

PROPOSAL TUGAS AKHIR
ANALISIS SIFAT GENTENG BAHAN KOMPOSIT YANG DIPERKUAT
SERAT PANDAN BERDURI DAN DURIAN

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

Disusun Oleh:

RIANDI DAMANIK
1707230002



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 : Riandi Damanik
NPM : 1707230002
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis sifat genteng bahan komposit yang diperkuat serat pandan berduri dan durian
Bidang ilmu : Kontruksi Manufaktur

Medan, Januari 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen penguji I



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

Dosen penguji II



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

Dosen Pembimbing



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 : Riandi Damanik
Tempat /Tanggal Lahir : Pematang Siantar 23 Agustus 1999
NPM : 1707230002
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

"ANALISIS SIFAT GENTENG BAHAN KOMPOSIT YANG DIPERKUAT SERAT PANDAN BERDURI DAN DURIAN "

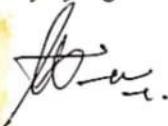
Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

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, Januari 2023

Saya yang menyatakan,

 
Riandi Damanik

ABSTRAK

Pada umumnya genteng merupakan terbuat dari tanah liat, kemudian dilakukan inovasi pembuatan genteng dengan bahan komposit diperkuat serat durian dan pandan berduri. penelitian ini bertujuan untuk menganalisa sifat mekanik dari komposisi campuran 70% resin (420 gram) : 30% serat (180 gram) serat kulit durian dan pandan berduri memiliki kelebihan dibandingkan dengan serat alam lainnya. Bahan serat alam lain yang dapat dimanfaatkan adalah serat buah durian, buah durian termasuk buah musiman. Kulit buah durian bila diolah lebih lanjut dapat dibuat menjadi serat selulosa yang dapat dijadikan sebagai pengisi alami pada komposit polyester. diantara berbagai jenis serat alam, serat kulit durian merupakan salah satu alternatif filler komposit polymer Kulit durian dapat diperoleh dengan mudah karena merupakan limbah keluarga yang belum dimanfaatkan. Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui kekuatan atap komposit berbahan dasar serat kulit durian dan pandan berduri. Setelah dilakukan pengujian bending, didapat hasil yang terbaik yaitu kekuatan tekan pada spesimen dengan rasio variasi komposisi bahan 60% serat durian (1,98 gram) : 40% serat pandan berduri (1,32 gram) menghasilkan nilai kekuatan bending maksimal yang lebih tinggi dengan rata-rata dari 3 spesimen menghasilkan nilai 64,21 kgf/mm²., Tegangan 11,19 kgf, Regangan 0,87935, Modulus 0,16637.

Kata kunci : Komposit, Serat Pandan berduri, Serat Durian

ABSTRACT

In general, roof tiles are made from clay, then innovations were made in making roof tiles using composite materials reinforced with durian and prickly pandan fibers. This research aims to analyze the mechanical properties of a mixture composition of 70% resin (420 grams): 30% fiber (180 grams) fiber. Durian skin and prickly pandanus have advantages compared to other natural fibers. Another natural fiber material that can be used is durian fruit fiber, durian fruit is a seasonal fruit. When processed further, durian fruit skin can be made into cellulose fiber which can be used as a natural filler in polyester composites. Among various types of natural fibers, durian skin fiber is an alternative polymer composite filler. Durian skin can be obtained easily because it is family waste that has not been utilized. Bending tests were carried out to determine the strength of composite roofs made from durian skin fiber and prickly pandanus. After bending testing, the best results were obtained, namely the compressive strength of the specimen with a material composition variation ratio of 60% durian fiber (1.98 grams) : 40% prickly pandan fiber (1.32 grams) resulting in a higher maximum bending strength value with the average of 3 specimens produces a value of 64.21 kgf/mm²., Stress 11.19 kgf, Strain 0.87935, Modulus 0.16637.

Keywords: Composite, Spiny Pandan Fiber, Durian Fiber

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 Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul “ANALISIS SIFAT GENTENG BAHAN KOMPOSIT YANG DIPERKUAT SERAT PANDAN BERDURI DAN DURIAN ” 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 Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Yani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Laporan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T sebagai Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
5. Orang tua penulis: Rudi Damanik dan Dariyah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Teman – teman sekelas dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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

Medan, Januari 2023



Riandi Damanik

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
KATA PENGANTAR	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	2
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Ruang lingkup	2
1.4 Tujuan penelitian	2
1.5 Manfaat penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Komposit	4
2.1.1 Penegertian komposit	4
2.1.2 Klasifikasi komposit	4
2.1.3 Bahan komposit	5
2.1.4 Bahan utama penyusun komposit	6
2.2 Serat	10
2.2.1 Sifat bahan komposit	10
2.2.2 tahap pencampuran bahan komposit	12
2.2.3 serat bahan pandan berduri	13
2.3 Sifat mekanik pandan berduri	14
2.3.1 Serat kulit durian	14
2.4 Sifat matriks kulit durian	16
2.5 Atap / genteng	17
2.5.1 Pengertian atap	17
2.5.2 Jenis atap	17

2.5.3 Alat cetak genteng komposit	19
2.5.4 Hasil pembuatan genteng komposit	19
2.6 Pengujian three point bending	20
BAB 3 METODOLOGI	23
3.1 Tempat dan waktu	23
3.1.1 Tempat	23
3.1.2 Waktu pelaksanaan penelitian	23
3.2 Bahan dan alat	24
3.2.1 Bahan	24
3.2.2 Alat	27
3.3 Diagram alir penelitian	33
3.4 Rancangan alat penelitian	34
3.5 Proses pembuatan cetakan atap	36
3.6 Pembuatan spesimen komposit	37
3.7 Prosedur pengujian	38
3.8 Proses pembuatan atap	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Proses pengujian spesimen	42
4.2 Hasil grafik pengujian bending	44
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
SK PEMBIMBINGAN	

BERITA ACARA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Sifat Mekanik Resin Polister Tak Jenuh	
2.	Sifat Mekanik Serat Pandan berduri	
3.	Sifat Mekanik Serat Kulit Durian	
4.	Perencanaan kegiatan	
5.	Data Spesimen Uji three point bending Menggunakan Serat Durian dan serat pandan berduri	
6.	Analisa Data Uji three point bending Dari Pengujian Spesimen Komposit Spesimen 1	
7.	Analisa Data uji three point bending Dari Pengujian Spesimen Komposit Spesimen 2	
8.	Analisa Data uji three point bending Dari Pengujian Spesimen Komposit Spesimen 3	
9.	Analisa Data uji three point bending Dari Pengujian Spesimen Komposit Spesimen 4	
10.	Hasil Analisa Data uji three point bending dari Pengujian Genteng Berbahan Komposit Dengan 60% Serat Durian 40% Serat % serat pandan berduri	
11.	Hasil Analisa Data uji three point bending dari Pengujian Genteng Berbahan Komposit Dengan 70% Serat Durian 30% Serat % serat pandan berduri	
12.	Hasil Analisa Data three point bending dari Pengujian Genteng Berbahan Komposit Dengan 80% Serat Durian 20% Serat % serat pandan berduri	
13.	Hasil Analisa Data three point bending dari Pengujian Genteng Berbahan Komposit Dengan 90% Serat Durian 10% serat pandan berduri	

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
2.1	Komposit Serat	
2.2	Komposit Laminat	
2.3	Komposit Polimer	
2.4	Ilustrasi Bahan Busa Polimer	
2.5	Interface dan Interfahase	
2.6	(a) Crack (b) Interfacee	
2.7	Serat panadan berduri	
2.8	Kulit Durian	
2.9	Atap Tanah Liat	
2.10	Atap Keramik	
2.11	Atap Beton	
2.12	Atap Sirap	
2.13	Alat Cetakan Genteng Komposit	
2.14	Hasil Cetakan	
2.15	Uji Bending	
3.1	Serat pandan berduri	
3.2	Serat Kulit Durian	
3.3	Resin	
3.4	Katalis	
3.5	<i>Wax Mirror Glace</i>	
3.6	Plastisin	
3.7	Plat Besi	
3.8	Besi Hollow	
3.9	Timbangan Digital	
3.10	Gelas Ukur	
3.11	Jangka Sorong	
3.12	Gerenda Potong	
3.13	Skrap	
3.14	Sarung Tangan	
3.15	Masker	

- 3.16 Pengaduk
- 3.17 Gunting
- 3.18 Kunci Pas 10
- 3.19 Tang Cucut
- 3.20 Mesin Miling
- 3.21 Mesin Las
- 3.22 Cetakan Atap
- 3.23 Software Solidtwork 2018
- 3.24 Dimensi dan Ukuran Cetakan Atap
- 3.25 Cetakan Bagian Bawah Atap
- 3.26 Cetakan Badan
- 3.27 Penutup Cetakan Atap
- 3.28 Hasil Desain Cetakan Atap Genteng
- 3.29 Proses pengelasan
- 3.30 Proses Penghalusan Permukaan Cetakan
- 3.31 Proses Pengeboran
- 3.32 (a) Penutup Cetakan Atap
(b) Badan Cetakan
(c) Cetakan Bawah Atap
- 3.33 Spesimen uji bending
- 3.34 Spesimen bentuk persegi panjang
- 3.35 Set up alat uji three point bending
- 3.36 Pengolesan wax dan plastisin
- 3.37 Penimbangan resin dan serat
- 3.38 Proses penutupan cetakan
- 3.39 Hasil atap komposit
- 4.1 Proses Pengujian spessimen
- 4.2 Hasil Pengujian Three point bending 70% Resin dan 30% Serat,
60% Serat Durian dan 40% Serat Pandan berduri
- 4.3 Hasil Three point bending 70% Resin dan 30% Serat,
70% Serat Durian dan 30% serat Pandan berduri

- 4.4 Hasil Pengujian Three point bending 70% Resin dan 30% Serat, 80% Serat Durian dan 20% Serat Pandan berduri
- 4.5 Hasil Pengujian Three point bending 70% Resin dan 30% Serat, 90% Serat Durian dan 10% Serat Pandan berduri
- 4.6 Grafik Uji Three point bending Perbandingan 70% Resin dan 30% Serat, 60% Serat Durian dan 40% Serat Pandan berduri
- 4.7 Grafik Uji Three point bending Perbandingan 70% Resin dan 30% Serat, 70% Serat Durian dan 30% Serat Pandan berduri
- 4.8 Grafik Uji Three point bending Perbandingan 70% Resin dan 30% Serat, 80% Serat Durian dan 20% Serat Pandan berduri
- 4.9 Grafik Uji Three point bending Perbandingan 70% Resin dan 30% Serat, 90% Serat Durian dan 10% Serat Pandan berduri

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan di Indonesia saat ini disetiap tahun meningkat dengan pesat, hal ini memerlukan bahan bangunan dalam jumlah yang sangat besar. Genteng sebagai salah satu bahan kebutuhan dalam pembuatan rumah yang berfungsi melindungi bangunan dari berbagai faktor luar. Genteng ini mempunyai keunggulan tahan lama, pemeliharannya mudah, fleksibel serta dengan mudah dapat dipasang dan juga tergolong genteng yang sangat ringan. Umumnya genteng polimer yang ada dipasaran terbuat dari aspal, serat kaca, granules dan material lainnya. Penggunaan serat kaca sebagai bahan penyusun dinilai kurang ramah terhadap lingkungan karena sifatnya yang sukar terdegradasi secara alami. Sekarang ini genteng komposit polimer mulai dikembangkan karena keunggulannya yang tahan karat, tahan terhadap cuaca tropis, ringan dan kuat serta ramah lingkungan karena menggunakan bahan serat alam.(Yusniyanti, 2019).

Genteng merupakan benda yang berfungsi sebagai atap suatu bangunan. Genteng merupakan bagian utama dari suatu bangunan sebagai penutup atap rumah. Dahulu genteng berasal dari tanah liat yang dicetak dan dipanaskan sampai kering. Fungsi utama genteng adalah untuk menahan panas cahaya matahari dan curahan air hujan. Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, saat ini telah banyak digunakan bahan tambahan lain dalam pembuatan genteng(Awan Maghfirah, 2018).

Komposit serat alam memiliki keunggulan lain bila dibandingkan dengan serat gelas, komposit serat alam sekarang banyak digunakan karena jumlahnya banyak, lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami, harganya pun lebih murah dibandingkan serat gelas.

Bahan serat alam lain yang dapat dimanfaatkan adalah serat buah durian, buah durian termasuk buah musiman. Kulit buah durian bila diolah lebih lanjut dapat dibuat menjadi serat selulosa yang dapat dijadikan sebagai pengisi alami pada komposit polyester tidak jenuh diantara berbagai jenis serat alam, serat kulit durian merupakan salah satu alternatif filler komposit polymer Kulit durian dapat

diperoleh dengan mudah karena merupakan limbah keluarga yang belum dimanfaatkan.(Arthur Yanny Leiwakabessy, 2021)

Berdasarkan hal tersebut maka saya bertujuan untuk melakukan analisa kekuatan mekanis atap berbahan komposit menggunakan serat kulit durian dan pandan berduri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka dapat dirumuskan pokok persoalan dalam penelitian ini adalah bagaimana cara untuk menganalisa kekuatan mekanis atap berbahan komposit menggunakan serat kulit durian dan pandan berduri.

1.3 Ruang Lingkup

Karena begitu banyak hal yang dapat diteliti, maka ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

- a) Pengujian yang dilakukan menggunakan uji bending.
- b) Bahan yang digunakan adalah resin,katalis,dan serat
- c) Serat yang digunakan adalah kulit durian dan pandan berduri
- d) Komposisi spesimen serat kulit durian dengan berat 108 gram dan pandan berduri dengan berat 72 gram.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- a) Membuat atap berbahan komposit menggunakan kulit durian dan pandan berduri.
- b) Untuk menganalisa genteng berbahan serat kulit durian dan pandan berduri.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dalam penelitian ini yaitu:

- a) Bagi penulis: Semoga penelitian ini dapat menambah wawasan tentang ilmu material komposit, sehingga dapat mengetahui material komposit yang berkualitas baik yang dapat dijadikan bahan alternatif.

- b) Bagi pembaca: Semoga nantinya penelitian ini dapat menjadi salah satu sumber ilmu dan dapat menambah wawasan pembaca mengenai bahan komposit.
- c) Untuk mengetahui suatu penelitian maupun pengujian yang dilakukan menggunakan serat durian dan serat pandan berduri sebagai bahan pembuatan atap rumah berbahan komposit.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

2.1.1 Pengertian Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Beberapa lamina komposit dapat ditumpuk dengan arah orientasi serat yang berbeda, gabungan lamina ini disebut sebagai laminat.

