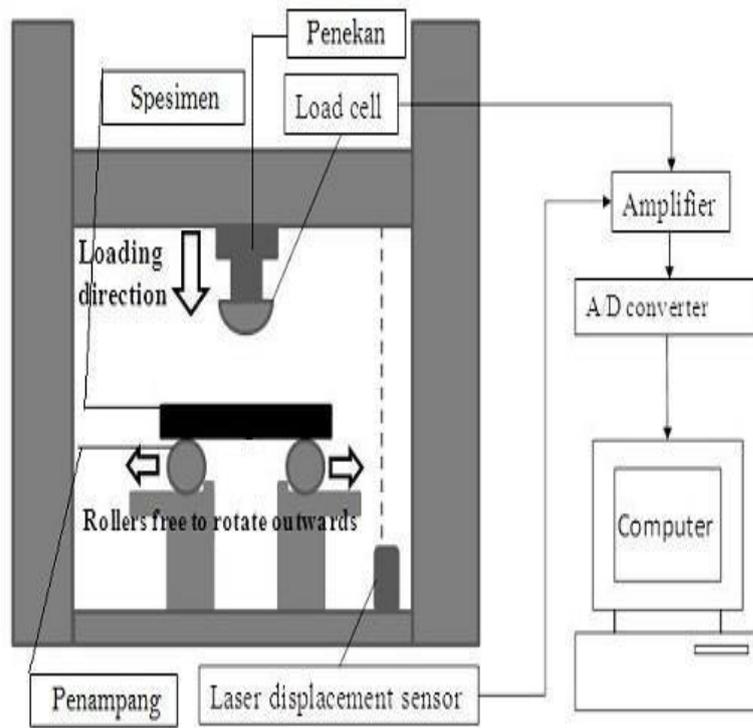
1. Pada pengujian *three point bending* ini peneliti memakai standart ASTM D790. Dapat dilihat pada gambar 3.33.



Gambar. 3.33 Spesimen berbentuk persegi panjang

2. Pemberian tanda pada setiap specimen untuk menghindari kesalahan dalam pembacaan data.
3. Menyiapkan peralatan yang diperlukan.
4. Menyalakan mesin bending, pastikan keamanan mesin terjamin oleh peneliti.
5. Mensetting alat uji *three point bending*.
6. Memasang specimen pada alat uji *three point bending*.
7. Menjalankan uji *three point bending*.
8. Setelah terjadi reaksi tegangan dan regangan, segera matikan mesin uji *three point bending*.
9. Mencatat gaya tekan dan penyusutan yang terjadi pada specimen.
10. Mengeluarkan specimen dari alat uji *three point bending*.
11. Setelah selesai, matikan semua mesin alat uji *three point bending* dan merapikan semua peralatan yang digunakan pada tempatnya.

Mesin alat uji *three point bending* ini berjalan secara otomatis, sehingga specimen mencapai batas optimal hingga terjadi tegangan dan regangan atau patah. Alat ini akan terus berjalan, karena itu diperlukan operator yang selalu ada disisi mesin untuk mengontrol, agar proses pengujian dapat berjalan dengan baik. Dapat dilihat pada gambar 3.34



Gambar 3.34 Setup alatuji *Three Point Bending* (*encrypted-tbn0.gstatic.com*)

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data Hasil Pengujian *Three Point Bending*

Pengujian specimen *Bending* dilakukan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material. Pengujian *three point Bending* masing-masing menggunakan 5 Variasi Matriks yang berbeda-beda dan memiliki 5 spesimen pada setiap Variasi Matriks yang berbeda-beda tersebut.

Tabel 4.1 Spesimen *Three Point Bending*

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Titik uji (mm)
1	300	100	17	220
2	300	100	17	220
3	300	100	17	220
4	300	100	17	220
5	300	100	17	220

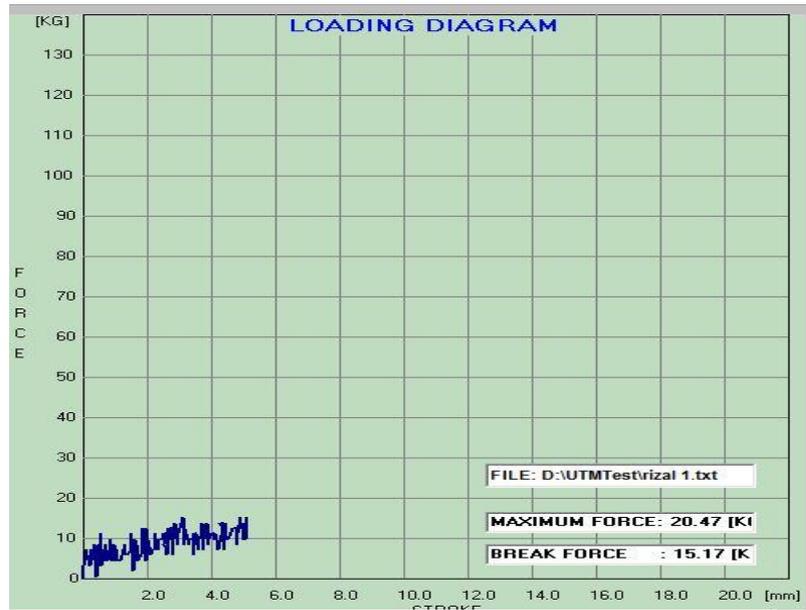
Dalam pembahasan analisa data diperoleh hasil pengujian spesimen di laboratorium Mekanika Kekuatan Material Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pengujian *Three Point Bending* ini dengan spesimen komposit serbuk kayu yang mengacu pada standart ASTM D790. Maka didapat hasil daya tekan pada masing-masing komposit berdasarkan mesin uji bending.

#### 1. Campuran Lem *Fox* dan Serbuk Kayu

Tabel 4.2 Hasil Tekan Pada Campuran Lem *Fox* dan Serbuk Kayu

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Titikuji (mm)	Beban (N)
1	300	100	17	220	20,47
2	300	100	17	220	20,49
3	300	100	17	220	20,51
4	300	100	17	220	20,53
5	300	100	17	220	20,55

Pengujian *Bending* Spesimen 1 pada campuran lem fox dan serbuk kayu



Gambar 4.1 Grafik pengujian spesimen 1 Variasi *Matriks* Pertama



Gambar 4.2 Spesimen uji 1 *Matriks* Pertama sebelum pengujian



Gambar 4.3 Spesimen 1 *matriks* pertama Hasil Pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 1 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(20,47)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{18423N}{57800mm^2} = 0,318Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{0,318\text{MPa}}{2,273} = 0,139\text{MPa}$$

Pengujian *Bending* Spesimen 2 pada campuran lem *fox* dan serbuk kayu



Gambar 4.4 Grafik pengujian spesimen 2 Variasi *Matriks* Pertama



Gambar 4.5 Spesimen uji 2 *Matriks* Pertama sebelum Pengujian



Gambar 4.6 Spesimen 2 *matriks* pertama hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 2 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(20,49)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{18441N}{57800mm^2} = 0,319Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{0,319MPa}{2,273} = 0,140MPa$$

Pengujian *Bending* spesimen 3 pada campuran lem *fox* dan serbuk kayu



Gambar 4.7 Pengujian spesimen 3 Variasi *Matriks* Pertama



Gambar 4.8 spesimen uji 3 *matriks* pertama sebelum pengujian



Gambar 4.9 spesimen 3 *matriks* pertama hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 3 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(20,51)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{18459N}{57800mm^2} = 0,319Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{0,319MPa}{2,273} = 0,140MPa$$

Pengujian *Bending* spesimen 4 pada campuran lem *fox* dan serbuk kayu



Gambar 4.10 Pengujian spesimen 4 Variasi *Matriks* Pertama



Gambar 4.11 spesimen uji 4 *matriks* pertama sebelum pengujian



Gambar 4.12 spesimen 4 *matriks* pertama hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 4 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(20,53)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ \frac{18477N}{57800mm^2} &= 0,139Mpa\end{aligned}$$

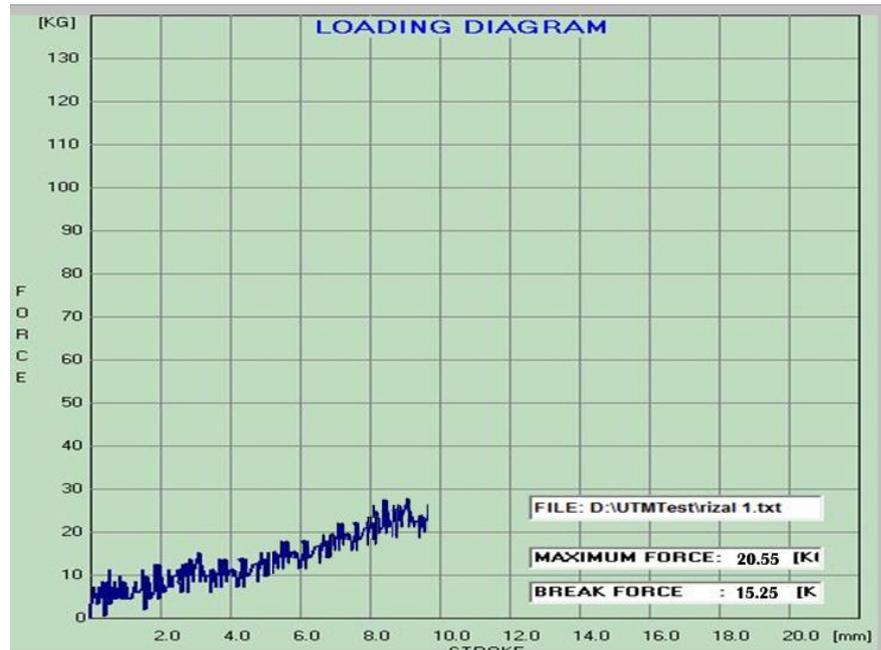
Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah :

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{0,1396MPa}{2,273} = 0,061MPa$$

Pengujian *Bending* spesimen 5 pada campuran lem *fox* dan serbuk kayu



Gambar 4.13 Pengujian spesimen 5 Variasi *Matriks* Pertama



Gambar 4.14 spesimen uji 5 *matriks* pertama sebelum pengujian



Gambar 4.15 spesimen 5 *matriks* pertama hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 5 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(20,55)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{18495N}{57800mm^2} = 0,319Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah :

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% \\ &= 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{0,320MPa}{2,273} = 0,140MPa$$

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Bending pada Variasi *Matriks Lem Fox* dan Serbuk Kayu.

