

# TUGAS AKHIR

## ANALISIS KEKUTAN TEKAN DAN BENDING PADA COVER KNALPOT BERBAHAN KOMPOSIT MENGGUNAKAN SERAT AMPAS TEBU

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

Disusun oleh :

**HAFIZ AZIZUL HAQUE**  
**1707230005**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

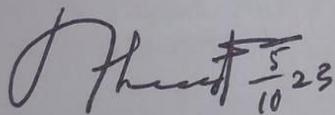
Nama : Hafiz Azizul Haque  
NPM : 1707230005  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Analisis Kekuatan Tekan Dan Bending Pada Cover  
Knalpot Berbahan Komposit Menggunakan Serat  
Ampas Tebu  
Bidang ilmu : Konstruksi Dan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2023

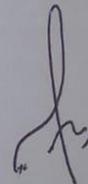
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen penguji-I



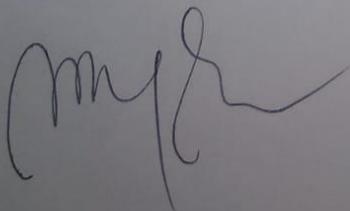
Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T

Dosen penguji-II



H. Muharnif M S.T., M.sc

Dosen Penguji-III



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

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,

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

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Hafiz Azizul Haque  
Tempat /Tanggal Lahir : Paket E, 21 April 1999  
NPM : 1707230012  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“Analisis Kekuatan Tekan Dan Bending Pada Cover Knalpot Berbahan Komposit Menggunakan Serat Ampas Tebu”.**

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

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

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

Medan, Oktober 2023

Saya yang menyatakan,



Hafiz Azizul Haque

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR 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 Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Kekuatan Tekan Dan Bending Pada *Cover* Knalpot Berbahan Komposit Menggunakan Serat Ampas Tebu” 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 Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada :

1. Bapak M Yani, ST.,M,T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, ST.,M.T selaku Dosen Penguji I dan Bapak H.Muharnif M S.T.,M.Sc selaku Dosen Penguji II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini..
3. Bapak Chandra A Siregar , S.T.,M.T dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar, ST.,M.T yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.

6. Orang tua penulis : Hambali dan Eli Juniarti , yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Sahabat-sahabat penulis : Agung nugroho S.T, Muhammad Bagas Pratama S.T, R. Ocky Laksamana Madya S.T dan rekan juang lainnya yang tidak mungkin disebut satu persatu .

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 Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, Oktober 2023



Hafiz Azizul Haque

## ABSTRAK

Suatu *Cover* Knalpot sepeda motor dengan menggunakan komposit berbahanserat alam (serat ampas tebu) metode yang digunakan dalam pembuatan produk adalah metode vacuminfusion dengan pola aliran samping..Penelitian ini menggunakan dua pengujian yaitu uji tekan menggunakan UTM.(Universal Testing Machine). Uji tekan adalah salah satu bentuk pengujian merusak (*destructive test*) yang dilakukan terhadap suatu material untuk mengetahui karakteristik mekanik dari material tersebut. Pengujian *Three point bending* adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik mekanik dan mutu dari suatu material. Dari pengujian Tekan maka kekuatan Tekan terbesar terjadi pada komposisi 85% : 15% yaitu Tegangan= 3,423367 MPa, Regangan= -0,0275591 MPa, Modulus Elastisitas= 157,42. Dari pengujian Lentur (*Bending*) maka kekuatan bending terbesar terjadi pada komposisi 85% : 15% yaitu sebesar 20,473 kgf/mm<sup>2</sup>. Ini disebabkan karena komposisi serat ampas tebu yang tinggi sehingga semakin tinggi komposisi serat ampas tebu maka kekuatan Tekan dan Lentur (*Bending*) yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Keyword: Komposit, Serat Ampas Tebu

## ABSTRACT

Advances in science and technology in industry have driven an increase in demand for composite materials. Developments in science and technology in industry are starting to make it difficult for conventional materials such as metal to meet the needs of new applications. From the four ratios of variations in resin: fiber composition = 70%: 30%, 75%: 25%, 80%: 20% and 85%: 15%, it can be seen that in the bending test, variations in material composition of 75%: 25 produce bending strength values. maximum (14,992 kgf/mm<sup>2</sup>. This research used two tests, namely the compression test using the UTM (Universal Testing Machine). And the test made from bagasse fiber composite was carried out using the Universal Testing Machine (UTM) Flexure test equipment located at Engineering Laboratory, Muhammadiyah University of North Sumatra. From the bending test, the greatest bending strength occurs at a composition of 85%: 15%, namely 20.473 kgf/mm<sup>2</sup>. This is due to the high composition of bagasse fiber so that the higher the bagasse fiber composition, the greater the strength. the resulting bending will be higher.

Keyword: Composite, Sugarcane Bagasse Fiber

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACK</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</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>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. Komposit	4
2.2. <i>Cover</i> Knalpot	5
2.3. Dasar Teori	6
2.3.1. Klasifikasi Komposit	6
2.3.2. Definisi Material Komposit	8
2.3.3. Jenis-jenis Komposit	8
2.3.4. Epoxy Resin Polimer	9
2.3.5. Jenis-jenis Resin Epoxy	10
2.4. Tebu	10
2.4.1. Pengertian Tebu	10
2.4.2. Kandungan Ampas Tebu	11
2.4.3. Struktur Ampas Tebu	13
2.5. Pengujian Tekan	13
2.6. Pengujian Lentur ( <i>Bending</i> )	15
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>17</b>
3.1. Tempat dan Waktu	17
3.2. Alat Dan Bahan	18
3.2.1. Alat Yang Digunakan	18
3.2.2. Bahan Yang Digunakan	22
3.3. Bagan Alir Penelitian	24
3.4. Bentuk dan Dimensi Spesimen Uji	25
3.4.1. Spesimen Uji Tekan	25
3.4.2. Spesimen Uji Lentur ( <i>Bending</i> )	25
3.5. Variasi Komposisi Serat	25
3.6. Prosedur Penelitian	26

3.7	Prosedur Pengujian	27
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>29</b>
4.1.	Data Hasil Uji Tekan <i>Cover</i> Knalpot Komposit	29
4.2.	Analisa Data Uji Tekan	29
4.3.	Analisa Data	31
4.4.	Data Hasil Uji Lentur ( <i>Bending</i> ) <i>Cover</i> Knalpot Komposit	37
4.5.	Analisa Data Uji Lentur ( <i>Bending</i> )	39
4.6.	Hubungan antara variasi komposisi terhadap tegangan lentur ( <i>Bending</i> )	43
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>45</b>
5.1.	Kesimpulan	45
5.2.	Saran	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Ampas Tebu	12
Tabel 2.2 Struktur Ampas Tebu	12
Tabel 3.1 Rencana Pelaksanaan Penelitian	17
Tabel 4.1 Data Spesifikasi Uji Tekan Komposit Menggunakan Serat Ampas Tebu	29
Tabel 4.2 Analisa Data Uji Tekan Spesimen 1	29
Tabel 4.3 Analisa Data Uji Tekan Spesimen 2	30
Tabel 4.4 Analisa Data Uji Tekan Spesimen 3	30
Tabel 4.5 Analisa Data Uji Tekan Spesimen 4	30
Tabel 4.6 Hasil analisa Data Uji Tekan Dari Hasil pengujian Cover Knalpot Komposit Komposisi 85% : 15%	31
Tabel 4.7 Hasil analisa Data Uji Tekan Dari Hasil pengujian Cover Knalpot Komposit Komposisi 80% : 20%	31
Tabel 4.8 Hasil analisa Data Uji Tekan Dari Hasil pengujian Cover Knalpot Komposit Komposisi 75% : 25%	31
Tabel 4.9 Hasil analisa Data Uji Tekan Dari Hasil pengujian Cover Knalpot Komposit Komposisi 70% : 20%	31
Tabel 4.10 Data Pengujian Lentur (Bending) Dengan Variasi Komposisi 85%:15%	39
Tabel 4.11 Data Pengujian Lentur (Bending) Dengan Variasi Komposisi 80%:20%	39
Tabel 4.12 Data Pengujian Lentur (Bending) Dengan Variasi Komposisi 75%:25%	39
Tabel 4.13 Data Pengujian Lentur (Bending) Dengan Variasi Komposisi 70%:30%	40

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cover Knalpot	5
Gambar 2.2 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Matriks.	9
Gambar 2.3 Uji Tekan (Notario&Pinto, 2015)	14
Gambar 3.1 <i>Universal Testing Machine</i>	18
Gambar 3.2. Computer	18
Gambar 3.3. Cetakan spesimen uji tekan ( <i>compress</i> )	19
Gambar 3.4 Cetakan spesimen uji lentur ( <i>Bending</i> )	19
Gambar 3.5 Timbangan Digital	20
Gambar 3.6 Gelas Ukur	20
Gambar 3.7 Jangka Sorong	20
Gambar 3.8 Sekrap	21
Gambar 3.9 Sarung Tangan Karet	21
Gambar 3.10 Kuas	22
Gambar 3.11 Ampas Tebu	22
Gambar 3.12 Epoxy Resin Bisphenol A	22
Gambar 3.13 Epoxy Hardener Polymaniomamide B	23
Gambar 3.15 Bagan Alir Penelitian	24
Gambar 3.16 Spesimen Uji Tekan	25
Gambar 3.17 Spesimen Uji Lentur ( <i>Bending</i> )	25
Gambar 4.1. Hubungan Antara Variasi Komposisi Terhadap Kekuatan Lentur	44
Gambar 4.2 Spesimen 1 Sebelum Di Uji Tekan	46
Gambar 4.3 Spesimen 1 Setelah Di Uji Tekan	46
Gambar 4.4 Spesimen 2 Sebelum Di Uji Tekan	47
Gambar 4.5 Spesimen 2 Setelah Di Uji Tekan	47
Gambar 4.6 Spesimen 3 Sebelum Di Uji Tekan	48
Gambar 4.7 Spesimen 3 Setelah Di Uji Tekan	48
Gambar 4.8 Spesimen 4 Sebelum Di Uji Tekan	49
Gambar 4.9 Spesimen 4 Setelah Di Uji Tekan	49
Gambar 4.10 Spesimen 1 Sebalum Di Uji Bending	50
Gambar 4.11 Spesimen 1 Setelah Di Uji Bending	50
Gambar 4.12 Spesimen 2 Sebalum Di Uji Bending	51
Gambar 4.13 Spesimen 2 Setelah Di Uji Bending	51
Gambar 4.14 Spesimen 3 Sebalum Di Uji Bending	52
Gambar 4.15 Spesimen 3 Setelah Di Uji Bending	52
Gambar 4.16 Spesimen 4 Sebalum Di Uji Bending	53
Gambar 4.17 Spesimen 4 Setelah Di Uji Bending	53

## DAFTAR NOTASI

$E$  = Modulus elastisitas (Pa)  $\sigma$  =

Tegangan normal (Pa)  $\varepsilon$  =

Regangan (mm/mm)

$F$  = Beban tekan (N)

$A$  = Luas penampang yang dikenai beban tekan ( $m^2$ )  $\Delta P$  =

perubahan panjang yang terjadi (m)

$P$  = Panjang awal (mula-mula) (m)

$\sigma_f$  = Tegangan bending ( $kgf/mm^2$ )

$P$  = Beban atau gaya yang terjadi ( $kgf$ )  $L$  =

Jarak *point* (mm)

$b$  = Lebar benda uji (mm)

$d$  = Ketebalan benda uji (mm)

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Pemakaian logam khususnya baja sebagai bahan baku dalam dunia manufaktur dan konstruksi mulai berkurang seiring dengan perkembangan teknologi dan pertimbangan terhadap masalah lingkungan dalam pengembangan material teknik. Material Komposit khususnya dengan penguat serat alam mulai dikembangkan karena meningkatkan kebutuhan akan material yang kuat, ringan, tahan korosi, murah, dan ramah lingkungan. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat sebagai pengisi dan matriks sebagai bahan pengikat serat. Di dalam komposit unsur utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya menggunakan bahan polimer yang mudah di bentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi.

Salah satu yang penting dari sebuah kendaraan dan mudah untuk dikenali adalah knalpot. Biasanya komponen ini terletak di bagian bawah motor dan cukup menonjol. Kebanyakan orang awam mungkin tidak memahami fungsi knalpot, malah bisa jadi hanya menganggapnya sebagai penghias biasa. Perkembangan dunia otomotif saat ini sangat pesat, terutama bila kita berbicara industri sepeda motor. Saking pesatnya, ada banyak produsen aksesoris otomotif yang meluncurkan produk untuk meningkatkan performa kendaraan. Di sisi lain, ada juga produsen yang memproduksi aksesoris untuk mempercantik tampilan kendaraan. Aksesoris yang mau disinggung disini adalah pelindung knalpot.

Salah satu serat alam yang banyak terdapat di Indonesia adalah serat ampas tebu (baggase). Serat yang di pakai sebagai penguat ada dua jenis yaitu : serat buatan dan serat alami, serat buatan terdiri dari serat regenerasi, serat semi sintetik, serat sintetik dan serat an organik, dari beberapa jenis serat buatan yang sering di pakai adalah nilon, polyster dan serat gelas sedangkn serat alami terdiri dari serat tumbuhan. Pemanfaatan serat ampas tebu sebagai serat penguat material komposit akan mempunyai arti yang sangat penting yaitu dari segi pemanfaatan limbah industri khususnya industri pembuatan gula di Indonesia yang belum dioptimalkan dari segi ekonomi dan pemanfaatan hasil olahannya.

Pemanfaatan serat ampas tebu sebagai serat penguat material komposit nantinya akan memberikan sumbangsih bagi pemerintah Indonesia. Karena dengan ditemukannya bahan alternatif baru pengganti serat sintetis yang kebanyakan masih mengimpor dari luar negeri.

Berdasarkan latar belakang diatas dibuat suatu judul tugas akhir Analisis Kekuatan Tekan Dan Bending Pada *Cover* knalpot Berbahan Komposit menggunakan serat ampas tebu<sup>\*\*\*\*</sup>.

## 1.2 Rumusan Masalah

Salah satu karakteristik utama yang diperlukan dari sebuah tutup knalpot adalah kekuatan dan ketahanannya. Berdasarkan latar belakang tersebut akan dilakukan penelitian tentang bagaimana pembuatan dan pengujian *Cover* knalpot yang terbuat dari komposit.

## 1.3 Ruang Lingkup

Dalam penelitian tugas akhir ini ruang lingkup meliputi sebagai berikut:

1. Preparasi serat
2. ASTM D697 dan ASTM D970
3. Cetakan
4. Fabrikasi *Cover* knalpot
5. Data pengujian

## 1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk melakukan studi eksperimental karakteristik kekuatan pada *Cover* knalpot
2. Untuk mengetahui proses pembuatan dan pengujian *cover* knalpot komposit berpenguat serat ampas tebu
3. Untuk menganalisis sifat mekanik bahan komposit terhadap uji Tekan dan uji Lentur (*Bending*) pada material bahan komposit

## 1.5 Manfaat

Adapun beberapa manfaat yang diperoleh dari penyusunan tugas sarjana ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan masukan berupa hasil penelitian dalam bidang material khususnya material komposit yang memanfaatkan sumber daya alam.
2. Menggunakan dan memproses serat ampas tebu sehingga produk yang memiliki harga jual.
3. Meningkatkan kemampuan rancang bangunan manufaktur material komposit berbasis bahan serat alam.
4. Dapat mengetahui kekuatan tekan dan bending (lentur) komposit yang diperkuat serat ampas tebu.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Komposit

Komposit adalah penggabungan dari bahan yang dipilih berdasarkan kombinasi sifat fisik masing – masing material penyusun untuk menghasilkan material baru dengan sifat baru dan unik dibandingkan dengan sifat material dasar sebelum di campur dan terjadi ikatan permukaan antara masing – masing material penyusun.

Material komposit terdiri dari dua bagian utama yaitu matriks dan penguat (*reinforcement*). Pada desain struktur dilakukan pemilihan matriks dan penguat hal ini dilakukan untuk memastikan kemampuan material sesuai produk yang dihasilkan.

Matriks, umumnya lebih *ductile* umumnya mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah . Secara garis besar ada tiga macam komposit berdasarkan penguatan yaitu :

1. *Continuous Fiber Composite Continuous* atau *uni-directional*, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk laminadiantaramatriknya. Jenis komposit ini paling sering digunakan. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya.
2. *Woven Fiber Composite* Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.
3. *Discontinuous Fiber Composite Discontinuous Fiber Composite* adalah tipe komposit dengan serat pendek.(Yani & Lubis, 2018)

## 2.2 Cover Knalpot

Suatu *Cover Knalpot* sepeda motor dengan menggunakan komposit berbahan serat alam (serat ampas tebu) metode yang digunakan dalam pembuatan produk adalah metode *vacuminfusion* dengan pola aliran samping.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat produk *Cover Knalpot* yang ringan dan memiliki kekuatan yang tinggi matrik yang digunakan adalah *polyster* resin sifat kekuatan bahan dapat diketahui dengan melakukan pengujian tekan dan pengujian bending terlihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 *Cover Knalpot (cover muffler)*

Selain itu produk komposit yang dihasilkan lebih ringan dan sifat lebih ulet dibandingkan *Cover knalpot* pada produk sepeda motor lainnya.