Salah satu pemanfaatan komposit adalah sebagai material *blade* turbin angin. Ini disebabkan komposit memiliki sifat ringan dan relatif kuat. Namun, komposit yang berbasis serat sintesis dikurangi penggunaannya untuk mendapatkan sifat ramah lingkungan. (Industrial Research Workshop and National Seminar 2011)

2.1.2 Klasifikasi Komposit

Klasifikasi komposit dapat dibentuk dari sifat dan strukturnya. Bahan komposit dapat diklasifikasikan kedalam beberapa jenis. Secara umum klasifikasi komposit yang sering digunakan antara lain seperti :

- a. Klasifikasi menurut kombinasi material utama, seperti metal-organic atau metal anorganic.
- b. Klasifikasi menurut karakteristik built-from, seperti system matrik atau laminate.
- c. Klasifikasi menurut instribusi unsur pokok, seperti continous dan dicontinuous.
- d. Klasifikasi menurut fungsinya, seperti elektrikal atau structural. Sedangkan klasifikasi menurut komposit serat (fiber-matrik composites)

dibedakan menjadi beberapa macam antara lain :

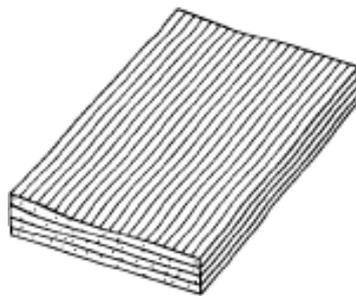
- a. Fiber composite (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik.
- b. Filled composite adalah gabungan matrik continuous skeletal dengan matrik yang kedua.
- c. Flake composite adalah gabungan serpih rata dengan matrik.
- d. Particulate composite adalah gabungan partikel dengan matrik.
- e. Laminate composite adalah gabungan lapisan atau unsur pokok lamina
(Schwartz, M.M, 1984)

2.1.3 Bahan Komposit

Secara umum bahan komposit terdiri dari tiga macam, yaitu bahan komposit serat, bahan komposit laminat dan bahan komposit partikel. Berikut penjelasannya mengenai bahan komposit:

1. Komposit serat

Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat komposit. Serat yang digunakan biasanya berupa serat gelas, serat karbon, serat aramid dan sebagainya. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.

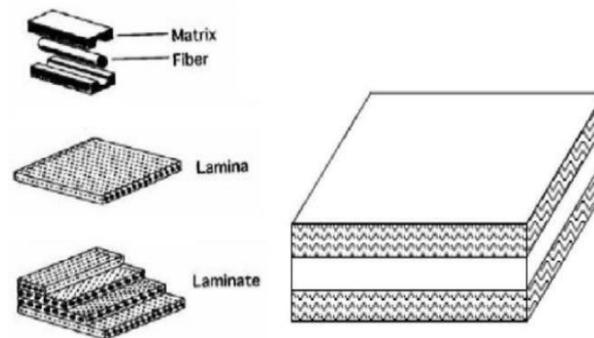


Gambar 2.1 Komposit serat

2. Komposit Laminat

Komposit Laminat merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik khusus. Komposit laminat ini terdiri dari empat

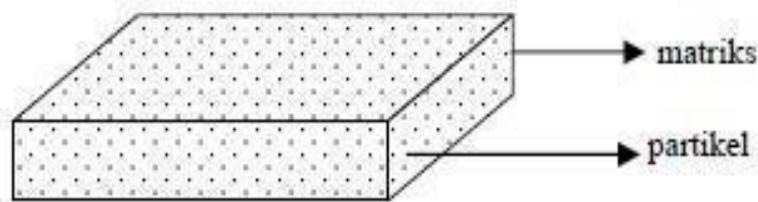
jenis yaitu komposit serat kontinyu, komposit serat anyam, komposit serat acak dan komposit serat hibrid.



Gambar 2.2 Komposit laminat

3. Komposit Partikel

Komposit partikel merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriks, komposit yang terdiri dari partikel dan matriks yaitu butiran (batu, pasir) yang diperkuat semen yang kita jumpai sebagai beton.



Gambar 2.3 Komposit polimer

2.1.4 Bahan Utama Penyusunan Komposit

Dalam pembuatan bahan komposit dibutuhkan pengetahuan tentang bahan penyusunnya, agar untuk mendapatkan bahan yang diharapkan. Berikut penjelasan mengenai bahan utama penyusunan komposit:

1. Penguat

Salah satu bagian utama dari komposit adalah penguat (*reinforcement*) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit seperti contoh serat. Serat inilah yang terutama menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, kekuatan, dan sifat-sifat mekanis lainnya. Serat dalam bahan komposit berperan sebagai bahan utama

yang menahan beban serta besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dengan kekuatan bahan pembentuknya.

Pada kemajuan dan perkembangan saat ini pemahaman mengenai ilmu pengetahuan sangat penting, salah satunya ilmu pengetahuan komposit yang terus berkembang secara aplikatif. proyek akhir ini bertujuan untuk menganalisa seberapa besar pengaruh penambahan abu terbang batu bara (*fly ash*) terhadap sifat mekanik matrik epoxy resin hardener. (Program Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya)

2. Matriks Resin Epoxy

Matrik Resin Epoxy Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan mengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik. Matrik dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matrik adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (Gibson, 1994).

3. Resin Poliester Tak Jenuh.

Resin poliester tak jenuh adalah jenis polimer termoset yang memiliki rantai karbon panjangstruktur. Data mekanik material matriks ditunjukkan pada Tabel 2.

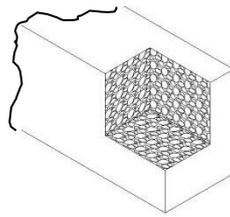
Table 2. Sifat mekanik resin poliester tak jenuh.

No	Sifat Mekanik	Unit	Jumlah
1	Density (ρ)	Mg.m ⁻³	1,2 s/d 1,5
2	Young Modulus (E)	Gpa	2,0s/d 4,5
3	Tensile strength (σ T)	Mpa	40 s/d 90

Sources: YUKALAC, PT. Justus Indonesia Raya

4. Agen peniup

Agen peniup adalah bahan yang digunakan untuk menghasilkan struktur berongga pada komposit yang terbentuk. Jenis blowing agent yang digunakan dalam penelitian ini adalah polyurethane. Bahan yang terbentuk dari campuran poliuretan dan polimer disebut bahan busa polimer (PF). Bentuk struktur busa polimer yang terbentuk diilustrasikan pada Gambar 4.



Gambar 2.4. Ilustrasi bahan busa polimer.

5. Katalis

Katalis adalah bahan kimia yang digunakan untuk mempercepat reaksi polimerisasi struktur komposit pada kondisi suhu kamar dan pengotor atmosfer. Pemberian katalis dapat berfungsi untuk mengatur waktu pembentukan gelembung BA, agar tidak terlalu mengembang, atau mengeras terlalu cepat, yang dapat mengakibatkan penghambatan pembentukan gelembung.

Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matrik. Selain itu matrik juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk memilih matrik harus diperhatikan sifat – sifatnya antara lain seperti tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk dan tahan terhadap guncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matrik.

Fungsi penting matrik dalam pembuatan komposit yaitu:

- a. Mengikat serat menjadi satu dan mentransfer beban ke serat. Hal ini akan menghasilkan kekakuan dan membentuk struktur komposit.

- b. Mengisolasi serat sehingga serat tunggal dapat berlaku terpisah. Hal ini dapat menghentikan atau memperlambat penyebaran retakan.
- c. Memberikan suatu permukaan yang baik pada kualitas akhir komposit dan menyokong produksi bagian yang berbentuk benang-benang.
- d. Memberikan perlindungan untuk memperkuat serat terhadap serangan kimia dan kerusakan mekanik karena pemakaian.

Sedangkan resin epoksi merupakan resin yang paling sering digunakan untuk bahan tambah pembuatan komposit. Resin epoksi adalah cairan organik dengan berat molekul rendah yang mengandung gugus epoksida. Epoksida memiliki tiga anggota didalamnya yaitu satu oksigen dan dua atom karbon. Reaksi epichlorohydrin dengan phenols atau aromatic amines membuat banyak epoksi. Pengeras (hardener), pelunak (plasticizer), dan pengisi (filler) juga ditambahkan untuk menghasilkan epoksi dengan berbagai macam kekuatan pada komposit.

Meskipun epoksi ini lebih mahal dari matrik polimer lain, namun epoksi ini adalah matrik dari polimer matrix composite yang paling populer. Lebih dari dua pertiga dari matrik polimer yang digunakan dalam aplikasi industri pesawat terbang adalah epoksi. Alasan utama epoksi paling sering digunakan sebagai matrik polimer yaitu:

1. Kekuatan tinggi.
2. Viskositas dan tingkat alirannya rendah, yang memungkinkan membasahi serat dengan baik guna mencegah tersusunnya serat secara tidak beraturan selama pemrosesan.
3. Ketidakstabilan rendah.
4. Tingkat penyusutan rendah yang mengurangi kecenderungan mendapatkan tegangan geser yang besar antara epoksi dan penguatnya.
5. Tersedia lebih dari 20 tingkatan untuk memenuhi sifat spesifik dan kebutuhan pengolahan.

Sebuah matrik yang ulet akan meningkatkan ketangguhan struktur komposit. Fungsi matrik pada material komposit sebagai bahan mengikat serat menjadi sebuah unit struktur dan meneruskan atau memindahkan beban eksternal

pada bidang geser antara serat dan matrik. Pada umumnya matrik dalam struktur komposit biasanya dipilih yang mempunyai ketahanan panas yang tinggi dan keuletan. Jadi nantinya ketika bahan komposit dibuat hasil dari bahan tersebut layak sebagai bahan yang sesuai dengan standar yang diinginkan.

2.2 Serat

Serat dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material. Serat dibedakan menjadi dua yaitu serat alam dan serat sintesis:

a. Serat alam

Serat alam adalah serat yang berasal dari alam yaitu berupa tumbuhan seperti eceng gondok, serabut kelapa, sonokeling, dll.

b. Serat sintesis

Serat sintesis adalah serat yang dibuat dari bahan-bahan anorganik. Pada umumnya serat sintesis yang kebanyakan digunakan adalah serat gelas, nylon, Kevlar, serat karbon dan lain-lain . (Diharjo K, 2006)

2.2.1 Sifat Bahan Komposit

Kekuatan bahan komposit tergantung dari sifat bahan hasil penggabungan ini diharapkan dapat saling melengkapi kelemahan-kelemahan yang ada pada masing- masing material penyusunnya. Sifat-sifat yang dapat diperbaharui antara lain :

- a. Kekuatan (*Strength*), merupakan kemampuan material untuk menahan beban tanpa mengalami perpatahan.
- b. Kekakuan (*Stiffness*), yaitu sesuatu yang tidak dapat dipisahkan dari suatu materi. Banyak material yang kaku memiliki kepadatan yang rendah untuk menahan deformasi dari pemasangan, grafitasi, dan vibrasi pada saat pengoperasiannya.
- c. Ketahanan korosi (*Corrosion Resistance*) yaitu tidak cepat berkarat sehingga memiliki masa umur pakai yang panjang,
- d. Berat (*Weight*) yaitu berat material yang dapat berubah menjadi

ringan tanpa mengurangi unsur-unsurnya.

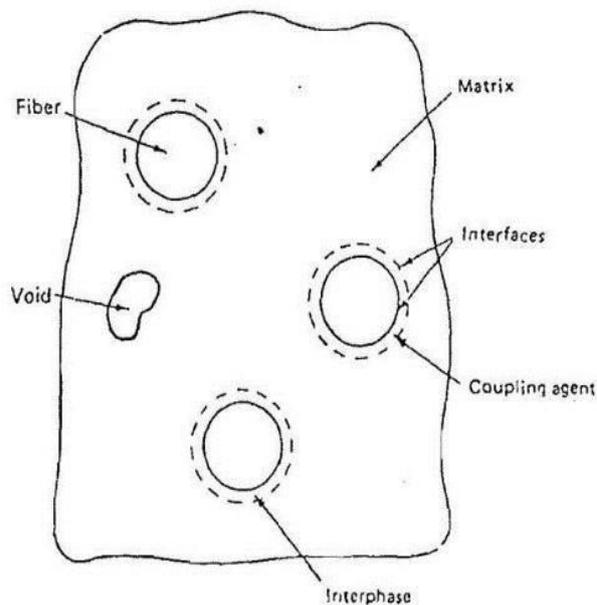
- e. Ketahanan lelah (*Fatigue Life*), merupakan fenomena terjadinya kerusakan material karena pembebanan yang berulang-ulang. Apabila suatu logam dikenakan tegangan berulang, maka akan patah pada tegangan yang jauh lebih rendah dibandingkan tegangan yang dibutuhkan untuk menimbulkan perpatahan pada beban statik.
- f. Meningkatkan konduktivitas panas yaitu menambah laju perambatan panas pada padatan dengan aliran yang mengalir dari temperatur tinggi ketemperatur rendah.

Pada umumnya sifat-sifat komposit ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

- a. Jenis bahan-bahan penyusun, yaitu bahan serat yang akan digunakan seperti serat sabut kelapa, serat kulit durian, serat pandan berduri, ijuk, serat nanas, serat pisang, dan lain-lain.
- b. Bentuk geometris dan struktur bahan penyusun, yaitu bentuk dari serat, setakan, dan struktur bahan-bahan penyusun dalam pembuatan material komposit.
- c. Rasio perbandingan bahan-bahan penyusun, yaitu perbandingan bahan yang akan digunakan untuk menghasilkan material komposit yang baru dan baik.
- d. Daya lekat antar bahan-bahan penyusun, merupakan kemampuan serat untuk saling mengikat antar bahan penyusunnya.
- e. Proses pembuatan, pada proses ini perlu diperhatikan langkah-langkah dalam membuat material baru sehingga diperoleh material yang baik dan sesuai dengan standar. (Jones, 1975)

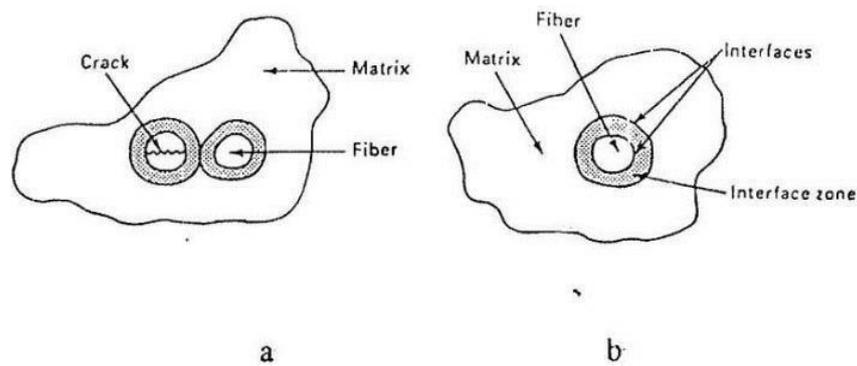
2.2.2 Tahap Pencampuran Bahan Komposit

Dalam melakukan penelitian sebaiknya kita memilih bahan komposit yang memiliki kombinasi yang tepat dari sifat penyusunnya. Pencampuran dengan kombinasi yang optimum akan menghasilkan komposit yang baik pula. Sifat-sifat komposit ditentukan oleh phase matrik dan phase reinforcing sebagai bahan penyusunnya. Rongga udara (void), tidak merekatnya phase reinforcing pada phase matrik (interface), rusak atau retaknya serat (crack) dan adanya rongga.



Gambar 2.5 Interface dan Interphase

Bahan komposit dibuat untuk memperbaiki sifat-sifat dari bahan penyusunnya. Komposit meningkatkan kekuatan tarik matrik dan mengurangi regangan matrik, komposit juga menurunkan kekuatan tarik serat dan meningkatkan regangan serat. Serat yang bersifat getas tetapi memiliki kekuatan tarik yang tinggi dipadukan dengan matrik yang memiliki kekuatan tarik rendah dan regangan yang besar, akan menciptakan suatu bahan yang memiliki sifat-sifat yang lebih baik.