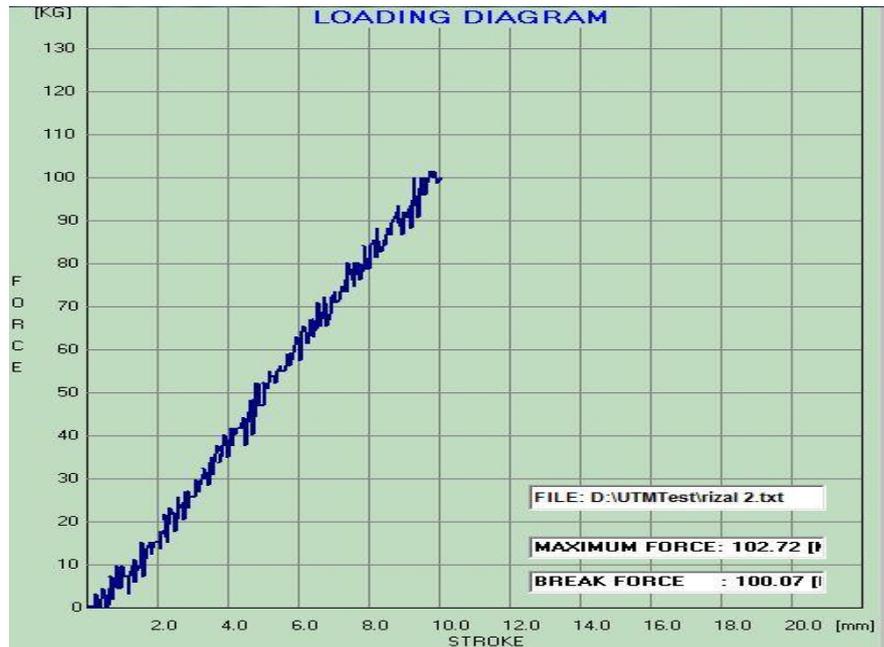
Spesimen	Max Force ( <i>kgf</i> )	Kekuatan Bending ( <i>Mpa</i> )	Modulus Elastisitas ( <i>Mpa</i> )
1	20,47	0,318	0,139
2	20,49	0,319	0,140
3	20,51	0,319	0,140
4	20,53	0,319	0,140
5	20,55	0,319	0,140
Nilai Rata-rata	20,51	0,3	0,139

## 2. Campuran Resin, Katalis dan Tatal Kayu

Tabel 4.4 Hasil Tekan pada Campuran Resin, *Katalish* dan Serbuk Kayu

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Titikuji (mm)	Beban (N)
1	300	100	17	220	102,72 N
2	300	100	17	220	102,75
3	300	100	17	220	102,78
4	300	100	17	220	102,81
5	300	100	17	220	102,84

Pengujian *Bending* Spesimen 1 pada Campuran Resin, *Katalish* dan Serbuk Kayu



Gambar 4.16 Grafik pengujian spesimen 1 Variasi *Matriks* Kedua



Gambar 4.17 spesimen uji 1 *matriks* kedua sebelum pengujian



Gambar 4.18 spesimen 1 *matriks* kedua hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 1 adalah

$$\sigma_{bend} = \frac{3Fl}{2.bd^2}$$

$$= \frac{(3)(102,72)(300)}{(2)(100)(17)^2}$$

$$= \frac{92448N}{57800mm^2} = 1,599Mpa$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

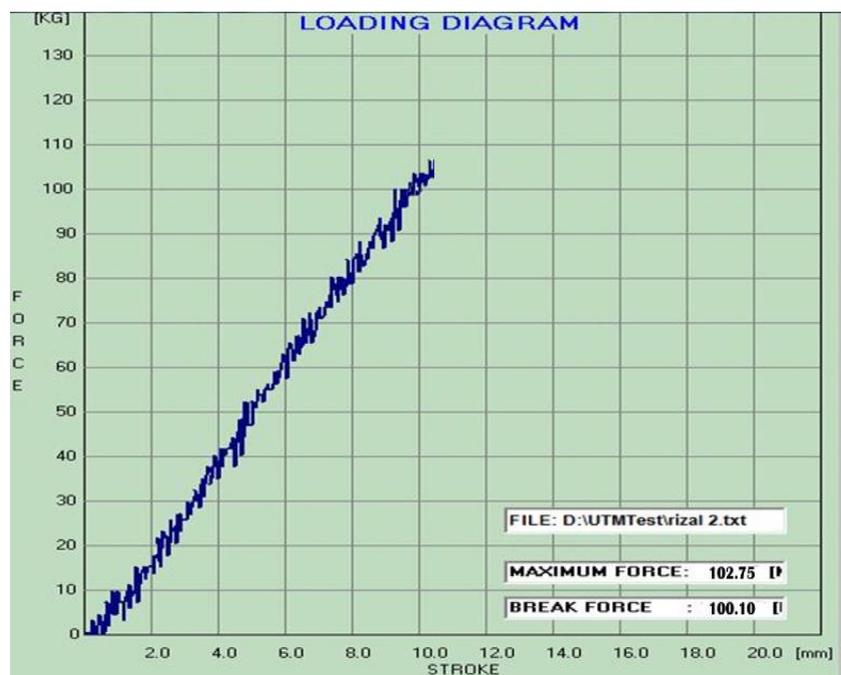
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,559MPa}{2,273} = 0,685MPa$$

Pengujian *Bending* Spesimen 2 pada Campuran Resin, *Katalish* dan Serbuk Kayu



Gambar 4.19 Grafik pengujian spesimen 2 Variasi *Matriks* Kedua



Gambar 4.20 spesimen uji 2 *matriks* kedua sebelum pengujian



Gambar 4.21 spesimen 2 *matriks* kedua hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 2 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(102,75)(300)}{(2)(10)(17)^2} \\ &= \frac{92475N}{57800mm^2} = 1,599Mpa\end{aligned}$$

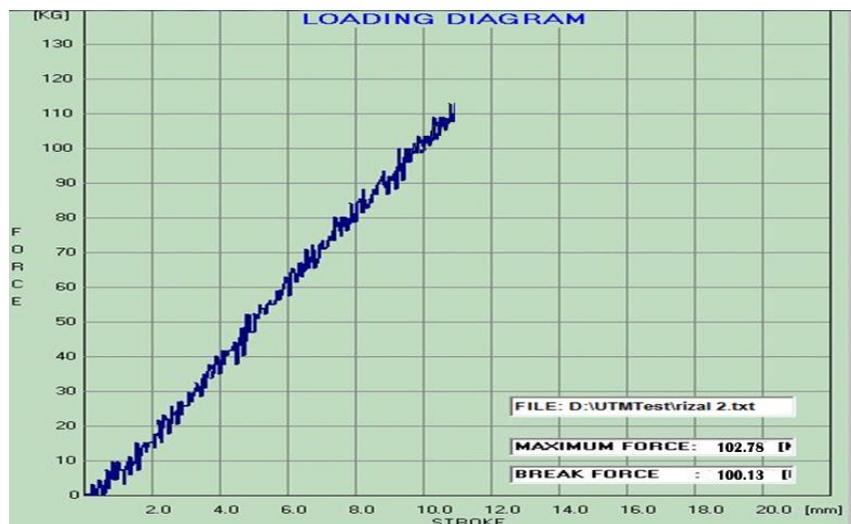
Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{0,163MPa}{2,273} = 0,071MPa$$

Pengujian *Bending* Spesimen 3 pada Campuran Resin, *Katalish* dan Serbuk Kayu



Gambar 4.22 Pengujian spesimen 3 Variasi *Matriks* Kedua



Gambar 4.23 spesimen uji 3 *matriks* kedua sebelum pengujian



Gambar 4.24 spesimen 3 *matriks* kedua hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 3 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(102,78)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{92592N}{57800mm^2} = 1,601Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,601MPa}{2,273} = 0,704MPa$$

Pengujian *Bending* Spesimen 4 pada Campuran Resin, *Katalish* dan Serbuk Kayu



Gambar 4.25 Pengujian spesimen 4 Variasi *Matriks* Kedua



Gambar 4.26 spesimen uji 4 *matriks* kedua sebelum pengujian



Gambar 4.27 spesimen 4 *matriks* kedua hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 4 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(102,81)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{92529N}{57800mm^2} = 1,600Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah :

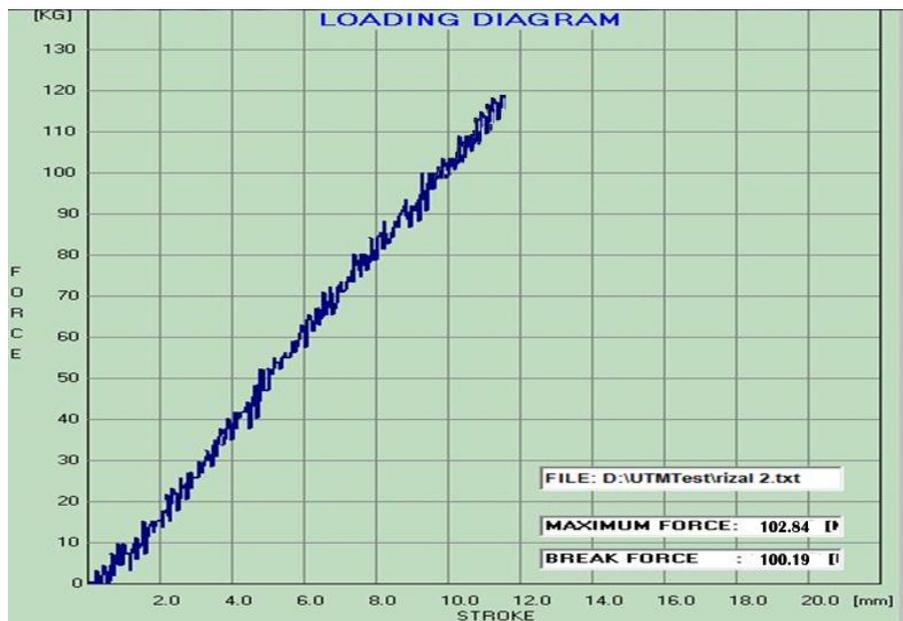
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,600\text{MPa}}{2,273} = 0,703\text{MPa}$$

Pengujian *Bending* Spesimen 5 pada Campuran Resin, *Katalish* dan Serbuk Kayu



Gambar 4.28 Pengujian spesimen 5 Variasi *Matriks* Kedua



Gambar 4.29 spesimen uji 5 *matriks* kedua sebelum pengujian



Gambar 4.30 spesimen 5 *matriks* kedua hasil pengujian Three Point Bending

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 5 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(102,84)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{92556N}{57800mm^2} = 1,601Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah :

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6,82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,601Mpa}{2,273} = 0,704Mpa$$

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Bending pada Variasi Matriks Resin, *Katalish* dan Serbuk Kayu.

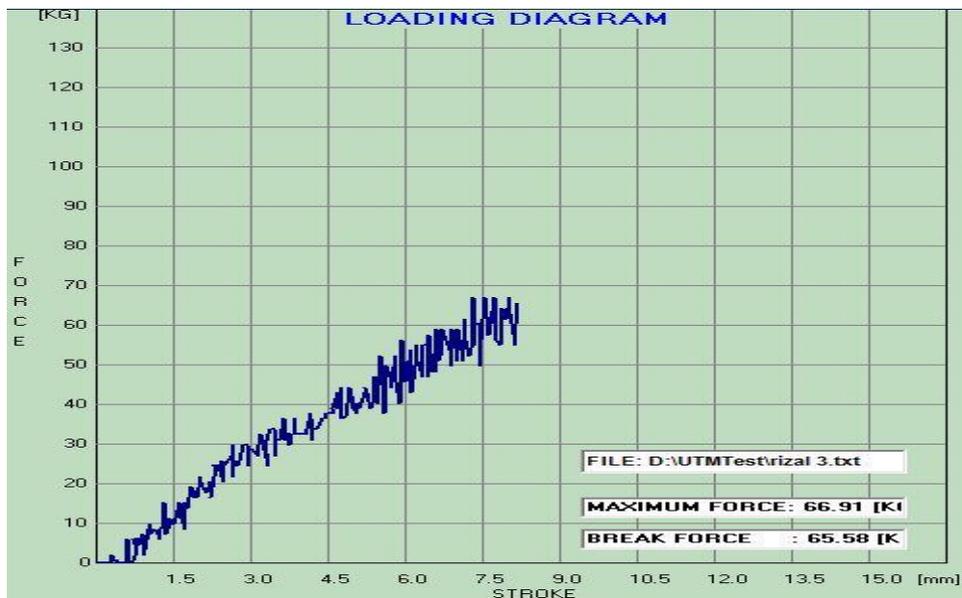
Spesimen	Max Force ( <i>kgf</i> )	Kekuatan Bending( <i>Mpa</i> )	Modulus Elastisitas ( <i>Mpa</i> )
1	102,72	1,599	0,685
2	102,75	1,599	0,071
3	102,78	1,601	0,704
4	102,81	1,600	0,703
5	102,84	1,601	0,704
Nilai Rata-rata	102	1,6	0,573