Sesuai perkembangan jaman modern produksi maupun pemanfaatan material berbasis komposit di Indonesia belum begitu populer, dan belum banyak industri di Indonesia yang mengembangkan teknologi ini. Di masa perkembangan teknologi sekarang ini berbagai macam bahan yang telah dibuat dan juga diteliti agar didapatkan bahan yang lebih kuat, sebelumnya *Cover Knalpot* dibuat menggunakan bahan plastik abs dan penulis menggantikan *Cover Knalpot* yang berbahan dari plastik abs menjadi bahan serat ampas tebu.

Untuk melakukan pembuatan *Cover Knalpot* tentu ada tahap yang harus dilakukan, salah satunya adalah persiapan peralatan dan bahan yang akan digunakan, adapun alat dan bahan yang digunakan adalah cetakan mal berbentuk *Cover knalpot* serta bahan serat ampas tebu, resin, katalis, *mirroglaze* dan bahan tambahan lainnya.

### 2.3. Dasar Teori

Komposit adalah suatu sistem yang tersusun melalui pencampuran dua material atau lebih yang berbeda, dalam bentuk dan komposisi material yang tidak larut satu sama lain. Pada umumnya bahan komposit adalah bahan yang memiliki beberapa sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh masing-masing komponennya. Dalam pengertian ini sudah tentu kombinasi tersebut tidak terbatas pada bahan matriksnya. (Surdia, 1985).

#### 2.3.1 Klasifikasi Komposit

Berdasarkan jenis matriksnya, komposit dapat diklasifikasikan (Callister, 2009) terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 klasifikasi komposit berdasarkan jenis matriks.

Menggunakan penguat berbentuk partikel. Peran partikel dalam komposit partikel adalah membagi beban agar terdistribusi merata dalam material dan menghambat deformasi plastik matriks yang ada di sela-sela partikel. Beberapa jenis partikel dapat dibagi menjadi seperti di bawah ini:

1. Partikulat Aspek rasio panjang terhadap diameter kurang dari 5 mikrometer
2. Dispersoidal Sama seperti partikulat, bahkan diameter kurang dari 1 mikrometer
3. Platelet Berbentuk plat dengan rasio diameter terhadap ketebalan lebih besar dari 2 mikrometer
4. Fiber pendek (Mat) Berbentuk silinder dengan rasio panjang terhadap diameter lebih besar dari 5 mikrometer
5. Whiskers Berupa kristal tunggal yang memanjang, dengan rasio panjang terhadap diameter lebih besar dari 10 mikrometer (Sulistijono, 2013).

### 1. *Fiber Composite*

Fungsi utama dari serat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan tekan dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit. Adapun parameter serat pada komposit, yaitu:

1. Distribusi
2. Konsentrasi
3. Orientasi
4. Bentuk
5. Ukuran

### 2. *Structural Composite*

Komposit jenis ini biasanya terdiri dari material homogen, dimana sifatnya tak hanya bergantung pada konstituen materianya saja, namun juga bergantung pada desain geometrinya dari struktur elemen. Jenis ini dapat dibagi lagi menjadi 2 yaitu :

1. *Laminar Composite* Terdiri dari *two-dimensional sheet* yang memiliki arah high-strength seperti yang ditemukan pada kayu. Lapisan ditumpuk dan kemudian ditempel secara bersamaan sehingga orientasi arah *high-strength* nya bervariasi.
2. *Sandwich panels* terdiri dari dua lembar luar yang kuat, atau wajah, dipisahkan oleh lapisan bahan yang kurang padat, atau inti, yang memiliki kekakuan yang lebih rendah dan kekuatan yang lebih rendah. Bagian wajah menanggung sebagian besar *in-planeloading*, dan juga *bending stress* yang melintang. (Callister, 2009).

### 2.3.2 Definisi Material Komposit

Material komposit adalah bahan struktural yang terdiri dari dua atau lebih bahan yang digabungkan pada tingkat makroskopik dan tidak larut satu sama lain, Komposit merupakan *system multifasa* yang tersusun atas bahan matriks dan bahan penguat. Bahan matriks adalah fase kontinu dan penguat merupakan fase terdispersi. Bahan penguat dapat berupa serat, partikel atau serpihan. Komposit dengan matriks polimer merupakan material yang menggunakan polimer sebagai matriks dan serat penguat. Serat yang umum digunakan dalam material komposit polimer berpenguat serat adalah serat gelas, serat karbon dan serat organik lainnya. Biasanya, kekuatan dan kekakuan serat yang digunakan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan dan kekakuan matriks. Bahan matriks harus memiliki sifat *adhesive* yang baik terhadap serat sehingga mampu mengikat serat secara kuat dan mampu mentransfer beban yang diterima komposit kepada serat. Pada material komposit, performa dari matriks, performa serat serta sifat antara muka antara matriks dan serat akan memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap sifat dari material komposit. (Guru raja, 2013).

### 2.3.3. Jenis-jenis komposit

Jenis jenis komposit menurut (Matthews, 1993)

#### 1. Komposit Lapis

Komposit lapis merupakan jenis komposit yang terdiri atas dua lapisan atau lebih yang digabung menjadi satu dimana setiap lapisannya memiliki karakteristik berbeda. Sebagai contoh adalah *Polywood Laminated Glass* yang merupakan komposit yang terdiri dari lapisan serat dan lapisan matriks, komposit ini sering digunakan sebagai bangunan.

#### 2. Komposit Serpihan

Suatu komposit serpihan terdiri atas serpih-serpih yang saling menahan dengan mengikat permukaan atau dimasukkan kedalam matriks. Sifat-sifat khusus yang dapat diperoleh adalah bentuknya yang besar dan permukaannya yang datar.

#### 3. Komposit Partikel

Komposit yang dihasilkan dengan menempatkan partikel-partikel dan sekaligus mengikatnya dengan suatu matriks bersama-sama. Contoh komposit partikel yang sering dijumpai adalah beton, di mana butiran-butiran pasir diikat bersama dengan matriks semen.

#### 4. Komposit Serat

Komposit serat yaitu komposit yang terdiri dari serat dan matriks. Komposit jenis ini hanya terdiri dari satu lapisan. Serat yang digunakan dapat berupa serat sintesis (asbes, kaca, boron) atau serat organik (selulosa, polipropilena, polietilenabermodulus tinggi, sabut kelapa, ijuk, tandan kosong sawit, dll). Berdasarkan ukuran seratnya, komposit serat dapat dibedakan menjadi komposit berserat panjang dan diameternya sebesar.

#### 2.3.4. Epoxy resin polimer

Pengertian epoxy resin polimer termoseting dimana molekul resin mengandung satu atau lebih gugus epoksida. kimia ini dapat disesuaikan menyempurnakan berat molekul atau viskositas seperti yang dipersyaratkan oleh pengguna akhir.

Ada dua jenis utama epoxy, glikidil epoxy dan nonglikidil. Glikidil epoxy resin dapat didefinisikan lebih lanjut sebagai glikidilamina, glikidil ester, atau glikidil eter. Epoxy resin non-glikidil adalah resin alifatik atau siklo-alifatik.

Salah satu resin glikidilepoxy yang paling umum dibuat menggunakan Bisphenol-A dan disintesis dalam reaksi dengan epiklorohidrin. jenis epoxy lain yang sering digunakan dikenal sebagai epoxy resin novolac. epoxy resin membutuhkan penambahan zat pengawet saat proses *curing*, yang biasa disebut hardener, mungkin jenis *curing agent* yang paling umum adalah berbasisamina. tidak seperti resin poliester atau ester vinil dimana resin dikatalisis dengan tambahan katalis kecil (1-3%), epoxy resin biasanya membutuhkan penambahan bahan pengawet pada rasio resin dan pengeras yang jauh lebih tinggi, seringkali 1:1 atau 2:1. seperti disebutkan, sifat-sifat epoxy dapat diubah dan diubah agar sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. epoxy resin dapat “dikuatkan” dengan penambahan polimer termoplastik.

### 2.3.5. Jenis-jenis resin epoxy

Jenis jenis epoxy resin yang sesuai dengan apa yang kita kerjakan, ada tiga tipe utama resin epoxy.

#### 1. *Resin Epoxy*

*Resin epoxy* ini adalah jenis resin yang paling tinggi nilai dan kualitasnya diantara ketiga tipe resin yang ada tetapi harganya juga lumayan mahal. resin epoxy biasanya lebih kurang tiga kali lebih kuat dibandingkan jenis resin terkuat lainnya.

#### 2. *Resin Vinylester*

*Resin Vinylester* ini biasanya memiliki kekuatan seperti tiga kekuatan resin epoxy. menempel tidak begitu bagus diserat karbon dengan dan serat aramid atau kevlar, tapi tetap saja bisa digunakan untuk aplikasi sederhana untuk serat itu.

#### 3. *Resin Polyester*

*Resin polyester* ini adalah resin yang harganya paling murah diantara semua resin. resin memiliki daya rekat yang tidak baik dan tidak boleh digunakan untuk pekerjaan serat karbon atau aramid. mereka biasanya bekerja dengan baik hanya pada *fiber glass*.

## 2.4. Tebu

### 2.4.1. Pengertian Tebu

. Tebu adalah tanaman penghasil gula yang menjadi salah satu sumber karbohidrat. Tanaman ini sangat dibutuhkan sehingga kebutuhannya terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk (Putri et al., 2013).

Tebu merupakan sumber pemanis utama di dunia, hampir 70 % sumber bahan pemanis berasal dari tebu sedangkan sisanya berasal dari bit gula (M.Maulana Rasyid Lubis, 2015)

Tebu (*Saccharum officinarum*) adalah jenis tanaman penghasil gula dan hanya tumbuh di daerah yang memiliki iklim tropis. Pada penggilingan batang tebu menjadi gula menghasilkan beberapa limbah padat diantaranya bagas dan blotong. Bagas atau ampas tebu merupakan sisa penggilingan dan pemerahan tebu berupa serpihan lembut serabut batang tebu yang diperoleh dalam jumlah besar. Rendemen

bagas mencapai sekitar 30 - 40% dari jumlah bobot tebu yang masuk ke penggilingan. Sedangkan blotong dihasilkan dari proses pemurnian nira dengan jumlah sekitar 3,8% dari bobot tebu. Hingga saat ini bagas banyak digunakan untuk bahan bakar utama ketel uap saat musim giling, pembuatan pupuk organik, pulp, papan partikel, bahan makanan ternak, dan kanvas rem. Beberapa penelitian tentang pemanfaatan bagas antara lain sebagai bahan baku produk *amylase*, asam sitrat, dan produksi selulosa asetat (Andes Ismayana, 2012).

Terdapat lima spesies tebu, yaitu *Saccharum spontaneum* (glagah), *Saccharum sinensis* (tebu Cina), *Saccharum barberry* (tebu India), *Saccharum robustum* (tebu Irian) dan *Saccharum officinarum* (tebu kunyah) (Sastrowijoyo, 1998).

Sejak ditanam sampai bisa dipanen, umur tanaman tebu mencapai kurang lebih 1 tahun. Di Indonesia tanaman tebu banyak dibudidayakan di pulau Jawa dan Sumatera (Ganjar Andaka, 2011).

Tebu cocok pada daerah yang mempunyai ketinggian tanah 1 sampai 1300 meter diatas permukaan air laut. Umur tanaman 5 sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih 1 tahun. Di Indonesia tebu banyak dibudidayakan di pulau Jawa dan Sumatera.

#### 2.4.2 Kandungan Ampas Tebu

Ampas Tebu Ampas tebu (*baggase*) adalah campuran dari serat yang kuat, dengan jaringan *parenchyma* yang lembut, yang mempunyai tingkat higroskopis yang tinggi, dihasilkan melalui penggilingan tebu. Pada proses penggilingan tebu, terdapat 5 kali proses penggilingan tebu dari batang tebu sampai menjadi ampas tebu, dimana pada hasil penggilingan pertama dan kedua dihasilkan nira mentah yang berwarna kuning kecoklatan, kemudian pada proses penggilingan ketiga, keempat dan kelima akan menghasilkan nira dengan volume yang berbeda-beda. Setelah gilingan terakhir menghasilkan ampas tebu kering. Pada proses penggilingan pertama dan kedua dihasilkan ampas tebu basah. Hasil dari ampas tebu gilingan kedua ditambahkan susu kapur 3 Be yang berfungsi sebagai senyawa yang menyerap nira dari serat ampas tebu sehingga pada penggilingan ketiga nira masih dapat diserap meskipun volumenya masih sedikit dari hasil gilingan kedua.

Penambahan senyawa ini dilakukan pada penggilingan ketiga, keempat, dan kelima dengan volume berbeda-beda. Semakin sedikit nira dalam ampas tebu, semakin sedikit susu 3 Be yang ditambahkan. ampas tebu merupakan limbah pabrik gula yang banyak ditemukan dan dapat mencemari lingkungan apabila tidak dimanfaatkan. Ampas tebu mengandung protein kasar 1,35%, serat kasar 315%, lemak 1,2%, dan kadar air 19,33%. ampas tebu atau lazimnya disebut *bagasse* adalah sisa batang tebu setelah dihancurkan dan diekstraksi untuk diambil niranya. berdasarkan data dari pusat penelitian perkebunan gula indonesia (2004), ampas tebu yang dihasilkan sebanyak 32% dari berat tebu giling. sebanyak 60% dari ampas tebu tersebut dimanfaatkan sebagai bahan bakar pabrik tebu, bahan baku untuk kertas, bahan baku industri kanvas rem, industri media jamur dan lain lain, sehingga di perkirakan sebanyak 40% dari ampas tebu tersebut belum di manfaatkan terlihat pada Tabel 2.1.

Tebu adalah tanaman penghasil gula yang menjadi salah satu sumber karbohidrat. Tanaman ini sangat dibutuhkan sehingga kebutuhannya terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk (Putri et al., 2013).

Tebu merupakan sumber pemanis utama di dunia, hampir 70% sumber bahan pemanis berasal dari tebu sedangkan sisanya berasal dari bit gula (M.Maulana Rasyid Lubis, 2015).

Tebu (*Saccharum officinarum*) adalah jenis tanaman penghasil gula dan hanya tumbuh di daerah yang memiliki iklim tropis. Pada penggilingan batang tebu menjadi gula menghasilkan beberapa limbah padat diantaranya bagas dan blotong. Bagas atau ampas tebu merupakan sisa penggilingan dan pemerahan tebu berupa serpihan lembut serabut batang tebu yang diperoleh dalam jumlah besar. Rendemen bagas mencapai sekitar 30 – 40% dari jumlah bobot tebu yang masuk ke penggilingan terlihat pada Tabel 2.2.

Tabel: 2.1 Kandungan Ampas Tebu

No.	No Nama Bahan	Jumlah(%)	Keterangan
1	Air	67-75	H2O
2	Sacharosse	12-19	Zat gula
3	Zat sabut	11-16	Serat
4	Gula reduksi		

5	Amylin	0,5-1,5
6	Geleta	1,5-1,5
7	Paklin	0,5-1,5
8	Lilin	0,5-1,5
9	Zat yang mengandung zat lemas	0,5-1,5
10	Zat pewarna	0,5-1,5
11	Asam-asam organis	0,5-1,5
		0,5-1,5
		0,5-1,5

### 2.4.3. Struktur Ampas Tebu

Tabel: 2.2 Struktur Ampas Tebu

No	Nama Bahan	Jumlah %
1.	Cellulose	28 – 43
2.	Hemicellulose	14 - 23
3.	Pentosans	20 - 33
4.	Lignin	13 - 22

### 2.5. Pengujian Tekan

Pada umumnya material komposit dibentuk dalam dua jenis fasa, yaitu fasa matriks dan fasa penguat. Fasa matriks adalah material dengan fasa kontinu yang selalu tidak kaku dan lemah. Sedangkan fasa penguat selalu lebih kaku dan kuat, tetapi lebih rapuh. Penggabungan kedua fasa tersebut yang dilakukan secara makroskopik menghasilkan material yang dapat mendistribusikan beban yang diterima disepanjang penguat, sehingga material menjadi lebih tahan terhadap pengaruh beban tersebut (Robinson et al., 1997).