Gambar 2.6 (a)Crack (b)Interface

2.2.3 Serat Bahan Pandan Berduri

Salah satu jenis pandan yang hidup tersebar luas di daerah-daerah terbuka di dataran rendah adalah pandan duri. Pandan inilah yang utama digunakan sebagai bahan baku anyaman karena mempunyai serat yang kuat dan daun yang panjang yang mencapai hingga 1-3 m dengan lebar 2-16 cm. Umumnya jenis ini tumbuh disepanjang pantai yang landai dan membentuk kelompok-kelompok yang padat. Di Jawa, jenis ini dikenal ada 4 macam yaitu jenis Samak, Litoralis, Laevis, dan Variegatus. Jenis pandan yang termasuk jenis Samak adalah pandan betok, pandan jaksi, pandan jaraim, pandan duri, pandan kapur, pandan tikar, pandan cucuk, pandan semak, dan pandan ijo yang terdapat masing-masing di P. Bawean, Tasikmalaya, dan Tangerang. Jenis ini umum ditanam untuk dimanfaatkan daunnya karena mempunyai daun yang tipis, orang banyak memanfaatkan pandan ini untuk bahan baku anyaman yang diperlukan dalam kebutuhannya sehari-hari misalnya tikar dan topi, terlihat pada gambar 2.7



Gambar 2.7. Daun Pandan Berduri

2.3 Sifat Mekanik Pandan Berduri

Kekuatan mekanik serat diperoleh dari pengujian tarik untuk mendapatkan karakteristik deformasi kekuatan dari material. Pengujian serat tunggal dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM

Pengujian Kompatibilitas Serat Dengan Resin Polyester Pengujian yang dilakukan antara dua material untuk mengetahui kecocokan antara bahan satu dengan bahan yang lain untuk di jadikan komposit. Pada penelitian ini adalah kecocokan antara serat dengan matrik resin polyester nilai kecocokan dapat dilakukan dengan pengujian tegangan geser serat tunggal. single fiber pull out test merupakan cara untuk mengukur kekuatan ikatan interface antara serat tunggal dan matrik plastik. Pull out fiber tests, ujung serat tertanam pada matrik dengan panjang area 1 mm. Serat ditarik dan matrik ditahan atau ditarik juga dengan arah yang berlawanan dengan arah penarikan serat

Selain menganalisis sifat kimia, daun pandan juga diuji sifat fisiknya yaitu gaya tarik dan ketahanan pandan terhadap sinar. Kekuatan merupakan salah satu sifat serat yang sangat penting supaya serat-serat tersebut tahan terhadap tarikan-tarikan pada waktu pengolahan selanjutnya. Kekuatan dalam keadaan basah yang diperlukan lebih rendah dari keadaan kering karena pengerjaan atau pengolahan. Kekuatan tarik serat adalah beban maksimal yang dapat ditahan oleh suatu contoh uji hingga putus. Kekuatan tarik pandan berkisar antara 2,3–6,0 kg. Sedangkan pandan masyarakat memiliki kekuatan tarik 5 kg. Kekuatan tarik merupakan salah satu sifat serat yang sangat penting supaya serat-serat tersebut tahan terhadap tarikan-tarikan pada waktu pengolahan selanjutnya. Kekuatan dalam keadaan basah yang diperlukan lebih rendah dari keadaan kering karena pengerjaan atau pengolahan selanjutnya dilakukan pada keadaan kering

2.3.1 Serat Kulit Durian

Durian Buah Durian (*Durio zibethinus*) merupakan buah tropika yang tumbuh subur di Indonesia. Menurut Badan Litbang Pertanian (2012) dalam Henny Suciyanti, dkk (2015), musim panen durian pada 42 lokasi di 23 provinsi

tahun 2011-2012 secara umum menunjukkan beberapa wilayah di Indonesia pada bulan tertentu ada lokasi yang sedang mengalami panen durian. Ada dua musim puncak panen durian dari 42 lokasi yang disurvei, yaitu pada bulan Desember-Januari dan pada bulan Agustus, dengan kata lain tingginya produksi durian maka akan menyebabkan tinggi pula hasil limbah ikutan durian berupa biji dan kulit durian.

Durian merupakan tanaman yang berbuah sepanjang tahun dengan jumlah melimpah. Kulit buah durian mengandung selulosa sekitar 50-60%, lignin 5% dan pati 5% dari berat buah. Kandungan selulosa kulit buah durian cukup tinggi yaitu 50-60% dari berat buah dan juga kulitnya memiliki serat yang panjang, terlihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Kulit Durian

Limbah dan sampah yang menumpuk akan menimbulkan bau yang tidak sedap dan merusak keindahan oleh sebab itu perlu dilakukan suatu cara untuk memanfaatkan limbah kulit durian yang menumpuk agar tidak menjadi sampah. Berbagai bahan telah banyak digunakan dan dimodifikasi untuk menghasilkan material yang tepat guna dalam aplikasinya baik dalam bidang industri ataupun kebutuhan rumah tangga salah satunya adalah komposit.

Kulit durian dimanfaatkan sebagai bahan komposit. Material kulit durian merupakan bahan komposit yang ringan namun kuat. Serat-serat kulit durian kering dapat dimanfaatkan sebagai penguat karena strukturnya yang kaku.(Muhammad Anggun Tri Anggono Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri)

Kulit durian secara proporsional mengandung unsur selulose yang tinggi (50-60 persen) dan kandungan lignin (5 persen) serta kandungan pati yang rendah (5 persen) sehingga dapat diindikasikan bahan tersebut bisa digunakan sebagai campuran bahan sebagai zat tambah dalam campuran resin.(*Jurnal Desiminasi Teknologi, Volume 2, No. 1, Januari 2014*).

Pengujian kuat tekan beton dengan penambahan kulit durian sebesar 3%, 6%, dan 9% dengan mutu beton yang direncanakan 24 Mpa dan estimasi umur 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar presentasi campuran untuk kulit durian sebagai bahan tambah dalam pengurangan semen maka semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan.(*Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil Vo.1 8, No.2, Desember 2022: 64-68, ISSN-E : 2477-4901, ISSN-P: 2477-4898*)

2.4 Sifat matriks kulit durian

Kulit durian mempunyai panjang serat yang baik, yaitu 1,89 mm dan termasuk ke dalam serat sedang antara 1,6 dan 2,0 mm). Serat pendek biasanya mempunyai panjang serat < 1,6 mm. serat pendek sampai sedang antara 1,6- 2,0 mm, Kelangsingan. kelemasan dan muhlstep ratio serta bilangan runkel merupakan sifat serat untuk mengidentifikasi sejauh mana serat dapat dimodifikasi seperti dipilin. dibuat lembaran dan dianyam. Serat kulit durian juga memiliki bilangan runkel yang baik, yaitu 0,44 . Nilai bilangan I (satu) menunjukkan bahwa serat kayu jenis tersebut memiliki dinding yang tebal, sehingga memungkinkan memerlukan energi penggilingan yang lebih besar atau tidak mudah terfibrilasi karena tidak mudah dipipihkan dan sebaliknya jika bilangan runkelnya kurang dari I (satu). Analisa komponen kimia kulit durian meliputi : kadar air, kadar abu, kadar lignin, kadar pentosan sebagai bemiselulosa, kadar ekstraktif, elanol benzena, kadar holoselulosa, kelarutan dalam air panas, ke larutan dalam air dingin.

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi Volume terbesar (dominan). Matriks umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah. Syarat pokok matrik yang digunakan dalam komposit adalah matrik harus bisa meneruskan beban, sehingga serat

harus bisa melekat pada matrik dan kompatibel antara serat dan matrik, artinya tidak ada reaksi yang mengganggu.(Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe)

2.5 Atap / Genteng

2.5.1 Pengertian Atap

Atap adalah bagian dari suatu bangunan yang berfungsi sebagai penutup seluruh ruangan yang ada di bawahnya, atap juga merupakan sebuah mahkota yang mempunyai fungsi untuk menambah keindahan dan sebagai pelindung bangunan dari panas dan hujan atap sudah sangat umum digunakan di berbagai belahan dunia sebagai pelindung bagian dalam bangunan dari pengaruh cuaca. Diperkirakan genteng sudah digunakan dalam konstruksi bangunan sejak 3000-an tahun sebelum masehi. atap tidak hanya berfungsi melindungi bagian dalam bangunan dari hujan dan panas, genteng juga harus mampu menahan beban flexure dan dinamik. Selain itu genteng juga harus mampu meredam kebisingan yang ditimbulkan akibat rain drop, tidak mudah terdeformasi akibat perubahan suhu, serta memiliki bobot yang tidak terlalu berat.

Genteng beton atau genteng semen adalah unsur bangunan yang dipergunakan untuk atap yang dibuat dari beton dan dibentuk sedemikian rupa serta berukuran tertentu, dibuat dengan cara mencampur pasir dan semen ditambah dengan air, kemudian diaduk sampai homogen lalu dicetak, selain semen dan pasir, sebagai bahan pembuatan genteng beton dapat juga ditambahkan kapur

Material Komposit Concrete Foam

Pada komposit concrete foam, materialnya terdiri dari semen, pasir, air, blowing agent dan serat TKKS.

2.5.2 Jenis Atap

Dizaman sekarang tipe atap banyak mengalami perubahan-perubahan yang dilakukan demi mendapatkan kepuasan konsumen dan suatu bentuk desain yang baru serta memperindah bangunan, berikut adalah jenis atap diantaranya ialah:

1. Atap Tanah Liat

Material ini banyak dipergunakan perumahan pada umumnya, atap ini

terbuat dari tanah liat yang dipress lalu dibakar agar kekuatannya cukup bagus.



Gambar 2.9 Atap Tanah Liat

2. Atap Keramik

Atap ini memiliki warna yang cukup banyak karena pada saat proses finishingnya dilapisi pewarna pada bagian atasnya (glazur). Lapisan ini dapat diberi warna yang beragam dan melindungi genteng dari lumut.



Gambar 2.10 Atap Keramik

3. Atap Beton

Bentuk dan ukurannya hampir sama dengan atap tanah liat, hanya saja bahan dasarnya adalah campuran beton, pasir, semen, kerikil, dan bahan aditif.



Gambar 2.11 Atap Beton

Atap Sirap

Atap sirap berasal dari kayu ulin yang dikenal juga dengan nama kayu besi atau kayu bulian. Kayu ulin berasal dari daerah Kalimantan dan memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap perubahan suhu, kelembaban, dan pengaruh air laut, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, seperti konstruksi rumah, jembatan, tiang listrik, bantalan kereta api, dan perkapalan.



Gambar 2.12 Atap Sirap

2.5.3 Alat Cetak Genteng Komposit

Alat cetakan terbuat dari *fiberglass* dengan ukuran $380 \times 235 \times 20$ mm seperti diperlihatkan pada Gambar 2.13



Gambar 2.13 Alat cetak genteng komposit

2.5.4 Hasil pembuatan genteng komposit.

Genteng komposit yang dicetak mempunyai ukuran $380 \times 235 \times 20$ mm dapat dilihat pada gambar 2.14



Gambar 2.14 Hasil cetakan

2.6 Pengertian 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 lengkung (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji *bending* digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan dari spesimen. (<http://ejournal-fst-unc.com/index.php/LJTMU>)

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 3 *point bending* dan *point bending*.

- a. Pada saat pengujian *bending* terjadi 2 gaya yaitu gaya tekan yang diterima spesimen diatas sumbu netral dan gaya tarik yang diterima spesimen dibawah sumbu netral.

- b. Pada saat pembuatan spesimen pengukuran sudut yang kurang presisi.
- c. Pada saat menimbang *massa* dari resin dan *hardener* terjadinya error (kelebihan atau kekurangan) yang dapat mempengaruhi kekuatan dari masing-masing spesimen uji.
- d. Proses pengadukan resin dan *hardener* yang kurang merata.
- e. Perbedaan tekanan saat proses hand lay up yang dapat menghasilkan void saat proses pengeringan, yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada permukaan spesimen.

Proses pemotongan spesimen yang masih manual membuat dimensi spesimen kurang presisi sehingga mempengaruhi nilai kekuatan dan modulus elastisitas spesimen. (Jurusan Teknik Dirgantara-Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto)

Untuk melakukan uji *bending* ada faktor dan aspek yang harus dipertimbangkan dan dimengerti yaitu :

a Tekanan (ρ)

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 hidrolis. 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) :

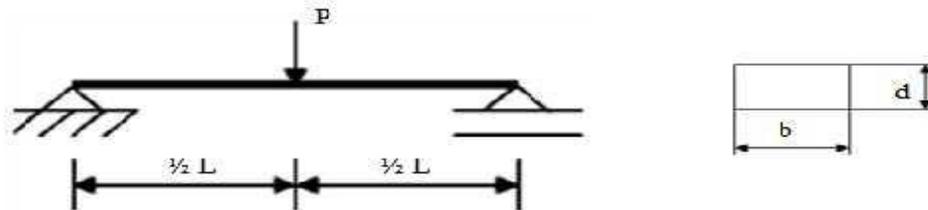
$$\frac{P}{A} = F$$

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.

Three point bending

Three point bending adalah cara pengujian yang menggunakan 2 tumpuan dan 1 penekanan



Gambar 2.15 *Three Point Bending*

Perhitungan yang digunakan :

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd^2}$$

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tempat Dan Waktu

3.1.1 Tempat

Adapun tempat untuk dilakukannya analisa kekuatan mekanis/tarik atap berbahan komposit dengan menggunakan serat sabut kelapa yaitu di Laboratorium Mekanika Kekuatan Matrial Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara, Jalan Kapten Mukthar Basri No.3 Medan.

3.1.2 Waktu Pelaksanaan Penelitian

Adapun waktu penelitian ini dimulai dari awal penelitian sampai akhir seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.1 Perencanaan Kegiatan

No	Kegiatan	Bulan				
		1	2	3	4	5
1	Pengajuan Judul					
2	Studi Literatur					
3	Merancang Desain					
4	Pembuatan Genteng					
5	Penulisan Laporan					
6	Seminar Proposal					
7	Seminar hasil					
8	Sidang akhir					

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan atap adalah sebagai berikut :

1. Serat Pandan Berduri dan Kulit Durian

Serat Pandan Berduri yang sudah kering digunakan sebagai serat dalam pembuatan atap berbahan komposit.



Gambar 3.1 Serat pandan berduri



Gambar 3.2 serat kulit durian

2. Resin

Digunakan sebagai pengikat serat pada material komposit.



Gambar 3.3 Resin

3. Katalis

Digunakan untuk mempercepat proses pengerasan pada bahan komposit.



Gambar 3.4 katalis

4. Wax Mirror Glaze

Wax Mirror Glaze berfungsi sebagai anti lengket agar spesimen komposit mudah untuk dilepaskan dari cetakan dan tidak rekat pada cetakan.



Gambar 3.5 wax mirror glaze

4. Plastisin

Berguna untuk menutupi celah yang berada dicetakan atap agar tidak bocor.



Gambar 3.6 Plastisin

5. Plat Besi

Plat besi digunakan untuk dasar dan tutup cetakan *Mould* (cetakan) yang akan dibuat dengan tebal 3 mm.



Gambar 3.7 Plat Besi

6. Besi *Hollow*

Besi *Hollow* sebagai kerangka dasar cetakan yang akan dibuat dengan ukuran 10 mm x 10 mm.



Gambar 3.8 Besi *Hollow*

3.2.2 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam pembuatan atap berbahan komposit adalah sebagai berikut :

1. Timbangan Digital

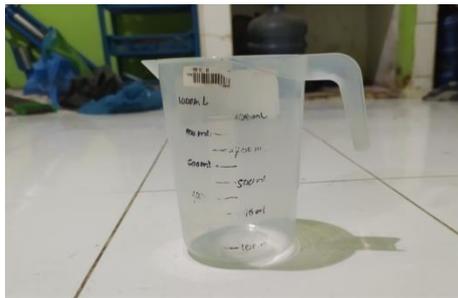
Berguna untuk menimbang bahan-bahan komposit serat kulit durian dan pandan berduri sesuai takaran.



Gambar 3.9 Timbangan digital.

2. Gelas Ukur

Berguna sebagai tempat pencampuran bahan resin dan katalis.