### 3. Campuran Lem *Fox*, Serbuk Kayu, dan Parafin

Tabel 4.6 Hasil Tekan Pada Campuran Lem *Fox*, Serbuk Kayu, dan Parafin

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Titikuji (mm)	Beban (N)
1	300	100	17	220	66,91
2	300	100	17	220	66,93
3	300	100	17	220	66,94
4	300	100	17	220	66,97
5	300	100	17	220	66,98

Pengujian *Bending* Spesimen 1 Pada Campuran Lem *Fox*, Serbuk Kayu, dan Parafin



Gambar 4.31 Grafik pengujian spesimen 1 Variasi *Matriks* Ketiga



Gambar 4.32 spesimen uji 1 *matriks* ketiga sebelum pengujian



Gambar 4.33 spesimen 1 *matriks* ketiga hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 1 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(66,91)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{60219N}{57800mm^2} = 1,041Mpa\end{aligned}$$

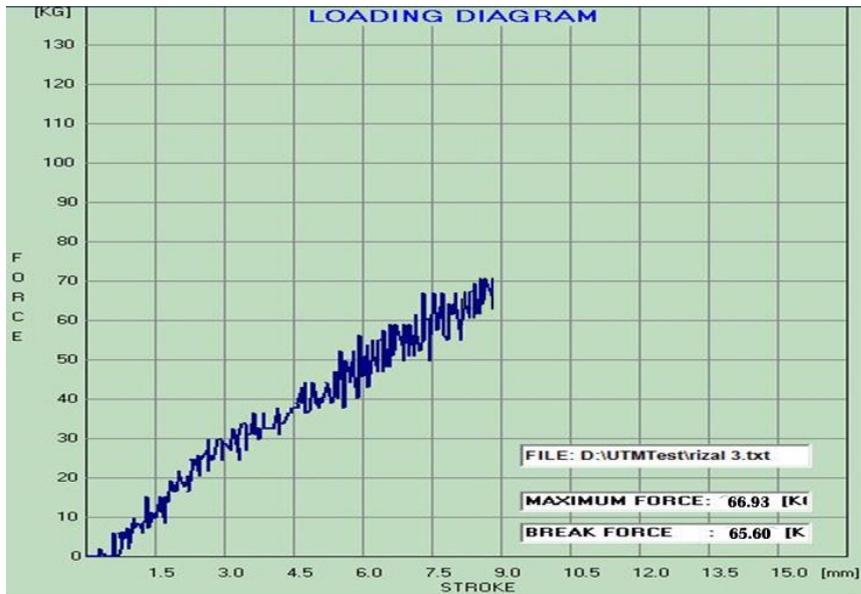
Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,041MPa}{2,273} = 0,457MPa$$

Pengujian *Bending* Spesimen 2 Pada Campuran Lem *Fox*, Serbuk Kayu, dan Parafin



Gambar 4.34 Grafik pengujian spesimen 2 Variasi *Matriks* Ketiga



Gambar 4.35 spesimen uji 2 *matriks* ketiga sebelum pengujian



Gambar 4.36 spesimen 2 *matriks* ketiga hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 2 adalah

$$\begin{aligned} \sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(66,93)(300)}{(2)(10)(17)^2} \\ &= \frac{60237N}{57800mm^2} = 1,042Mpa \end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

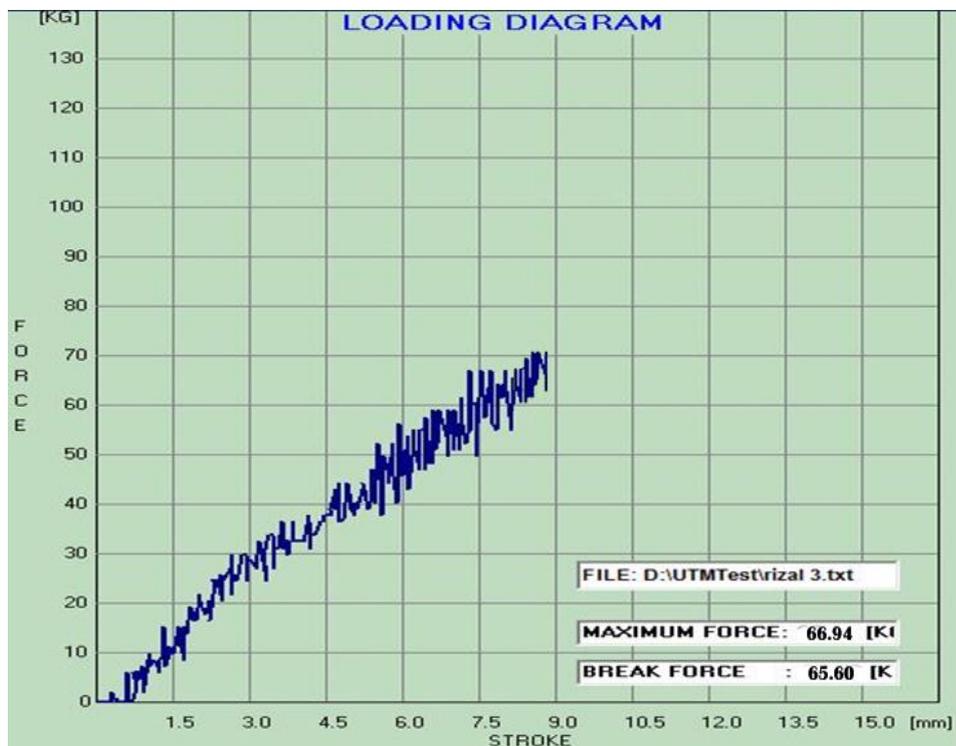
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,042MPa}{2,273} = 0,458MPa$$

Pengujian *Bending* Spesimen 3 Pada Campuran Lem *Fox*, Serbuk Kayu, dan Parafin



Gambar 4.37 Pengujian spesimen 3 Variasi *Matriks* Ketiga



Gambar 4.38 spesimen uji 3 *matriks* ketiga sebelum pengujian



Gambar 4.39 spesimen 3 *matriks* ketiga hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 3 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(66,94)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ \frac{60246N}{57800mm^2} &= 1,042Mpa\end{aligned}$$

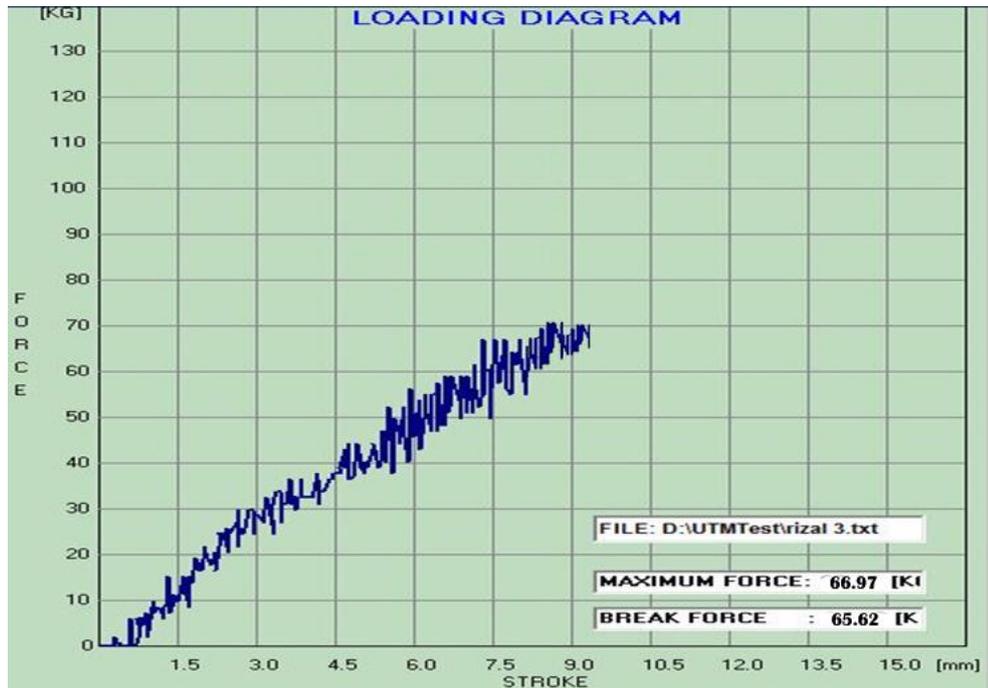
Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,042MPa}{2,273} = 0,458MPa$$

Pengujian *Bending* Spesimen 4 Pada Campuran Lem *Fox*, Serbuk Kayu, dan Parafin



Gambar 4.40 Pengujian spesimen 4 Variasi *Matriks* Ketiga



Gambar 4.41 spesimen uji 4 *matriks* ketiga sebelum pengujian



Gambar 4.42 spesimen 4 *matriks* ketiga hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 4 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(66,97)(300)}{(2)(100)(17)^2}\end{aligned}$$

$$\frac{60273N}{57800mm^2} = 1,042Mpa$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah :

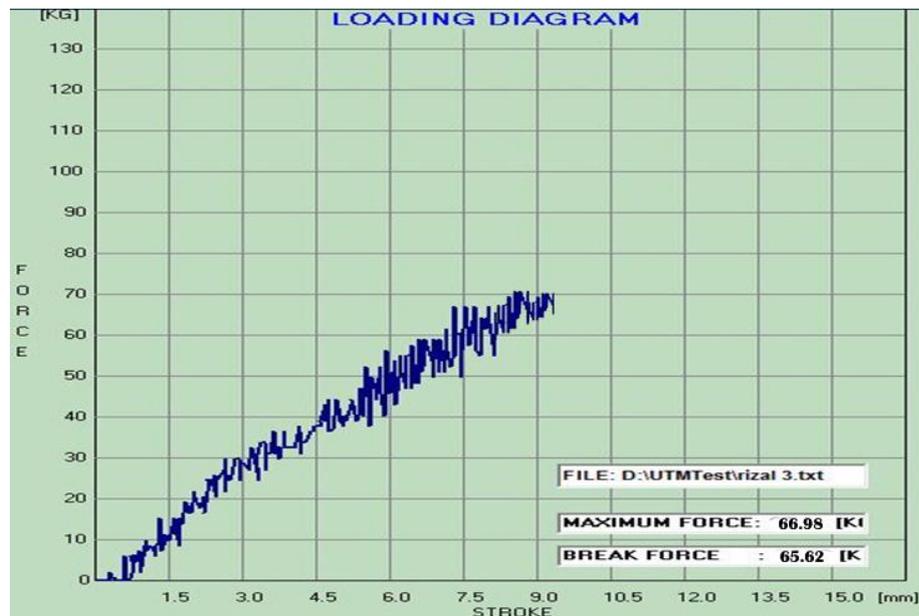
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,042MPa}{2,273} = 0,458MPa$$

Pengujian *Bending* Spesimen 5 Pada Campuran Lem *Fox*, Serbuk Kayu, dan Parafin



Gambar 4.43 Pengujian spesimen 5 Variasi *Matriks* Ketiga



Gambar 4.44 spesimen uji 5 *matriks* ketiga sebelum pengujian



Gambar 4.45 spesimen 5 *matriks* ketiga hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 5 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(66,98)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{60282N}{57800mm^2} = 1,042Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah :

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,042MPa}{2,273} = 0,458MPa$$

Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Bending pada Variasi *Matriks* Lem *Fox*, Serbuk Kayu dan Parafin

Spesimen	Max Force (kgf)	Tegangan Bending(Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
1	66,91	1,041	0,457
2	66,93	1,042	0,458
3	66,94	1,042	0,458
4	66,97	1,042	0,458
5	66,98	1,042	0,458
Nilai Rata-rata	66,94	1	0,457

4. Campuran Resin, *Katalish*, Parafin, dan Serbuk Kayu.

Tabel 4.8 Hasil Tekan Pada Campuran Resin, *Katalish*, Parafin, dan Serbuk Kayu.