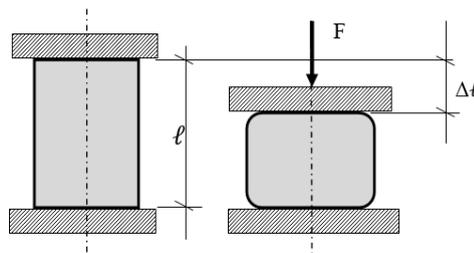
Respon dapat didefinisikan sebagai suatu reaksi yang timbul akibat dari adanya suatu aksi atau gangguan. Sebagai contoh salah satu gangguan yang diberikan terhadap suatu material adalah gaya, dan respon yang ditimbulkan akibat gaya yang diberikan tersebut adalah berupa tegangan, regangan, retak, patah, dan lain-lainnya. Respon yang dihasilkan tentunya dapat memberikan informasi mengenai sifat

dan karakteristik suatu material tersebut. Penyelidikan respon

dinamik suatu material atau struktur merupakan rangkaian kegiatan dalam mempelajari perubahan bentuk dan kerusakan akibat pembebanan tertentu. Kegiatan tersebut merupakan tindakan dasar untuk menanggulangi terjadinya kegagalan material dalam aplikasi teknik. Salah satu kegiatan yang paling dasar adalah melakukan pengujian dengan pembebanan tertentu terhadap sejumlah sampel. Setelah respon material secara kualitatif diperoleh dari hasil pengujian atau data yang tersedia, maka kesempatan untuk berhasil dalam mendesain suatu struktur tertentu dapat dievaluasi (Eshkooretal., 2015).

Sedangkan respon dinamik material disebabkan beberapa faktor bukan hanya dibatasi dengan tekanan statik dan dinamik saja melainkan tingkat kapasitas pembebanan segala arah dan beberapa impuls kondisi pembebanan (Lau, Hung,Zhu, &Hui, 2018).

Pada fasa pertama (*linear-elasticrespon*) tegangan bertambah secara linear dengan perubahan bentuk dan regangan yang terjadi. Fasa kedua (*plateau*) adalah karakteristik yang ditandai dengan perubahan bentuk yang kontinu pada tegangan yang relatif konstan yang dikenal dengan stress atau *collapseplateau*. Dan fasa ketiga deformasi adalah densifikasi, dimana tegangan (stress) meningkat tajam dan foam mulai merespon dengan pemadatan solid. Untuk foam yang fleksibel, *collapseplateau* terjadi karena tekuk elastik (*elasticbuckling*) dari dinding sel. Untuk kekakuan dan kegetasan foam, *plasticyield* dan *brittlecrushing* dinding sel adalah mekanisme utama kegagalan yang berulang-ulang terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Uji Tekan (Notario&Pinto, 2015)

Uji Tekan menggunakan Standar ASTM D695 dengan ukuran panjang 12,7 lebar 12,7 tinggi 25,4.

Nilai modulus elastisitas bahan dapat diketahui melalui slope garis elastis linear. Sehingga secara matematis, nilai modulus elastisitas akibat beban statik dapat ditulis dengan menggunakan persamaan.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \tag{2.1}$$

Tegangan normal akibat beban tekan aksial dapat ditentukan dengan persamaan.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.2)$$

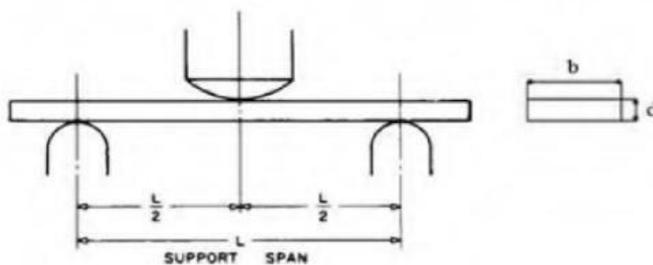
$$\varepsilon = \frac{\Delta}{L} \quad (2.3)$$

$$\Delta = \frac{F \cdot L}{A \cdot E} \quad (2.4)$$

## 2.6. Pengujian Lentur (*Bending*)

Pengujian *Three point bending* adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik mekanik dan mutu dari suatu material. Pengujian *Three point bending* ini merupakan salah satu metode pengujian pada pengujian bending untuk mengetahui kekuatan lentur dari komposit. pengujian ini dilakukan dengan cara spesimen uji ditumpu pada kedua ujungnya dan di beri beban diantara kedua penumpu tersebut hingga spesimen uji tersebut rusak atau patah terlihat pada Gambar 2.4.

Berdasarkan standart ASTM D790 dengan panjang dari *supportspan* adalah minimal 16 kali kedalaman spesimen, lebar dari spesimen tidak boleh lebih dari  $\frac{1}{4}$  panjang *supportspan* dan spesimen harus cukup panjang agar spesimen tidak keluar dari *supportspan* ketika beban di turunkan, minimal 10% lebih panjang dari letak *supportspan* padamasing ujung (*American Society for Testing and Material, D790, 1984*).



Gambar 2.4. Pengujian metode *Three point bending*, (Supryatna, 2018)

Persamaan pada pengujian bending dengan metode *Three point bending* yang sesuai dengan (ASTM D790, 1984) yaitu:

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

Untuk melakukan uji bending ada faktor dan aspek yang harus di pertimbangkan 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. maka daya pompa harus lebih besar dari daya yang dibutuhkan

b. Benda uji

Benda uji adalah suatu benda yang akan di uji kekuatan lengkungnya dengan menggunakan uji *bending*. jenis 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. Rangka

Rangka berfungsi sebagai penahan kekuatan balik dari gaya tekan yang dihasilkan oleh alat penekan pada saat proses pengujian. Selain itu rangka juga berfungsi sebagai dudukan komponen-komponen lain, sehingga ukuran dari rangka haruslah lebih besar dari komponen-komponen tersebut.

d. Alat Ukur

Alat ukur berfungsi sebagai pembaca data hasil pengukuran pada saat pengujian berlangsung. Angka-angka yang ditunjukkan oleh alat ukur nantinya diolah lagi dalam perhitungan untuk mendapatkan data yang diinginkan. Pada umumnya alat ukur digunakan adalah alat pengukur tekanan.

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1. Tempat dan Waktu

#### a. Tempat

Tempat pelaksanaan dan pembuatan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.

#### b. Waktu

Penelitian ini dilakukan sejak tanggal usulan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Adapun rencana pelaksanaan penelitian seperti terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Rencana Penelitian Penelitian

No	Kegiatan	(Bulan)					
		10	11	12	1	2	3
1	Pengajuan Judul						
2	Studi Literatur						
3	Penentuan Komposisi						
4	Penyelesaian Tulisan						
5	Seminar						
6	Sidang						

## 3.2 Alat Dan Bahan

### 3.2.1 Alat yang digunakan

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pembuatan *Cover* knalpot dan pengujian adalah:

#### 1. *Universal Testing Machie*

Merupakan alat uji yang akan digunakan untuk mengetahui tegangan dan regangan statis. Fungsinya ialah untuk mengetahui tegangan regangan menggunakan spesimen komposit. Spesifikasi mesin yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a. Type : UTM-LC05T
- b. Capacity : 5000 Kgf
- c. Made in : Bandung

Mesin yang digunakan dalam pengujian dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 *Universal Testing Machine*

#### 2. Komputer

komputer yang digunakann dalam pengujian tekan (*compress*) untuk melihat grafik hasil spesimen yang di uji tekan (*comperss*) dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2. komputer

### 3. Cetakan Uji Tekan (*Comperss*)

Cetakan yang digunakan sebagai pencetak spesimen uji tekan (*comperss*) dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3. Cetakan spesimen uji tekan (*compress*).

Keterangan spesimen uji Lentur (*Bending*)

- a. Panjang = 15 mm
- b. Lebar = 5 mm

### 4. Cetakan Uji Lentur (*Bending*)

Cetakan yang digunakan sebagai pencetak spesimen uji lentur (*Bending*) dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Cetakan spesimen uji lentur (*Bending*)

Keterangan spesimen uji Lentur (*Bending*)

- a. Panjang = 175 mm
- b. Lebar = 25 mm
- c. Tebal = 6 mm

Adapun cetakan yang digunakan untuk cetakan spesimen uji lentur (*Bending*) ini adalah jenis besi *Mild stell*.

### 5. Timbangan Digital

Timbangan digital yang akan digunakan untuk menimbang bahan yang akan digunakan dalam pembuatan tutup knalpot komposit dan spesimen uji dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5. Timbangan Digital

### 6. Gelas Ukur

Gelas ukur yang akan digunakan untuk memudahkan dan mertakan campuran *epoxy resin* dan *epoxy hardener* pada serat terlihat pada gambar 3.6



Gambar 3.6. Gelas ukur

### 7. Jangka Sorong

Jangka sorong (sigmat) yang akan digunakan untuk mengukur tutup knalpot dan spesimen uji terlihat pada gambar 3.7



Gambar 3.7. Jangka sorong

#### 8. Sekrap

Sekrap yang akan digunakan sebagai alat untuk membersihkan sisa adonan yang melekat pada cetakan atau mal setelah selesai pembuatan tutup knalpot dan spesimen uji terlihat pada gambar 3.8



Gambar 3.8. Sekrap

#### 9. Sarung Tangan Karet

Sarung tangan karet digunakan untuk melindungi tangan pada saat penuangan epoxy resin dan epoxyhardener terlihat pada gambar 3.9



Gambar 3.9. Sarung Tangan Karet

#### 10. Kuas

Kuas yang akan digunakan untuk mengoleskan mirrorglaze pada permukaan cetakan dan membersihkan cetakan sebelum dan sesudah pencetakan terlihat pada gambar 3.10



Gambar 3.10. Kuas

### 3.2.2. Bahan yang digunakan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan tutup knalpot komposit dengan ampas serat tebu sebagai berikut:

#### 1. Ampas serat tebu

Sebagai serat utama pembuatan tutup knalpot komposit terlihat pada gambar

3.11



Gambar 3.11. Ampas serat tebu

#### 2. Epoxy Resin Bisphenol A

Tipe resin yang akan digunakan ada dua yaitu Bisphenol A dan Polymaniomamide terlihat paada gambar 3.12



Gambar 3.12. Epoxy Resin Bisphenol A

*Epoxy Resin Bisphenol A* digunakan dalam industri cat karena memberikan lapisan pelindung yang sangat kuat.



Gambar 3.13. Epoxy Hardener Polymaniomamide B

Adapun fungsi dari *Epoxy Hardener* yaitu sebagai pengeras *epoxy*. Fungsi pengeras pada epoxy berperan sebagai katalisator untuk mempercepat proses pengeringan atau reaksi polimerisasi.

### 3. Mirror glaze (*wax*)

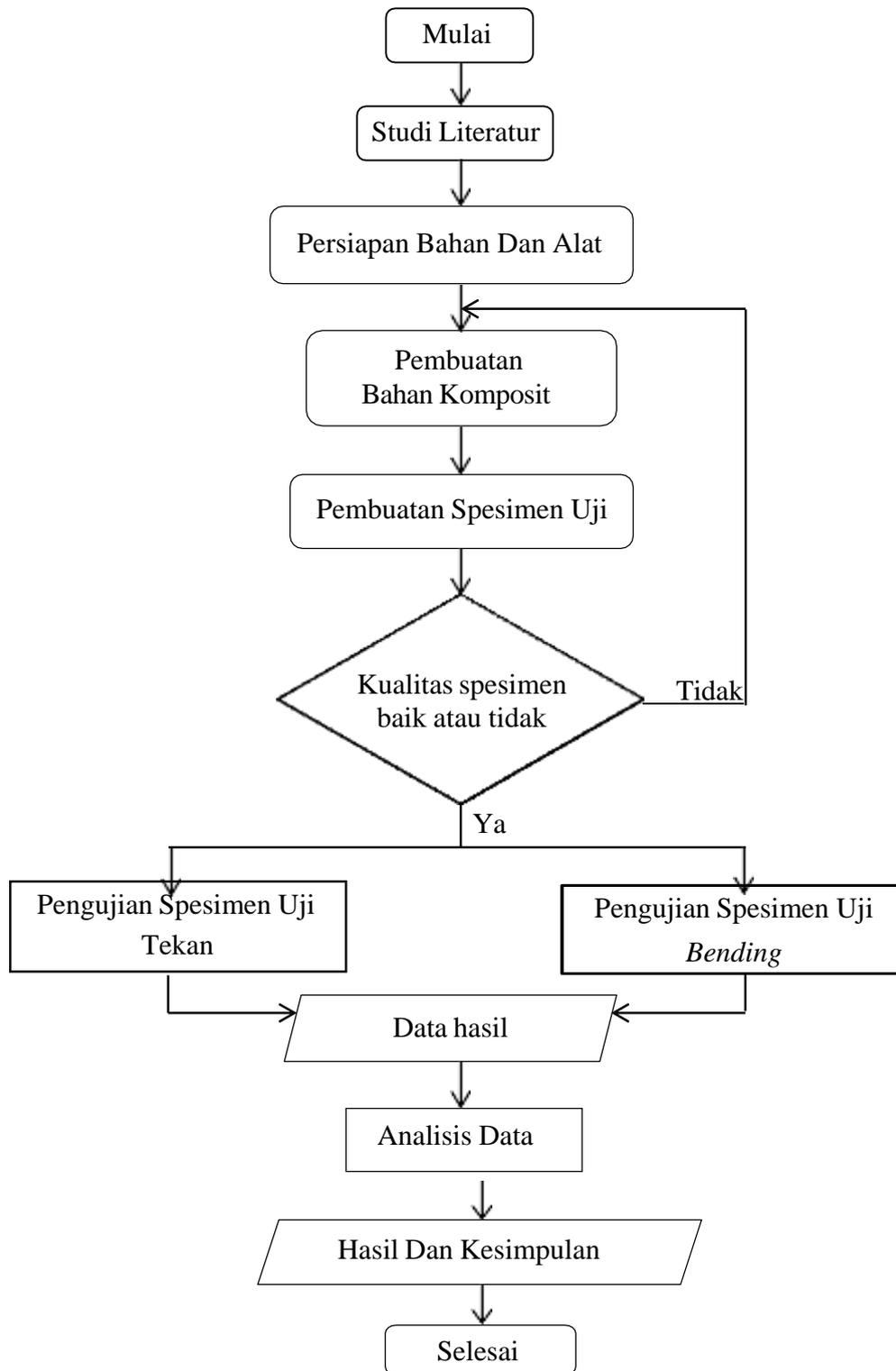
*wax* yang digunakan sebagai pelapis cetakan agar materil komposit yang sudah jadi akan mudah untuk dilepaskan dari cetakan terlihat pada gambar 3.14



Gambar 3.14. Mirror glaze

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Terlihat pada Gambar 3.15

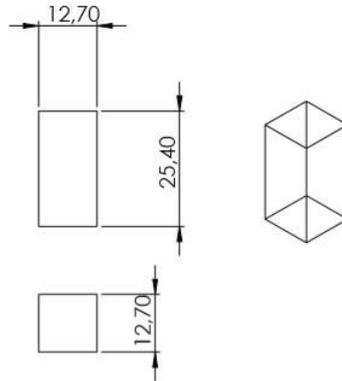


Gambar 3.15 Bagan Alir Penelitian

### 3.4 Bentuk dan dimensi spesimen uji

#### 3.4.1. Spesimen uji tekan

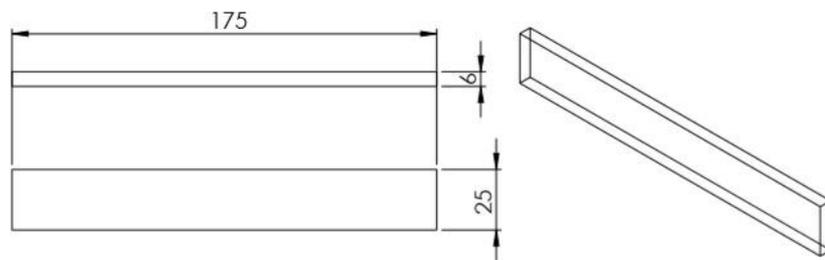
Pembuatan spesimen komposit uji tekan mengacu pada standar ASTM D 695 terlihat pada gambar 3.15



Gambar 3.16 spesimen uji tekan (Dalam satuan mm)

#### 3.4.2. Spesimen uji Lentur (*Bending*)

Pembuatan spesimen komposit uji *Three Point Bending* mengacu pada standart ASTM D790 terlihat pada gambar 3.17



Gambar 3.17 Spesimen uji lentur / bending mengacu pada stamdart ASTM D790  
(Dalam satuan mm)

### 3.5 Variasi komposisi serat ampas tebu dan epoxy resin, epoxy hardener

- 85% epoxy resin, epoxy hardener dan 15% serat ampas tebu
- 80% epoxy resin, epoxy hardener dan 20% serat ampas tebu
- 75% epoxy resin, epoxy hardener dan 25% serat ampas tebu
- 70% epoxy resin, epoxy hardener dan 30% serat ampas tebu

### 3.6 Prosedur Penelitian

#### 1. Studi Literatur

Tahapan ini dilaksanakan dalam hal pencarian jurnal dan referensi sebagai rujukan dalam pembuatan tutup knalpot komposit dari limbah *filter* ampas tebu *filler*.

#### 2. Persiapan alat dan bahan

Mempersiapkan epoxy resin bahan ini dipilih karena sifatnya yang cair, material ini memiliki keunggulan tersendiri sebagai bahan baku kerajinan.