Gambar 3.10 Gelas Ukur.

3. Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur spesimen bahan komposit.



Gambar 3.11 Jangka Sorong.

4. Gerinda

Gerinda digunakan untuk memotong komposit menjadi spesimen dan untuk menghaluskan permukaan bekas potongan.



Gambar 3.12 Gerinda Potong.

5. Sekrap

Berguna untuk membersihkan permukaan cetakan dari sisa-sisa resin, dan untuk mengeluarkan (mencongkel) atap dari cetakan.



Gambar 3.13 Sekrap.

6. Sarung Tangan

Berguna untuk melindungi tangan dari resin saat melakukan pencetakan.



Gambar 3.14 Sarung Tangan.

7.Masker

Berguna untuk melindungi hidung dan mulut dari aroma resin.



Gambar 3.15 Masker.

8.Pengaduk

Berguna untuk mengaduk campuran resin dan katalis.



Gambar 3.16 Pengaduk

9.Gunting

Berguna untuk memotong serat Pandan Berduri dan kulit Durian.



Gambar 3.17 Gunting

10.Kunci Pas 10

Berguna untuk menyetorkan atau membuka baut dan mur 10 yang berada dicetakan atap.



Gambar 3.18 Kunci Pas 10

11.Tang Cucut

Berguna untuk menyetorkan atau membuka baut dan mur 10 yang berada di cetakan atap.



Gambar 3.19 Tang Cucut

12. Mesin *Miling* Stanley

Mesin *milling* digunakan untuk membuat lubang pada permukaan cetakan



Gambar 3.20 Mesin *Milling*

13. Mesin Las

Mesin las digunakan untuk menyambung besi menjadi cetakan atap.



Gambar 3.21 Mesin Las

14. Cetakan Atap

Berguna sebagai wadah untuk membentuk struktur ata



Gambar 3.22 Cetakan Atap

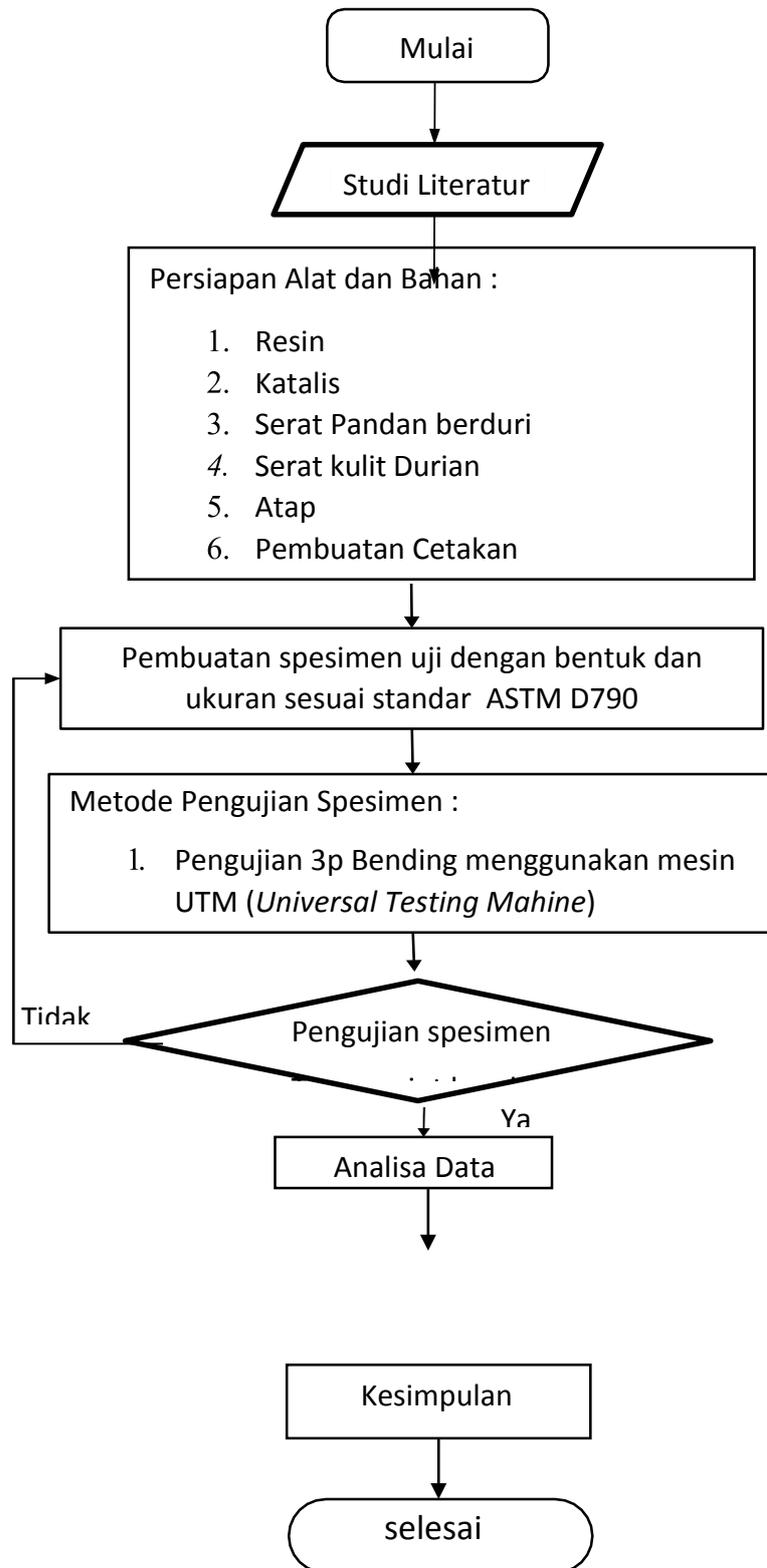
15. *Software Solidworks 2018*

Program ini relative lebih mudah digunakan dibandingkann programprogram sejenisnya. Selain digunakan untuk menggambar komponen 3D, *solidworks* juga biasa digunakan untuk menggambar 2D dari komponen tersebut bisa dikonversi ke format DWG (*drawing*) yang dapat dijalankan pada program CAD.



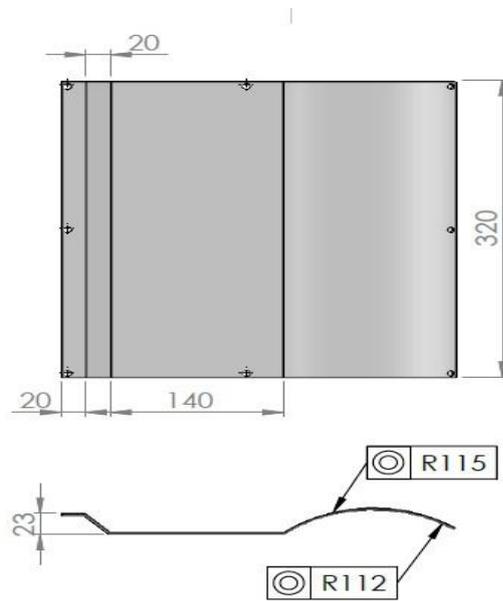
Gambar 3.23 *Software Solidworks 2018*

3.3 Bagan Aliran Penelitian



3.4 Rancangan alat penelitian

Untuk membuat cetakan atap menggunakan dimensi dan ukuran sebagai berikut :

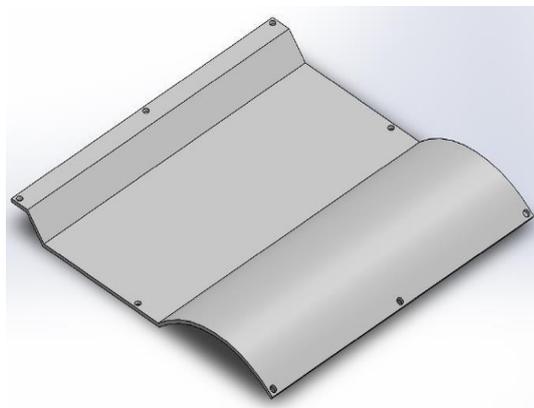


Gambar 3.24 Dimensi dan Ukuran Cetakan Atap

Setelah mendapat dimensi dan ukuran atap, selanjutnya desain cetakan atap yang akan dibuat:

1. Cetakan Bagian Bawah Atap

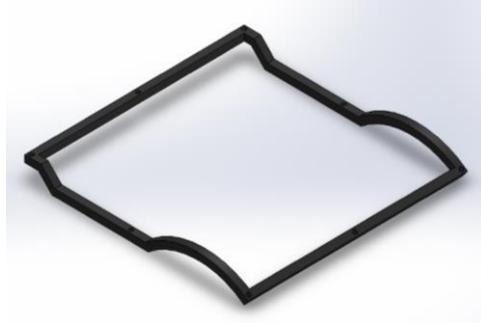
Digunakan untuk alas dan penutup bawah cetakan.



Gambar 3.25 Cetakan Bagian Bawah Atap

2. Badan Cetakan

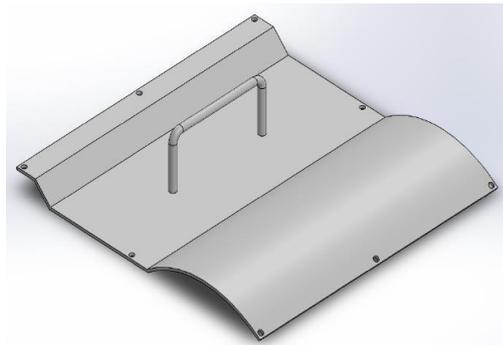
Digunakan untuk memberi tebal pada cetakan.



Gambar 3.26 Cetakan Badan

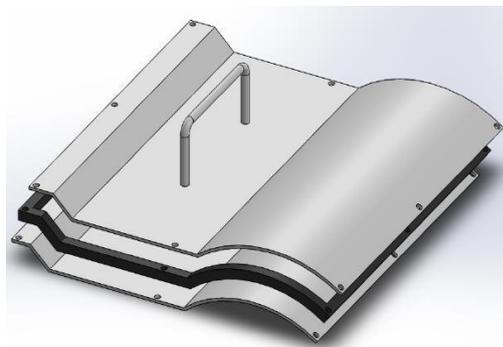
3. Penutup Cetakan Atap

Digunakan untuk menutup cetakan atap.



Gambar 3.27 Penutup Cetakan Atap

4. Hasil Desain Cetakan Atap Genteng



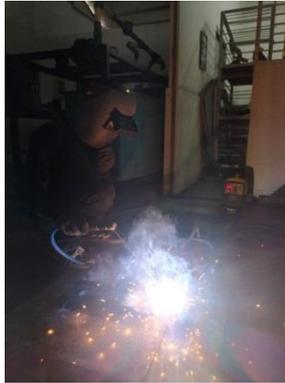
Gambar 3.28 Hasil Desain Cetakan Atap Genteng

3.5 Proses Pembuatan cetakan Atap

Berikut ini adalah proses pembuatan cetakan atap:

1. Proses Pengelasan

Selanjutnya mengelas bagian-bagian komponen yang akan akan dilas sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan pada gambar *solidworks*



Gambar 3.29 Proses Pengelasan

2. Memperhalus Cetakan Badan Atap

Setelah mendapatkan bahan yang dibutuhkan, kemudian plat besi hitam dan besi *hollow* dipotong sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan sesuai pada gambar *solidworks*. Grinda juga berfungsi sebagai memperhalus permukaan yang kurang rata dari hasil pengelasan.



Gambar 3.30 Proses Penghalusan Permukaan Cetakan

3. Prosedur Pengeboran Cetakan

Proses pengeboran yang dilakukan berguna untuk memberi lubang sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan pada gambar *solidworks*. Mesin bor yang digunakan adalah mesin bor duduk.



Gambar 3.31 Proses Pengeboran untuk membuat lubang baut

4. Hasil dari proses pembuatan cetakan atap dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 3.32 (a) Penutup Cetakan Atap, (b) Badan Cetakan,
(c) Cetakan Bawah Atap

3.6 Pembuatan Spesimen Komposit .

Pada penelitian ini menggunakan material uji yang dibuat dari resin *Epoxy* dengan penambahan serat kulit durian dan serat pandan beduri dengan masing-masing panjang serat 10 mm,

Material uji pada penelitian ini dibuat berdasarkan standart ASTM D790 dengan metode pengujian *Three Point Bending*. Jarak antar penumpu pada pengujian ini sebesar 140 mm. Material uji yang dignakan memiliki ukuran panjang 140 mm, lebar sebesar 15 mm, dan ketebalan sebesar 5 mm. Dapat dilihat pada gambar4.1.

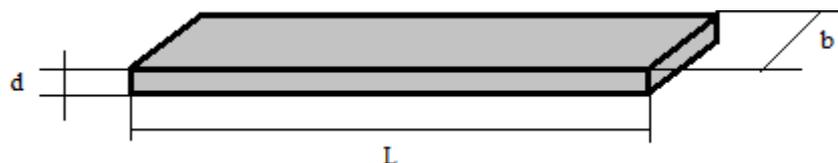


Gambar 3.33 Spesimen uji *Three Point Bending*

Pembuatan material diawali dengan pembuatan cetakan yang terbuat dari besi agar material/spesimen memiliki ukuran yang sesuai dengan standart yang sudah ditetapkan. Dan material dibuat dengan mencampurkan antara resin dan katalis dengan ratio perbandingan (100:1). Sebelum dituang kedalam cetakan harus dipastikan terlebih dahulu cetakan sudah dioles *mirror glaze* guna menghindari spesimen uji melekat pada cetakan. Kemudian spesimen uji ditunggumengering selama 1 hingga 2 jam

3.7 Prosedur Pengujian

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



Gambar. 3.34 Spesimen berbentuk persegi panjang

Catata

n :

d (ketebalan)	= 5 mm
b (lebar)	= 15 mm
L (panjang)	= 140 mm
Berat	= 11 gram

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

Mesin alat uji three point bending ini berjalan secara otomatis, sehingga spesimen 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 3.35.



Gambar. 3.35 Setup alat uji *Three Point Bending*

3.8 Proses Pembuatan Atap Komposit

Prosedur pembuatan atap berbahan komposit menggunakan serat durian dan pelepah daun kurma dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :Oleskan lapisan cetakan dengan *wax* agar mudah untuk melepaskan atap dari cetakan setelah kering dan tutup menggunakan plastisin agar cairan resin tidak bocor pada saat dituang



Gambar 3.36 Pengolesan *Wax* dan *plastisin*

1. Persiapkan bahan yang diperlukan yaitu serat durian,serat pandan berduri dan resin lalu ditimbang sesuai ukuran yang diperlukan.



Gambar 3.37 (a) Penimbangan Serat (b) Penimbangan Resin dan katalis

Tutup cetakan atap dan kunci cetakan sampai semuanya menutup rapat, lalu diamkan ditempat yang rata agar tidak terjadi kemiringan pada cetakan dan tunggu hingga mengering sepenuhnya selama 24 jam



Gambar 3.38 Proses Penutupan Cetakan

2. Kemudian lepaskan atap dari cetakan secara perlahan.

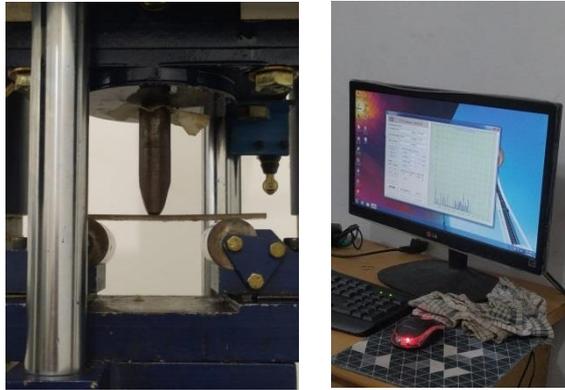


Gambar 3.39 Hasil Atap Komposit

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses pengujian Spesimen



Gambar 4.1 proses pengujian spesimen

Hasil Spesimen Pengujian Three point bending

Berikut adalah hasil pengujian bending dengan menggunakan 4 perbandingan spesimen komposit yang berbahan serat durian dan pandan berduri.