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Titik uji (mm)	Beban (N)
1	300	100	17	220	112,01
2	300	100	17	220	112,03
3	300	100	17	220	112,04
4	300	100	17	220	112,06
5	300	100	17	220	112,08

Pengujian *Bending* Spesimen 1 Pada Campuran Resin, *Katalish*, Parafin, dan Serbuk Kayu



Gambar 4.46 Grafik pengujian spesimen 1 Variasi *Matriks* Keempat



Gambar 4.47 spesimen uji 1 *matriks* keempat sebelum pengujian



Gambar 4.48 spesimen 1 *matriks* keempat hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 1 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(112,01)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{100809N}{57800mm^2} = 1,744Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,744MPa}{2,273} = 0,767MPa$$

Pengujian *Bending* Spesimen 2 Pada Campuran Resin, *Katalish*, Parafin, dan Serbuk Kayu



Gambar 4.49 Grafik pengujian spesimen 2 Variasi *Matriks* Keempat



Gambar 4.50 spesimen uji 2 *matriks* keempat sebelum pengujian



Gambar 4.51 spesimen 2 *matriks* keempat hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 2 adalah

$$\sigma_{bend} = \frac{3Fl}{2.bd^2}$$

$$= \frac{(3)(112,03)(300)}{(2)(10)(17)^2}$$

$$\frac{100827N}{57800mm^2} = 1,744Mpa$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

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

$$= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,744MPa}{2,273} = 0,767MPa$$

Pengujian *Bending* Spesimen 3 Pada Campuran Resin, *Katalish*, Parafin, dan Serbuk Kayu



Gambar 4.52 Pengujian spesimen 3 Variasi *Matriks* Keempat



Gambar 4.53 spesimen uji 3 *matriks* keempat sebelum pengujian



Gambar 4.54 spesimen 3 *matriks* keempat hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 3 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(112,04)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{100836N}{57800mm^2} \\ &= 1,744Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,744MPa}{2,273} = 0,767MPa$$

Pengujian *Bending* Spesimen 4 Pada Campuran Resin, *Katalish*, Parafin, dan Serbuk Kayu



Gambar 4.55 Pengujian spesimen 4 Variasi *Matriks* Keempat



Gambar 4.56 spesimen uji 4 *matriks* keempat sebelum pengujian



Gambar 4.57 spesimen 4 *matriks* keempat hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 4 adalah

$$\begin{aligned} \sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(112,06)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{100854N}{57800mm^2} = 1,744Mpa \end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah :

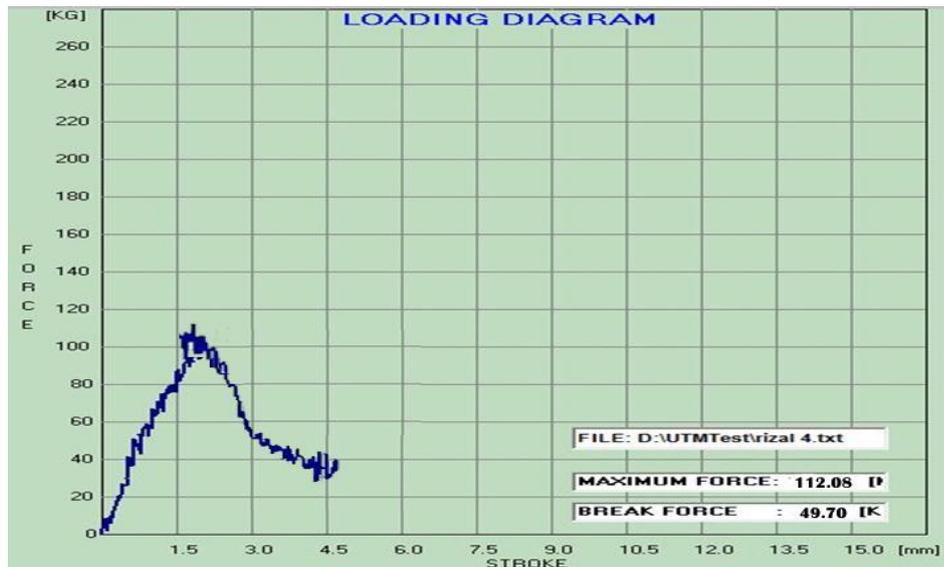
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,744\text{MPa}}{2,273} = 0,767\text{MPa}$$

Pengujian *Bending* 5 Pada Campuran Resin, *Katalish*, Parafin, dan Serbuk Kayu



Gambar 4.58 Pengujian spesimen 5 Variasi *Matriks* Keempat



Gambar 4.59 spesimen uji 5 *matriks* keempat sebelum pengujian



Gambar 4.60 spesimen 5 *matriks* keempat hasil Pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 5 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(112,08)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{100872N}{57800mm^2} = 1,745Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah :

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,745MPa}{2,273} = 0,767MPa$$

Tabel 4.9 Data Hasil Pengujian Bending pada Variasi *Matriks Resin, Katalish, Parafin dan Serbuk Kayu*.

Spesimen	Max Force (kgf)	Tegangan Bending(Mpa)	Modulus Elastisitas(Mpa)
1	112,01	1,744	0,767
2	112,03	1,744	0,767
3	112,04	1,744	0,767
4	112,06	1,744	0,767
5	112,08	1,745	0,767
Nilai Rata-rata	112,04	1,7	0,767

5. Campuran Lem *Fox*, Resin, *Katalish*, Parafin, dan Serbuk Kayu.

Tabel 4.10 Hasil Tekan Pada Campuran Lem *Fox*, Resin, *Katalish*, Parafin, dan Serbuk Kayu.

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Titikuji (mm)	Beban (N)
1	300	100	17	220	108,03
2	300	100	17	220	108,05
3	300	100	17	220	108,08
4	300	100	17	220	108,09
5	300	100	17	220	108,12

Pengujian *Bending* Spesimen 1 Pada Campuran Lem *Fox*, Resin, *Katalish*, Parafin, dan Serbuk Kayu.



Gambar 4.61 Grafik pengujian spesimen 1 Variasi *Matriks* Kelima



Gambar 4.62 spesimen uji 1 *matriks* kelima sebelum pengujian



Gambar 4.63 spesimen 1 *matriks* kelima hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 1 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(108,03)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{97227N}{57800mm^2} = 1,682Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,682MPa}{2,273} = 0,739MPa$$

Pengujian *Bending* Spesimen 2 Pada Campuran Lem *Fox*, Resin, *Katalish*, Parafin, dan Serbuk Kayu.



Gambar 4.64 Grafik pengujian spesimen 2 Variasi *Matriks* Kelima



Gambar 4.65 spesimen uji 2 *matriks* kelima sebelum pengujian



Gambar 4.66 spesimen 2 *matriks* kelima hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 2 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(108,05)(300)}{(2)(10)(17)^2} \\ &= \frac{97245N}{57800mm^2} = 1,682Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

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

$$= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,682 \text{ MPa}}{2,273} = 0,739 \text{ MPa}$$

Pengujian *Bending* Spesimen 3 Pada Campuran Lem *Fox*, Resin, *Katalish*, Parafin, dan Serbuk Kayu.



Gambar 4.67 Pengujian spesimen 3 Variasi *Matriks* Kelima



Gambar 4.68 spesimen uji 3 *matriks* kelima sebelum pengujian



Gambar 4.69 spesimen 3 *matriks* kelima hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 3 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(108,08)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{97272N}{57800mm^2} = 1,682Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,682MPa}{2,273} = 0,739MPa$$

Pengujian *Bending* Spesimen 4 Pada Campuran Lem *Fox*, Resin, *Katalish*, Parafin, dan Serbuk Kayu.



Gambar 4.70 Pengujian spesimen 4 Variasi *Matriks* Kelima



Gambar 4.71 spesimenuji 4 *matriks* kelima sebelum pengujian



Gambar 4.72 spesimen 4 *matriks* kelima hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 4 adalah

$$\sigma_{bend} = \frac{3Fl}{2.bd^2}$$

$$= \frac{(3)(108,09)(300)}{(2)(100)(17)^2}$$

$$\frac{97281N}{57800mm^2} = 1,683Mpa$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah :

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

$$= \frac{6.82}{300} \times 100\% = 2,273\%$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,683MPa}{2,273} = 0,740MPa$$

Pengujian *Bending* Spesimen 5 Pada Campuran Lem *Fox*, Resin, *Katalish*, Parafin, dan Serbuk Kayu.



Gambar 4.73 Pengujian spesimen 5 Variasi *Matriks* Kelima



Gambar 4.74 spesimen uji 5 *matriks* kelima sebelum pengujian



Gambara 4.75 spesimen 5 *matriks* kelima hasil pengujian *Three Point Bending*

Maka untuk menghitung tegangan pada benda uji 5 adalah

$$\begin{aligned}\sigma_{bend} &= \frac{3Fl}{2.bd^2} \\ &= \frac{(3)(108,12)(300)}{(2)(100)(17)^2} \\ &= \frac{97308N}{57800mm^2} = 1,683Mpa\end{aligned}$$

Menghitung nilai elongation untuk mengetahui nilai regangan adalah :

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6,82}{300} \times 100\% = 2,273\%\end{aligned}$$

Maka perhitungan modulus elastisitas :

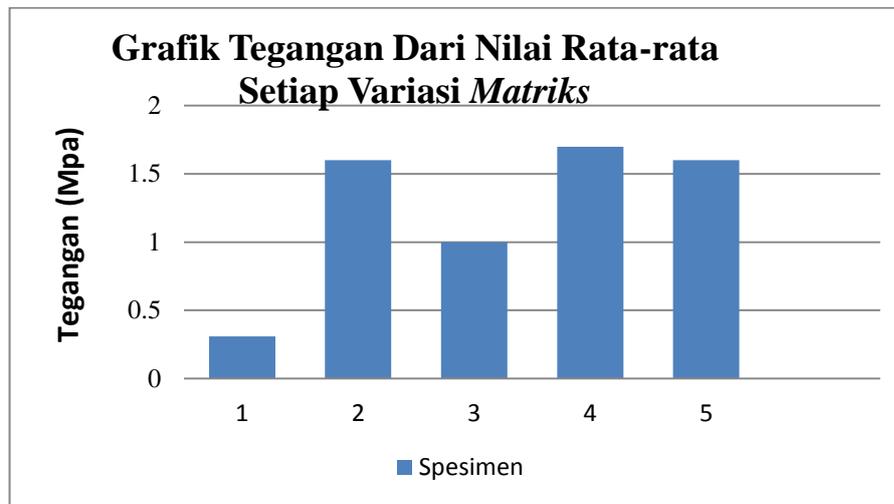
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,683MPa}{2,273} = 0,740MPa$$

Tabel 4.11 Data Hasil Pengujian Bending pada Variasi Lem *Fox*, Resin, *Katalish*, Parafin dan Serbuk Kayu.