#### 3. Limbah Serat Ampas Tebu

Serat penguat komposit yang digunakan pada penelitian ini berupa serat ampas tebu yang sudah menjadi limbah, bahan ini di pilih karena memiliki peranan penting dalam pencemaran lingkungan dan kesehatan masyarakat sehingga membutuhkan penanganan yang tepat untuk melakukan daur ulang.

#### 4. Pembuatan spesimen uji tekan dan uji lentur (*bending*)

Spesimen yang dipakai pada penelitian ini memiliki bentuk dan ukuran sesuai dengan ASTM D695 dan ASTM D790

#### 5. Pengujian *Three point Bending*

Pengujian *Three point Bending* pada penelitian ini dipilih karena pada pengujian ini spesimen yang di uji akan memiliki kekuatan tekan maksimum (*Ultimate Tensile Strength*).

#### 6. Rekapitulasi dan Pengolahan Data

Data hasil yang diperoleh dari hasil pengujian diolah menjadi data dalam bentuk tabel dan grafik.

### 3.6. Prosedur Pengujian

Pengujian Tekan dan *Three Point Bending* dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari material komposit berpenguat serat ampas tebu, Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan spesimen uji Tekan dan uji Lentur (*Bending*) dan perelatan yang akan digunakan dalam pengujian.
2. Memberi tanda atau keterangan pada masing-masing spesimen uji Tekan dan uji Lentur (*Bending*) sesuai variasi komposisi yang ditentukan.
3. Dimensi setiap material uji diukur mulai dari panjang, lebar, dan ketebalannya (semua dalam satuan mm).
4. Menekan saklar On pada mesin mesin *Universal Testing Machine* untuk pengujian lentur (*Bending*).
5. Diatur jarak antara penumpu sebesar 140 mm, sesuai dengan standart ASTM D790.
6. Menekan tombol reset agar alat uji Lentur (*Bending*) kembali ke keadaan normal.
7. Dilakukan kalibrasi beban, dengan tidak ada beban yang bekerja dan menunjukkan nilai 0 pada mesin *Universal Testing Machine*. tujuannya adalah untuk memperoleh data yang tepat pada pengujian Lentur (*Bending*).
8. Kemudian Spesimen uji Lentur (*Bending*) diletakkan pada penumpu.
9. Lalu diberikan beban pada spesimen uji hingga spesimen uji mengalami patah /putus.
10. Data dicatat yang berupa beban (load) maksimal yang mampu diterima oleh spesimen uji Lentur (*Bending*).
11. Langkah 6 hingga 10 dilakukan pada semua spesimen uji Lentur (*Bending*), sehingga didapatkan data beban (load) pada semua spesimen uji Lentur (*Bending*).

12. Setelah mencapai batas optimal matikan mesin *Universal Testing Machine*, Mesin *Universal Testing Machine* masih bekerja secara manual, apabila pengujian Lentur (*Bending*) telah mencapai batas optimal hingga spesimen uji lentur (*Bending*) patah / putus maka mesin *Universal Testing Machine* akan tetap bekerja, untuk itu diperlukan operator disampingnya untuk mematikan mesin *Universal Testing Machine*.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Hasil Uji Tekan *Cover* Knalpot Komposit

Prosedur percobaan pengujian *Cover* Knalpot berbahan komposit menggunakan serat ampas tebu ini dilakukan dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Machine (UTM)* yang berada di laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pengujian dilakukan dengan cara ditekan. Dari pengujian tekan tersebut, dihasilkan data yang dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Spesifikasi Uji Tekan Komposit Menggunakan Serat Ampas Tebu.

No.	Berat Serat Ampas Tebu (gr)	Berat Resin (gr)	Perbandingan Serat : Resin (gr)	Tinggi Spesimen (mm)	Lebar Spesimen (mm)	Panjang Spesimen (mm)
1.	15	85	15 : 85	25,4	12,7	12,7
2.	20	80	20 : 80	25,4	12,7	12,7
3.	25	75	25 : 75	25,4	12,7	12,7
4.	30	70	30 : 70	25,4	12,7	12,7

#### 4.2 Analisa Data Uji Tekan

Tabel 4.2 Analisa Data Uji Tekan dari Pengujian *cover* knalpot Komposit Spesimen 1

No.	Berat Serat Ampas Tebu (gr)	Berat Resin (gr)	Tinggi Awal (mm)	Tinggi Akhir (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Kekuatan Max (kgf)
1.	15	85	25,4	24,7	12,7	12,7	987,57
2.	15	85	25,4	24,7	12,7	12,7	1104,31
3.	15	85	25,4	23,5	12,7	12,7	1104,31

Tabel 4.3 Analisa Data Uji Tekan dari Pengujian *cover* knalpot Komposit

Spesimen 2

No.	Berat Serat Ampas Tebu (gr)	Berat Resin (gr)	Tinggi Awal (mm)	Tinggi Akhir (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Kekuatan Max (kgf)
1.	20	80	25,4	24,7	12,7	12,7	414,48
2.	20	80	25,4	24,7	12,7	12,7	447,64
3.	20	80	25,4	23,5	12,7	12,7	447,64

Tabel 4.4 Analisa Data Uji Tekan dari Pengujian *cover* knalpot Komposit

Spesimen 3

No.	Berat Serat Ampas Tebu (gr)	Berat Resin (gr)	Tinggi Awal (mm)	Tinggi Akhir (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Kekuatan Max (kgf)
1.	25	75	25,4	24,7	12,7	12,7	447,64
2.	25	75	25,4	24,7	12,7	12,7	447,64
3.	25	75	25,4	23,5	12,7	12,7	447,64

Tabel 4.5 Analisa Data Uji Tekan dari Pengujian *cover* knalpot Komposit

Spesimen 4

No.	Berat Serat Ampas Tebu (gr)	Berat Resin (gr)	Tinggi Awal (mm)	Tinggi Akhir (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Kekuatan Max (kgf)
1.	30	70	25,4	24,7	12,7	12,7	422,44
2.	30	70	25,4	24,7	12,7	12,7	422,44
3.	30	70	25,4	23,5	12,7	12,7	422,44

Tabel 4.6 Hasil Analisa Data Uji Tekan dari Pengujian *cover* knalpot Komposit

NO Produk	Variasi Komposisi	F (Kgf)	A (mm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (Mpa)	$\epsilon$	E (Mpa)
1. Spesimen 1	85 : 15	987,57	322,58	3,061473	0,0275591	165,7413
2. Spesimen 2	85 : 15	1104,31	322,58	3,423367	0,0275591	157,442
3. Spesimen 3	85 : 15	1104,31	322,58	3,423367	0,0275591	157,442

Tabel 4.7 Hasil Analisa Data Uji Tekan dari Pengujian *cover* knalpot Komposit

NO Produk	Variasi Komposisi	F (Kgf)	A (mm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (Mpa)	$\epsilon$	E (Mpa)
1. Spesimen 1	80 : 20	414,48	322,58	1,284890	0,0275591	449,9562
2. Spesimen 2	80 : 20	447,64	322,58	1,387686	0,0275591	535,3095
3. Spesimen 3	80 : 20	447,64	322,58	1,387686	0,0275591	535,3095

Tabel 4.8 Hasil Analisa Data Uji Tekan dari Pengujian *cover* knalpot Komposit

NO Produk	Variasi Komposisi	F (Kgf)	A (mm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (Mpa)	$\epsilon$	E (Mpa)
1. Spesimen 1	75 : 25	447,64	322,58	1,387686	0,0275591	535,3095
2. Spesimen 2	75 : 25	447,64	322,58	1,387686	0,0275591	535,3095
3. Spesimen 3	75 : 25	447,64	322,58	1,387686	0,0275591	535,3095

Tabel 4.9 Hasil Analisa Data Uji Tekan dari Pengujian *cover* knalpot Komposit

NO Produk	Variasi Komposisi	F (Kgf)	A (mm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (Mpa)	$\epsilon$	E (Mpa)
1. Spesimen 1	70 : 30	422,44	322,58	1,309566	0,0275591	447,0527
2. Spesimen 2	70 : 30	422,44	322,58	1,309566	0,0275591	447,0527
3. Spesimen 3	70 : 30	422,44	322,58	1,309566	0,0275591	447,0527

#### 4.3 Analisa Data

Untuk menghitung atau mencari nilai Rasio, Tegangan, Regangan dan Modulus Elastisitas.

##### Spesimen 1.1

a. Rasio Serat : Resin = 15 : 85

b. Tegangan

$$F = 987,57 \text{ kgf}$$

$$= 987,57 \text{ N}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$

$$= 25,4 \times 12,7 = 322,58 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{987,57 \text{ N}}{322,58 \text{ mm}^2} = 3,061473 \text{ N/mm}^2 = 3,061473 \times 10^6 \text{ Pa} = 3,061473 \text{ MPa} \end{aligned}$$

c. Regangan

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{\Delta L}{l_0} = \left( \frac{l_0 - l}{l_0} \right) \\ &= \frac{25,4 - 24,7}{25,4} = -0,0275591 \end{aligned}$$

d. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{3,061473 \times 10^6}{-0,0275591} = 1,1106113 \times 10^8 \text{ Pa} = 1,1106113 \times 10^2 \text{ Mpa} = 111,06113$$

##### Spesimen 1.2

a. Rasio Serat : Resin = 15 : 85

b. Tegangan

$$F = 1104,31 \text{ kgf}$$

$$= 1104,31 \text{ N}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$

$$= 25,4 \times 12,7 = 322,58 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{1104,31 \text{ N}}{322,58 \text{ mm}^2} = 3,423367 \text{ N/mm}^2 = 3,423367 \times 10^6 \text{ Pa} = 3,423367 \text{ MPa} \end{aligned}$$

c. Regangan

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{l_0} = \left( \frac{l_0 - l}{l_0} \right) \\ &= \frac{25,4 - 24,7}{25,4} = - 0,0275591\end{aligned}$$

d. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{3,423367 \times 10^6}{0,0275591} = 1,57442 \times 10^8 \text{ Pa} = 1,57442 \times 10^2 \text{ Mpa} = 157,442$$

Spesimen 1.3

a. Rasio Serat : Resin = 15 : 85

b. Tegangan

$$F = 1104,31 \text{ kgf}$$

$$= 1104,31 \text{ N}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$

$$= 25,4 \times 12,7 = 322,58 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{1104,31 \text{ N}}{322,58 \text{ mm}^2} = 3,423367 \text{ N/mm}^2 = 3,423367 \times 10^6 \text{ Pa} = 3,423367 \text{ MPa}$$

c. Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} = \left( \frac{l_0 - l}{l_0} \right)$$

$$= \frac{25,4 - 24,7}{25,4} = - 0,0275591$$

d. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{3,423367 \times 10^6}{0,0275591} = 1,57442 \times 10^8 \text{ Pa} = 1,57442 \times 10^2 \text{ Mpa} = 157,442$$

Spesimen 2.1

a. Rasio Serat : Resin = 20 : 80

b. Tegangan

$$F = 414,48 \text{ kgf}$$

$$= 414,48 \text{ N}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$

$$= 25,4 \times 12,7 = 322,58 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{414,48 \text{ N}}{322,58 \text{ mm}^2} = 1,284890 \text{ N/mm}^2 = 1,284890 \times 10^6 \text{ Pa} = 1,284890 \text{ MPa}$$

c. Regangan

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{\Delta L}{l_0} = \left( \frac{l_0 - l}{l_0} \right) \\ &= \frac{25,4 - 24,7}{25,4} = - 0,0275591 \end{aligned}$$

d. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,284890 \times 10^6}{- 0,0275591} = 4,499562 \times 10^8 \text{ Pa} = 4,499562 \times 10^2 \text{ Mpa} = 4,9562$$

Spesimen 2.2

a. Rasio Serat : Resin = 20 : 80

b. Tegangan

$$\begin{aligned} F &= 447,64 \text{ kgf} \\ &= 447,64 \text{ N} \end{aligned}$$

A = Panjang x Lebar

$$= 25,4 \times 12,7 = 322,58 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{447,64 \text{ N}}{322,58 \text{ mm}^2} = 1,387686 \text{ N/mm}^2 = 1,387686 \times 10^6 \text{ Pa} = 1,387686 \text{ MPa} \end{aligned}$$

c. Regangan

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{\Delta L}{l_0} = \left( \frac{l_0 - l}{l_0} \right) \\ &= \frac{25,4 - 24,7}{25,4} = - 0,0275591 \end{aligned}$$

d. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,387686 \times 10^6}{- 0,0275591} = 5,353095 \times 10^8 \text{ Pa} = 5,353095 \times 10^2 \text{ Mpa} = 535,3095$$

Spesimen 2.3

a. Rasio Serat : Resin = 20 : 80

b. Tegangan

$$\begin{aligned} F &= 447,64 \text{ kgf} \\ &= 447,64 \text{ N} \end{aligned}$$

A = Panjang x Lebar

$$= 25,4 \times 12,7 = 322,58 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{447,64 \text{ N}}{322,58 \text{ mm}^2} = 1,387686 \text{ N/mm}^2 = 1,387686 \times 10^6 \text{ Pa} = 1,387686 \text{ MPa}$$

c. Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} = \left( \frac{l_0 - l}{l_0} \right)$$

$$= \frac{25,4 - 24,7}{25,4} = -0,0275591$$

d. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,387686 \times 10^6}{-0,0275591} = 5,353095 \times 10^8 \text{ Pa} = 5,353095 \times 10^2 \text{ Mpa} = 535,3095$$

Spesimen 3.1

a. Rasio Serat : Resin = 25 : 75

b. Tegangan

$$F = 447,64 \text{ kgf}$$

$$= 447,64 \text{ N}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$

$$= 25,4 \times 12,7 = 322,58 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{447,64 \text{ N}}{322,58 \text{ mm}^2} = 1,387686 \text{ N/mm}^2 = 1,387686 \times 10^6 \text{ Pa} = 1,387686 \text{ MPa}$$

c. Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} = \left( \frac{l_0 - l}{l_0} \right)$$

$$= \frac{25,4 - 24,7}{25,4} = -0,0275591$$

d. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,387686 \times 10^6}{-0,0275591} = 5,353095 \times 10^8 \text{ Pa} = 5,353095 \times 10^2 \text{ Mpa} = 535,3095$$

Spesimen 3.2

a. Rasio Serat : Resin = 25 : 75

b. Tegangan

$$F = 447,64 \text{ kgf}$$

$$= 447,64 \text{ N}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$

$$= 25,4 \times 12,7 = 322,58 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{447,64 \text{ N}}{322,58 \text{ mm}^2} = 1,387686 \text{ N/mm}^2 = 1,387686 \times 10^6 \text{ Pa} = 1,387686 \text{ MPa}$$

c. Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} = \left( \frac{l_0 - l}{l_0} \right)$$

$$= \frac{25,4 - 24,7}{25,4} = -0,0275591$$

d. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,387686 \times 10^6}{-0,0275591} = 5,353095 \times 10^8 \text{ Pa} = 5,353095 \times 10^2 \text{ Mpa} = 535,3095$$

Spesimen 3.3

a. Rasio Serat : Resin = 25 : 75

b. Tegangan

$$F = 447,64 \text{ kgf}$$

$$= 447,64 \text{ N}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$

$$= 25,4 \times 12,7 = 322,58 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{447,64 \text{ N}}{322,58 \text{ mm}^2} = 1,387686 \text{ N/mm}^2 = 1,387686 \times 10^6 \text{ Pa} = 1,387686 \text{ MPa}$$

c. Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} = \left( \frac{l_0 - l}{l_0} \right)$$

$$= \frac{25,4 - 24,7}{25,4} = -0,0275591$$

d. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,387686 \times 10^6}{-0,0275591} = 5,353095 \times 10^8 \text{ Pa} = 5,353095 \times 10^2 \text{ Mpa} = 535,3095$$

Spesimen 4.1

a. Rasio Serat : Resin = 30 : 70

b. Tegangan

$$F = 422,44 \text{ kgf}$$

$$= 422,44 \text{ N}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$

$$= 25,4 \times 12,7 = 322,58 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{422,44 \text{ N}}{322,58 \text{ mm}^2} = 1,309566 \text{ N/mm}^2 = 1,309566 \times 10^6 \text{ Pa} = 1,309566 \text{ MPa}$$

c. Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} = \left( \frac{l_0 - l}{l_0} \right)$$

$$= \frac{25,4 - 24,7}{25,4} = -0,0275591$$

d. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,309566 \times 10^6}{-0,0275591} = 4,470527 \times 10^8 \text{ Pa} = 4,470527 \times 10^2 \text{ Mpa} = 447,0527$$

Spesimen 4.2

a. Rasio Serat : Resin = 30 : 70

b. Tegangan

$$F = 422,44 \text{ kgf}$$

$$= 422,44 \text{ N}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$

$$= 25,4 \times 12,7 = 322,58 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{422,44 \text{ N}}{322,58 \text{ mm}^2} = 1,309566 \text{ N/mm}^2 = 1,309566 \times 10^6 \text{ Pa} = 1,309566 \text{ MPa}$$

c. Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} = \left( \frac{l_0 - l}{l_0} \right)$$

$$= \frac{25,4 - 24,7}{25,4} = -0,0275591$$

d. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,309566 \times 10^6}{-0,0275591} = 4,470527 \times 10^8 \text{ Pa} = 4,470527 \times 10^2 \text{ Mpa} = 447,0527$$

### Spesimen 4.3

a. Rasio Serat : Resin = 30 : 70

b. Tegangan

$$F = 422,44 \text{ kgf}$$

$$= 422,44 \text{ N}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$

$$= 25,4 \times 12,7 = 322,58 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{422,44 \text{ N}}{322,58 \text{ mm}^2} = 1,309566 \text{ N/mm}^2 = 1,309566 \times 10^6 \text{ Pa} = 1,309566 \text{ MPa}$$

c. Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} = \left( \frac{l_0 - l}{l_0} \right)$$

$$= \frac{25,4 - 24,7}{25,4} = -0,0275591$$

d. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,309566 \times 10^6}{-0,0275591} = 4,470527 \times 10^8 \text{ Pa} = 4,470527 \times 10^2 \text{ Mpa} = 447,0527$$

### 4.4 Data Hasil Uji Lentur ( *Bending* ) Cover Knalpot Komposit

Prosedur percobaan pengujian *Cover* Knalpot berbahan komposit menggunakan serat ampas tebu ini dilakukan dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Machine (UTM)* yang berada di laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pengujian dilakukan dengan cara ditekan. Dari pengujian lentur ( *Bending* ) tersebut, dihasilkan data yang dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4.10 Data pengujian lentur (*Bending*) dengan variasi komposisi 85%:15%.