Gambar 4.2 Hasil pengujian bending 70% Resin : 30% Serat, 60% Serat Durian dan 40% Serat Pandan berduri.



Gambar 4.3 Hasil Pengujian bending 70% Resin : 30% Serat, 70% Serat Durian dan 30% Serat Pandan berduri.



Gambar 4.4 Hasil Pengujian bending 70% Resin : 30% Serat, 80% Serat Durian dan 20% Serat Pandan berduri.

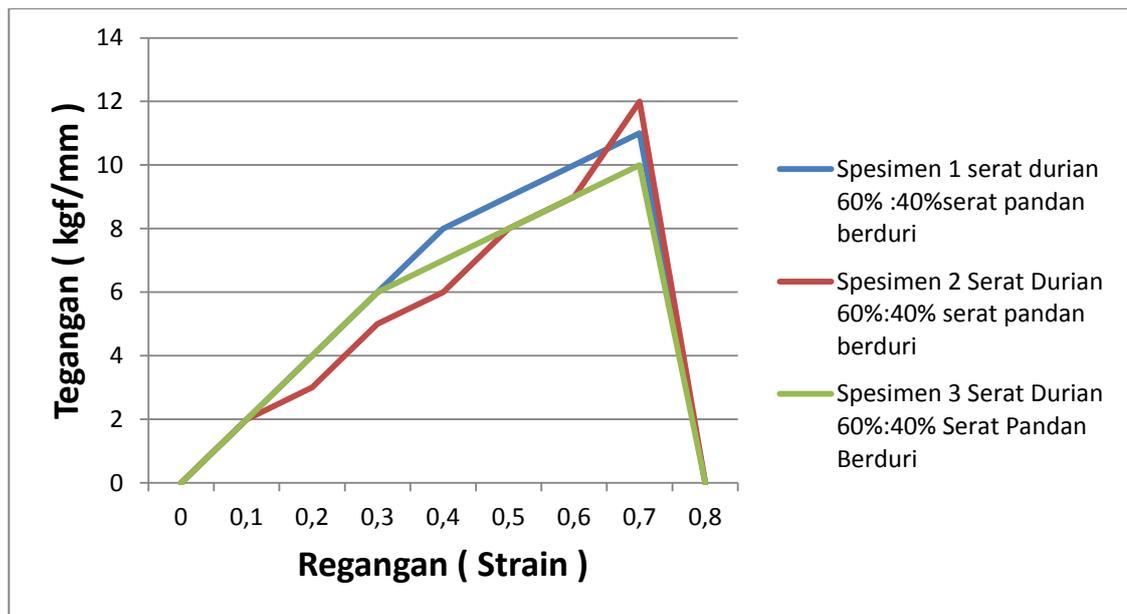


Gambar 4.5 Hasil Pengujian bending 70% Resin : 30% Serat, 90% Serat Durian dan 10% Serat pandan berduri.

4.2 Hasil Grafik Pengujian bending

Berikut adalah hasil grafik setelah pengujian bending pada bahan komposit, dapat dilihat pada gambar 4.2, gambar 4.3, gambar 4.4 dan gambar 4.5.

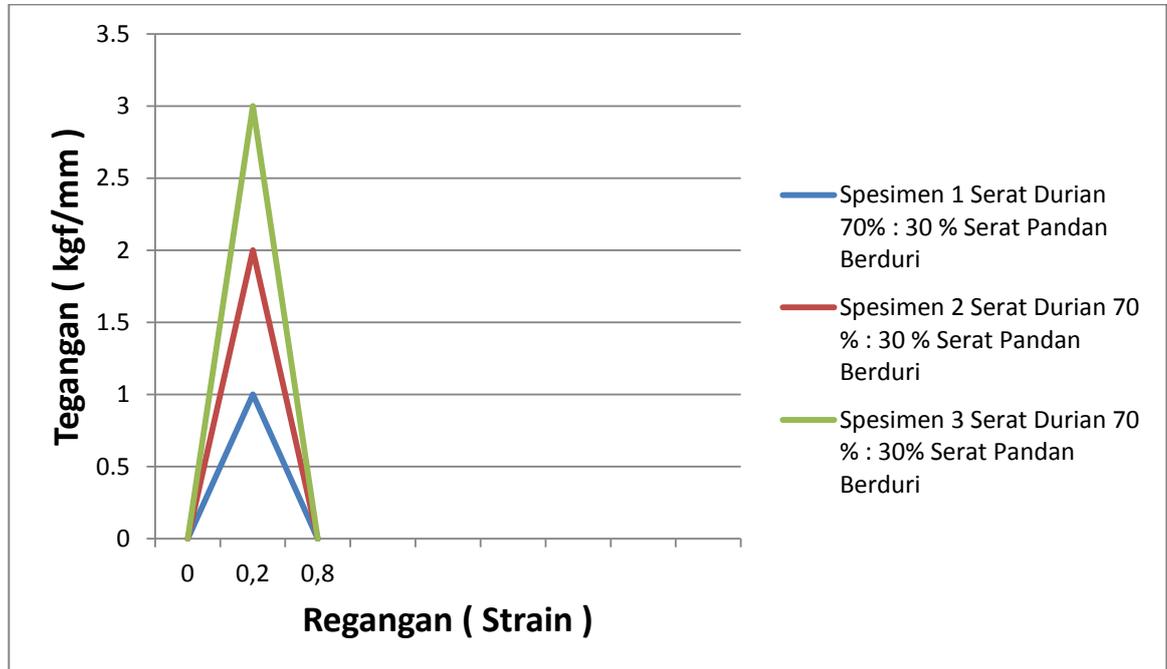
Grafik Perbandingan 70% Resin : 30% Serat (60% Serat Durian Dan 40% Serat Pandan Berduri Dengan Berat Total 11 Gram)



Gambar 4.6 Grafik Uji three point bending Perbandingan 70% Resin dan 30% Serat, 60% Serat Durian dan 40% Serat pandan berduri

Pada grafik perbandingan 70% resin dan 30% serat,(60% serat durian dengan berat 1,98 gram dan 40% serat Pandan berduri dengan berat 1,32 gram) mendapatkan grafik tekanan dan regangan yang di hasilkan dari 3 spesimen, terlihat pada spesimen 1 mendapat nilai bending sebesar 11.19 Kgf /mm² dengan regangan sebesar 0.8 kemudian pada spesimen 2 mendapat nilai bending sebesar 12.7 Kgf/mm² dengan regangan sebesar 0.8 untuk spesimen 3 mendapat nilai bending 11.19 Kgf/mm² dengan regangan yang di hasilkan sebesar 0.8.

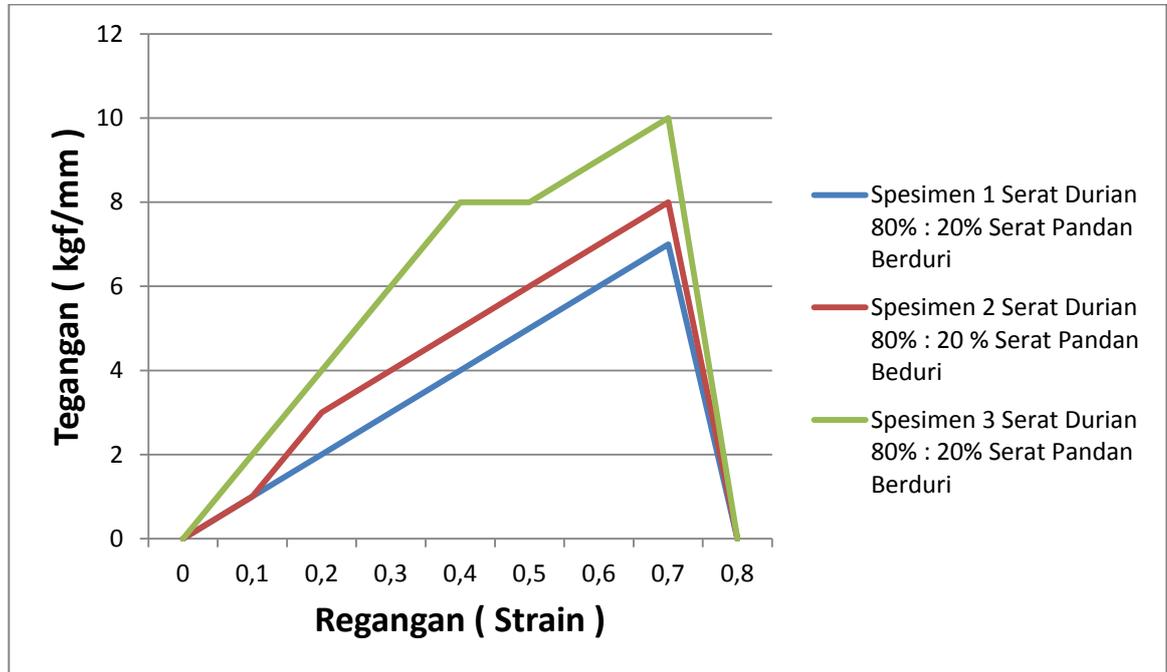
Grafik Perbandingan 70% Resin : 30% Serat (70% Serat Durian Dan 30% Serat Pandan Berduri Dengan Berat Total 11 Gram)



Gambar 4.7 Grafik Uji three point bending Perbandingan 70% Resin dan 30% Serat, 70% Serat Durian dan 30% Serat pandan berduri.

Pada grafik perbandingan 70% resin : 30%. (serat 70% serat durian dengan berat 2,31 gram dan 30% serat Pandan berduri dengan berat 0,99 gram) mendapatkan grafik tekanan dan regangan yang di hasilkan dari 3 spesimen, terlihat pada spesimen 1 mendapat nilai bending sebesar 1.90 Kgf /mm² dengan regangan sebesar 0.8 kemudian pada spesimen 2 mendapat nilai bending sebesar 2.50 Kgf/mm² dengan regangan sebesar 0.8 untuk spesimen 3 mendapat nilai bending 3.17 Kgf/mm² dengan regangan yang di hasilkan sebesar 0.8.

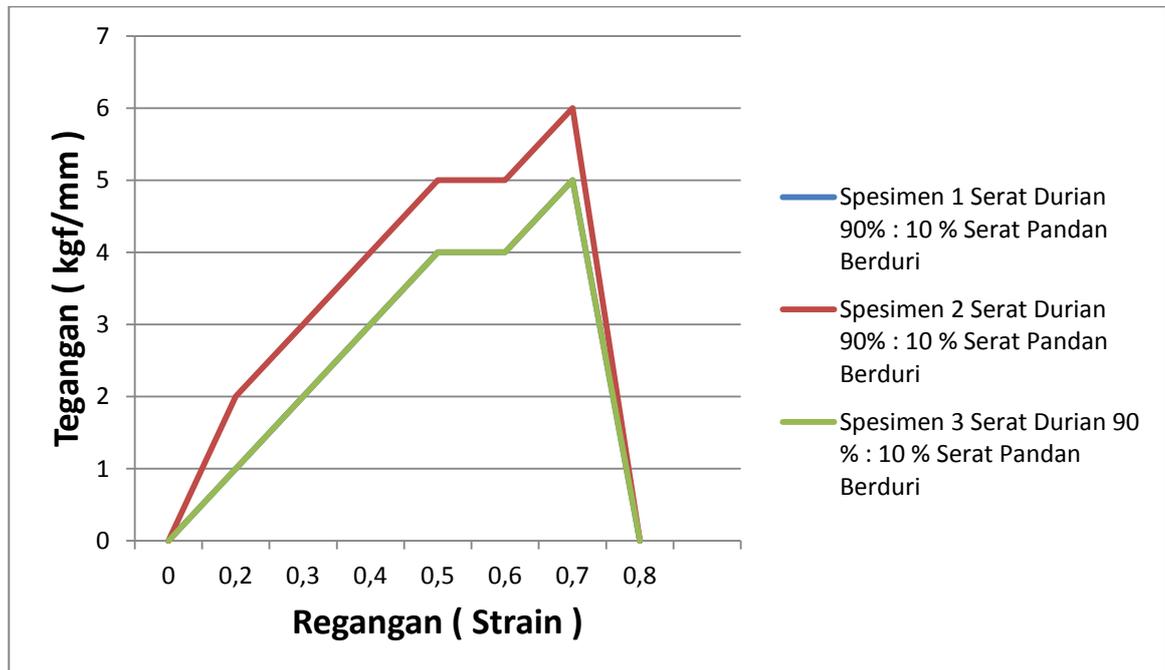
Grafik Perbandingan 70% Resin : 30% Serat (80% Serat Durian Dan 20% Serat Pandan Berduri Dengan Berat Total 11 Gram)



Gambar 4.8 Grafik Uji three point bending Perbandingan 70% Resin dan 30% Serat, 80% Serat Durian dan 20% Serat pandan berduri.

Pada grafik perbandingan 70% resin : 30%. (serat 80% serat durian dengan berat 2,64 gram dan 20% serat Pandan berduri dengan berat 0,66 gram) mendapatkan grafik tekanan dan regangan yang di hasilkan dari 3 spesimen, terlihat pada spesimen 1 mendapat nilai bending sebesar 7.21 Kgf /mm² dengan regangan sebesar 0.8 kemudian pada spesimen 2 mendapat nilai bending sebesar 8.23 Kgf/mm² dengan regangan sebesar 0.8 untuk spesimen 3 mendapat nilai bending 11.25 Kgf/mm² dengan regangan yang di hasilkan sebesar 0.8.

Grafik Perbandingan 70% Resin : 30% Serat (90% Serat Durian Dan 10% Serat Pandan Berduri Dengan Berat Total 11 Gram)



Gambar 4.9 Grafik Uji three point bending Perbandingan 70% Resin : 30% Serat, 90% Serat Durian dan 10% Serat pandan berduri.

Pada grafik perbandingan 70% resin : 30%.(serat 90% serat durian dengan berat 2,97 gram dan 10% serat Pandan berduri dengan berat 0,33 gram) mendapatkan grafik tekanan dan regangan yang di hasilkan dari 3 spesimen, terlihat pada spesimen 1 mendapat nilai bending sebesar 5.88 Kgf /mm² dengan regangan sebesar 0.8 kemudian pada spesimen 2 mendapat nilai bending sebesar 6.11 Kgf/mm² dengan regangan sebesar 0.8 untuk spesimen 3 mendapat nilai bending 5.12 Kgf/mm² dengan regangan yang di hasilkan sebesar 0.8.

Dari beberapa spesimen uji diatas, maka diperoleh hasil-hasil berikut ini :

Tabel 4.1 Spesimen uji *three point bending* berbentuk persegi panjang berdasarkan standart ASTM D790.