Spesimen	Max Force ( <i>kgf</i> )	Tegangan Bending( <i>Mpa</i> )	Modulus Elastisitas ( <i>Mpa</i> )
1	108,03	1,682	0,739
2	108,05	1,682	0,739
3	108,08	1,682	0,739
4	108,09	1,683	0,740
5	108,12	1,683	0,740
Nilai Rata-rata	108,07	1,6	0,739

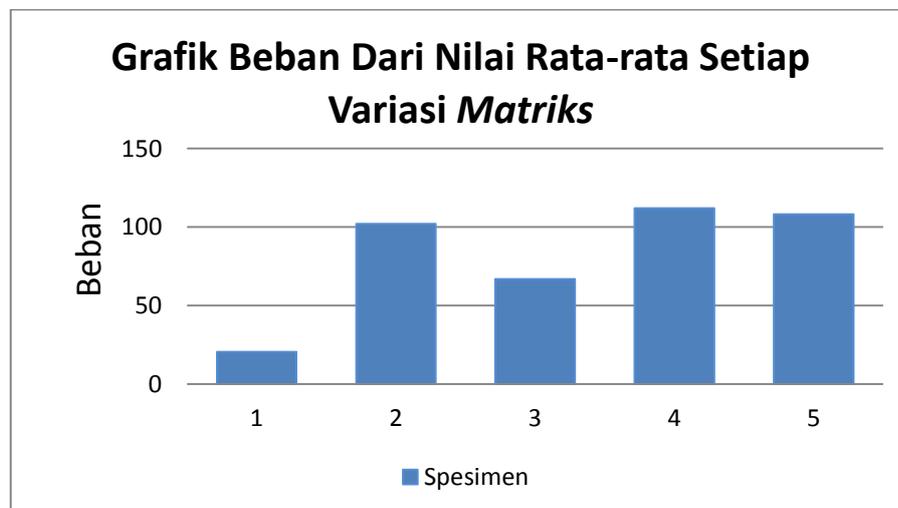
## 4.2 Pembahasan

Hasil pengujian *bending* dengan variasi *matriks* yang berbeda dapat dilihat pada gambar grafik 4.76 bahwa spesimen yang memiliki pembebanan lebih tinggi pada variasi matriks ke-4 yaitu menunjukkan bahwa variasi *matriks* antara resin, katalis dan parafin dapat meningkatkan kualitas pada komposit, sementara pada variasi *matriks* lem *fox* menunjukkan pembebanan paling rendah, hal ini dikarenakan pada komposit hanya menggunakan lem putih (*fox*) sebagai perekat serbuk kayu.



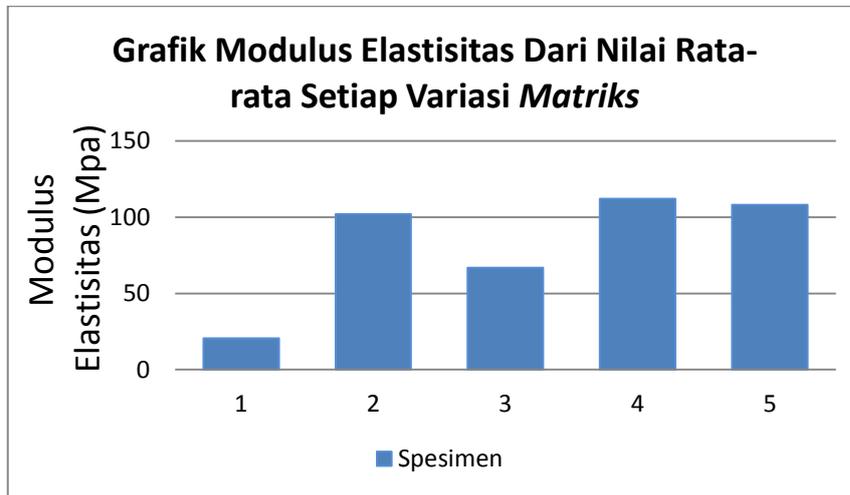
Gambar 4.76 Grafik Tegangan Dari Nilai Rata-rata Setiap Variasi *Matriks*

Dari Gambar 4.77 Grafik Tegangan Dapat dilihat Bahwa Angka Tertinggi Pada Variasi *Matriks* ke-4 Mencapai 112,04 Mpa, Sedangkan Angka Terendah pada Variasi *Matriks* Pertama Hanya Mencapai 20,51 Mpa.



Gambar 4.77 Grafik Beban Dari Nilai Rata-rata Setiap Variasi *Matriks*

Hasil Modulus Elastisitas Setelah dilakukan Pengujian Nilai Tertinggi Pada Variasi *Matriks* ke-4 Mencapai 0,767 Mpa, dan Nilai Terendah Modulus Elastisitas pada Variasi *Matriks* pertama hanya mencapai 0,139 Mpa. Dapat dilihat pada gambar 4.78



Gambar 4.78 Grafik Modulus Elastisitas Dari Nilai Rata-rata Setiap Variasi *Matriks*



Gambar 4.79 Spesimen Pada saat dilakukan Pengujian *Three Point Bending*



Gambar 4.80 Spesimen Hasil Pengujian *Three Point Bending*

## **BAB 5**

### **Kesimpulan Dan Saran**

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian pengujian 3P-Bending maka dapat dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Hasil uji 3P-Bending pada seluruh spesimen menunjukkan bahwa *matriks* ke-4 yang menggunakan campuran resin, katalis dan parafin dapat mempengaruhi kekuatan spesimen uji 3P-*bending*.
2. Dari hasil pengujian *Three point bending*, nilai rata-rata setiap variasi Matriks 1,2,3,4, dan 5 nilai kekuatan bending tertinggi ada pada matriks ke-4 yaitu sebesar 1,744 Mpa
3. Variasi matriks resin, katalis, dan parafin jika digabungkan sangat berpengaruh terhadap kekuatan komposit

#### 5.2. Saran

Agar penelitian ini lebih baik lagi maka ada beberapa saran sebagai berikut:

1. Pada saat pengadukan serbuk kayu dan *matriks* harus rata agar serbuk kayu tidak menggumpal dan menghasilkan spesimen yang baik.
2. Pada saat pengujian pastikan titik tekan berada di tengah agar hasil *Threepoint bending* sesuai yang diharapkan.
3. Dalam melakukan pengujian harap mengutamakan keselamatan kerja

## DAFTAR PUSTAKA

- Leo Jumadin Awal Hamsa.(2016) *Analisa rendaman suara komposit resin polyster yang berpenguat serbuk kayu jati.*"Fakultas Teknik Mesin, Universitas Halu Oleo Kendari.
- Fandhy Rusmiyanto, (2007), "*Pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit nylon/epoxy resin serat pendek random*"
- Muhammad Fachrozzy Akbar, (2016), *Pengaruh perlakuan alkali pada komposit di perkuat serabut kelapa terhadap kekuatan tarik.* Laporan tugas akhir, Medan: Program Studi Teknik Mesin, Universitas muhammadiyah sumatera utara.
- Sulian, Andri. (2008)*Pengaruh Komposisi Matrik-Partikel dan Jenis Resin Terhadap Sifat Mekanik Komposit Yang Diperkuat Serbuk Tempurung Kemiri.* Universitas Lampung Selasa , 23 Oktober 2018, pukul 09.34Wib.
- Sanjay K. Mazundar. (2001) *dalam bukunya Composite manufacturing*
- Manfaat.co.id, *Manfaat Serbuk Kayu.*<https://manfaat.co.id>. di akses tanggal 10 september 2021
- Muh. Akbar. (2017) *Karakterisasi Papan Akustik Dari Limbah Kulit Jagung Dengan Perekat Lem Fox* Laporan tugas akhir, Makassar: Universitas Islam Negeri Alaudin Makassar.
- Fatriasari, et.al.(2011) *Limbah Serbuk Gergaji Dapat Dimanfaatkan untuk Berbagai Keperluan.*
- Setiyono.(2004) *Serbuk Kayu Adalah Butiran Kayu Yang dihasilkan Dari Proses Menggergaji.*
- Khamid.(2011) *Kelebihan dan kekurangan Metode Uji Three Point Bending.*
- Sidabutar. (2009) *Pada dasarnya bahan baku papan partikel berasal dari sisa pengolahan kayu industry penggergajian.*
- Hantoro, Uji Setyo. (2010) *Papan Partikel Berbahan Baku Serbuk Gergaji Ini dapat Menggunakan Resin dan Lem Fox.*
- Putriani, Videlia. (2005) *Kualitas Papan Partikel Core Kenaf (Hibiscus Cannabinus L) Pada Berbagai Kadar Paraffin dalam Bentuk Emulsi* ,Laporan Tugas Akhir, Institut Pertanian Bogor.
- Yani, M. (2017) *Desain Helmet Sepeda Half Face Dengan CAD.* Jurnal Teknovasi, 4(2): 62-68

# LAMPIRAN

1. Data Spesimen 1, 2, 3, 4, dan 5 Variasi *Matriks Lem Fox* dan Serbuk Kayu

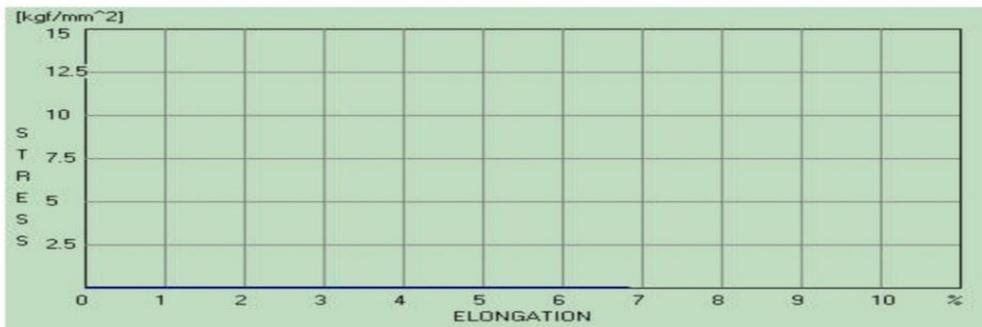


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: [proditmesin\\_fatek@umsu.ac.id](mailto:proditmesin_fatek@umsu.ac.id)

**TEST REPORT**

Test No. :	<b>1</b>	Max. Force :	<b>20.47 (kgf)</b>
Test Type :	<b>3P-Bending</b>	Break Force :	<b>15.17 (kgf)</b>
Date Test :	<b>11-9-2020;</b>	Yield Strength :	<b>0.01</b>
Specimens :	<b>Others</b>	Tensile Strength :	<b>0.01</b>
Area :	<b>1800.00</b>	Elongation :	<b>6.82 (%)</b>



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

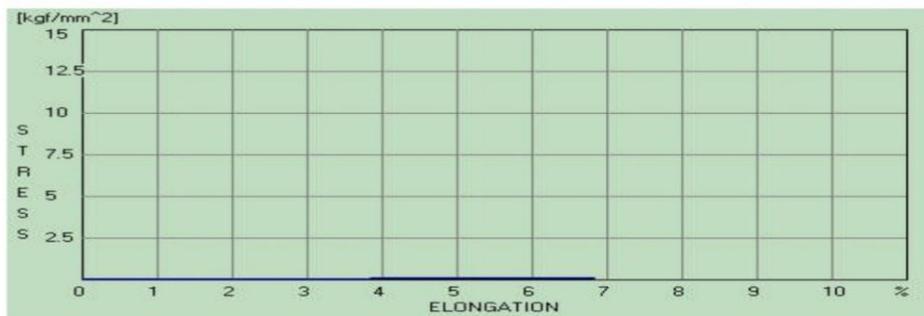


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: [proditmesin\\_fatek@umsu.ac.id](mailto:proditmesin_fatek@umsu.ac.id)