NO	Produk	Variasi komposisi (%)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	d (mm)	$\sigma_f$ (kgf/mm <sup>2</sup> )
1.	Spesimen 1	85 : 15	60,27	140	25	6	14,063
2.	Spesimen 2	85 : 15	27,11	140	25	6	6,3256
3.	Spesimen 3	85 : 15	49,66	140	25	6	11,5873

Tabel 4.11. Data pengujian lentur (*Bending*) dengan variasi komposisi 80%:20%.

NO	Produk	Variasi komposisi (%)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	d (mm)	$\sigma_f$ (kgf/mm <sup>2</sup> )
1.	Spesimen 1	80 : 20	60,27	140	25	6	14,063
2.	Spesimen 2	80 : 20	58,95	140	25	6	11,5873
3.	Spesimen 3	80 : 20	40,37	140	25	6	9,4196

Tabel 4.12. Data pengujian lentur (*Bending*) dengan variasi komposisi 75%:25%.

NO	Produk	Variasi komposisi (%)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	d (mm)	$\sigma_f$ (kgf/mm <sup>2</sup> )
1.	Spesimen 1	75 : 25	43,03	140	25	6	10,0403
2.	Spesimen 2	75 : 25	58,95	140	25	6	11,5873
3.	Spesimen 3	75 : 25	45,68	140	25	6	10,6586

Tabel 4.13. Data pengujian lentur (*Bending*) dengan variasi komposisi 70%:30%.

NO	Produk	Variasi komposisi (%)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	d (mm)	$\sigma_f$ (kgf/mm <sup>2</sup> )
1.	Spesimen 1	70 : 30	28,43	140	25	6	6,6336
2.	Spesimen 2	70 : 30	47,01	140	25	6	10,969
3.	Spesimen 3	70 : 30	45,68	140	25	6	47,01

#### 4.5 Analisa Data Uji Lentur ( *Bending* )

Spesimen dengan variasi komposisi 85%:15%

Spesimen 1

Beban atau gaya yang terjadi (P) =60,27 kgf

$$\begin{aligned}\sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3(60,27 \times 140)}{2(25) \times (6)^2} \\ &= \frac{25313,4}{1800} \\ &= 14,063 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi komposisi 85%:15%

Spesimen 2

Beban atau gaya yang terjadi (P) =27,11 kgf

$$\begin{aligned}\sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3(27,11 \times 140)}{2(25) \times (6)^2} \\ &= \frac{11386,2}{1800} = 6,3256 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi komposisi 85%:15%

Spesimen 3

Beban atau gaya yang terjadi (P) =49,66 kgf

$$\begin{aligned}
\sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\
&= \frac{3(49,66 \times 140)}{2(25) \times (6)^2} \\
&= \frac{20857,2}{1800} \\
&= 11,5873 \text{ kgf/mm}^2
\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi komposisi 80%:20%

Spesimen 1

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 60,27 kgf

$$\begin{aligned}
\sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\
&= \frac{3(60,27 \times 140)}{2(25) \times (6)^2} \\
&= \frac{25313,4}{1800} \\
&= 14,063 \text{ kgf/mm}^2
\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi komposisi 80%:20%

Spesimen 2

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 58,95 kgf

$$\begin{aligned}
\sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\
&= \frac{3(58,95 \times 140)}{2(25) \times (6)^2} \\
&= \frac{24759}{1800} \\
&= 11,5873 \text{ kgf/mm}^2
\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi komposisi 80%:20%

Spesimen 3

Beban atau gaya yang terjadi (P) =40,37 kgf

$$\begin{aligned}\sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3(40,37 \times 140)}{2(25) \times (6)^2} \\ &= \frac{16955,4}{1800} \\ &= 9,4196 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi komposisi 75%:25%

Spesimen 1

Beban atau gaya yang terjadi (P) =43,03 kgf

$$\begin{aligned}\sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3(43,03 \times 140)}{2(25) \times (6)^2} \\ &= \frac{18072,6}{1800} \\ &= 10,0403 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi komposisi 75%:25%

Spesimen 2

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 58,95 kgf

$$\begin{aligned}\sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3(58,95 \times 140)}{2(25) \times (6)^2} \\ &= \frac{24759}{1800} \\ &= 11,5873 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi komposisi 75%:25%

Spesimen 3

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 45,68 kgf

$$\begin{aligned}\sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3(45,68 \times 140)}{2(25) \times (6)^2} \\ &= \frac{19185,6}{1800} \\ &= 10,6586 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi komposisi 70%:30%

Spesimen 1

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 28,43 kgf

$$\begin{aligned}\sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3(28,43 \times 140)}{2(25) \times (6)^2} \\ &= \frac{11940,6}{1800} \\ &= 6,6336 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi komposisi 70%:30%

Spesimen 2

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 47,01 kgf

$$\begin{aligned}\sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3(47,01 \times 140)}{2(25) \times (6)^2} \\ &= \frac{19744,2}{1800} \\ &= 10,969 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi komposisi 75%:25%

Spesimen 3

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 45,68 kgf

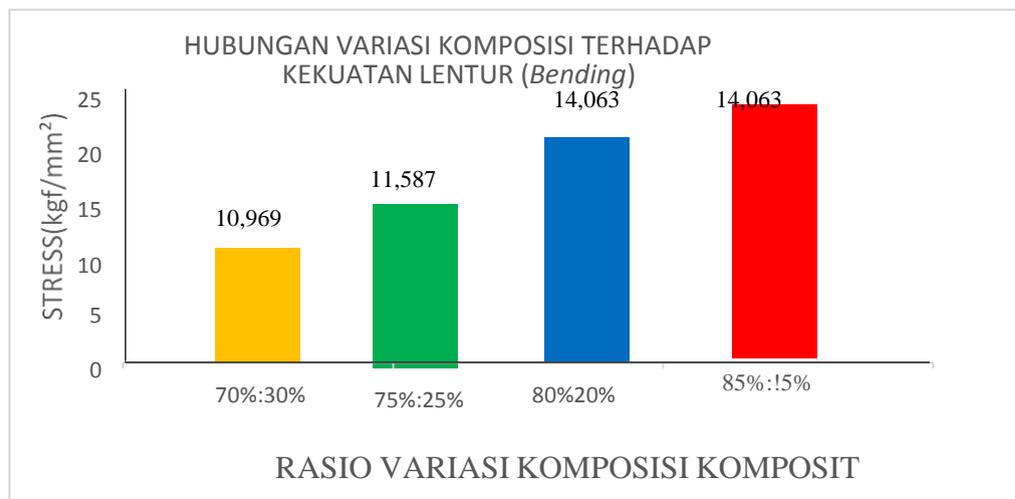
$$\begin{aligned}\sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3(45,68 \times 140)}{2(25) \times (6)^2} \\ &= \frac{19185,6}{1800} \\ &= 10,6586 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Dari keseluruhan spesimen uji Lentur (*Bending*) diperoleh nilai kekuatan bending maksimal yang berbeda-beda antara spesimen uji satu dengan spesimen uji yang lainnya hal ini disebabkan oleh:

1. Variasi komposisi serat ampas tebu yang berbeda pada spesimen uji Lentur (*Bending*).
2. Susunan serat ampas tebu tidak sama rata pada spesimeen uji satu dengan spesimen uji Lentur (*Bending*) yang lainnya.
3. Terdapatnya kandungan angin pada spesiemen uji Lentur (*Bending*).

#### 4.6 Hubungan antara variasi komposisi terhadap tegangan lentur (*Bending*)

1. Grafik hubungan antara variasi komposisi terhadap kekuatan Lentur (*Bending*)



Gambar 4.1. Hubungan Antara variasi komposisi terhadap kekuatan Lentur

Dari gambar 4.1 menunjukkan bahwa adanya hubungan antara kekuatan Lentur (*Bending*) dengan variasi komposisi yang berbeda-beda. Ini dapat dilihat dari data hasil perhitungan spesimen:

1. Spesimen dengan variasi komposisi 70%:30% menghasilkan tegangan bending maksimal yaitu sebesar 10,969 kgf/mm<sup>2</sup>.
2. Spesimen dengan variasi komposisi 75%:25% menghasilkan tegangan bending maksimal yaitu sebesar 11,5873 kgf/mm<sup>2</sup>.
3. Spesimen dengan variasi komposisi 80%:20% menghasilkan tegangan bending maksimal yaitu sebesar 14,063 kgf/mm<sup>2</sup>.
4. Spesimen dengan variasi komposisi 85%:15% menghasilkan tegangan bending maksimal yaitu sebesar 14,063 kgf/mm<sup>2</sup>.

Dari keempat variasi komposisi pengujian Lentur (*Bending*) pada gambar 4.5, maka kekuatan bending terbesar terjadi pada Variasi komposisi spesimen uji yang ke 4 dengan komposisi 85%:15% yaitu sebesar 14,063 kgf/mm<sup>2</sup>,

Ini disebabkan karena komposisi serat ampas tebu yang tinggi sehingga semakin tinggi komposisi serat daun ampas maka kekuatan bending yang dihasilkan akan semakin tinggi.

**Spesimen Uji Tekan Sebelum dan Sesudah di Uji**  
**Spesimen 1 Sebelum di Uji**



Gambar 4.2 Spesimen 1 Sebelum di Uji Tekan

Spesimen 1 sebelum di lakukan uji *Universal Testting Machine* (UTM). Spesimen 1 memiliki perbandingan Resin : Serat = 85 gr : 15 gr. Memiliki berat 5 gr dengan spesifikasi Spesimen uji menggunakan Standard ASTM D695 yaitu = 25,4 mm : 12,7 mm :12,7 mm terlihat seperti pada Gambar 4.1

**Spesimen 1 Setelah di Uji**



Gambar 4.3 Spesimen 1 Setelah di Uji Tekan

Spesimen 1 setelah di lakukan uji *Universal Testng Machine* (UTM) mengalami perubahan bentuk terlihat seperti pada Gambar 4.2

### Speseimen 2 Sebelum di Uji



Gambar 4.4 Spesimen 2 Sebelum di Uji Tekan

Spesimen 2 sebelum di lakukan uji *Universal Testting Machine* (UTM). Spesimen 2 memiliki perbandingan Resin: Serat = 80 gr : 20 gr. Memiliki berat 6 gr dengan spesifikasi Spesimen uji menggunakan Standard ASTM D695 yaitu = 25,4 mm : 12,7 mm :12,7 mm terlihat seperti pada Gambar 4.3

### Spesimen 2 Setelah di Uji



Gambar 4.5 Spesimen 2 Setelah di Uji Tekan

Spesimen 2 setelah di lakukan uji *Universal Testng Machine* (UTM) mengalami perubahan bentuk terlihat seperti pada Gambar 4.4

### Spesimen 3 Sebelum di Uji



Gambar 4.6 Spesimen 3 Sebelum di Uji Tekan

Spesimen 3 sebelum di lakukan uji *Universal Testng Machine* (UTM). Spesimen 3 memiliki perbandingan Resin : Serat = 75 gr : 25 gr. Memiliki berat 6 gr dengan spesifikasi Spesimen uji menggunakan Standard ASTM D695 yaitu = 25,4 mm : 12,7 mm :12,7 mm terlihat seperti pada Gambar 4.5

### Spesimen 3 Setelah di Uji



Gambar 4.7 Spesimen 3 Setelah di Uji Tekan

Spesimen 3 setelah di lakukan uji *Universal Testng Machine* (UTM) mengalami perubahan bentuk terlihat seperti pada Gambar 4.6

### Spesimen 4 Sebelum di Uji



Gambar 4.8 Spesimen 4 Sebelum di Uji Tekan

Spesimen 4 sebelum di lakukan uji *Universal Testting Machine* (UTM). Spesimen 4 memiliki perbandingan Resin : Serat = 70 gr : 30 gr. Memiliki berat 5 gr dengan spesifikasi Spesimen uji menggunakan Standard ASTM D695 yaitu = 25,4 mm : 12,7 mm :12,7 mm terlihat seperti pada Gambar 4.7

### Spesimen 4 Setelah di Uji



Gambar 4.9 Spesimen 4 Setelah di Uji Tekan

Spesimen 4 setelah di lakukan uji *Universal Testng Machine* (UTM) mengalami perubahan bentuk terlihat seperti pada Gambar 4.8

**Spesimen Uji Lentur ( *Bending* ) Sebelum dan Sesudah di Uji**  
**Spesimen 1 Sebelum di Uji**



Gambar 4.10 Spesimen 1 Sebelum di Uji Lentur ( *Bending* )

Spesimen 1 sebelum di lakukan uji *Universal Testing Machine* (UTM). Spesimen 1 memiliki perbandingan Resin : Serat = 85 gr : 15 gr. Memiliki berat 5 gr dengan spesifikasi Spesimen uji menggunakan Standard ASTM D790 yaitu = 175 mm : 25 mm :6 mm terlihat seperti pada Gambar 4.1

**Spesimen 1 Setelah di Uji**



Gambar 4.11 Spesimen 1 Setelah di Uji Lentur ( *Bending* )

Spesimen 1 setelah di lakukan uji *Universal Testng Machine* (UTM) mengalami perubahan bentuk terlihat seperti pada Gambar 4.2

### Spesimen 2 Sebelum di Uji



Gambar 4.12 Spesimen 2 Sebelum di Uji Lentur ( *Bending* )

Spesimen 2 sebelum di lakukan uji *Universal Testting Machine* (UTM). Spesimen 2 memiliki perbandingan Resin: Serat = 80 gr : 20 gr. Memiliki berat 6 gr dengan spesifikasi Spesimen uji menggunakan Standard ASTM D790 yaitu = 175 mm : 25 mm :6 mm terlihat seperti pada Gambar 4.3

### Spesimen 2 Setelah di Uji



Gambar 4.13 Spesimen 2 Setelah di Uji Lentur ( *Bending* )

Spesimen 2 setelah di lakukan uji *Universal Testng Machine* (UTM) mengalami perubahan bentuk terlihat seperti pada Gambar 4.4

### Spesimen 3 Sebelum di Uji



Gambar 4.14 Spesimen 3 Sebelum di Uji Lentur ( *Bending* )

Spesimen 3 sebelum di lakukan uji *Universal Testing Machine* (UTM). Spesimen 3 memiliki perbandingan Resin : Serat = 75 gr : 25 gr. Memiliki berat 6 gr dengan spesifikasi Spesimen uji menggunakan Standard ASTM D790 yaitu = 175 mm : 25 mm :6 mm terlihat seperti pada Gambar 4.5

### Spesimen 3 Setelah di Uji



Gambar 4.15 Spesimen 3 Setelah di Uji Lentur ( *Bending* )

Spesimen 3 setelah di lakukan uji *Universal Testng Machine* (UTM) mengalami perubahan bentuk terlihat seperti pada Gambar 4.6

### Spesimen 4 Sebelum di Uji



Gambar 4.16 Spesimen 4 Sebelum di Uji Lentur ( *Bending* )

Spesimen 4 sebelum di lakukan uji *Universal Testting Machine* (UTM). Spesimen 4 memiliki perbandingan Resin : Serat = 70 gr : 30 gr. Memiliki berat 5 gr dengan spesifikasi Spesimen uji menggunakan Standard ASTM D790 yaitu = 175 mm : 25 mm :6 mm terlihat seperti pada Gambar 4.7

### Spesimen 4 Setelah di Uji



Gambar 4.17 Spesimen 4 Setelah di Uji Lentur ( *Bending* )

Spesimen 4 setelah di lakukan uji *Universal Testng Machine* (UTM) mengalami perubahan bentuk terlihat seperti pada Gambar 4.8

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Dalam pembuatan spesimen uji Lentur (*Bending*) serat sangat berpengaruh terhadap hasil pengujian.