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Panjang Serat(mm)	Berat (gr)
1	140	15	5	10	11
2	140	15	5	10	11
3	140	15	5	10	11

4.1 Analisa Data Uji Lentur (*Bending*) Spesimen dengan variasi komposisi 60%:40%Spesimen 1

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 11.19 kgf = 109,73641 N

$$\begin{aligned} \overline{\sigma_f} &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3(109,73641 \times 140)}{2(15) \times (5)^2} \\ &= \underline{46.089,2922} \\ &= 750 \\ &= 61,45 \text{ kgf/mm}^2 \end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi komposisi 60%:40%Spesimen

2

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 12,7 kgf = 124,5445N

$$\begin{aligned} \overline{\sigma_f} &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3(124,5445 \times 140)}{2(15) \times (5)^2} \\ &= \underline{52.308,69} \end{aligned}$$

$$750$$

$$= 69,74 \text{ kgf/mm}^2$$

4.2) Spesimen dengan variasi komposisi 60%:40%Spesimen 3

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 11.19 kgf =109,73641 N

$$\frac{\sigma_f}{750} = \frac{3 PL}{2bd^2}$$

$$= \frac{3(109,73641 \times 140)}{2(15) \times (5)^2}$$

$$= 46.089,2922$$

$$= 61,45 \text{ kgf/mm}^2$$

Spesimen dengan variasi

komposisi 70%:30%Spesimen

1

Beban atau gaya yang terjadi (P) =1,90 kgf =18,6326 N

$$\frac{\sigma_f}{750} = \frac{3 PL}{2bd^2}$$

$$= \frac{3(18,6326 \times 140)}{2(15) \times (5)^2}$$

$$= 7.825,692$$

$$= 10,43 \text{ kgf/mm}^2$$

Spesimen dengan variasi

komposisi 70%:30%Spesimen

2

Beban atau gaya yang terjadi (P) =2,50 kgf =24,1566 N

$$\frac{\sigma_f}{750} = \frac{3 PL}{2bd^2}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{3(24,1566 \times 140)}{2(15) \times (5)^2} \\
&= \frac{10.145,772}{750} \\
&= 13,52 \text{ kgf/mm}^2
\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi

komposisi 70%:30% Spesimen

3

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 3,17 kgf = 31,08708 N

$$\begin{aligned}
\sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\
&= \frac{3(31,0878 \times 140)}{2(15) \times (5)^2} \\
&= \frac{13.056,876}{750} \\
&= 17,40 \text{ kgf/mm}^2
\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi

komposisi 80%:20% Spesimen

1

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 7,21 kgf = 70,70595 N

$$\begin{aligned}
\sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\
&= \frac{3(70,70595 \times 140)}{2(15) \times (5)^2} \\
&= \frac{29.696,499}{750} \\
&= 39,59 \text{ kgf/mm}^2
\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi

komposisi 80%:20%Spesimen

2

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 8,23 kgf = 80,70873 N

$$\begin{aligned}\frac{\sigma_f}{\sigma_f} &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3(80,70873 \times 140)}{2(15) \times (5)^2} \\ &= \frac{33.897,6666}{750} \\ &= 45,19 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi komposisi 80%:20%Spesimen 3

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 11,25 kgf = 110,032481 N

$$\begin{aligned}\frac{\sigma_f}{\sigma_f} &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\ &= \frac{3(110,032481 \times 140)}{2(15) \times (5)^2} \\ &= \frac{46.213,642}{750} \\ &= 61,61 \text{ kgf/mm}^2\end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi

komposisi 80%:20%Spesimen

3

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 11,25 kgf = 110,032481 N

$$\frac{\sigma_f}{\sigma_f} = \frac{3 PL}{2bd^2}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3(110,032481 \times 140)}{2(15) \times (5)^2} \\
 &= \frac{46.213,642}{750} \\
 &= 61,61 \text{ kgf/mm}^2
 \end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi

komposisi 90%:10% Spesimen

1

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 5,88 kgf = 57,6631 N

$$\begin{aligned}
 \sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\
 &= \frac{3(57,6631 \times 140)}{2(15) \times (5)^2} \\
 &= \frac{24.218,502}{750} \\
 &= 32,29 \text{ kgf/mm}^2
 \end{aligned}$$

Spesimen dengan variasi

komposisi 90%:10% Spesimen

2

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 6,11 kgf = 59,91836 N

$$\begin{aligned}
 \sigma_f &= \frac{3 PL}{2bd^2} \\
 &= \frac{3(59,91836 \times 140)}{2(15) \times (5)^2}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{25.165,7112}{750}$$

$$= 33,55 \text{ kgf/mm}^2$$

Spesimen dengan variasi

komposisi 90%:10% Spesimen

3

Beban atau gaya yang terjadi (P) = 5,12 kgf = 50,21005 N

$$\sigma_f = \frac{3 PL}{2bd^2}$$

$$= \frac{3(50,21005 \times 140)}{2(15) \times (5)^2}$$

$$= \frac{21.088,221}{750}$$

$$= 28,11 \text{ kgf/mm}^2$$

Tabel 4.2. Data pengujian lentur (*Bending*) dengan variasi komposisi 60%:40%.

NO Produk	Variasi komposisi (%)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	d (mm)	σ_f (kgf/mm ²)
1. Spesimen 1	60 : 40	11,19	140	15	5	61,45
2. Spesimen 2	60 : 40	12,7	140	15	5	69,74
3. Spesimen 3	60 : 40	11,19	140	15	5	61,45
<i>Rata-rata</i>	<i>60:40</i>	<i>11,69</i>	<i>140</i>	<i>15</i>	<i>5</i>	<i>64,21</i>

Tabel 4.3. Data pengujian lentur (*Bending*) dengan variasi komposisi 70%:30%.

NO Produk	Variasi komposisi (%)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	d (mm)	σ_f (kgf/mm ²)
1. Spesimen 1	70 : 30	1,90	140	15	5	10,43
2. Spesimen 2	70 : 30	2,50	140	15	5	13,52
3. Spesimen 3	70 : 30	3,17	140	15	5	17,40
<i>Rata-rata</i>	<i>70:30</i>	<i>2,52</i>	<i>140</i>	<i>15</i>	<i>5</i>	<i>41,35</i>

Tabel 4.4. Data pengujian lentur (*Bending*) dengan variasi komposisi 80%:20%.

NO Produk	Variasi komposisi (%)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	d (mm)	σ_f (kgf/mm ²)
1. Spesimen 1	80 : 20	7,21	140	15	5	39,59
2. Spesimen 2	80 : 20	8,23	140	15	5	45,19
3. Spesimen 3	80 : 20	11,25	140	15	5	61,61
<i>Rata-rata</i>	<i>80:20</i>	<i>8,89</i>	<i>140</i>	<i>15</i>	<i>5</i>	<i>48,79</i>

Tabel 4.5. Data pengujian lentur (*Bending*) dengan variasi komposisi 90%:10%.

NO Produk	Variasi komposisi (%)	P (Kgf)	L (mm)	b (mm)	d (mm)	σ_f (kgf/mm ²)
1. Spesimen 1	90 : 10	5,88	140	15	5	32,29
2. Spesimen 2	90 : 10	6,11	140	15	5	33,55
3. Spesimen 3	90 : 10	5,12	140	15	5	28,11
<i>Rata-rata</i>	<i>90:10</i>	<i>5,70</i>	<i>140</i>	<i>15</i>	<i>5</i>	<i>31,31</i>

4.1 Analisa Data

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

Spesimen 1.1

a. Rasio Resin : Serat = 60 : 40

b. Tegangan

$$F = 11,19 \text{ kgf}$$

$$= 109,73641 \text{ N}$$

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

$$= 15 \times 5 = 75 \text{ mm}^2$$

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

$$= \frac{109,73641 \text{ N}}{75 \text{ mm}} = 0,1463 \text{ N/mm}^2 = 0,1463 \times 10^6 \text{ Pa} = 0,1463 \text{ Mpa}$$

c. Regangan

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

$$= \frac{16,89 - 140}{140} = -0,87935$$

d. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{0,1463}{-0,87935} = 0,16637 \text{ Mpa}$$

Spesimen 1.2

Rasio Resin : Serat = 60 : 40

Tegangan

$$F = 12,7 \text{ kgf}$$

$$= 124,5445 \text{ N}$$

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

$$= 15 \times 5 = 75 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 - \sigma &= \frac{F}{A} \\
 &= \frac{124,5445 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2} = 1,6605 \text{ N/mm}^2 = 1,6605 \times 10^6 \text{ Pa} = 1,6605 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Regangan

$$\begin{aligned}
 - \varepsilon &= \frac{\Delta L}{l_0} = \left(\frac{l_0 - l}{l_0} \right) \\
 &= \frac{16,89 - 140}{140} = -0,87935
 \end{aligned}$$

Modulus Elastisitas

$$- E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,6605}{-0,87935} = -1,8883 \text{ Mpa}$$

Spesimen 1.3

Rasio Resin : Serat = 60 : 40

Tegangan

$$\begin{aligned}
 F &= 11,19 \text{ kgf} \\
 &= 109,73641 \text{ N}
 \end{aligned}$$

A = Lebar x Tebal

$$= 15 \times 5 = 75 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 - \sigma &= \frac{F}{A} \\
 &= \frac{109,73641 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2} = 0,1463 \text{ N/mm}^2 = 0,1463 \times 10^6 \text{ Pa} = 0,1463 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Regangan

$$\begin{aligned}
 - \varepsilon &= \frac{\Delta L}{l_0} = \left(\frac{l_0 - l}{l_0} \right) \\
 &= \frac{16,89 - 140}{140} = -0,87935
 \end{aligned}$$

Modulus Elastisitas

$$- E = \frac{\sigma}{s} = \frac{0,1463}{-0,87935} = 0,16637 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2.1

Rasio Resin : Serat = 70 : 30

Tegangan

$$F = 1,90 \text{ kgf}$$

$$= 18,6326 \text{ N}$$

A = Lebar x Tebal

$$= 15 \times 5 = 75 \text{ mm}^2$$

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

$$= \frac{18,6326 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2} = 0,2484 \text{ N/mm}^2 = 0,2484 \times 10^6 \text{ Pa} = 0,2482 \text{ Mpa}$$

Regangan

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

$$= \frac{16,89 - 140}{140} = -0,87935$$

Modulus Elastisitas

$$- E = \frac{\sigma}{s} = \frac{0,2482}{-0,87935} = -0,2822 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2.2

Rasio Resin : Serat = 70 : 30

Tegangan

$$F = 2,50 \text{ kgf}$$

$$= 24,1566 \text{ N}$$

A = Lebar x Tebal

$$= 15 \times 5 = 75 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{24,1566 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2} = 0,3220 \text{ N/mm}^2 = 0,3220 \times 10^6 \text{ Pa} = 0,3220 \text{ Mpa}$$

Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{16,89 - 140}{140} = -0,87935$$

Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{0,3220}{-0,87935} = -0,3661 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2.3

Rasio Resin : Serat = 70 : 30

Tegangan

$$F = 3,17 \text{ kgf} \\ = 31,08708 \text{ N}$$

A = Lebar x Tebal

$$= 15 \times 5 = 75 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{31,08708 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2} = 0,4144 \text{ N/mm}^2 = 0,4144 \times 10^6 \text{ Pa} = 0,4144 \text{ Mpa}$$

Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{16,89 - 140}{140} = -0,87935$$

Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{0,4144}{-0,87935} = -0,4712 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3.1

Rasio Resin : Serat = 80 : 20

Tegangan

$$F = 7,21 \text{ kgf}$$

$$= 70,70595 \text{ N}$$

A = Lebar x Tebal

$$= 15 \times 5 = 75 \text{ mm}^2$$

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

$$= \frac{70,70595 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2} = 0,9427 \text{ N/mm}^2 = 0,9427 \times 10^6 \text{ Pa} = 0,9427 \text{ Mpa}$$

Regangan

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

$$= \frac{16,89 - 140}{140} = -0,87935$$

Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{0,9427}{-0,87935} = -1,0720 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3.2

Rasio Resin : Serat = 80 : 20

Tegangan

$$F = 8,23 \text{ kgf}$$

$$= 80,70873 \text{ N}$$

A = Lebar x Tebal

$$= 15 \times 5 = 75 \text{ mm}^2$$

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

$$= \frac{80,70873 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2} = 1,0761 \text{ N/mm}^2 = 1,0761 \times 10^6 \text{ Pa} = 1,0761 \text{ Mpa}$$

Regangan

$$\begin{aligned} - \varepsilon &= \frac{\Delta L}{l_0} = \left(\frac{l_0 - l}{l_0} \right) \\ &= \frac{16,89 - 140}{140} = -0,87935 \end{aligned}$$

Modulus Elastisitas

$$- E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,0761}{-0,87935} = -1,223 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3.3

Rasio Resin : Serat = 80 : 20

Tegangan

$$F = 11,25 \text{ kgf}$$

$$= 110,032481 \text{ N}$$

A = Lebar x Tebal

$$= 15 \times 5 = 75 \text{ mm}^2$$

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

$$= \frac{110,032481 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2} = 1,4670 \text{ N/mm}^2 = 1,4670 \times 10^6 \text{ Pa} = 1,4670 \text{ Mpa}$$

Regangan

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

$$= \frac{16,89 - 140}{140} = -0,87935$$

Modulus Elastisitas

$$- E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,4670}{-0,87935} = -1,6682 \text{ Mpa}$$

Spesimen 4.1

Rasio Resin : Serat = 90 : 10

Tegangan

$$F = 5,88 \text{ kgf}$$

$$= 57,6631 \text{ N}$$

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

$$= 15 \times 5 = 75 \text{ mm}^2$$

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

$$= \frac{57,6631 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2} = 0,7688 \text{ N/mm}^2 = 0,7688 \times 10^6 \text{ Pa} = 0,7688 \text{ Mpa}$$

Regangan

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

$$= \frac{16,89 - 140}{140} = -0,87935$$

Modulus Elastisitas

$$- E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{0,7688}{-0,87935} = -0,8743 \text{ Mpa}$$

Spesimen 4.2

Rasio Resin : Serat = 90 : 10

Tegangan

$$F = 6,11 \text{ kgf}$$

$$= 59,91836 \text{ N}$$

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

$$= 15 \times 5 = 75 \text{ mm}^2$$

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

$$= \frac{59,91836 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2} = 0,7989 \text{ N/mm}^2 = 0,7989 \times 10^6 \text{ Pa} = 0,7989 \text{ Mpa}$$

Regangan

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

$$= \frac{16,89-140}{140} = -0,87935$$

Modulus Elastisitas

$$- E = \frac{\sigma}{s} = \frac{0,7989}{-0,87935} = -0,9085 \text{ Mpa}$$

Spesimen 4.3

Rasio Resin : Serat = 90 : 10

Tegangan

$$F = 5,12 \text{ kgf}$$

$$= 50,21005 \text{ N}$$

A = Lebar x Tebal

$$= 15 \times 5 = 75 \text{ mm}^2$$

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

$$= \frac{50,21005 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2} = 0,6694 \text{ N/mm}^2 = 0,6694 \times 10^6 \text{ Pa} = 0,6694 \text{ Mpa}$$

Regangan

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

$$= \frac{16,89-140}{140} = -0,87935$$

Modulus Elastisitas

$$- E = \frac{\sigma}{s} = \frac{0,6694}{-0,87935} = -0,7613 \text{ Mpa}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dalam penelitian telah dibuat atap dengan spesimen serat kulit durian dengan berat (108 gram) dan pandan berduri dengan berat (72 gram) resin (420 gram) total keseluruhan berat yaitu (600 gram) yang kemudian telah dianalisa maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam pembuatan spesimen uji three point bending susunan serat dan jenis serat sangat berpengaruh terhadap hasil pengujian.
2. Hasil dari pengujian uji three point bending

Dari keempat perbandingan variasi komposisi serat durian : serat pandan berduri 60% : 40%, 70% : 30%, 80% : 20% dan 90% : 10% terlihat bahwa pada pengujian uji bending variasi komposisi bahan 60% : 40% menghasilkan nilai kekuatan Bending maksimal yang lebih tinggi dengan rata-rata dari 3 spesimen menghasilkan nilai 64,21 kgf/mm².

5.2 Saran

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

1. Untuk penelitian lebih lanjut sebaiknya 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 yang terbaik.
3. Pada saat pengujian tarik spesimen harus diletakan secara maksimal agar spesimen uji tidak longgar dan tidak bergerak agar mendapatkan hasil yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Belieu, H. N., Pelle, Y. M., & Jarson, J. U. (2016). Analisa kekuatan tarik dan bending pada komposit widuri - polyester. *Lontar*, 03(02), 11–20.
- Fuad, I. S., Djohan, B., & Saputra, M. (2014). Pengaruh Penambahan Serat Kulit Durian Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Pada Mutu Beton K-175. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 2(1), 65–71.
- Fynnisa Z, Putri Handayani, Muhammad Irwansyah, H. (2022). Pengaruh Penambahan Kulit Buah Durian Dan Abu Fly Ash Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton K-300. *Educational Building: Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan Dan Sipil*, 8(2), 64–68.
- Maryanti, B., & Anggono, M. A. T. (2020). Studi ekperimental keausan kampas rem komposit serat kulit durian dan serbuk aluminium dengan resin vinylester. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 24(2), 142–147. <https://doi.org/10.25042/jpe.112020.06>
- Mawardi, I., Azwar, A., & Rizal, A. (2017). Kajian perlakuan serat sabut kelapa terhadap sifat mekanis komposit epoksi serat sabut kelapa. *Jurnal POLIMESIN*, 15(1), 22. <https://doi.org/10.30811/jpl.v15i1.369>
- Perdana, M. (2013). Pengaruh Moisture Content Dan Thermal Shock Terhadap Sifat Mekanik Dan Fisik Komposit Hibrid Berbasis Serat Gelas Dan Coir. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(1), 1–7.
- Rafiq Yanhar, M., & Musryady, D. (2019). Kuat Tarik, Modulus Elastisitas, dan Makrostruktur Komposit Serat Alam dengan Partikel Rumpuk Teki (Cyperus Rotundus) Sebagai Penguat. *Jurnal Semnastek*, 65–70.
- Sari, N. H., Zainuri, A., & Wahyu, F. (2011). Pengaruh Panjang Serat Dan Fraksi Volume Serat Pelepah Kelapa Terhadap Ketangguhan Impact Komposit Polyester. *Dinamika Teknik Mesin*, 1(2). <https://doi.org/10.29303/d.v1i2.120>
- N. H. Sari, A. Zainuri, and F. Wahyu, “Pengaruh Panjang Serat Dan Fraksi Volume Serat Pelepah Kelapa Terhadap Ketangguhan Impact Komposit Polyester,” *Din. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 2, 2011, doi: 10.29303/d.v1i2.120.
- S. Winata *et al.*, “Edisi Cetak Jurnal Dinamis , Desember 2018 (ISSN : 0216-7492) Edisi Cetak Jurnal Dinamis , Desember 2018 (ISSN : 0216-7492),” no. 4, pp. 86–101, 2018.
- U. Bengkulu, “Universitas Bengkulu,” vol. 10, no. 1, 2014.
- S. Xie, L. Ren, Z. Han, S. Sun, K. Gabrys, and E. Sobol, “Strength of polymeric foam composite reinforced oil palm empty fruit bunch fiber subjected to impact load Strength of polymeric foam composite reinforced oil palm empty fruit bunch fiber subjected to impact load”, doi: 10.1088/1757-899X/674/1/012065.

U. Malikussaleh and U. Tarik, "Uji Mekanik Komposit Berpenguat Serat Pandan Duri dan Resin," vol. 2, no. November, pp. 63–72, 2017.

Schwartz, M.M, 1984, *Composite Material Handbook*, Mc Graw Hill, Singapore

Diharjo, K. (2006). Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester. *Jurnal Teknik Mesin*, 8-13.

Yusniyanti, E., & Irwansyah, A. (2019). *Analisa Sifat Mekanik Genteng Komposit Polimer dari Penambahan Serat Panjang Sabut Kelapa. Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe; 2019 Okt. 3(1)*, 103–108

Awan Maghfirah^{1,*}, Anwar Dharma Sembiring¹, dan M. I. (2018). Pembuatan dan Karakteristik Genteng Komposit Polimer Berbasis Limbah Abu Boiler Kelapa Sawit dan Serat Benang Karet Ban Bekas yang Diperkuat Oleh Aspal. *FISITEK : Jurnal Ilmu Fisika Dan Teknologi*, 2(1), 8.

Arthur Yanny Leiwakabessy^{1*}, Benjamin G. Tentua², F. L. (2021). Analisis Sifat Mekanis Komposit Polyester Yang Diperkuat Serat Kulit Durian (Durio Zibethinus Murr) Akibat Variasi Fraksi Volume. "*ARCHIPELAGO ENGINEERING*," 4, 146–150. <https://doi.org/10.30598/ale.4.2021.146-150>

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Kekuatan Atas Terhadap Pengujian Mekanik Komposit Diperkuat Serat serat Kulit Durian dan pandan berduri

Nama : Riandi Damanik
NPM : 1707230002

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

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- Pembahasan spesifikasi Tugas Akhir	myfr
		- Perbaiki Bab I, latar belakang & tujuan penelitian	myfr
		- Perbaiki Bab II, tambahkan persamaan yg digunakan dan analisis	myfr
		- Perbaiki Bab III, perbaiki flow chart -	myfr
		- Aec, seminar proposal -	myfr
		- Perbaiki, Bab IV, Analisa di pertajam	myfr
		- Perbaiki Bab V, Kesimpulan dan tujuan penelitian	myfr
		- lengkapi semua format, nuclear dari cover hingga lampiran	myfr
		- Aec seminar hasil	myfr

x

LAMPIRAN 2 : HASIL TES REPORT SPESIMEN 60.40 1

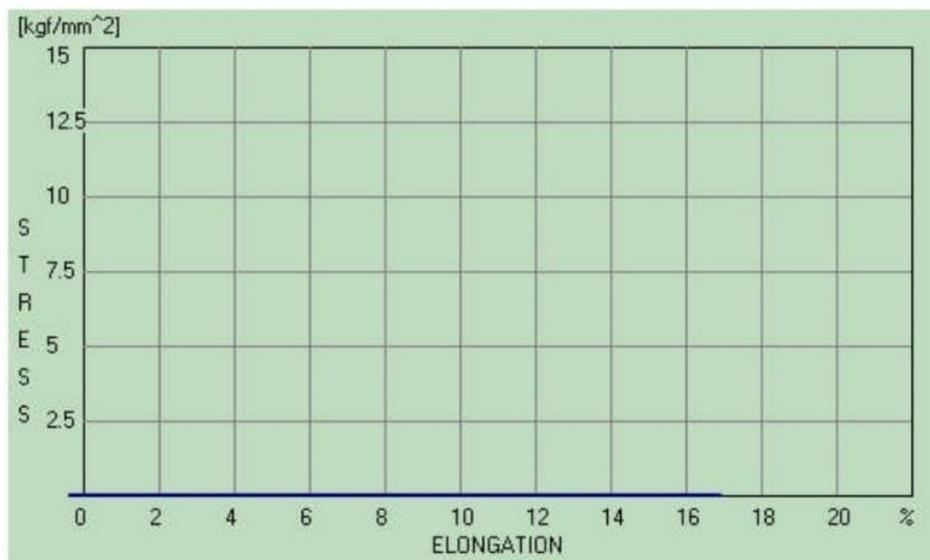


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	11.19 (kgf)
Test Type :	blank	Break Force :	0.57 (kgf)
Date Test :	5-9-2023 ; 2:54:9	Yield Strength :	0.50 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.00 (kgf/mm ²)
Area :	50.00 (mm ²)	Elongation :	16.89 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

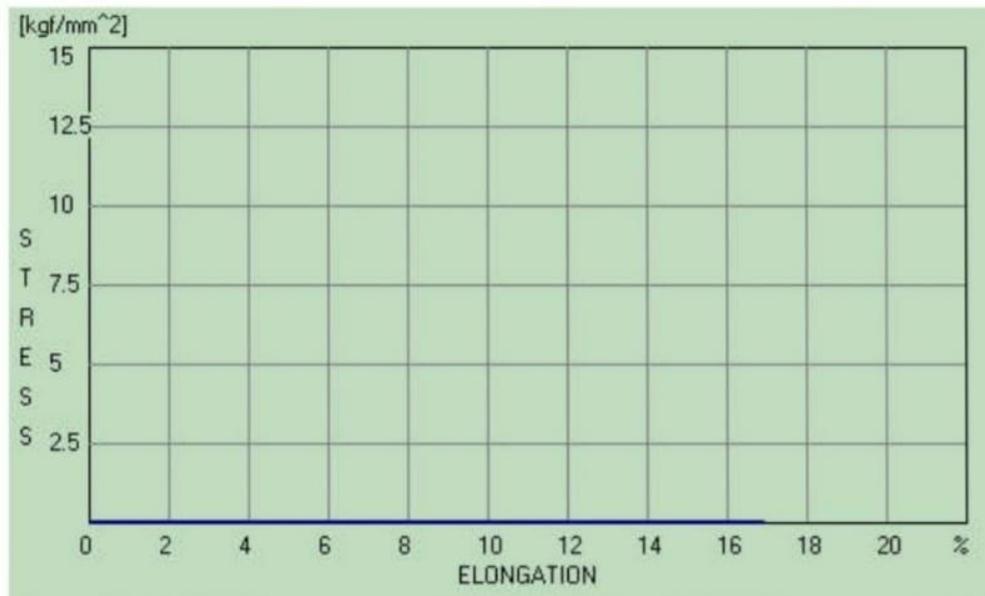


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	12.7(kgf)
Test Type :	blank	Break Force :	1.90 (kgf)
Date Test :	5-9-2023 ; 3:27:32	Yield Strength :	0.50 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.00 (kgf/mm ²)
Area :	50.00 (mm ²)	Elongation :	16.89 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

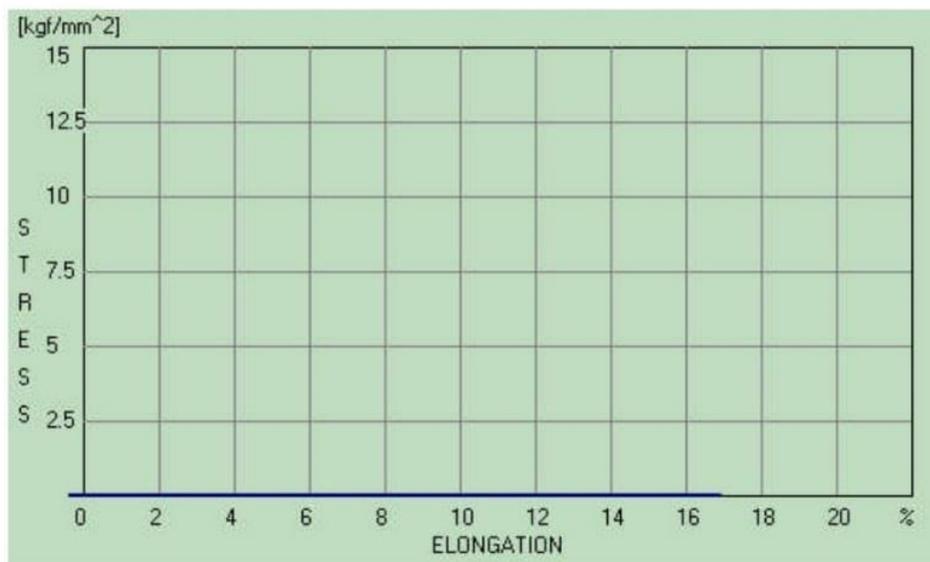


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	11.19 (kgf)
Test Type :	blank	Break Force :	0.57 (kgf)
Date Test :	5-9-2023 ; 2:54:9	Yield Strength :	0.50 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.00 (kgf/mm ²)
Area :	50.00 (mm ²)	Elongation :	16.89 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

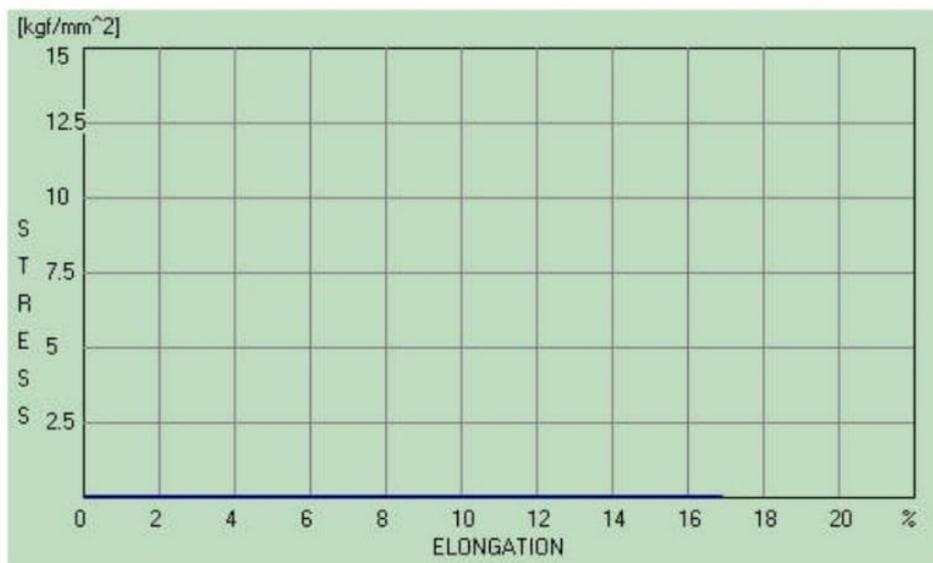


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	1.90 (kgf)
Test Type :	blank	Break Force :	1.90 (kgf)
Date Test :	5-9-2023 ; 3:27:32	Yield Strength :	0.50 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.00 (kgf/mm ²)
Area :	50.00 (mm ²)	Elongation :	16.89 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

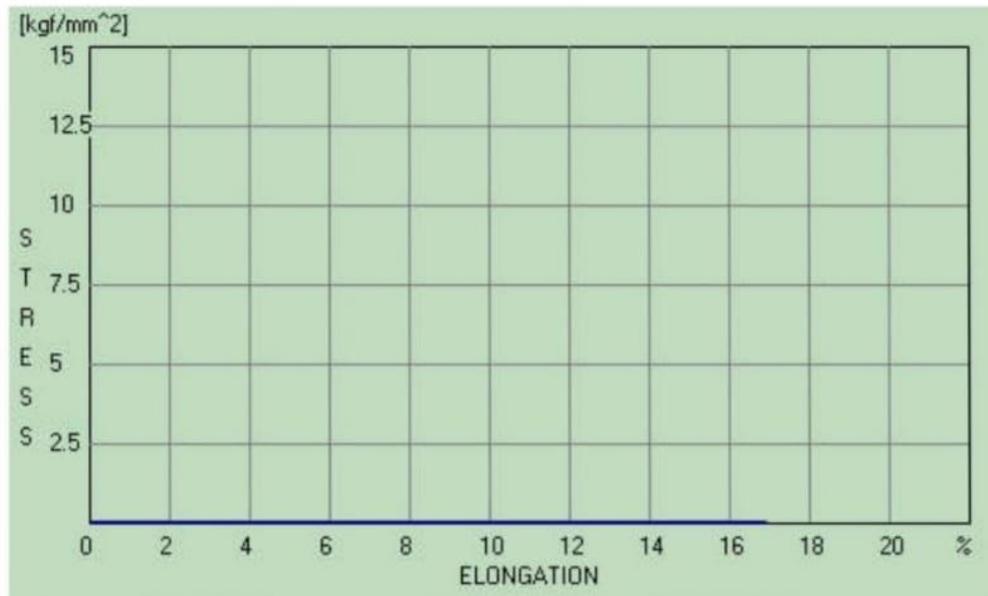


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	2.50 (kgf)
Test Type :	blank	Break Force :	1.90 (kgf)
Date Test :	5-9-2023 ; 3:27:32	Yield Strength :	0.50 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.00 (kgf/mm ²)
Area :	50.00 (mm ²)	Elongation :	16.89 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

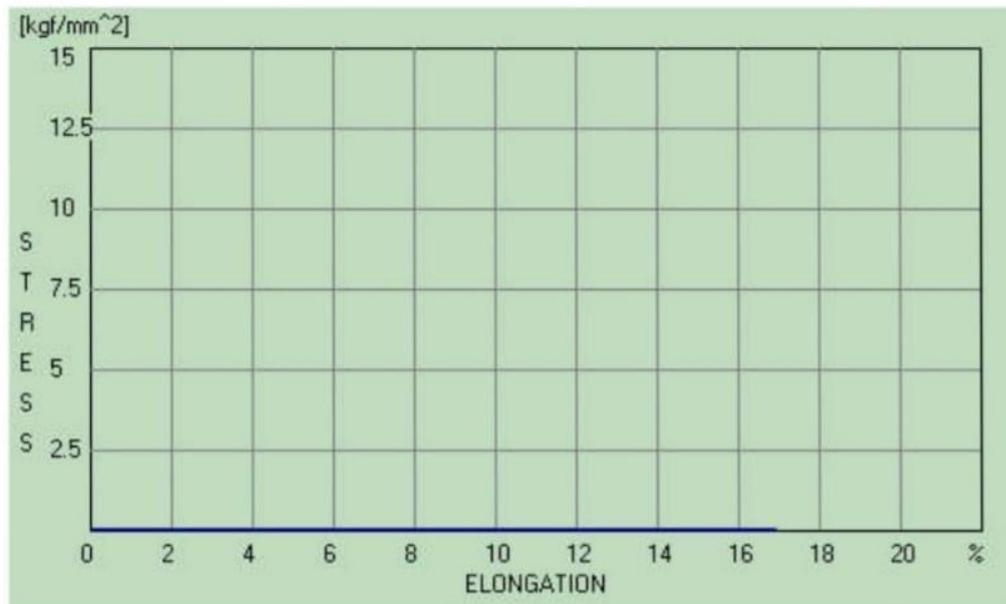


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	3.17 (kgf)
Test Type :	blank	Break Force :	1.90 (kgf)
Date Test :	5-9-2023 ; 3:27:32	Yield Strength :	0.50 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.00 (kgf/mm ²)
Area :	50.00 (mm ²)	Elongation :	16.89 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

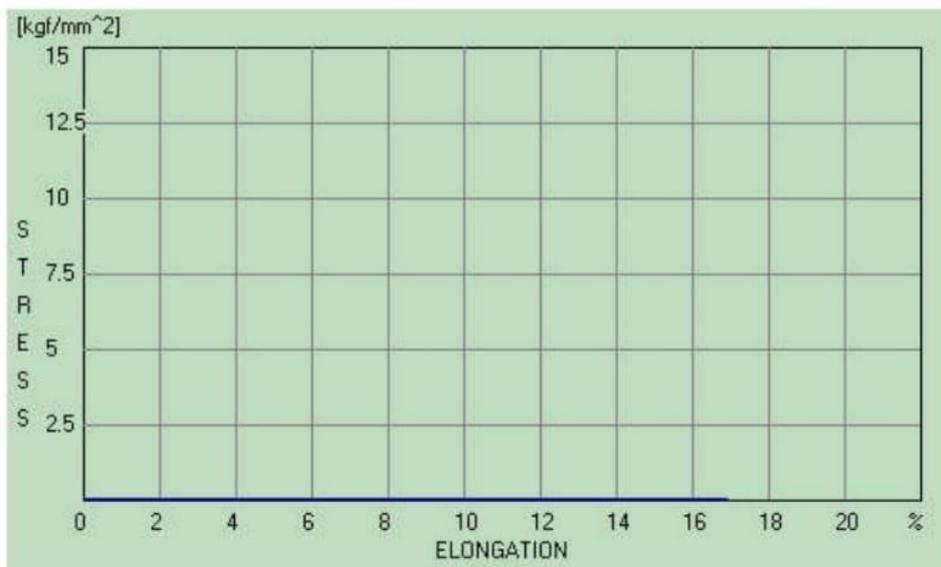


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	7.21 (kgf)
Test Type :	blank	Break Force :	3.23 (kgf)
Date Test :	5-9-2023 ; 1:6:26	Yield Strength :	0.50 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.00 (kgf/mm ²)
Area :	50.00 (mm ²)	Elongation :	16.89 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

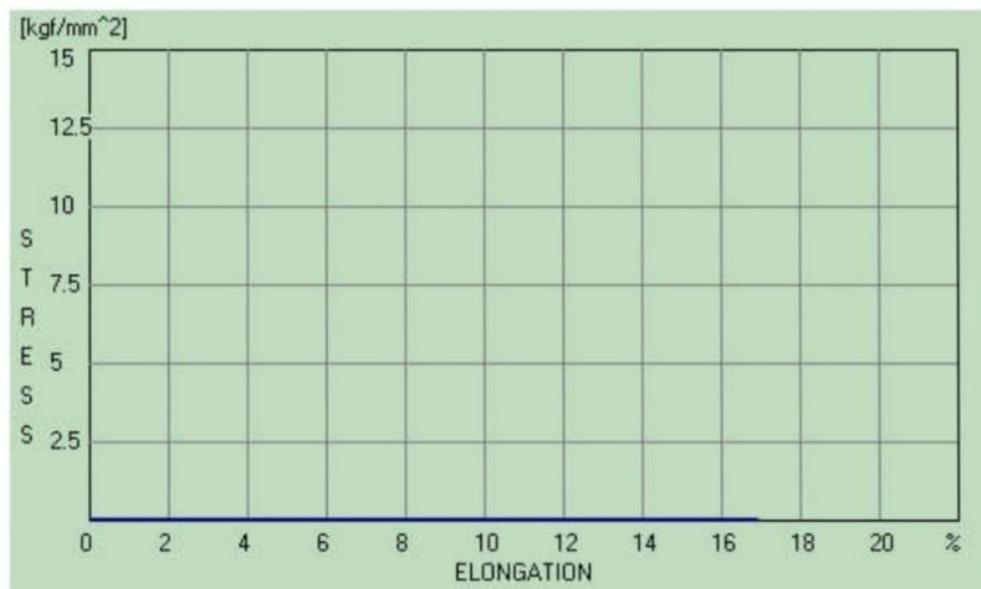


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	8.23 (kgf)
Test Type :	blank	Break Force :	1.90 (kgf)
Date Test :	5-9-2023 ; 3:27:32	Yield Strength :	0.50 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.00 (kgf/mm ²)
Area :	50.00 (mm ²)	Elongation :	16.89 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

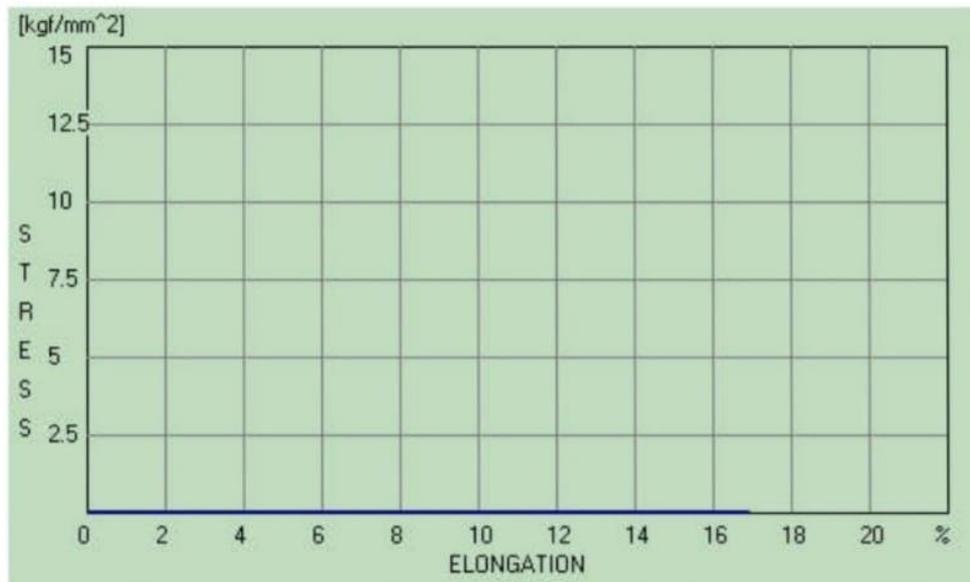


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	11.25 (kgf)
Test Type :	blank	Break Force :	1.90 (kgf)
Date Test :	5-9-2023 ; 3:27:32	Yield Strength :	0.50 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.00 (kgf/mm ²)
Area :	50.00 (mm ²)	Elongation :	16.89 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

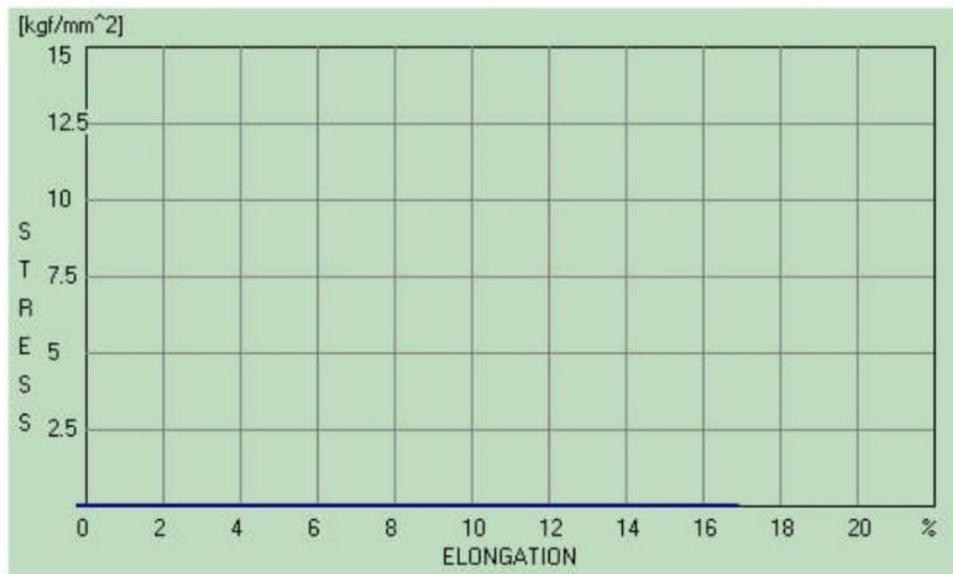


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	5.88 (kgf)
Test Type :	blank	Break Force :	0.57 (kgf)
Date Test :	5-9-2023 ; 3:16:11	Yield Strength :	0.50 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.00 (kgf/mm ²)
Area :	50.00 (mm ²)	Elongation :	16.89 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

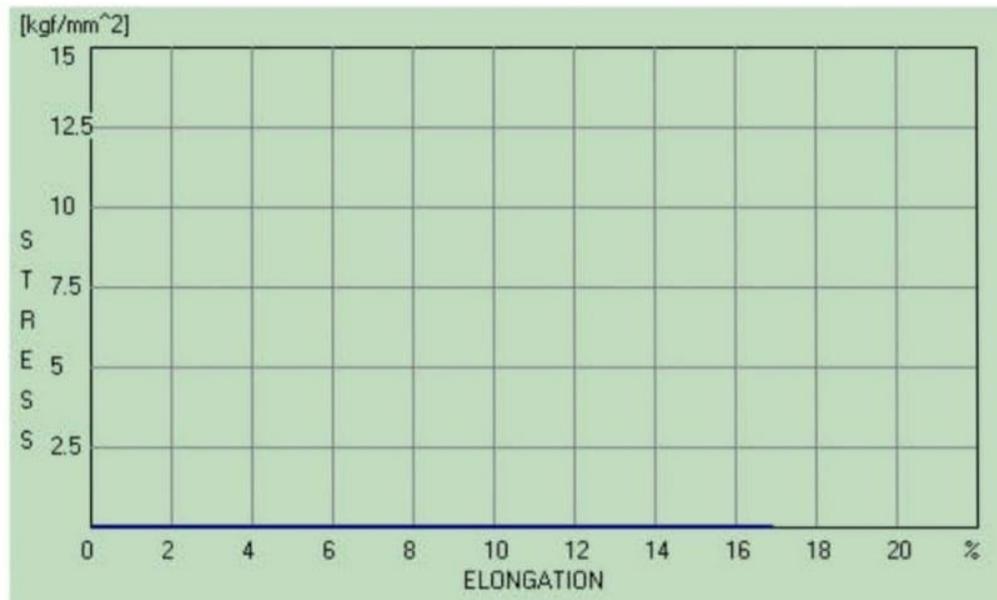


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	6.11 (kgf)
Test Type :	blank	Break Force :	1.90 (kgf)
Date Test :	5-9-2023 ; 3:27:32	Yield Strength :	0.50 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.00 (kgf/mm ²)
Area :	50.00 (mm ²)	Elongation :	16.89 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

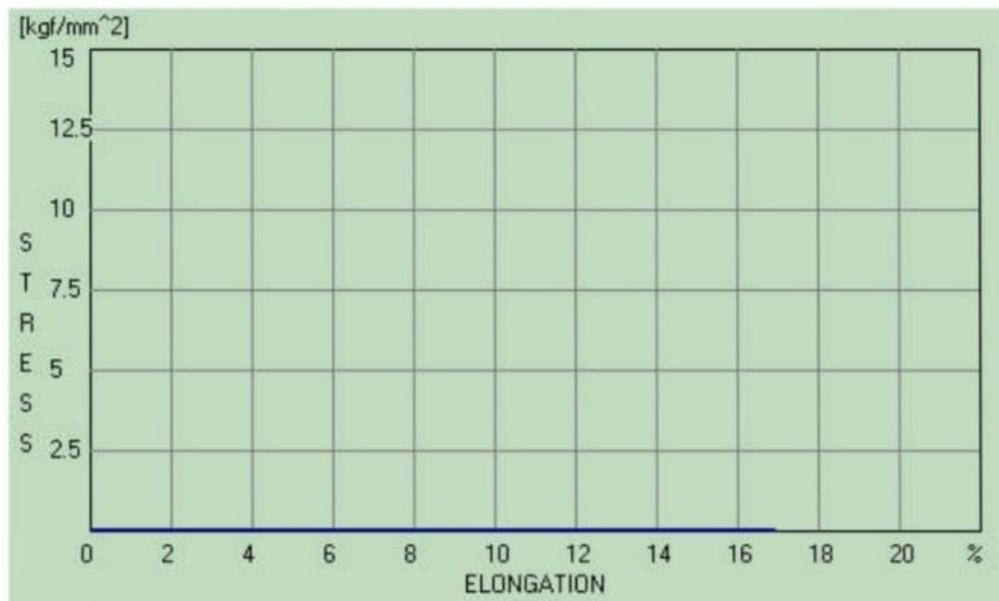


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	5.12 (kgf)
Test Type :	blank	Break Force :	1.90 (kgf)
Date Test :	5-9-2023 ; 3:27:32	Yield Strength :	0.50 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.00 (kgf/mm ²)
Area :	50.00 (mm ²)	Elongation :	16.89 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material