**TEST REPORT**

Test No. :	<b>2</b>	Max. Force :	<b>20.49 (kgf)</b>
Test Type :	<b>3P-Bending</b>	Break Force :	<b>15.19 (kgf)</b>
Date Test :	<b>11-9-2020;</b>	Yield Strength :	<b>0.01</b>
Specimens :	<b>Others</b>	Tensile Strength :	<b>0.06</b>
Area :	<b>1800.00</b>	Elongation :	<b>6.82 (%)</b>



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

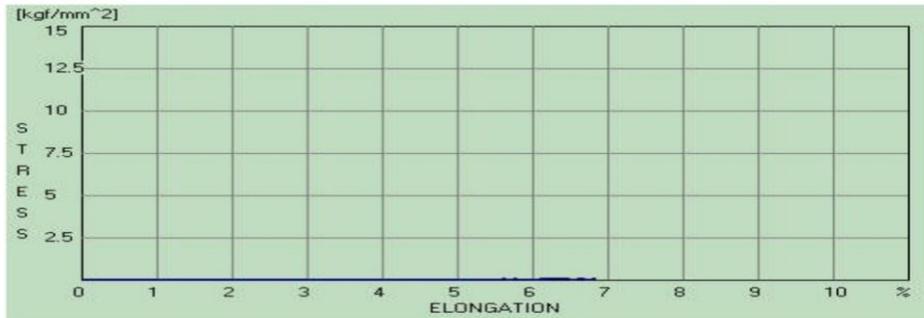


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	3	Max. Force :	20.51 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	15.21 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.04
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprosdi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

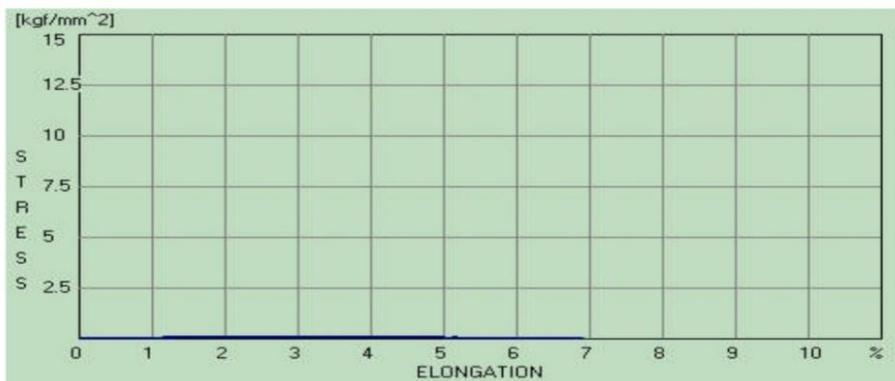


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	4	Max. Force :	20.53 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	15.23 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.03
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprosdi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

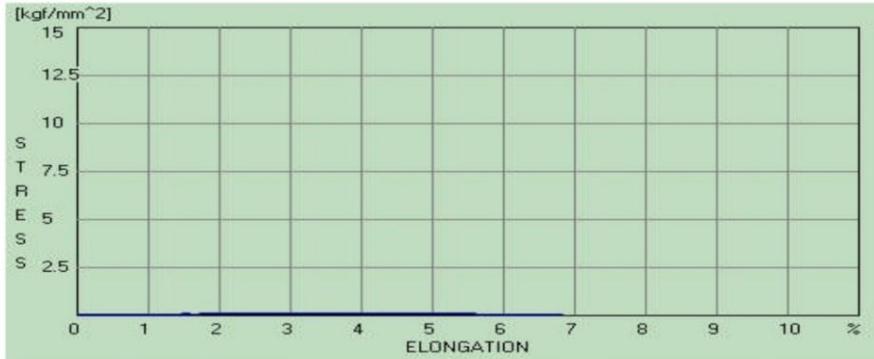


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	5	Max. Force :	20.55 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	15.25 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.02
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

2. Data Spesimen 1, 2, 3, 4, dan 5 Variasi Matriks Resin, Katalis dan Serbuk Kayu

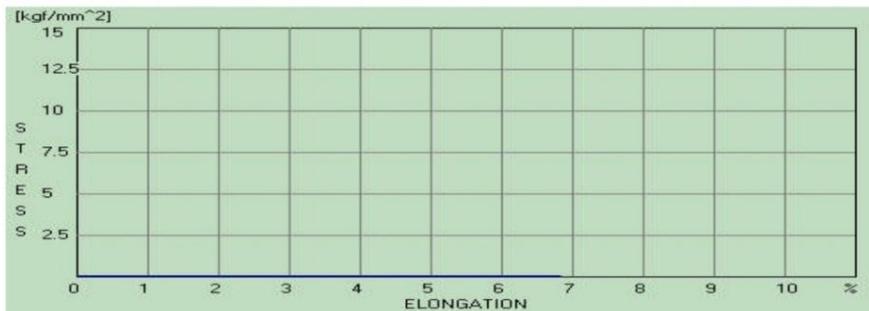


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	1	Max. Force :	102.72 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	100.07 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.01
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

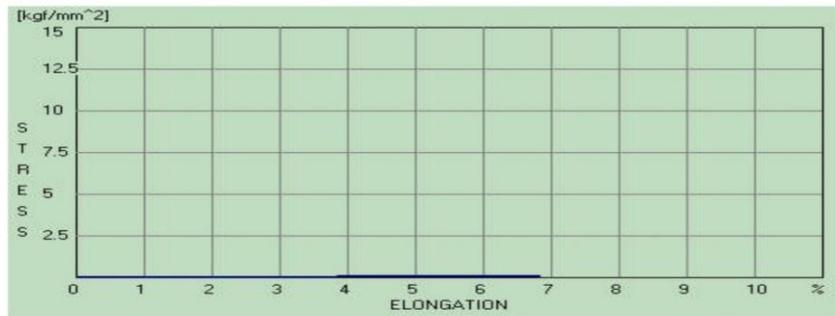


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	2	Max. Force :	102.75 (kaf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	100.10 (kaf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.06
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

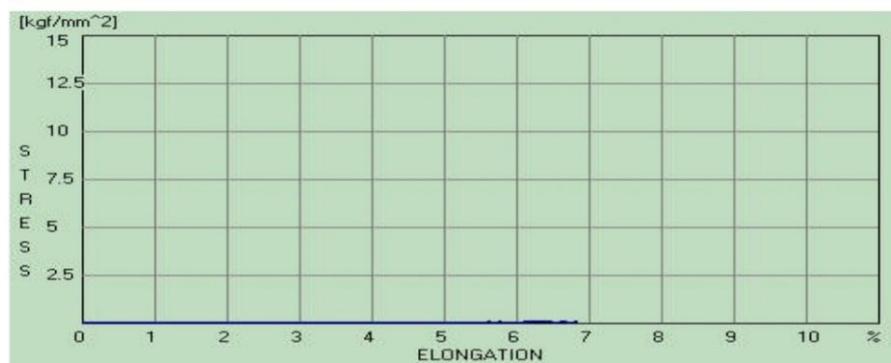


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	3	Max. Force :	102.78 (kaf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	100.13 (kaf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.04
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

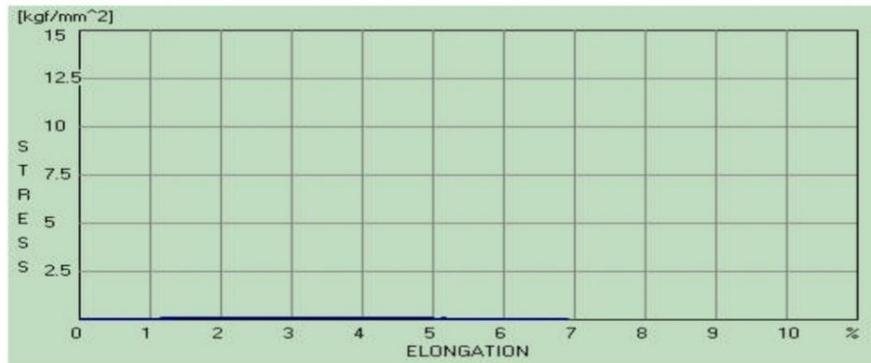


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	4	Max. Force :	102.81 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	100.16 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.03
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

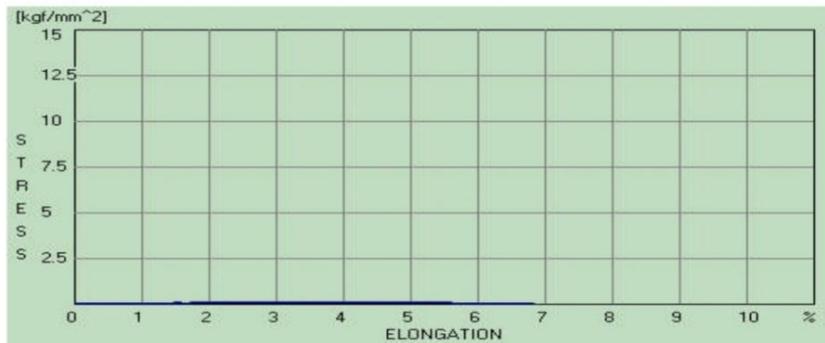


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

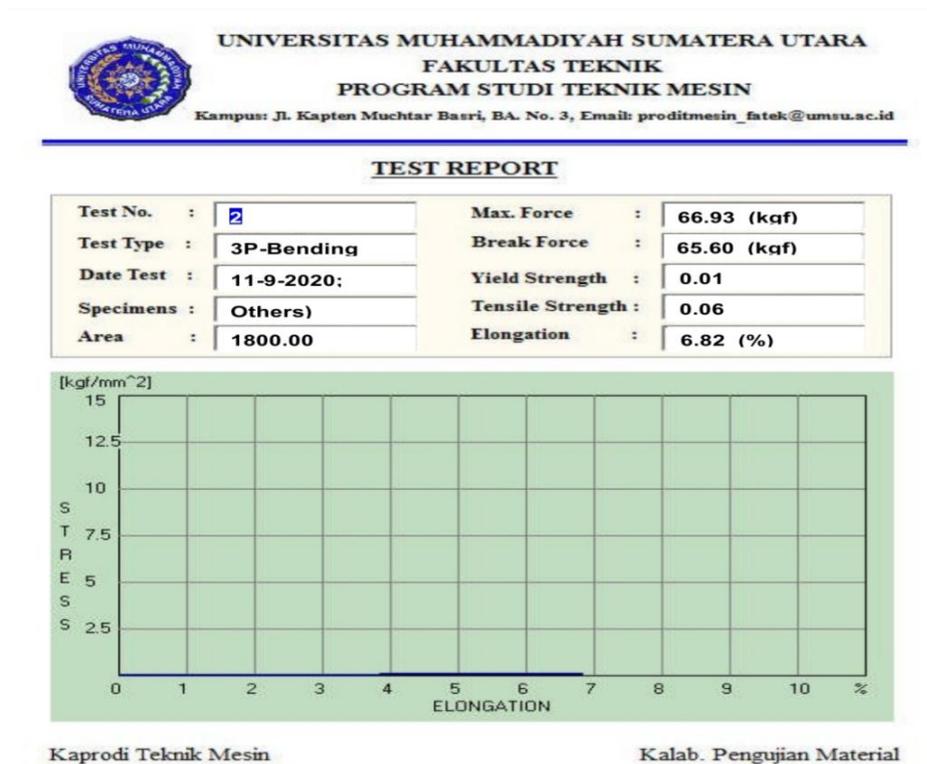
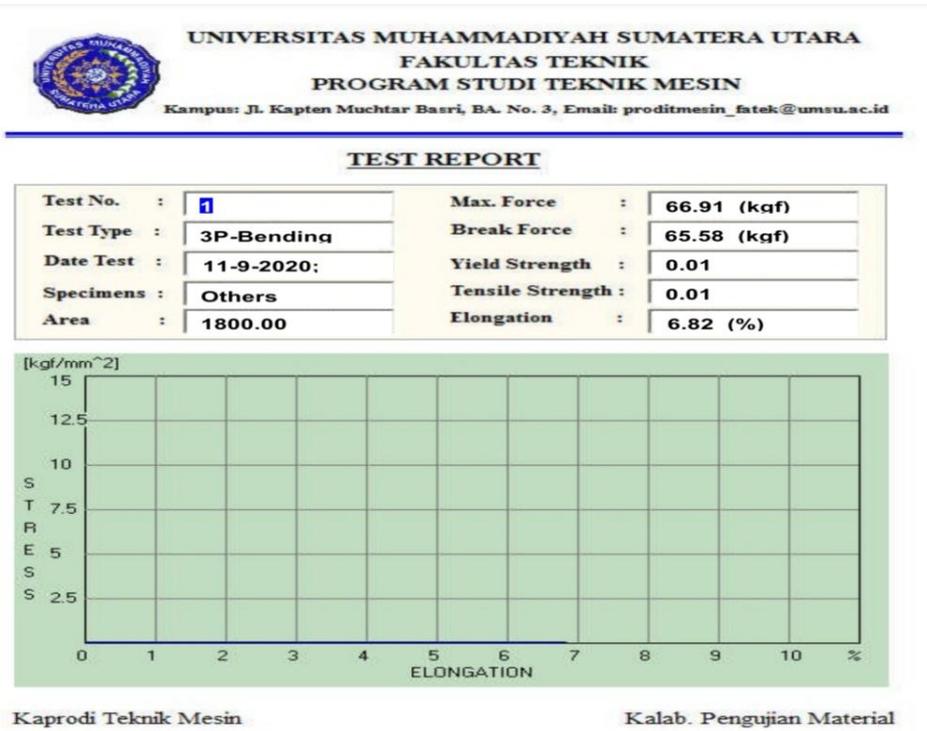
Test No. :	5	Max. Force :	102.84 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	100.19 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.02
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