2. Hasil Dari pengujian Tekan

Dari keempat perbandingan variasi komposisi resin:serat = 70%:30%, 75%:25%, 80%:20% dan 85%:15% terlihat bahwa Pengujian Tekan variasi komposisi 85% : 15% yaitu Tegangan= 3,423367 MPa, Regangan= -0,0275591 MPa, Modulus Elastisitas= 157,42.

3. Hasil dari pengujian Lentur (*Bending*)

Dari keempat perbandingan variasi komposisi resin:serat = 70%:30%, 75%:25%, 80%:20% dan 85%:15% Terlihat bahwa pada pengujian Lentur (*Bending*) variasi komposisi bahan 85%:15% menghasilkan nilai kekuatan bending maksimal ( $\sigma_f$ ) yang lebih tinggi yaitu 20,473 kgf/mm<sup>2</sup>.

## 5.2. Saran

Hasil penelitian ini masih perlu perbaikan dan penyempurnaan serta beberapa saran penulis sampaikan :

1. Untuk penelitian lebih lanjut sebaiknya mencoba menggunakan serat yang berbeda, dan melakukan pengujian kekuatannya untuk mengetahui hasil produksi yang maksimal.
2. Berdasarkan pengujian yang dilakukan , posisi serat harus sama rata agar mendapatkan hasil uji yang terbaik.
3. Pada saat pengujian bending specimen harus ditekan secara maksimal agar spesimen uji tidak bergerak agar mendapatkan hasil yang terbaik.

## DAFTAR PUSTAKA

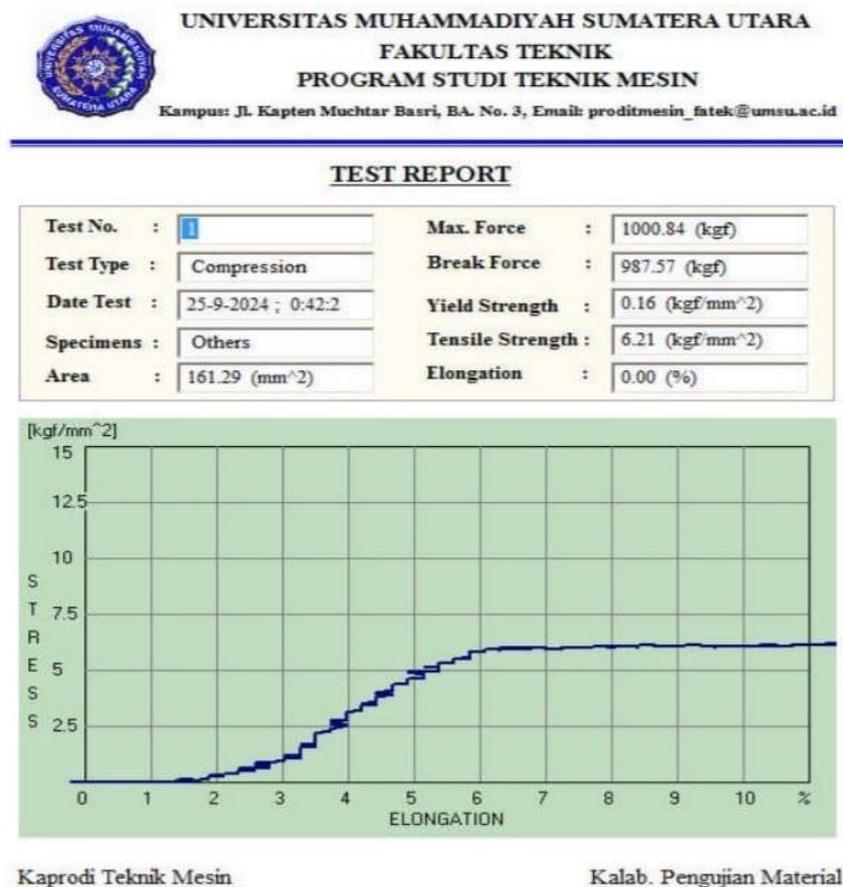
- Ali S, Safrijal. 2017. Pembuatan Papan Serat Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Dengan Metode Penuangan Secara Langsung Berukuran 100x300 mm. *Jurnal Mekanova*, 3(4): 37-48.
- AnnualBookoff ASTM Standart, D790. *Standart Test Method for Flexual And ReinforcedPlastics AND Electrical Material (Matric)*. American Society for Testing and Material (1984).
- Azwar E, 2017. Aplikasi Selulosa Sebagai Filler Pada komposit Beton. Teknosain. Yogyakarta.
- Ferdika, D., 2014, *Bio Oil Dari Ampas Tebu (Baggase)*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Hartono Yudo, Sukanto Jatmiko. Juni 2008 *Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (BAGGASE) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Impact .*
- M. Yani, *Kekuatan Komposit Polimeric Foam Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Pembentukan Dinamik, Journal mekanik, Vol. 1, Nov 2016*
- M. Yani, *Pembuatan Helmet Sepeda Bahan Komposit Polimeric Foam Diperkuat Serat TKKS. Proseding-Dies Natalis Emas USU 50 Tahun, 2012*
- Sri Widodo, Maret 2019, *Jurnal Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Dengan Matriks Epoxy.*
- Shabiri, M, 2014, *Pengaruh Rasio Epoxy Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Bentur Komposit Partikel Epoxy Berpengisi Serat Ampas Tebu*, Jurnal Teknik, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Yani, M., & Lubis, F. (2018). *Pembuatan dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Diperkuat Serat Limbah Plastik Akibat Beban Lendutan. Jurnal Ilmiah Mekanik Teknik Mesin ITM*, 4(2), 77–84.

## LAMPIRAN

### Data hasil uji kekuatan Tekan *Cover Knalpot Komposit*

#### Spesimen 1.1

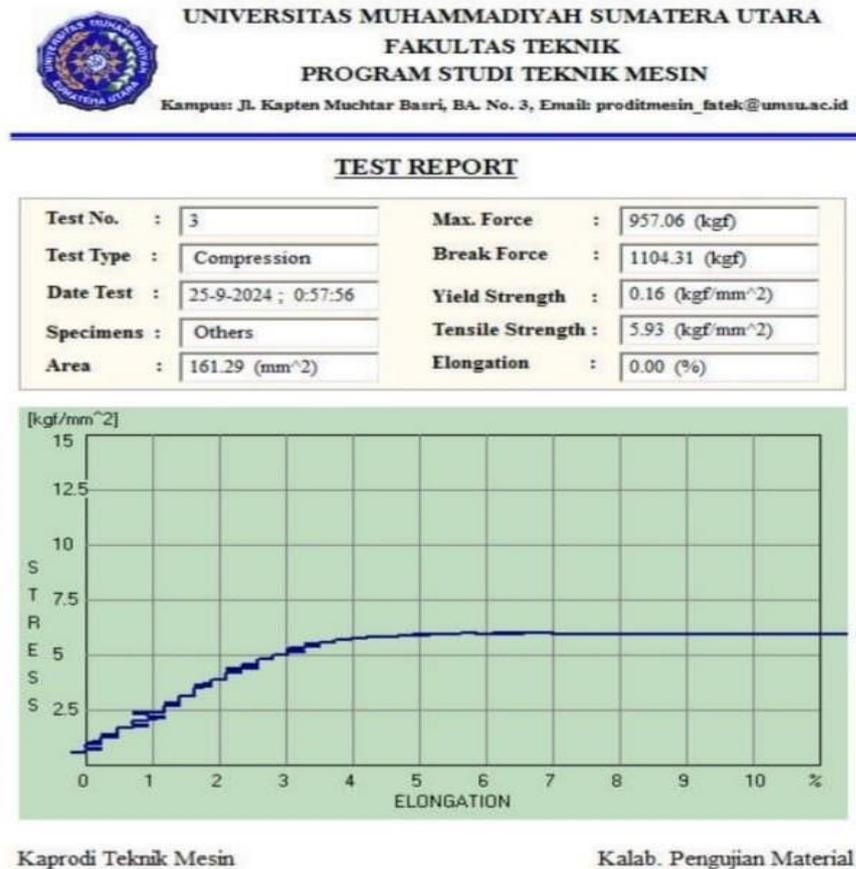
Grafik kekuatan dan pukulan yang dihasilkan dari data uji tekan spesimen 1 *Cover Knalpot* Dapat di lihat pada Gambar L.1.



Gambar L.1 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 1.1

## Spesimen 1.2

Grafik kekuatan dan pukulan yang dihasilkan dari data uji tekan spesimen 1.2. Dapat di lihat pada Gambar L.2.



Gambar L.2 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 1.2

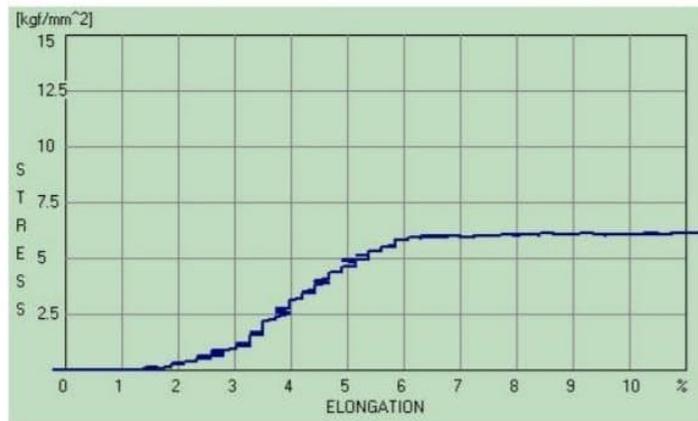


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	1	Max. Force :	1000.84 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	987.57 (kgf)
Date Test :	25-9-2024 ; 0:42:2	Yield Strength :	0.16 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Specimens :	Others	Tensile Strength :	6.21 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Area :	161.29 (mm <sup>2</sup> )	Elongation :	0.00 (%)



Kapodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

Gambar L.3 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 1.3

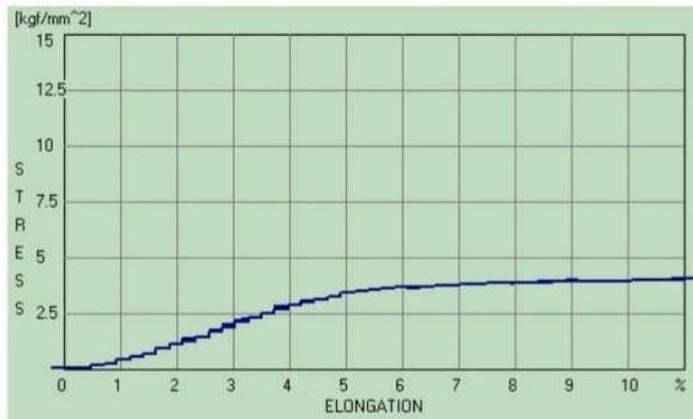


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	1	Max. Force :	536.52 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	414.48 (kgf)
Date Test :	25-9-2024 ; 1:6:30	Yield Strength :	0.16 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Specimens :	Others	Tensile Strength :	3.33 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Area :	161.29 (mm <sup>2</sup> )	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodin Teknik Mesin

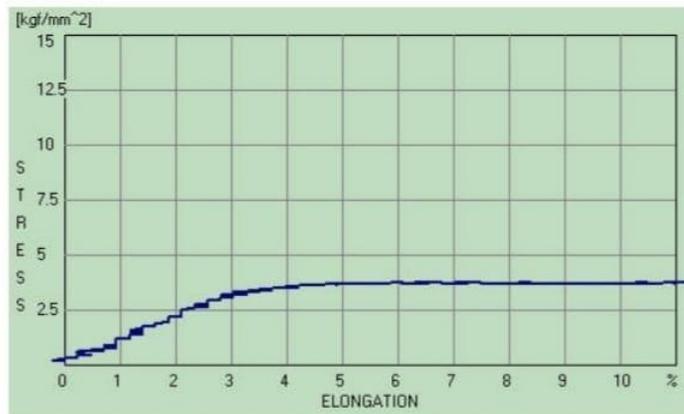
Kalab. Pengujian Material

Gambar L.4 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 2.1



**TEST REPORT**

Test No. :	2	Max. Force :	472.85 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	447.64 (kgf)
Date Test :	25-9-2024 ; 1:11:16	Yield Strength :	0.16 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Specimens :	Others	Tensile Strength :	2.93 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Area :	161.29 (mm <sup>2</sup> )	Elongation :	0.00 (%)

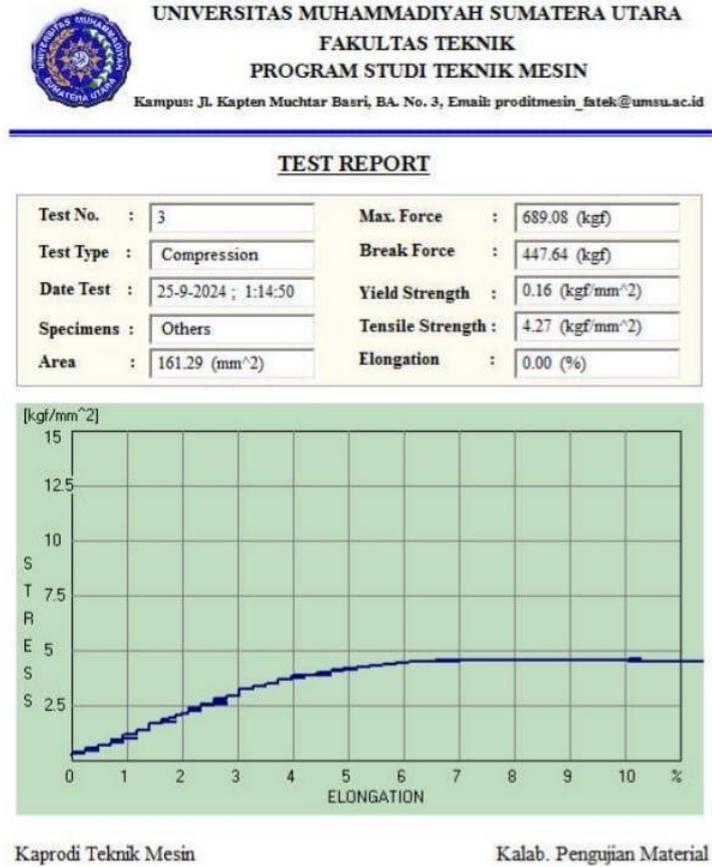


Kaprodin Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

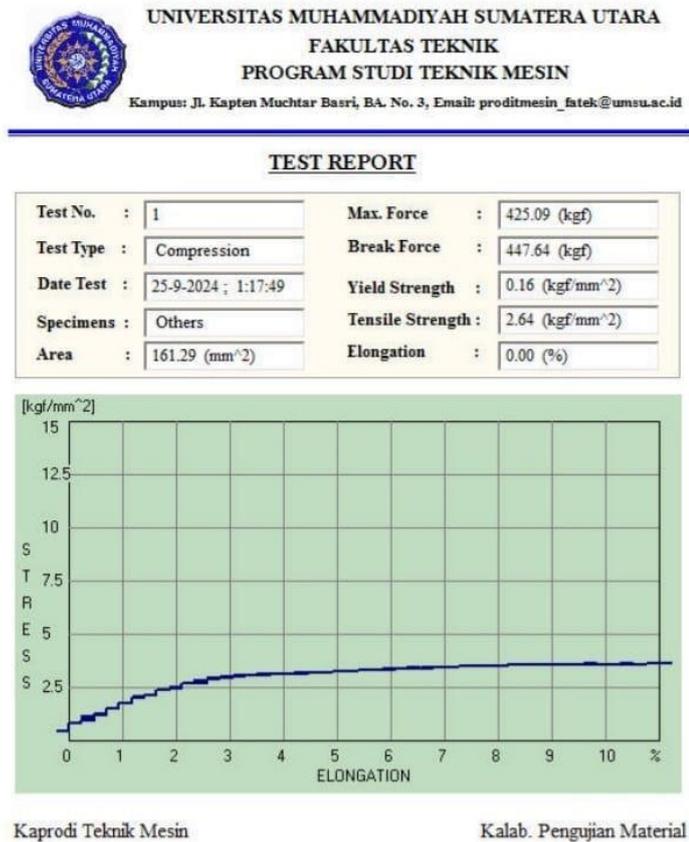
Gambar L.5 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 2.2

Grafik kekuatan dan pukulan yang dihasilkan dari data uji tekan spesimen 2.3 Dapat di lihat pada Gambar L.6.