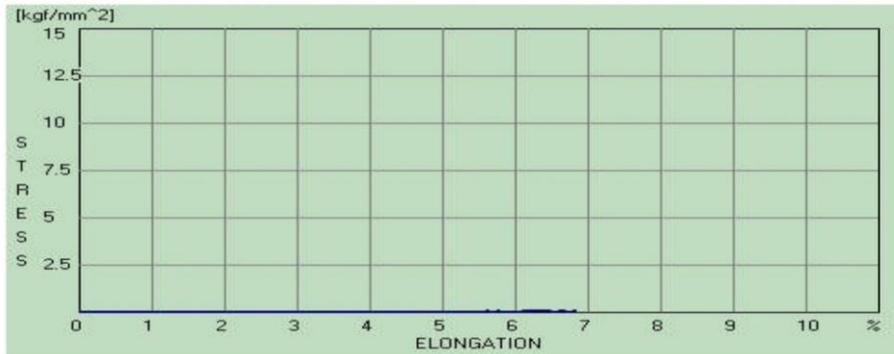
3. Data Spesimen 1, 2, 3, 4, dan 5 Variasi Matriks Lem Fox, Serbuk Kayu, dan Parafin.





**TEST REPORT**

Test No. :	3	Max. Force :	66.94 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	65.60 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.04
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



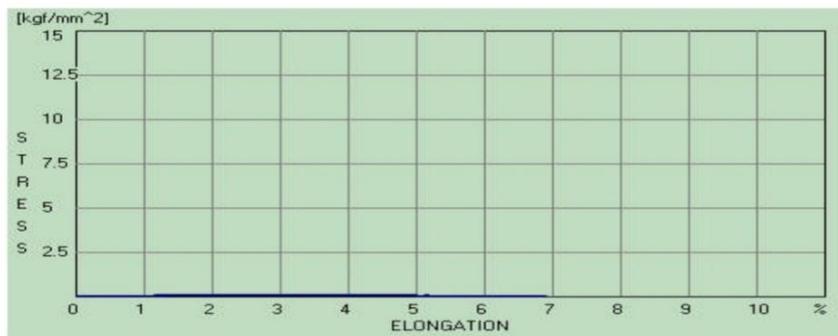
Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material



**TEST REPORT**

Test No. :	4	Max. Force :	66.97 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	65.62 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.03
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



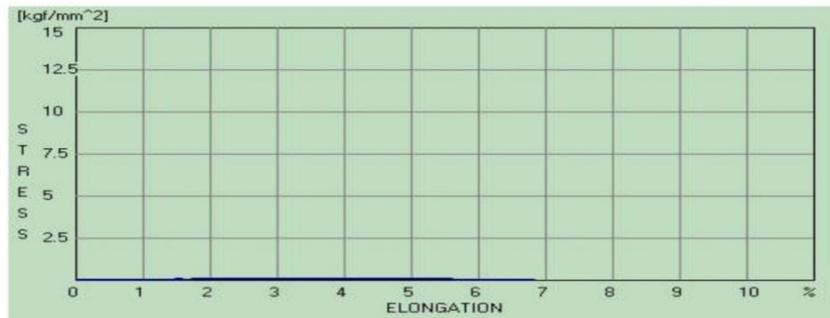
Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material



**TEST REPORT**

Test No. :	5	Max. Force :	66.98 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	65.62 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.02
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

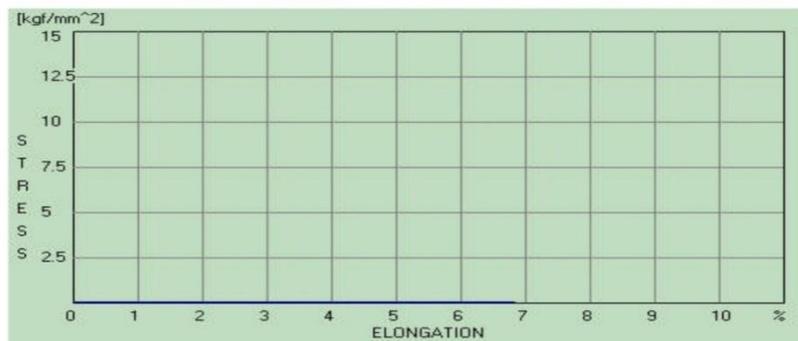
Kalab. Penguujian Material

4. Data Spesimen 1, 2, 3, 4, dan 5 Variasi Matriks Resin, Katalish, Parafin dan Serbuk Kayu



**TEST REPORT**

Test No. :	1	Max. Force :	112.01 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	49.66 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.01
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Penguujian Material

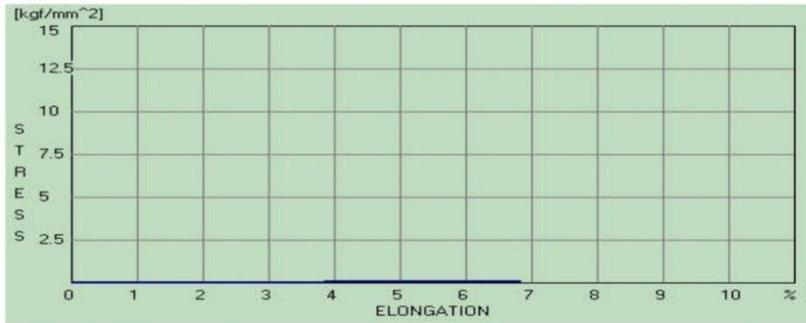


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	2	Max. Force :	112.03 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	49.67 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.06
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprod Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

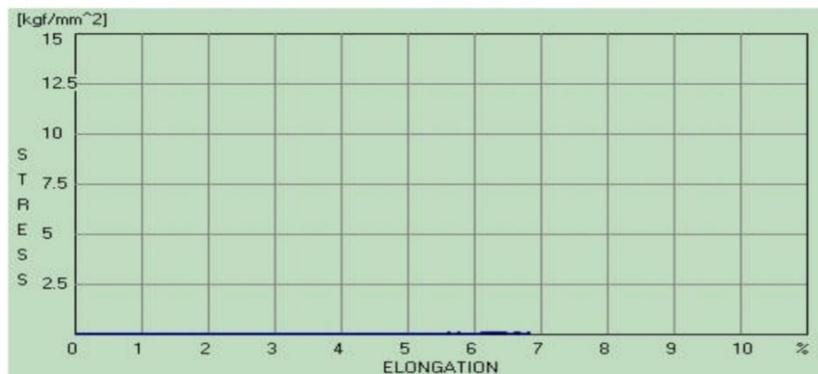


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	3	Max. Force :	112.04 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	49.67 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.04
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprod Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

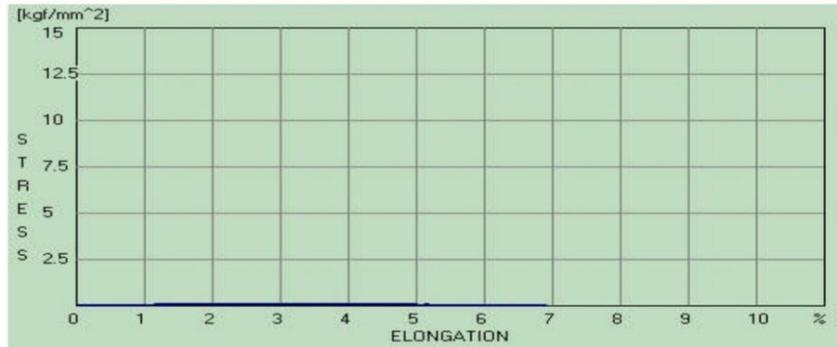


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	4	Max. Force :	112.06 (kqf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	49.68 (kqf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.03
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprodik Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