Gambar L.6 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 2.3

Grafik kekuatan dan pukulan yang dihasilkan dari data uji tekan spesimen 3.1  
Dapat di lihat pada Gambar L.7



Gambar L.7 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 3.1



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. :	2	Max. Force :	781.95 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	447.64 (kgf)
Date Test :	25-9-2024 ; 1:21:5	Yield Strength :	0.16 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Specimens :	Others	Tensile Strength :	4.85 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Area :	13	Elongation :	COMPRESSION



Kapodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

Gambar L.8 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 3.2

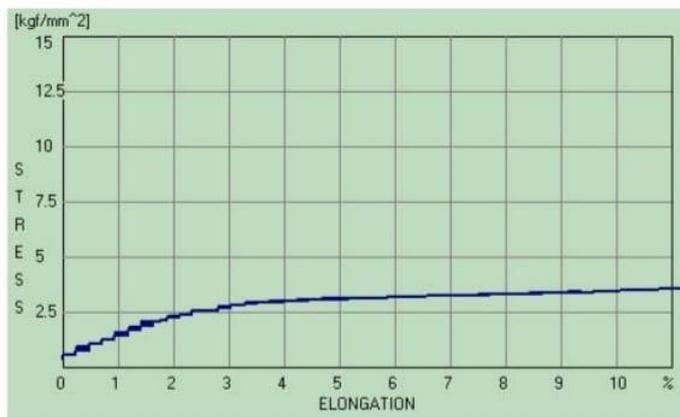


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

**TEST REPORT**

Test No. :	3	Max. Force :	571.02 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	447.64 (kgf)
Date Test :	25-9-2024 ; 1:26:15	Yield Strength :	0.16 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Specimens :	Others	Tensile Strength :	3.54 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Area :	161.29 (mm <sup>2</sup> )	Elongation :	0.00 (%)



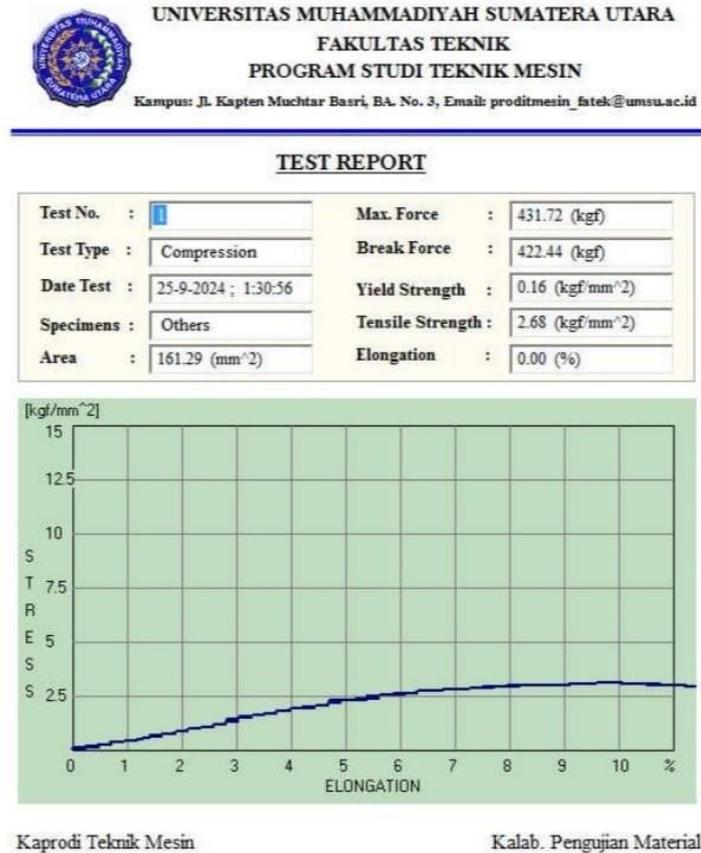
Kaprodin Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

Gambar L.9 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 3.3

## Spesimen 4.1

Grafik kekuatan dan pukulan yang dihasilkan dari data uji tekan spesimen 4.1. Dapat di lihat pada Gambar L.10



Gambar L.10 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 4.1

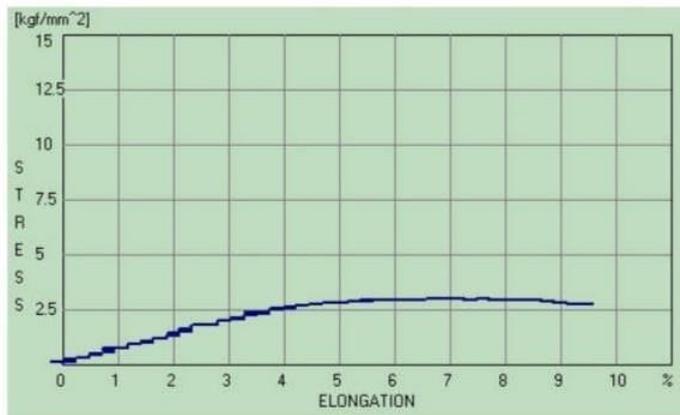


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	442.34 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	422.44 (kgf)
Date Test :	25-9-2024 ; 1:34:47	Yield Strength :	0.16 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Specimens :	Others	Tensile Strength :	2.74 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Area :	161.29 (mm <sup>2</sup> )	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodin Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

Gambar L.11 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 4.2

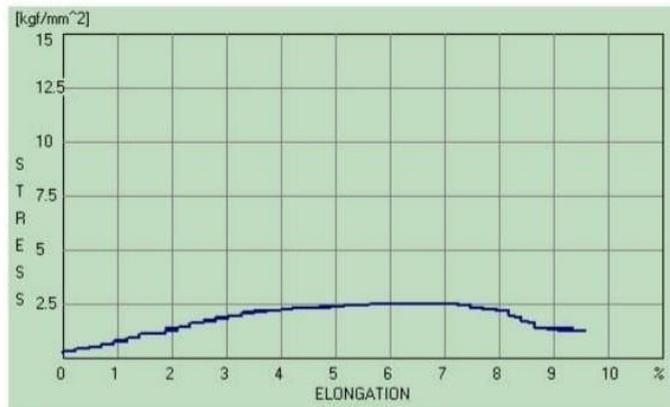


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	220.79 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	422.44 (kgf)
Date Test :	25-9-2024 ; 1:38:19	Yield Strength :	0.16 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Specimens :	Others	Tensile Strength :	1.37 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Area :	161.29 (mm <sup>2</sup> )	Elongation :	0.00 (%)



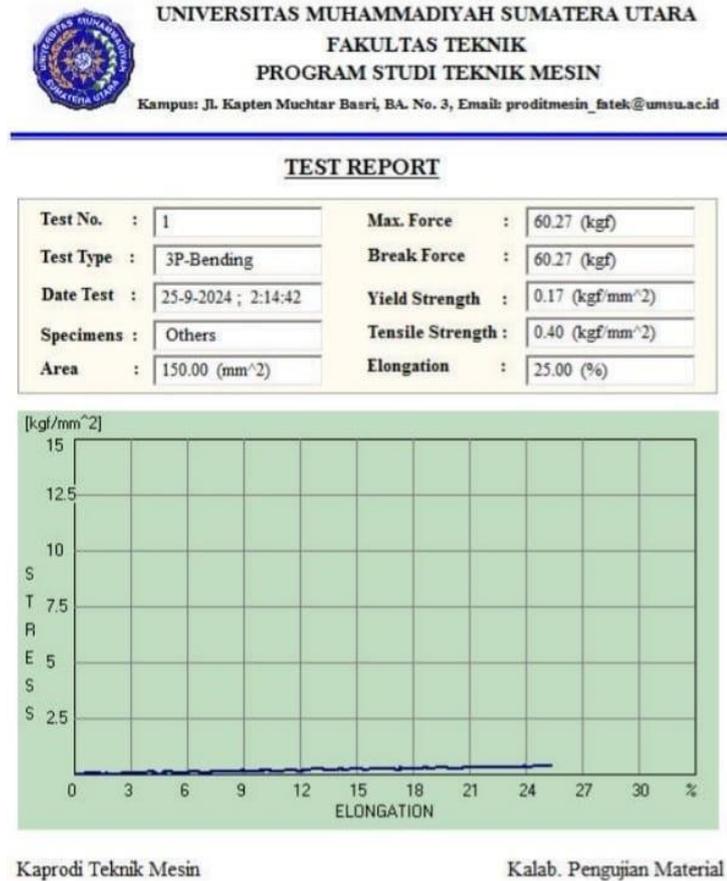
Kaprodik Teknik Mesin

Kalab. Penguujian Material

Gambar L.12 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 4.3

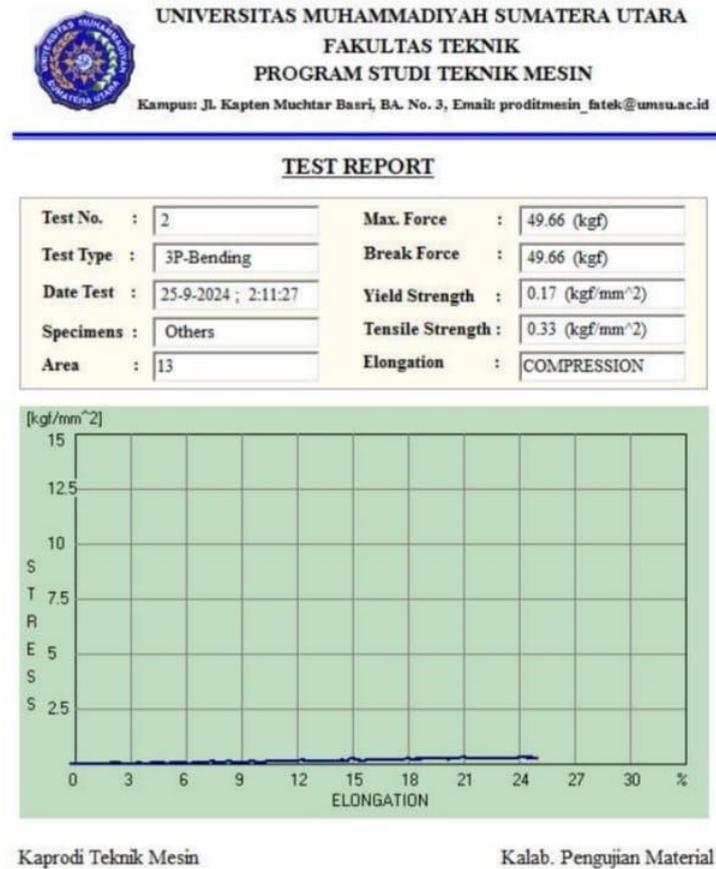
## Spesimen 1.1

Grafik kekuatan dan pukulan yang dihasilkan dari data uji lentur (*Bending*) spesimen 1.1 *Cover* Knalpot Dapat di lihat pada Gambar L.13.



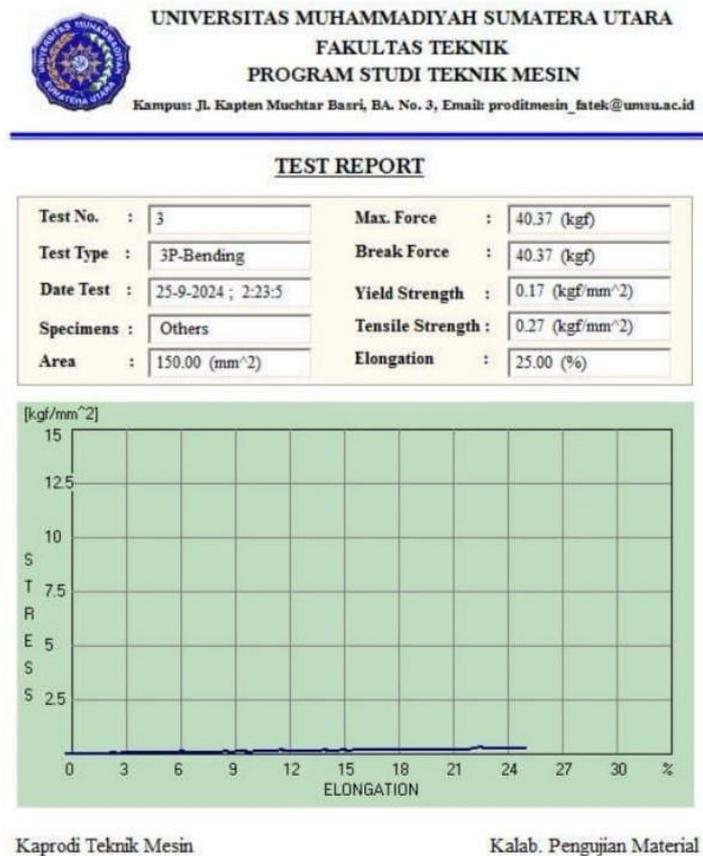
Gambar L.13 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 1.1

Grafik kekuatan dan pukulan yang dihasilkan dari data uji lentur (*Bending*) spesimen 1. 2. Dapat di lihat pada Gambar L.1.4.



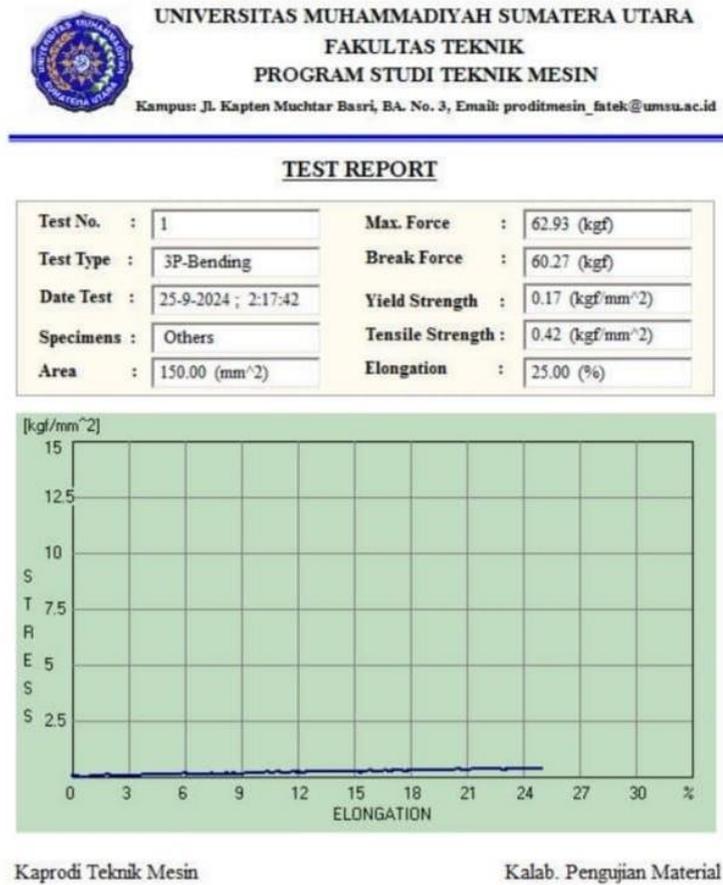
Gambar L.14 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 1.2

spesimen 1.3. Dapat di lihat pada Gambar L.15



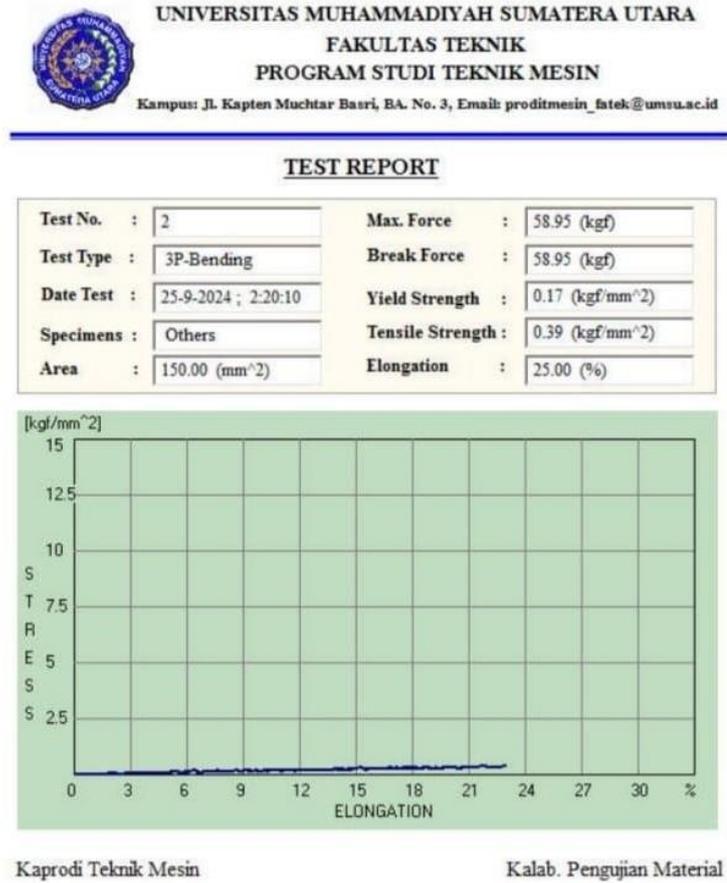
Gambar L.15 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 1.3

spesimen 2.1 *Cover* Knalpot Dapat di lihat pada Gambar L.16.



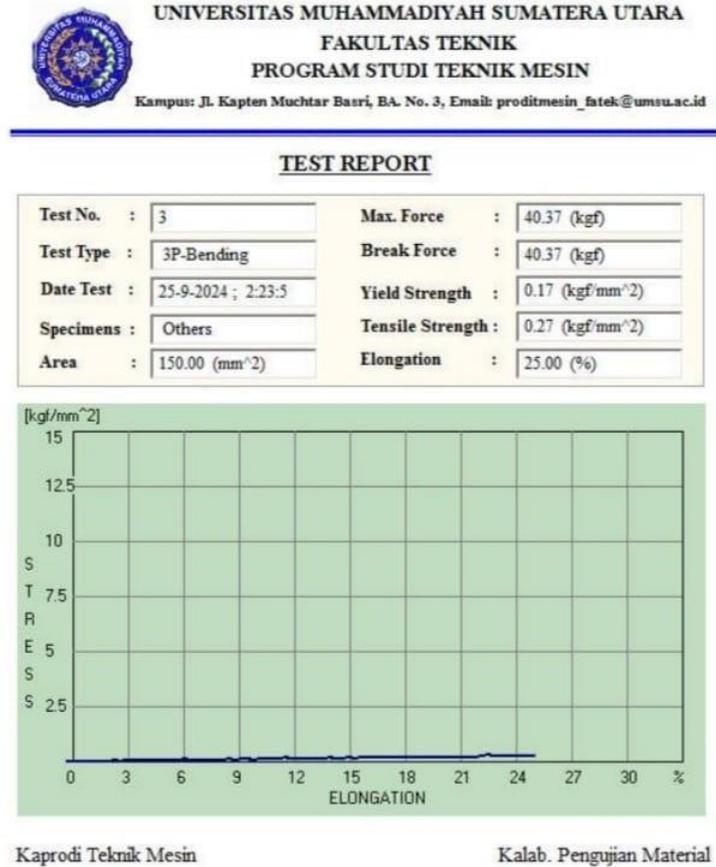
Gambar L.16 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 2.1

Grafik kekuatan dan pukulan yang dihasilkan dari data uji lentur (*Bending*) specimen 2.2. Dapat di lihat pada Gambar L.17.



Gambar L.17 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 2.2

spesimen 2.3. Dapat di lihat pada Gambar L.18



Gambar L.18 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 2.3

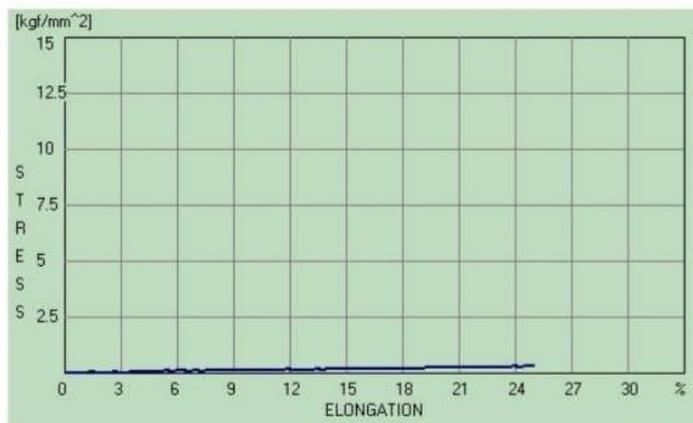
spesimen 3.1 *Cover* Knalpot Dapat di lihat pada Gambar L.19.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, B.A. No. 3, Email: proditmesin\_fatek@umsu.ac.id

**TEST REPORT**

Test No. :	1	Max. Force :	45.68 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	43.03 (kgf)
Date Test :	25-9-2024 ; 2:25:4	Yield Strength :	0.17 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.30 (kgf/mm <sup>2</sup> )
Area :	150.00 (mm <sup>2</sup> )	Elongation :	25.00 (%)

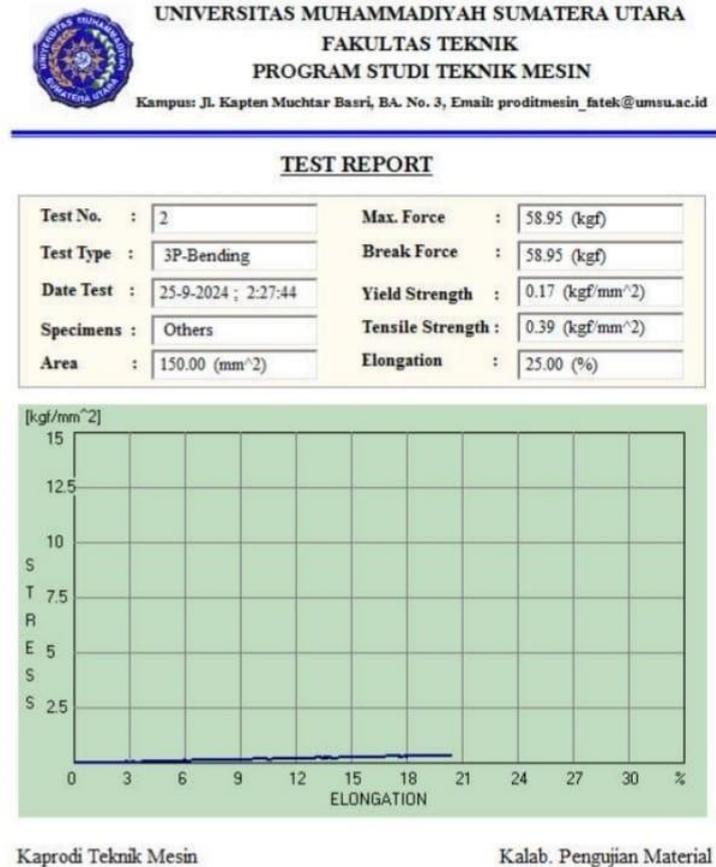


Kaprodin Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

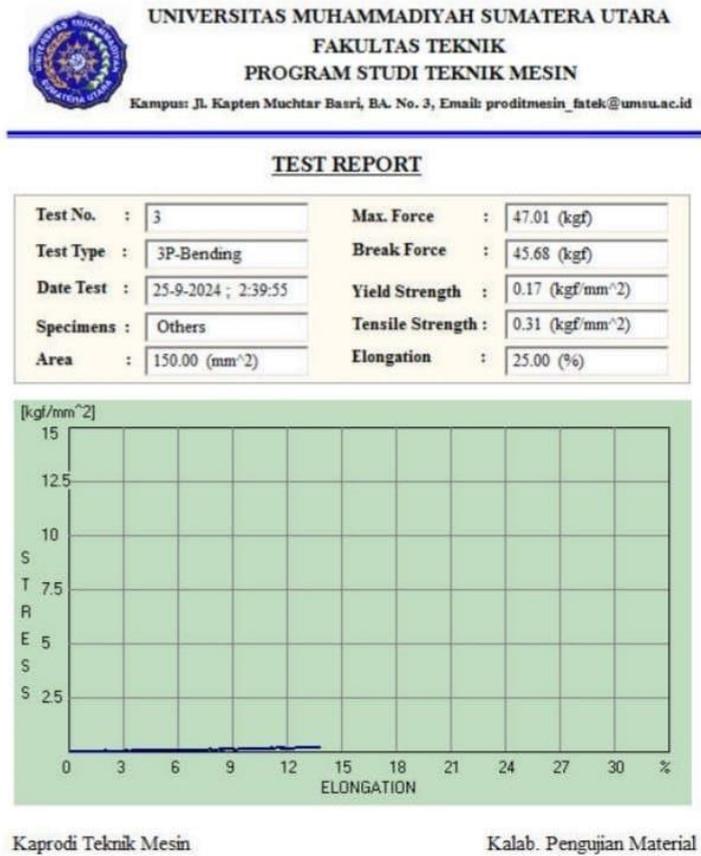
Gambar L.19 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 3.1

Grafik kekuatan dan pukulan yang dihasilkan dari data uji lentur (*Bending*) specimen 3.2. Dapat di lihat pada Gambar L.20.



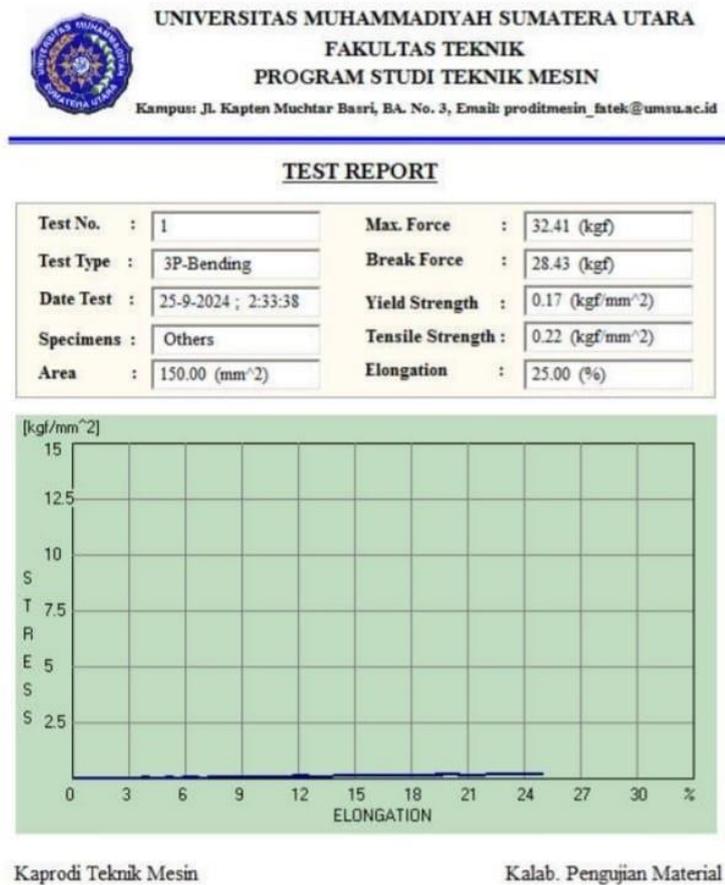
Gambar L.20 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 3.2

spesimen 3.3. Dapat di lihat pada Gambar L.21



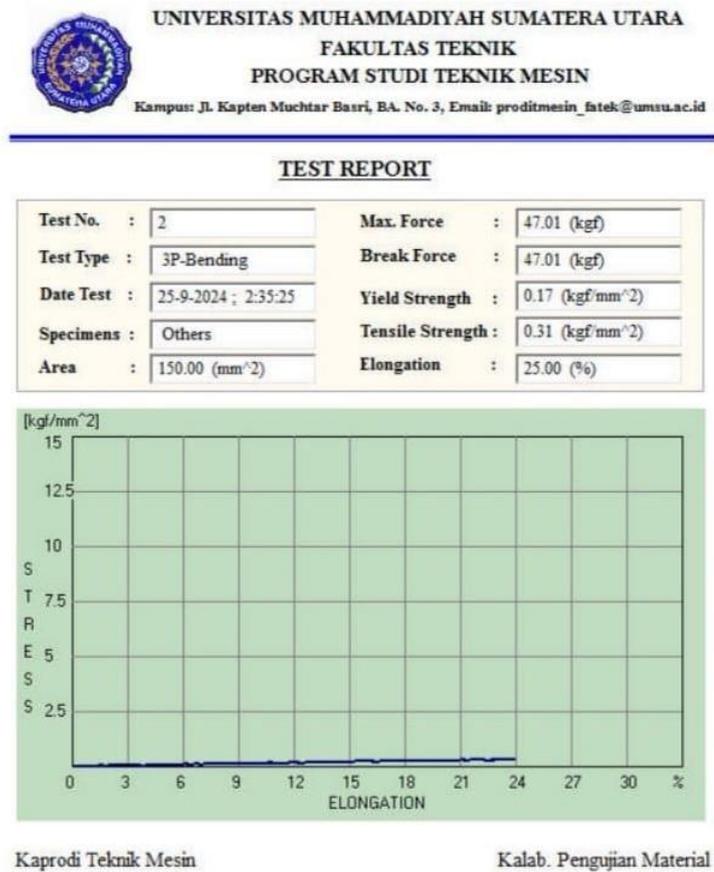
Gambar L.21 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 3.3

spesimen 4.1 *Cover* Knalpot Dapat di lihat pada Gambar L.22.



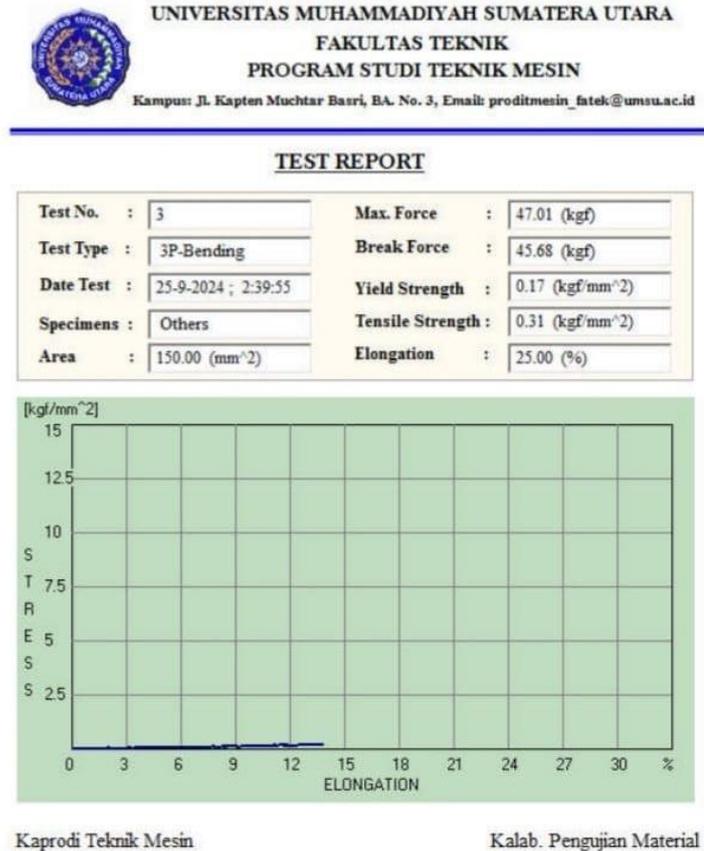
Gambar L.22 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 4.1

Grafik kekuatan dan pukulan yang dihasilkan dari data uji lentur (*Bending*) spesimen 4.2. Dapat di lihat pada Gambar L.23.



Gambar L.23 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 4.2

Grafik kekuatan dan pukulan yang dihasilkan dari data uji lentur (*Bending*) spesimen 4.3. Dapat di lihat pada Gambar L.24



Gambar L.24 Grafik Tekanan Maksimum Spesimen 4.3

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Analisis Kekuatan Tekan Dan Bending Pada Tutup Knalpot Berbahan Komposit Menggunakan Serat Ampas Tebu

Nama : HAFIZ AZIZUL HAQUE  
NPM : 1707230005

Dosen Pembimbing 1 : M. Yani, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
----	--------------	----------	-------

- |  |  |  |                |
|--|--|--|----------------|
|  |  | - Perbaiki Bab I. Perbaiki Latar belakang, tujuan penelitian | <i>M. Yani</i> |
|  |  | - Bab II, Aee,   | <i>M. Yani</i> |
|  |  | - Bab III, Perbaiki alat & bahan                             | <i>M. Yani</i> |
|  |  | - Aee, seminar proposal                                      | <i>M. Yani</i> |
|  |  | - Bab IV, Perbaiki hasil & pembahasan                        | <i>M. Yani</i> |
|  |  | - Bab V, Perbaiki kesimpulan sesuai dgn tujuan penelitian    | <i>M. Yani</i> |
|  |  | - Lengkapi semua syarat seminar hasil, cover sd lampiran     | <i>M. Yani</i> |
|  |  | - Aee seminar hasil  | <i>M. Yani</i> |
|  |  | - Aee sidang mngjema   | <i>M. Yani</i> |

# DAFTAR RIWAYAT HIDUP



## A. DATA PRIBADI

Nama : Hafiz Azizul Haque  
Npm : 1707230005  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Tempat, Tanggal Lahir : Paket E, 21 April 1999  
Alamat : Dusun Kayangan  
Agama : Islam  
Email : [hafizazizul07@gmail.com](mailto:hafizazizul07@gmail.com)  
No. Handphone : 0822 - 1557 - 4844

## B. RIWAYAT PENDIDIKAN

- |  |                 |
|--|-----------------|
| 1. SD Swasta Bina Siswa                    | Tahun 2005-2011 |
| 2. SMP Swasta Bina Siswa                   | Tahun 2011-2014 |
| 3. SMA Swasta Bina Siswa                   | Tahun 2014-2017 |
| 4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara | Tahun 2017-2023 |