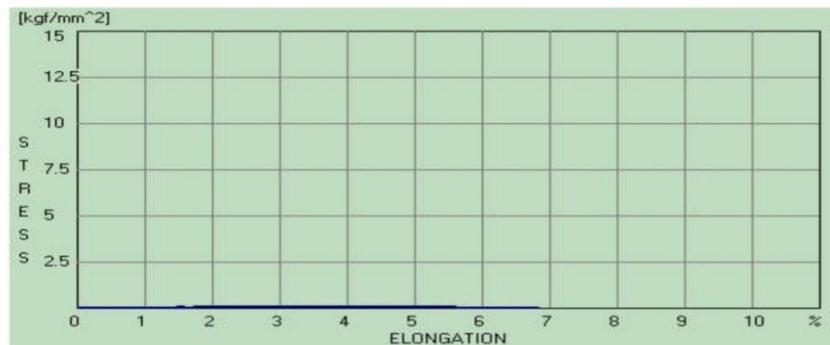


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

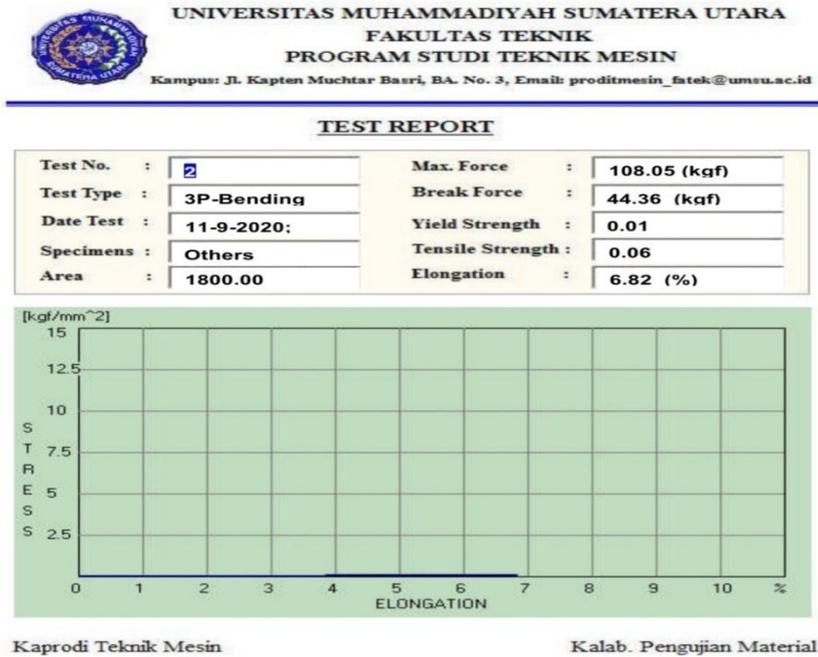
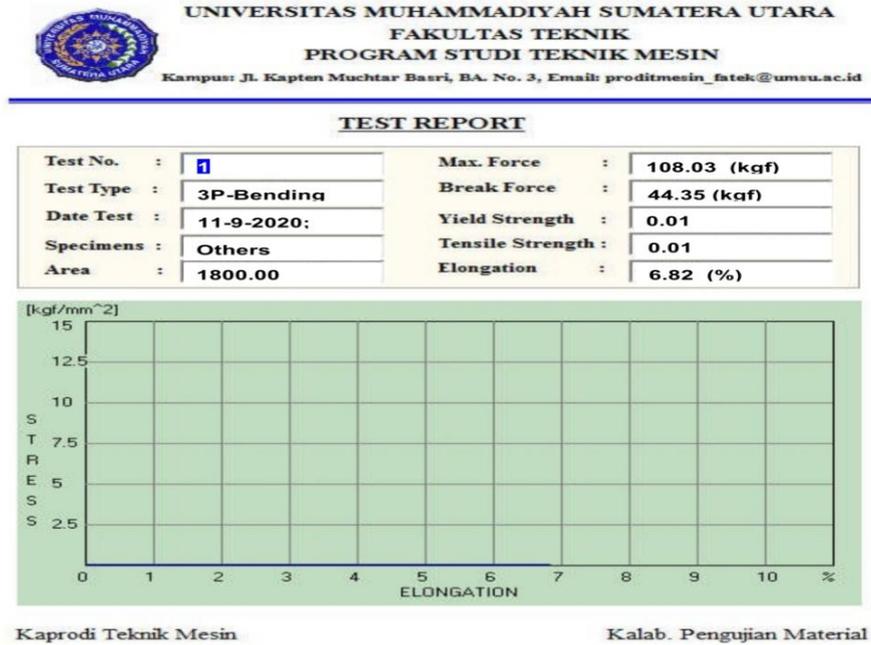
Test No. :	5	Max. Force :	112.08 (kqf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	49.70 (kqf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.02
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprodik Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

5. Data Spesimen 1, 2, 3, 4, dan 5 Variasi Matriks Lem Fox, Resin, Katalish, Parafin, dan Serbuk Kayu



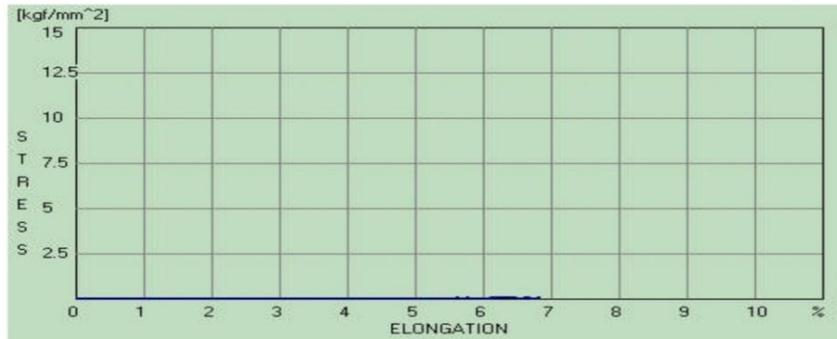


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	3	Max. Force :	108.08 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	44.37 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.04
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprod Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

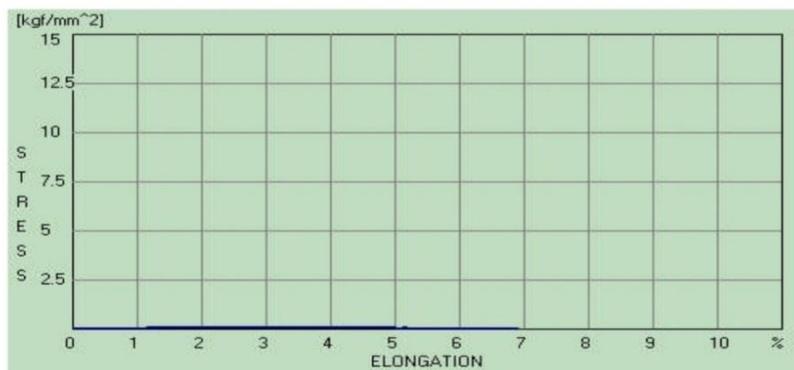


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	4	Max. Force :	108.09 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	44.39 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.03
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprod Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

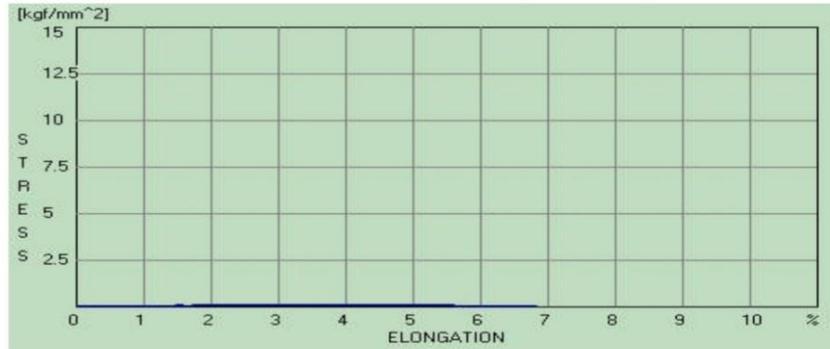


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	5	Max. Force :	108.12 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	44.41 (kgf)
Date Test :	11-9-2020;	Yield Strength :	0.01
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.02
Area :	1800.00	Elongation :	6.82 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material



## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Pemanfaatan Limbah Tatal Kayu Sebagai Bahan Dasar Particle Board

Nama : Muhammad Rizal Pratama  
NPM : 1407230110

Dosen Pembimbing 1 : M. Yani, S.T., M.T  
Dosen Pembimbing 2 : H. Muharnif, S.T., M.Sc

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	7/12/19	- Pembentukan tugas skripsi	myfu
	13/12/19	- Perbaiki format penulisan	myfu
	3/02/20	- Perbaiki Bab I, latar belakang rumusan masalah & tujuan	myfu
	15/03/20	- Perbaiki Bab II, tambahkan perhitungan pengujian	myfu
	06/10/20	- Perbaiki Bab III, flow chart	myfu
	03/04/21	- Perbaiki Analisa & pembahasan	myfu
	07/04/21	- Acc seminar	myfu
	08/04/21	- Bab I } Perbaiki Ruang Lingkup Bab II } Revisi Latar belakang Revisi Tinjauan pustaka	f
	10/04/21	- Bab III } Perbaiki Gambar Alat. Bab IV } Revisi Analisa Data.	f
	11/04/21	- Acc seminar	f



Bila merendik surat ini agar ditubuhkan nomor dan tanggalnya

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

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

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1107/IL.3-AU/UMSU-07/F/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 22 Oktober 2020 dengan ini Menetapkan :

Nama : **Muhammad Rizal Pratama**  
NPM : 1407230110  
Program Studi : **TEKNIK MESIN**  
Semester : **IX (Sembilan)**  
Judul Tugas Akhir : ~~Pemanfaatan Limbah Fatal Kayu Sebagai Bahan Dasar Paper Particle Board~~ *Analisis kekuatan Bendung Komposit diperkuat Serbuk Kayu dengan Variasi Matriks*  
Pembimbing – I : **M. Yani, S.T., M.T**  
Pembimbing – II : **H. Muharnif M, S.T., 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 dan tanggal yang telah ditetapkan.

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

Ditetapkan di Medan pada Tanggal,

Medan, 05 Rabi'ul Awal 1442 H  
22 Oktober 2020 M

Dekan

**Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T**  
NIDN : 0101017202

Cc. File

*Keterangan : Pergantian Judul Skripsi (Mengikuti isi laporan Skripsi)*

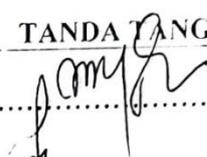
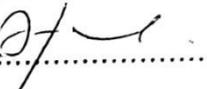
**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2020 – 2021**

Peserta seminar

Nama : Muhammad Rizal Pratama

NPM : 1407230110

Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah Total Kayu Sebagai Bahan Dasar Particle based

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN																																												
Pembimbing – I	: M. Yani. S.T.M.T	: .....																																													
Pembimbing- II	: H. Muharnif. S.T.M.Sc	: .....																																													
Pemanding – I	: Khairul Umurani. S.T.M.T	: .....																																													
Pemanding – II	: Affandi. S.T.M.T	: .....																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 25%;">NPM</th> <th style="width: 35%;">Nama Mahasiswa</th> <th style="width: 35%;">Tanda Tangan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10			
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan																																												
1																																															
2																																															
3																																															
4																																															
5																																															
6																																															
7																																															
8																																															
9																																															
10																																															

Medan 17 Dzulqaidah 1442 H  
27 Juli 2021 M

Ketua Prodi. T. Mesin

  
Affandi. S.T.M.T

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

---

NAMA : Muhammad Rizal Pratama  
NPM : 1507230110  
Judul T.Akhir : Pemanfaatan Limbah Total Kayu Sebagai Bahan Dasar Particle Based.

Dosen Pembimbing – I : M. Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing- II : H.Muharnif.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Affandi.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

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

..... Judul, Pembimbing, metode  
.....  
.....  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan 17 Dzulkaedah 1442H  
27 Juli 2021M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

  
Khairul Umurani.S.T.M.T

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

---

NAMA : Muhamad Rizal Pratama  
NPM : 1507230110  
Judul T.Akhir : Pemanfaatan Limbah Total Kayu Sebagai Bahan Dasar Particle Based.

Dosen Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing- II : H.Muharnif.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Affandi.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

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

.....  
..... *Lihat Buku Skripsi* .....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan 17 Dzulkaedah 1442H  
27 Juli 2021M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II

  
Affandi.S.T.M.T

## CURRICULUM VITAE



### DATA PRIBADI

Nama : Muhammad Rizal Pratama  
NPM : 1407230110  
Tempat/Tanggal Lahir : Sei Simujur/16 Juni 1995  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Anak Ke : 1  
Status : Menikah  
Alamat : JL. Kapten Muchtar Basri No. 2 Glugur Darat II  
Nomor HP : 0813-9714-4448  
Nomor WhatsApp : 0858-3130-4174  
Email : pratamarizal821@gmail.com  
Nama Orang Tua  
Ayah : Ramlan  
Ibu : Nur Ainun

### DATA PENDIDIKAN FORMAL

2001-2007 : SD Negeri 018480 Sei Simujur  
2007-2010 : MTS AL-IHYA Tg. Gading  
2010-2013 : SMK Swasta Budhi Darma Indrapura  
2014-2021 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara