

TUGAS AKHIR

ANALISIS KEKUATAN MEKANIK GENTENG BAHAN KOMPOSIT YANG DIPERKUAT SERAT IJUK DAN DURIAN

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

Disusun Oleh:

YUDA KURNIAWAN

1707230055



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

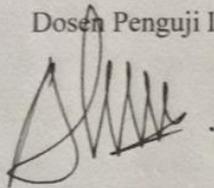
Nama : Yuda Kurniawan
NPM : 1707230055
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Kekuatan Mekanik Genteng Bahan Komposit yang Diperkuat Serat Ijuk dan Durian
Bidang ilmu : Manufaktur

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

Medan, Januari 2023

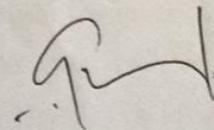
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



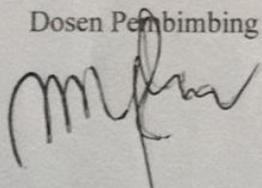
Sudirman Lubis S.T., M.T

Dosen Penguji II



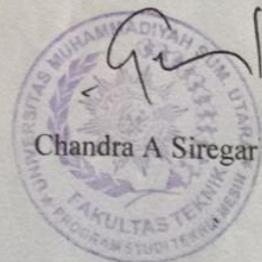
Chandra A Siregar S.T., M.T

Dosen Pembimbing



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

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Chandra A Siregar S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Yuda Kurniawan
Tempat /Tanggal Lahir : 23 Januari 2000
NPM : 1707230055
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Analisis Kekuatan Mekanik Genteng Bahan Komposit yang Diperkuat Serat Ijuk 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 danotentik.

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, 31 Januari 2023

Saya yang menyatakan,



Yuda Kurniawan

ABSTRAK

Genteng merupakan benda yang berfungsi sebagai atap suatu bangunan. Genteng merupakan bagian utama dari suatu bangunan sebagai penutup atap rumah. 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. Komposit serat alam seperti serat ijuk memiliki keunggulan lain bila dibandingkan dengan serat sintetis, komposit serat alam lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami dan harganya pun lebih murah dibandingkan serat sintetis, Serat ijuk 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 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. Pengujian tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan atap komposit berbahan dasar serat ijuk dan serat durian. Setelah dilakukan pengujian tekan, didapat hasil yang terbaik yaitu kekuatan tekan pada spesimen dengan rasio komposisi resin 60%, serat ijuk 20% dan serat durian 20% dengan kekuatan tekan tertinggi dengan nilai rata-rata sebesar 2676,35 Kgf, Tegangan 9,444, Regangan 2,41, Modulus 3,918. serta serat ijuk dan serat durian ini memiliki pengaruh keuletan terhadap kekuatan tekan. Namun kekuatan tekan pada spesimen dengan rasio komposisi resin 70%, serat ijuk 15% dan serat durian 15% adalah spesimen yang memiliki kekuatan tekan terendah dengan nilai rata-rata sebesar 1726,49 Kgf, Tegangan 6,089, Regangan 0,99, Modulus 6,153.

Kata kunci : Komposit, Serat Ijuk, Serat Durian

ABSTRACT

Tile is an object that serves as the roof of a building. Tile is the main part of a building as a roof covering. The main function of the tile is to withstand the heat of the sun and rain. With the development of science, now many other additives are used in the manufacture of roof tiles. Natural fiber composites such as palm fiber have other advantages when compared to synthetic fibers, natural fiber composites are more environmentally friendly because they can be naturally degraded and the price is cheaper than synthetic fibers. Another natural fiber material that can be used is durian fruit fiber, durian fruit is a seasonal fruit. Durian skin when processed further can be made into cellulose fiber which can be used as a natural filler in unsaturated polyester composites among various types of natural fibers, durian skin fiber is an alternative filler for polymer composites Durian skin can be obtained easily because it is a family waste that is untapped. The compression test was carried out to determine the strength of the composite roof made from palm fiber and durian fiber. After the compression test, the best results were obtained, namely the compressive strength of the specimen with a ratio of 60% resin composition, 20% palm fiber and 20% durian fiber with the highest compressive strength with an average value of 2676.35 Kgf, Tension 9.444, Strain 2 .41, Modulus 3.918. and fiber fibers and durian fibers have the effect of ductility on compressive strength. However, the compressive strength of the specimen with a ratio of 70% resin composition, 15% palm fiber and 15% durian fiber is the specimen that has the lowest compressive strength with an average value of 1726.49 Kgf, Stress 6.089, Strain 0.99, Modulus 6.153.

Keywords: Composite, Fiber 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 Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Kekuatan Mekanik Genteng Bahan Komposit yang Diperkuat Serat Ijuk dan Durian” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

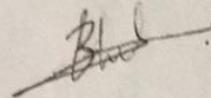
Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak M. Yani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Sudirman Lubis S.T., M.T selaku Dosen Penguji I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulisan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan juga selaku Dosen Penguji II yang telah banyak membimbing penulisan dalam Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknik kemesininan kepada penulis.
6. Orang tua penulis: Syafrial Lubis dan Am Khamisah Nst S.Pd, 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 saya Anggi Ayu Ningtyas, Muhammad Hakim Yusuf, Alan Pangestu, Bagas Ramadhan, Putra Sinaga, Aldilah Fatah, Rafido Alfarizi dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

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

Medan, November 2022



Yuda Kurniawan

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Komposit	4
2.1.1 Pengertian Komposit	4
2.1.2 Klasifikasi Komposit	4
2.1.3 Bahan Komposit	5
2.1.3Bahan Utama Penyusun Komposit	7
2.2 Serat	8
2.2.1 Tipe Komposit Serat	11
2.2.2 Sifat Bahan Komposit	11
2.2.3 Serat Ijuk	12
2.2.4 Serat Durian	14
2.3 Pengujian Tekan	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	16
3.1 Tempat Dan Waktu	16
3.1.1 Tempat Penelitian	16
3.1.2 Waktu Penelitian	16
3.2 Bahan dan Alat	17
3.2.1 Bahan	17
3.3.2 Alat	21
3.3 Diagram Alir	20
3.4 Rancangan Alat Penelitian	30
3.5 Prosdur Pembutan	31
3.6 Proses Pembuatan	34
3.6.1 Proses Pembuatan Cetakan Genteng	34
3.6.2 Proses Pembutan Atap	36
3.7 Langkah Prosedur Penelitian	41

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Tekan	43
4.1.1 Hasil Spesimen Pengujian Tekan	44
4.2 Hasil Grafik Uji Tekan	46
BAB 5 KESIMPULAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
SK PEMBIMBINGAN	
BERITA ACARA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian	16
Tabel 4.1 Hasil data Uji Tekan	51

DAFTAR NOTASI

Simbol	Besaran	Satuan
F	Beban	N
Σ	Tegangan	N/mm^2
A	Luas Penampang	mm^2
ϵ	Tegangan Regangan	%
L	Panjang Daerah Ukur	Mm
L_0	Panjang Mula-Mula	Mm
E	Modulus Elastisitas	N/mm^2
σ_T	Tegangan Tekan	Kg/mm^2
P	Beban Tekan	Kg
A_0	Luas Penampang Mula-Mula	Mm^2
l_1	Panjang Setelah di Bebani	Mm

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komposit Serat	5
Gambar 2.2 Komposit Laminat	6
Gambar 2.3 Komposit Polmer	6
Gambar 2.4 Tiga Tipe orientasi pada reinforcement	9
Gambar 2.5 Pengujian Tekan	14
Gambar 2.6 Spesimen Uji Tekan	15
Gambar 3.1 Serat Ujik	17
Gambar 3.2 Serat Durian	17
Gambar 3.3 Resin Epoxy	18
Gambar 3.4 Epoxy Hardener	18
Gambar 3.5 Wax Mirror Glaze	19
Gambar 3.6 Plastisin	19
Gambar 3.7 Plat Besin Hitam	20
Gambar 3.8 Besi Hollow	20
Gambar 3.9 Timbangan Digital	21
Gambar 3.10 Gelas Ukur	21
Gambar 3.11 Jangka Sorong	22
Gambar 3.12 Gerinda Potong	22
Gambar 3.13 Sekrap	23
Gambar 3.14 Sarung Tangan	23
Gambar 3.15 Masker	24
Gambar 3.16 Pengaduk	24
Gambar 3.17 Gunting	25
Gambar 3.18 Kunci Pas 10	25
Gambar 3.19 Kuas	26
Gambar 3.20 Mesin Bor Listrik	26
Gambar 3.21 Mesin Las	27
Gambar 3.22 Pengaduk	27
Gambar 3.23 Perangkat Lunak Solidworks	28
Gambar 3.24 Diagram Alir	29
Gambar 3.25 Hasil <i>Desing</i> Cetakan Atap Genteng	31
Gambar 3.26 Dimensi atap genteng	31
Gambar 3.27 Cetakan Bawah Atap	32
Gambar 3.28 Cetakan Badan	32
Gambar 3.29 Cetakan Penutup Atap	33
Gambar 3.30 Cetakan Atap	33
Gambar 3.31 Proses Pengelasan	34
Gambar 3.32 Proses Pengalusan Permukaan	34
Gambar 3.33 Proses pengeboran	35
Gambar 3.34 Hasil Cetakan	35
Gambar 3.35 Proses Pemberian <i>Wax</i> Pada Cetakan Atap	36
Gambar 3.36 Pemberian Plastisin Pada Cetakan Atap	36
Gambar 3.37 Penimbangan (a) Resin <i>epoxy</i> (b) <i>Epoxy hardener</i>	37
Gambar 3.38 Penimbangan (a) Serat ijuk (b) Serat durian	37

Gambar 3.39 Proses Pencampuran Resin	38
Gambar 3.40 Penuangan Resin Kedalam Cetakan Atap	38
Gambar 3.41 Penyusunan Serat Ijuk Dan Durian Kedalam Cetakan	39
Gambar 3.42 Penutupan Cetakan	39
Gambar 3.43 Pembukaan Cetakan	40
Gambar 3.44 Penggerindaan Atap	40
Gambar 3.45 <i>Finising</i>	41
Gambar 4.1 Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Tekan	43
Gambar 4.2 Bentuk Spesimen Hasil Dari Pengujian Tekan 60% Resin : 20% Serat durian 20% Serat ijuk	44
Gambar 4.3 Bentuk Spesimen Hasil Dari Pengujian Tekan 70% Resin : 15% Serat durian 15% Serat ijuk	44
Gambar 4.4 Bentuk Spesimen Hasil Dari Pengujian Tekan 80% Resin : 10% Serat durian 10% Serat ijuk	45
Gambar 4.5 Bentuk Spesimen Hasil Dari Pengujian Tekan 80% Resin : 10% Serat durian 10% Serat ijuk	45
Gambar 4.6 Grafik Uji tekan perbandingan 60% Resin : 20% Serat Ijuk : 20% Serat Durian	46
Gambar 4.7 Grafik Uji tekan perbandingan 70% Resin : 15% Serat Ijuk : 15% Serat Durian	47
Gambar 4.8 Grafik Uji Tekan perbandingan 80% Resin : 10% Serat Ijuk : 10% Serat Durian	48
Gambar 4.9 Grafik Uji Tekan Perbandingan 90% Resin : 5% Serat Ijuk : 5% Serat Durian	49

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, pemeliharaannya 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).

Perkembangan teknologi menuntut industri konstruksi untuk berkembang sebagai pendukung perkembangan tersebut. Sehingga kebutuhan akan material semakin meningkat. Material logam paling banyak digunakan pada industri konstruksi akan tetapi tingginya biaya produksi dan pemesinan sehingga para konsumen mulai beralih kematerial non logam seperti komposit. Komposit serat alam seperti serat ijuk memiliki keunggulan lain bila dibandingkan dengan serat sintetis, komposit serat alam lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami dan harganya pun lebih murah dibandingkan serat sintetis, Serat ijuk memiliki kelebihan dibandingkan dengan serat alam lainnya. Serat yang

dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan diantaranya : tahan lama, tahan terhadap asam dan garam air laut, dan memperlambat pelapukan kayuserta mencegah serangan rayap tanah.(Mahmuda et al., 2013).

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 uraian dan permasalahan yang ada maka saya tertarik untuk mengadakan penelitian sebagai tugas sarjana dengan judul: "Analisis Kekuatan Mekanik Genteng Bahan Komposit Yang Diperkuat Serat Ijuk Dan Durian".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada pada latar belakang maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana menganalisis kekuatan tekan pada genteng dengan bahan komposit serat ijuk dan kulit durian.
- b. Bagaimana membuat genteng dari bahan komposit yang diperkuat serat ijuk dan kulit durian.

1.3 Ruang Lingkup

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

- a. Serat yang digunakan adalah serat ijuk dan serat durian.
- b. Bahan yang digunakan adalah resin *epoxy* dan *epoxy hardener*.
- c. Pengujian yang dilakukan menggunakan uji tekan.
- d. Perbandingan komposisi.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk memperoleh data kekuatan tekan matrial komposit berpenguat serat ijuk dan serat durian.
- b. Untuk mengetahui pengaruh yang diberikan oleh serat ijuk dan serat durian pada produk atap berbahan komposit.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang didapat dalam penelitian ini yaitu:

- a. Memanfaatkan limbah serat ijuk dan serat durian untuk menjadi suatu produk dengan bahan baku yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomis.
- b. Serat ijuk dan serat durian dapat digunakan sebagai serat penguat pada berbagai matrial komposit.
- c. Membuat alternatif baru pada penggunaan atap didaerah laut yang memiliki tingkat korosi yang tinggi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

2.1.1 Pengertian komposit

Komposit berasal dari kata kerja “*to compose*“ yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. komposit merupakan rangkaian dua atau lebih bahan yang digabung menjadi satu bahan secara mikroskopis dimana bahan pembentuknya masih terlihat seperti aslinya dan memiliki hubungan kerja diantaranya sehingga mampu menampilkan sifat-sifat yang diinginkan(jonathan, 2013).

Material komposit terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Material komposit mempunyai sifat dari material konvensional pada umumnya dari proses pembuatannya melalui pencampuran yang tidak homogen, sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat.(Widodo, 2008)

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 intribusi unsur pokok, seperti *continuous* dan *discontinuous*.

d. Klasifikasi menurut fungsinya, seperti elektrik atau structural.

Sedangkan klasifikasi komposit serat (*fiber-matrix 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.

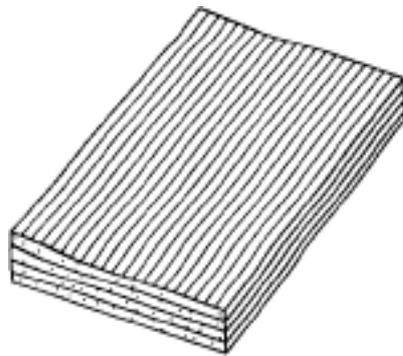
e. Laminate composite adalah gabungan lapisan atau unsur pokok lamina (Schwartz, M.M, 1984)

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

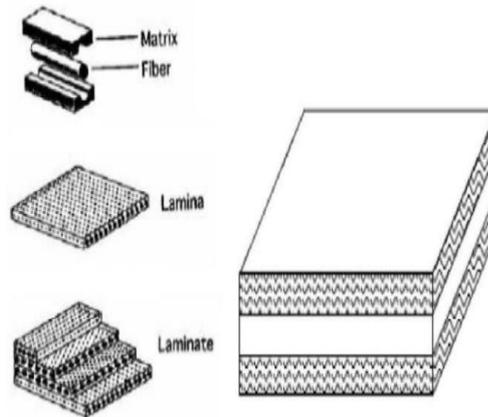
Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat komposit. Serat yang digunakan biasanya berupa serat gelas, serat karbon, serat aramid dan sebagainya. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti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



Gambar 2. 1 komposit serat

2. Komposit Laminat

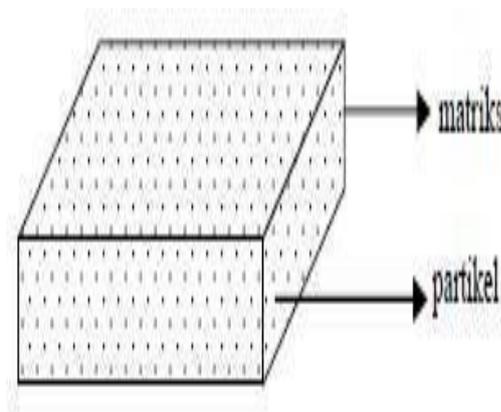
Komposit Laminat merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik khusus. Komposit laminat ini terdiri dari empat jenis yaitu komposit serat kontinyu, komposit serat anyam, komposit serat acak dan komposit serat 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. (Abdullah dkk, 2000)

2. Matriks

Matriks adalah fase dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar atau dominan. Matriks umumnya lebih elastis (*ductile*) tetapi memiliki kekuatan dan kekakuan (*rigiditas*) yang lebih rendah. Syarat pokok matriks yang digunakan dalam komposit adalah matriks harus bisa meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matriks dan kompatibel antara serat dan matriks, artinya tidak ada reaksi yang mengganggu (Diharjo K, 2006).

Matriks mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a. Mentransfer tegangan keserat
- b. Membentuk ikatan koheren.
- c. Melindungi serat.
- d. Mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik.
- e. Melepas ikatan.
- f. Tetap stabil setelah proses manufaktur.

Menurut (Gibson, 1994) mengatakan bahwa matriks dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matriks secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit. Matriks memiliki fungsi:

- a. Mengikat serat menjadi satu kesatuan struktur.
- b. Melindungi serat dari kerusakan akibat kondisi lingkungan.

- c. Mentransfer dan mendistribusikan beban ke serat.
- d. Menyumbangkan beberapa sifat seperti, kekakuan, ketangguhan dan tahanan listrik.

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 sintetis:

a. Serat alam

Serat alam adalah serat yang berasal dari alam yaitu berupa tumbuhan seperti eceng gondok, pohon aren (Ijuk), buah durian, sonokeling, dll.

b. Serat sintetis

Serat sintetis adalah serat yang dibuat dari bahan-bahan anorganik. Pada umumnya serat sintetis yang kebanyakan digunakan adalah serat gelas, nylon, Kevlar, serat karbon dan lain-lain . (Diharjo K, 2006). Faktor-faktor yang mempengaruhi performa material komposit pada serat antara lain :

1. Faktor Serat

Serat adalah material pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi material penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

2. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit. Dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut. Menurut tata letak dan arah serat diklasifikasikan menjadi tiga bagian yaitu :

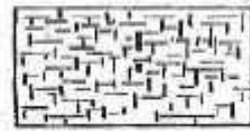
- Satu dimensi, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat.

- Dua dimensi, mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing masing arah orientasi serat.
- Tiga dimensi, mempunyai sifat isotropic kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya.

Pada pecampuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (*random*) maka sifat mekanik pada 1 arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar kesegalan arah tiap serat menyebar maka kekuatan akan meningkat.



Satu dimensi



Dua dimensi



Tiga dimensi

Gambar 2. 4 Tiga tipe orientasi pada reinforcement

3. Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat pada matrik sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Ada dua penggunaan serat dalam campuran komposit yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Serat alam jika dibandingkan dengan serat sintetis mempunyai panjang dan diameter yang tidak seragam pada setiap jenisnya. Oleh karena itu panjang dan diameter sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit. Serat panjang (*continuous fiber*) lebih efisien dalam perletakannya dari pada serat pendek (*discontinuous fiber*). Akan tetapi, serat pendek lebih mudah peletakannya dibanding serat panjang. Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat.

Ditinjau dari teorinya, serat panjang dapat mengalirkan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain. Pada struktur continuous fiber yang ideal, serat akan bebas tegangan atau mempunyai tegangan yang sama. Selama fabrikasi, beberapa serat akan menerima tegangan yang tinggi dan yang lain mungkin tidak terkena tegangan sehingga keadaan di atas tidak dapat tercapai. Sedangkan komposit serat pendek, dengan orientasi yang benar, akan menghasilkan kekuatan yang lebih besar jika dibandingkan continuous fiber. Komposit beserat pendek dapat diproduksi dengan cacat permukaan rendah sehingga kekuatannya dapat mencapai kekuatan teoritisnya.

4. Bentuk Serat

Bentuk serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi (Schwartz, 1984).

5. Faktor Matrik

Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan pengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik, sehingga matrik dan serat saling berhubungan. Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan

Permukaan yang kuat antara serat 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. Material polimer yang sering digunakan sebagai material matrik dalam komposit ada dua macam yaitu thermoplastik dan termoset.

6. Fraksi Voleme Antara Material Pengisi dan Matrik

Jumlah kandungan serat dalam komposit, merupakan hal yang menjadi perhatian khusus pada komposit berpenguat serat. Untuk memperoleh komposit

berkuatan tinggi, distribusi serat dengan matrik harus merata pada proses pencampuran agar mengurangi timbulnya void. Untuk menghitung fraksi volume, parameter yang harus diketahui adalah berat jenis resin, berat jenis serat, berat komposit dan berat serat. Jika selama pembuatan komposit diketahui massa serat dan matrik, serta densitas serat dan matrik, maka fraksi volume dan fraksi massa serat dapat dihitung dengan persamaan.

2.2.1 Tipe Komposit Serat

1. *Continuous Fiber Composite Continuous* atau *uni-directional*, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriknya. 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)

2.2.2 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:

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

2.2.3 Serat ijuk

Komposit yang berpenguat serat alam telah berkembang dan mulai menggeser penggunaan serat sintetik karena serat alam mempunyai kekuatan dan modulus spesifik yang tinggi, lebih rendah densitas, melimpah di banyak negara, emisi polusi yang lebih rendah dan dapat di daur ulang jika dibanding dengan sifat serat sintetik (Joshiet al., 2004)

Komposit serat alam seperti serat ijuk memiliki keunggulan lain bila dibandingkan dengan serat sintesis, komposit serat alam lebih ramah lingkungan

karena mampu terdegradasi secara alami dan harganya pun lebih murah dibandingkan serat sintetis. Serat ijuk memiliki kelebihan dibandingkan dengan serat alam lainnya. Serat yang dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan diantaranya tahan lama, tahan terhadap asam dan garam air laut, dan memperlambat pelapukan kayuserta mencegah serangan rayap tanah.(Mahmuda et al., 2013)

2.2.4 Serat 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 . Di antara 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. Selama ini, bagian buah durian yang lebih umum dikonsumsi adalah bagian dagingnya. Presentase berat bagian ini termasuk rendah yaitu hanya 20-35%. Hal ini berarti kulit (60-75%) dan biji (5-15%) belum dimanfaatkan secara maksimal. (Benjamin G. Tentua², 2021)

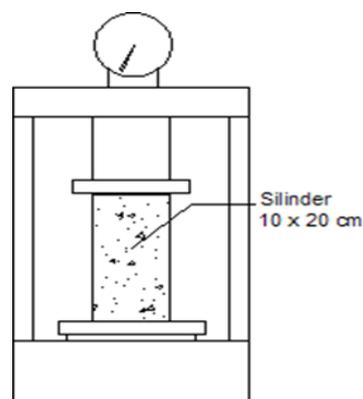
Durian dari Medan sudah terkenal di seluruh nusantara. Para wisatawan yang berkunjung ke Medan akan selalu mencari durian untuk dapat menikmati lezatannya. Menurut riset dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2014 - 2018, Sumatera Utara merupakan penghasil buah durian terbesar di Indonesia, rata-rata produksi durian di Sumatera Utara sebesar 1195,308 ton. Durian yang kita nikmati adalah dagingnya saja sementara kulitnya akan menjadi sampah. Pertahun Sumatera Utara menghasilkan 332.712 ton kulit durian. Jika kulit durian tersebut dibiarkan begitu saja maka akan menumpuk dan dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan. Kulit durian tersebut dapat diolah menjadi serat yang bernilai ekonomis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan usulan bagaimana mengolah limbah kulit durian menjadi produk ramah lingkungan yang bernilai ekonomis. Metode yang digunakan adalah Green Manufacturing untuk meminimalisi dampak limbah dan melihat apakah produk ramah lingkungan. Dari hasil penelitian bahwa memanfaatkan kulit durian tersebut adalah dengan cara mengolahnya menjadi serat Sehingga serat dari limbah kulit durian ini dapat menjadi solusi mengurangi jumlah limbah kulit durian yang menimbulkan bau

yang tidak sedap dan jika dibakar akan menimbulkan pencemaran udara. Dari perhitungan yang telah dilakukan dapat dikatakan produk lembaran serat kulit durian bersifat affordable dan sustainable.

2.3 Pengujian Tekan

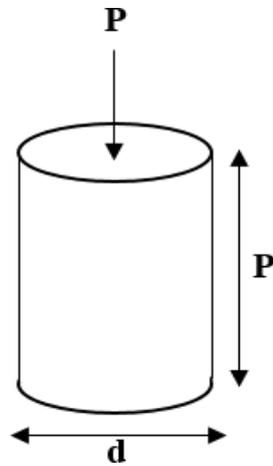
Pengujian tekan adalah suatu uji mekanik yang berguna untuk mengukur dan mengetahui kekuatan benda terhadap gaya tekan, pengujian tekan dilakukan pada spesimen uji dengan standar tertentu. Metode yang digunakan adalah meletakkan spesimen pada mesin uji tekan kemudian ditekan perlahan-lahan hingga akhirnya spesimen hancur, akibat beban tekan tersebut menyebabkan pengurangan panjang pada spesimen.

Tegangan tekan berlawanan dengan tegangan tarik. Jika pada tegangan tarik, arah kedua gaya menjauhi ujung benda (kedua gaya saling berjauhan), maka pada tegangan tekan, arah kedua gaya saling mendekati. Dengan kata lain benda tidak ditarik tetapi ditekan (gaya-gaya bekerja di dalam benda). Kekuatan tekan material adalah nilai tegangan tekan uniaksial yang mempunyai modulus kegagalan ketika saat pengujian. Perubahan bentuk benda yang disebabkan oleh tegangan tekan dinamakan mampatan. Misalnya pada tiang-tiang yang menopang beban, seperti tiang bangunan mengalami tegangan tekan. Kekuatan tekan biasanya diperoleh dari percobaan dengan alat pengujian tekan. Ketika dalam pengujian nantinya, spesimen (biasanya *silinder*) akan menjadi lebih mengecil seperti menyebar lateral. Perubahan benda yang disebabkan tegangan tekan.



Gambar 2.5 Pengujian Tekan

Standar uji yang digunakan yaitu berbentuk spesimen uji tekan berdasarkan standar ASTM D695. Bentuk dan ukuran spesimen uji dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2.6 Spesimen Uji Tekan

Dibawah ini merupakan beberapa persamaan rumus yang digunakan dalam uji tekan:

$$\sigma_T = \frac{P}{A_0} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

- σ_T = Tegangan tekan (kg/mm²)
- P = Beban tekan (kg)
- A_0 = Luas penampang mula-mula (mm²)

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

- ε = Tegangan regangan (%)
- l_1 = Panjang setelah dibebani (mm)
- l_0 = Panjang mula-mula sebelum dibebani (mm)

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat yang digunakan untuk melaksanakan penelitian ini adalah Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan sejak tanggal usulan oleh program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium prestasi mesin Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan.

Tabel 3. 1 Jadwal Dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian

No.	Uraian Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1.	Pengajuan Judul						
2.	Studi Litelatur						
3.	Bab 1 S/D Bab 5						
4.	Desain Cetakan						
5.	Seminar Proposal						
6.	Pembuatan Genteng						
7.	Pengujian Genteng Dan Pengolah Data						
8.	Penyelesain Laporan						
9.	Seminar Hasil						

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan atap adalah sebagai berikut :

1. Serat Ijuk

Serat Ijuk yang digunakan sebagai serat dalam pembuatan atap berbahan komposit.



Gambar 3. 1 Serat Ijuk

2. Serat Durian

Serat Durian yang digunakan sebagai serat dalam pembuatan atap berbahan komposit.



Gambar 3. 2 Serat Durian

3. Resin *Epoxy*

Digunakan sebagai pengikat/matriks serat pada material komposit.



Gambar 3. 3 Resin *Epoxy*

4. *Epoxy Hardener*

Digunakan sebagai pengeras resin epoksi.



Gambar 3. 4 *Epoxy Hardener*

5. *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*.

6. Plastisin

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



Gambar 3. 6 Plastisin

7. Plat Besi Hitam

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



Gambar 3. 7 Plat Besi Hitam

8. 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 dan serat 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.



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. Kuas

Berguna sebagai alat untuk menempelkan wax atau anti lengket pada permukaan cetakan.



Gambar 3. 19 Kuas

12. Mesin Bor Listrik

Mesin Bor Listrik digunakan untuk membuat lubang pada permukaan cetakan atap.



Gambar 3. 20 Mesin Bor Listrik

13. Mesin Las

Mesin las digunakan untuk menyambung besi menjadi cetakan atap.



Gambar 3. 21 Mesin Las

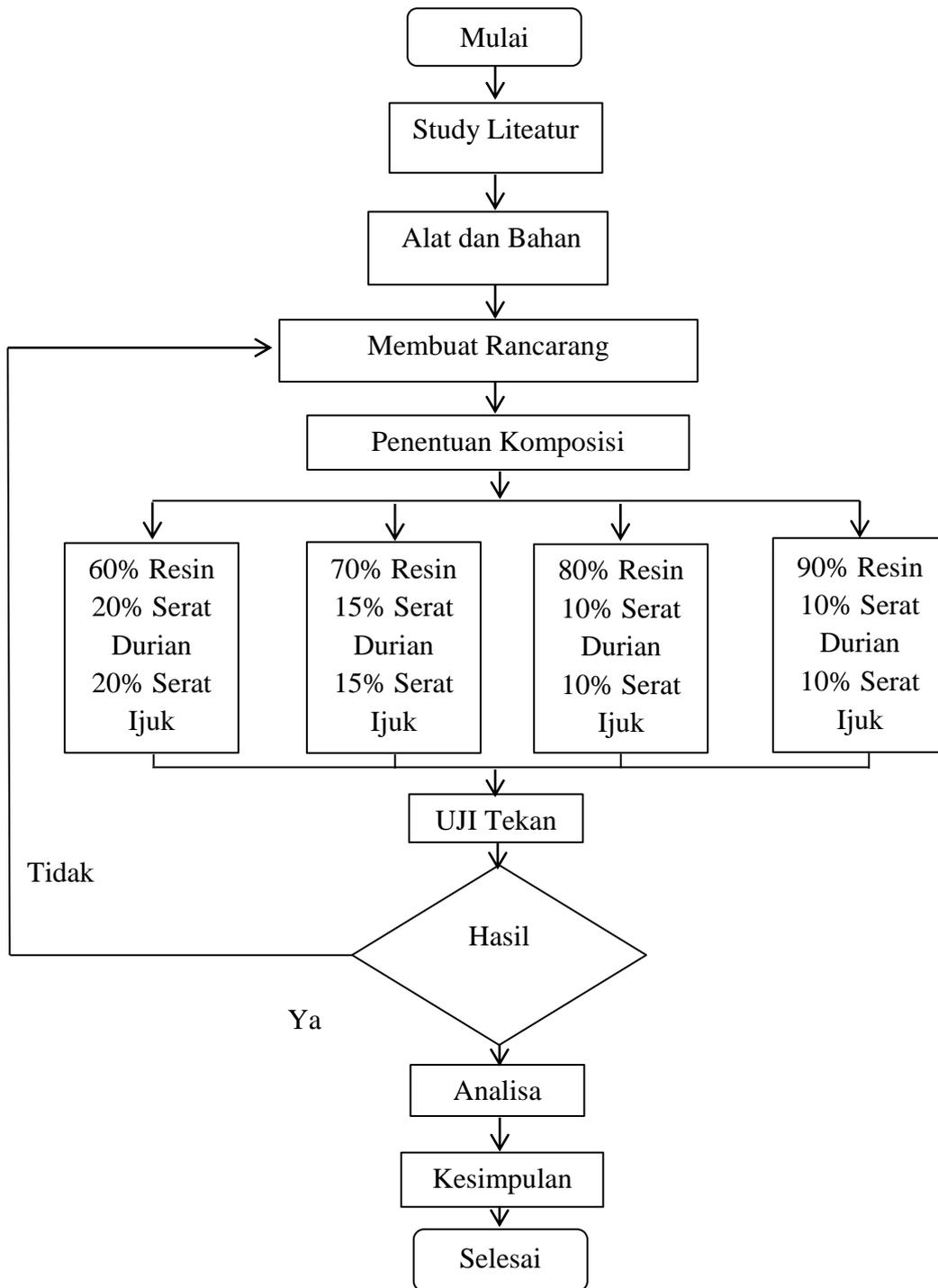
14 Cetakan Atap

Berguna sebagai wadah untuk membentuk struktur atap.



Gambar 3. 22 Cetakan Atap

3.3. Diagram Alir



Gambar 3.23 Diagram Alir

3.4 Rancangan Alat Penelitian

Adapun rancangan alat penelitian menggunakan *Software solidworks* yang sudah terinstal pada laptop adalah *solidworks* 2016 dengan persyaratan system pada computer. Program *solidworks* merupakan program computer yang berfungsi untuk melakukan desain dan analisa kekuatan. Program tersebut dapat membantu kita dalam membuat desain. Dengan demikian, selain biaya yang dikeluarkan berkurang, waktu market dari benda pun dapat dipercepat. *Solidworks* dibuat dengan berdasarkan pada teori yang terdapat dalam perumusan metode elemen hingga. Parameter mengacu pada kendala yang nilainya menentukan bentuk atau geometri dari model atau perakitan. Parameter dapat berupa parameter numerik, seperti Panjang garis atau diameter lingkaran, atau parameter geometris, tangen parallel, parallel konsentris, horizontal atau vertical parameter. program ini relative lebih mudah digunakan dibandingkann program-program sejenisnya. Selain digunakan untuk menggambar komponen 3D, *solidworks* juga biasa digunakan untuk menggambar 2D dari komponen tersebut bisa dikonversi ke format dwg yang dapat dijalankan pada program CAD. (3D CAD Design Software SOLIDWORKS 2013, July 23)



Gambar 3. 24 Perangkat lunak solidworks 2016

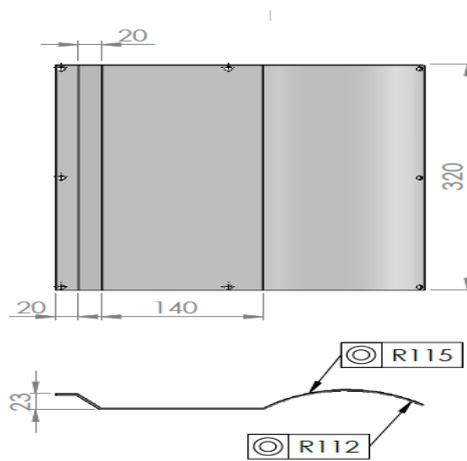
Dimensi atap yang akan dirancang adalah dengan panjang 320 mm, Lebar 220 mm dan Tebal 10 mm. Berikut adalah rancangan model dengan menggunakan *software solidworks 2016*.



Gambar 3.25 Hasil *Desing* Cetakan Atap Genteng

Mould Atap Genteng

Untuk pembuatan atap genteng menggunakan dimensi sebagai berikut :

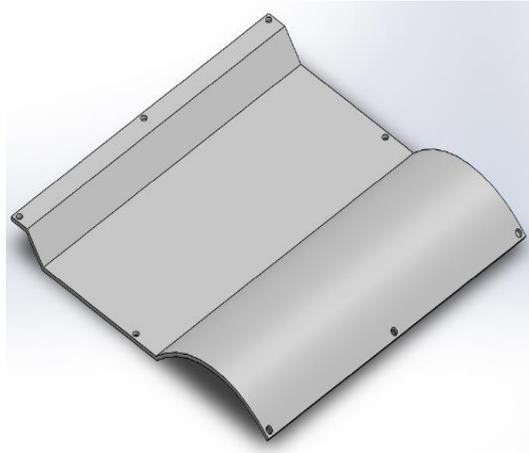


Gambar 3.26 Dimensi atap genteng

Setelah mendapat ukuran dimensi atap genteng, berikut *design* cetakan atap yang akan dibuat:

1. Cetakan Bawah Atap

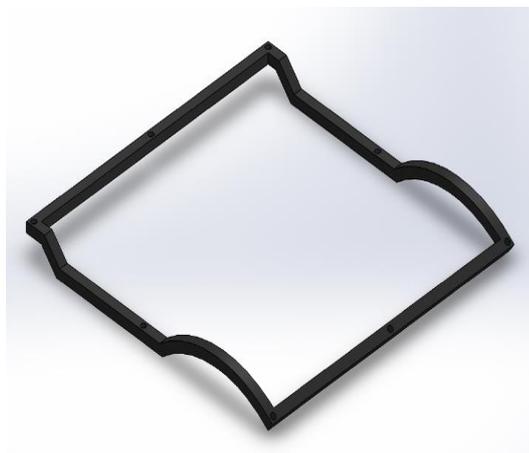
Digunakan untuk alas dan penutup bawah cetakan.



Gambar 3.27 Cetakan Bawah Atap

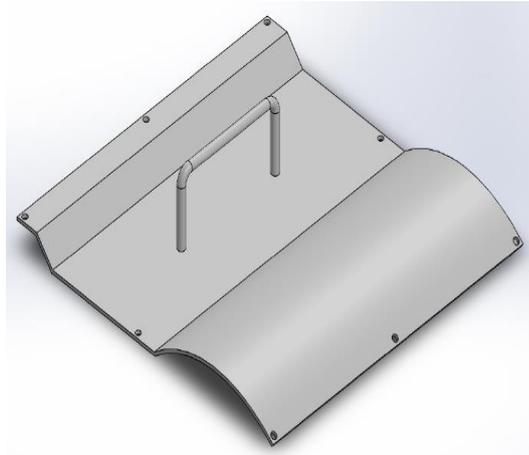
2. Cetakan Badan

Digunakan untuk memberi tebal pada cetakan.



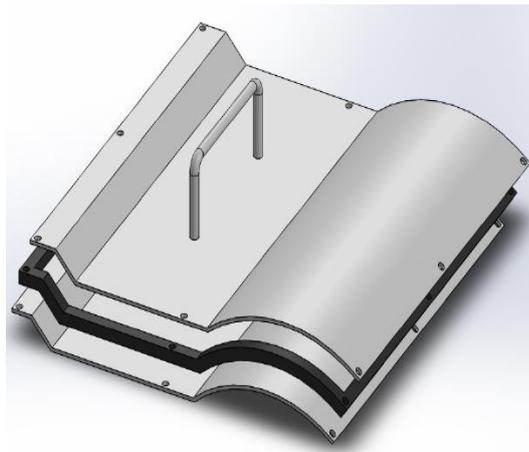
Gambar 3.28 Cetakan Badan

3. Cetakan Penutup Atap



Gambar 3.29 Cetakan Penutup Atap

4. Dari gambar di atas dapat dilihat *mould deck* (cetakan) atap genteng dibawah ini :



Gambar 3.30 Cetakan Atap

3.5 Prosedur Pembuatan

Proses pencetakan atap dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Oleskan lapisan bagian dalam cetakan dengan *moldrelase wax* agar mudah melepaskannya dari cetakan nanti sesudah kering.
2. Persiapan bahan dan alat yang diperlukan yaitu serat ijuk dan serat durian, *resin epoxy* dan *epoxy hardener* dll.
3. Tuang *resin epoxy* kedalam gelas ukur bervolume sesuai dengan berat campuran yang ditetapkan.
4. Campurkan *resin epoxy* dengan *epoxy hardener* lalu aduk hingga merata, jangan biarkan terlalu lama karena dapat menyebabkan pengerasan.
5. Beri sedikit serat ijuk dan serat durian pada cetakan, kemudian tuang campuran kedalam cetakan.
6. Taburkan lagi serat ijuk dan serat durian secara merata.
7. Tuang kembali campuran *resin epoxy* dan *epoxy hardener* yang telah diaduk hingga menutupi seluruh permukaan cetakan atap, kemudian tutup cetakan dan kunci dengan baut yang ada dicetakan sampai tertutup rapat.
8. Lalu diamkan hingga mengering dan letakkan ditempat yang rata agar tidak terjadi kemiringan pada cetakan.
9. Tunggu hingga 1 sampai 3 jam kemudian lepaskan dari cetakan.

3.6. Proses Pembuatan

3.6.1. Proses Pembuatan Cetakan Genteng

Proses pembuatan mold cetakan genteng adalah sebagai berikut:

1. Proses pengelasan

Selanjutnya mengelas bagian bagian komponen yang akan di las sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan di gambar *Solidwork*.



Gambar 3.31 Proses Pengelasan

2. Memperhalus Cetakan Badan Atap

Setelah mendapat bahan yang dibutuhkan, kemudian Plat besi hitam dan besi *hollow* dipotong sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan di gambar *Solidwork*. Fungsi gerinda juga sebagai memperhalus permukaan yang kurang rata dari hasil pengelasan.



Gambar 3.32 Proses Pengalusan Permukaan

3. Proses pengeboran

Setelah hasil yang telah didapat dari proses mengebor permukaan yang akan diberi lubang sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan di gambar *Solidwork*.



Gambar 3.33 Proses pengeboran

Hasil dari proses pembuatan mold deck atap dapat dilihat pada gambar dibawah :

Mold Deck Atap Genteng



(a)

(b)

(c)

Gambar 3.34 (a) Penutup Cetakan Atap, (b) Badan Cetakan,
(c) Alas Cetakan Atap

3.6.2. Peroses Pembuatan Atap

Peroses pembuatan atap ini mempunyai 2 perbandingan, antara pembuatan atap dengan bahan komposit serat durian dan serat ijuk. Adapun pembuatan atap berikut dibawah ini

1. Poses Pemberian *Wax* Pada Cetakan Atap

Pemberian *wax* pada cetakan bawah, tengah, dan atas agar tidak lengket pada material komposit dan mempermudah membuka cetakan atap.



Gambar 3.35 Proses Pemberian *Wax* Pada Cetakan Atap

2. Proses Pemberian Plastisin Pada Cetakan Atap

Pemberian plastisin pada cetakan tengah pada sisi bawah keseluruhan permukaan di cetakan, agar resin tidak keluar (bocor).



Gambar 3.36 Pemberian Plastisin Pada Cetakan Atap

4. Proses penimbangan resin dan serat

Penimbangan resin *epoxy* dan *hardener* juga serat ijuk dan serat durian sesuai ukuran yang di perlukan.



(a)



(b)

Gambar 3.37 Penimbangan (a) Resin *epoxy* (b) *Epoxy hardener*



(a)



(b)

Gambar 3.38 Penimbangan (a) Serat ijuk (b) Serat durian

5. Proses Pencampuran Resin *Epoxy* dan *Hardener*

Campur menjadi satu wadah lalu diaduk selama 1 menit hingga tercampur dengan rata.



Gambar 3.39 Proses Pencampuran Resin

6. Proses Penuangan Resin Kedalam Cetakan

Penuangan resin kedalam cetakan, lalu ratakan keseluruhan permukaan cetakan.



Gambar 3.40 Penuangan Resin Kedalam Cetakan Atap

7. Proses Penyusunan Serat ijuk dan durian Kedalam Cetakan

Penyusunan serat ijuk dan durian kedalam cetakan yang sudah diberi resin, lalu disusun secara acak sehingga menutupi seluruh permukaan cetakan.



Gambar 3.41 Penyusunan Serat Ijuk Dan Durian Kedalam Cetakan

5. Penutupan Cetakan

Setelah proses penuangan resin, selanjutnya dilakukan proses penutupan cetakan.



Gambar 3.42 Penutupan Cetakan

6. Pembukaan Cetakan

Langkah ini merupakan proses mengeluarkan spesimen dari cetakan.



Gambar 3.43 Pembukaan Cetakan

7. Proses Penggerindaan Atap

Setelah Atap mengering, spesimen dikeluarkan dari cetakan dan dilakukan penggerindaan bertujuan untuk merapikan permukaan atap.



Gambar 3.44 Proses Penggerindaan Atap

8. *Finishing*

Setelah proses penggerindaan Spesimen, gambar dibawah merupakan hasil dari atap komposit dengan serat durian dan ijuk.



Gambar 3.44 *Finising*

3.7 Langkah Prosedur Penelitian

Dalam melakukan pengujian terhadap atap berbahan komposit serat durian dan serat ijuk, adapun langkah – langkah prosedur pengujian sebagai berikut :

1. Periksa peralatan dari panel listrik, dan perangkat hidrolik *controller* dalam keadaan siap beroperasi
2. Mempersiapkan spesimen uji tekan
3. Hidupkan panel alat uji dalam panel listrik
4. Aktifkan program pada mesin *Universal Testing Machine* (UTM) di PC
5. Memasang cekam pada mesin *Universal Testing Machine* (UTM)
6. Melakukan *settings* alat
7. Memasukan data spesimen sebelum melakukan pengujian seperti ukuran spesimen dan jenis pengujian
8. Memasang spesimen (compress) pada cekam mesin *Universal Testing Machine*



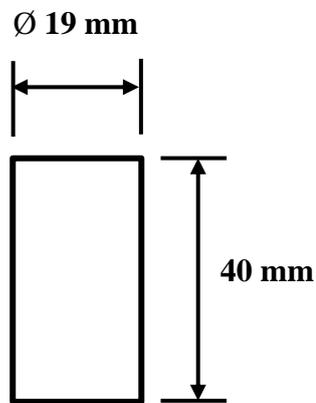
Gambar 3.46 Proses Pemasangan Spesimen *compress*

9. Mengatur beban di dalam pengujian
10. Tekan tombol *Start* pada program mesin *Universal Testing Machine* UTM di PC dan selanjutnya tekan tombol *Start* pada *controller*
11. Proses pengujian akan berlangsung
12. Setelah melakukan pengujian, hasil data pengujian di *input* kedalam CD
13. Hasil data pengujian sudah dapat analisa untuk menghitung nilai pengujian tekan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Tekan

Spesimen uji komposit berfungsi sebagai benda yang akan diuji untuk mengetahui kekuatan tekan (kompresi), spesimen uji komposit menggunakan serat ijuk dan serat durian. Bentuk dan ukuran spesimen uji tekan dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Tekan

Keterangan ukuran dan bentuk spesimen uji tekan:

Diameter Luar : 19 mm

Tinggi : 40 mm

4.1.1. Hasil Spesimen Pengujian Tekan

Berikut adalah hasil pengujian tekan dengan menggunakan 4 variasi spesimen komposit berbahan serat durian dan serat ijuk dengan komposisi yang berbeda, dapat dilihat pada Gambar 4.2, 4.3, 4.4 dan 4.5.



Gambar 4.2 Bentuk Spesimen Hasil Dari Pengujian Tekan 60 Gram Resin : 20 Gram Serat durian 20 Gram Serat ijuk



Gambar 4.3 Bentuk Spesimen Hasil Dari Pengujian Tekan 70 Gram Resin : 15 Gram Serat durian 15 Gram Serat ijuk



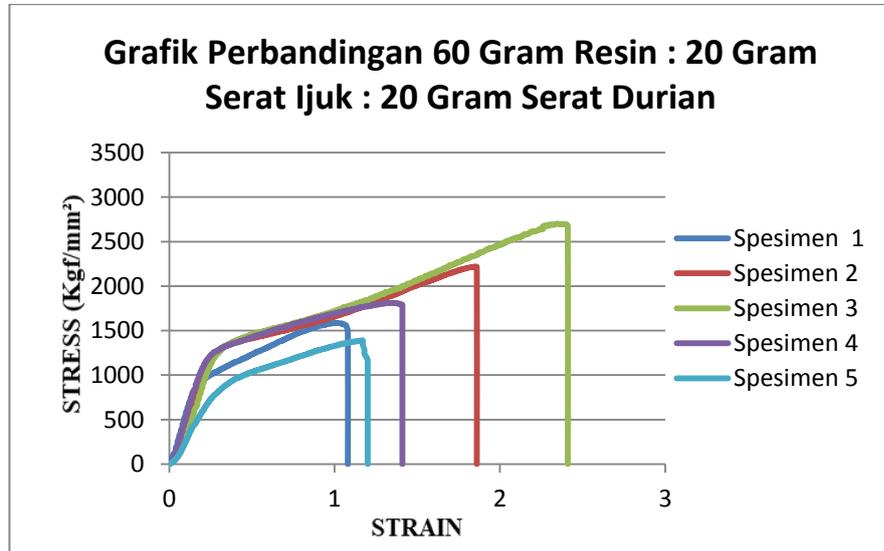
Gambar 4.4 Bentuk Spesimen Hasil Dari Pengujian Tekan 80 Gram Resin : 10 Gram Serat durian 10 Gram Serat ijuk



Gambar 4.5 Bentuk Spesimen Hasil Dari Pengujian Tekan 80 Gram Resin : 10 Gram Serat durian 10 Gram Serat ijuk

4.2 Hasil Grafik Uji Tekan

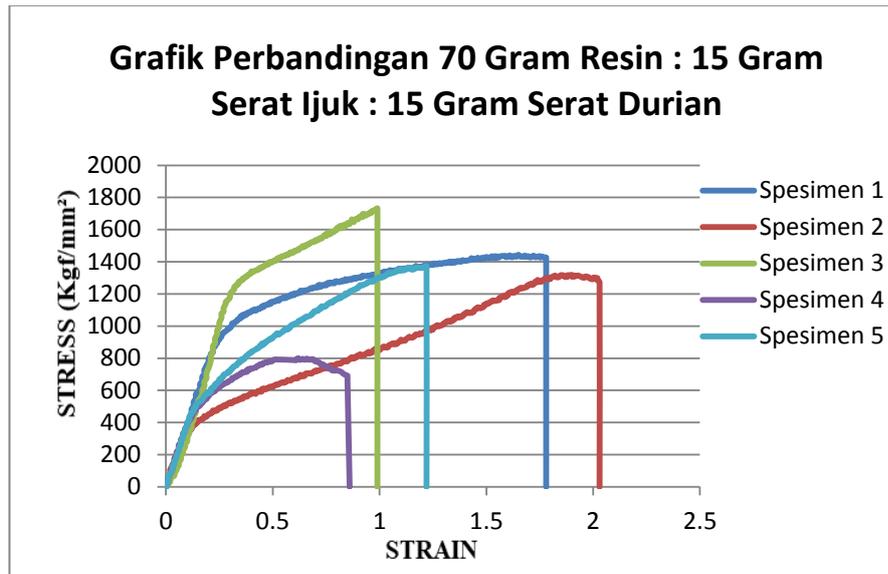
Berikut adalah hasil grafik setelah Pengujian Tekan pada bahan Komposit Grafik dapat dilihat pada gambar 4.6, 4.7, 4.8 dan 4.9.



Gambar 4.6 Grafik Uji tekan perbandingan 60 Gram Resin : 20 Gram Serat Ijuk :
20 Gram Serat Durian

Pada Grafik Perbandingan 60 Gram Resin : 20 Gram Serat Ijuk : 20 Gram Serat Durian mendapatkan grafik tekanan yang dihasilkan pada ketiga Spesimen, terlihat pada spesimen pertama terdapat tekanan sebesar 1485.05 Kgf/mm² dengan regangan sebesar 1.08, kemudian pada spesimen kedua terdapat tekanan sebesar 2214.69 Kgf/mm² dan regangan nya sebesar 1.86, pada spesimen ketiga terdapat nilai tekanan sebesar 2676.35 Kgf/mm² dan regangan yang dihasilkan sebesar 2.41, pada spesimen keempat terdapat nilai tekanan sebesar 1787.52 Kgf/mm² dan regangan yang dihasilkan sebesar 1.41 dan pada spesimen kelima terdapat nilai tekanan sebesar 1142.79 Kgf/mm² dan regangan yang dihasilkan sebesar 1.2.

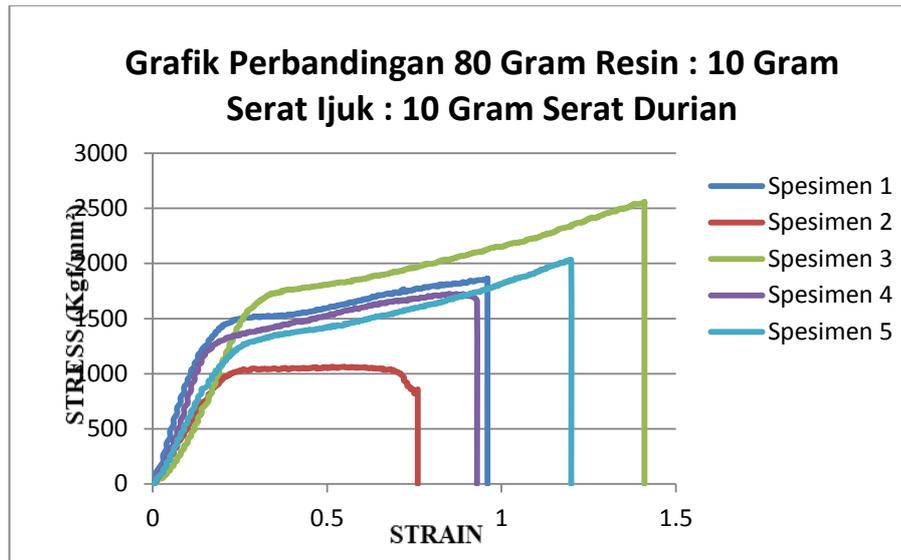
Dari grafik diatas dapat dilihat kekuatan tarik paling tinggi diperoleh pada spesimen 3 dengan tekanan sebesar 2676.35 Kgf/mm² dengan regangan sebesar 2.41 dikarenakan proses pengadukan percampuran resin yang sempurna tanpa ada rongga-rongga udara dibandingkan dengan spesimen lain proses pengadukan percampuran resin yang kurang sempurna dan terdapat rongga-rongga udara.



Gambar 4.7 Grafik Uji tekan perbandingan 70 Gram Resin : 15 Gram Serat Ijuk :
15 Gram Serat Durian

Pada Grafik Perbandingan 70 Gram Resin : 15 Gram Serat Ijuk : 15 Gram Serat Durian mendapatkan grafik tekanan yang dihasilkan pada ketiga Spesimen, terlihat pada spesimen pertama terdapat tekanan sebesar 1424.03 Kgf/mm² dengan regangan sebesar 1.78 , kemudian pada spesimen kedua terdapat tekanan sebesar 1271.47 Kgf/mm² dan regangan nya sebesar 2.03 dan pada spesimen ketiga terdapat nilai tekanan sebesar 1726.49 Kgf/mm² dan regangan yang dihasilkan sebesar 0.99. pada spesimen keempat terdapat nilai tekanan sebesar 657.25 Kgf/mm² dan regangan yang dihasilkan sebesar 0.86 dan pada spesimen kelima terdapat nilai tekanan sebesar 1372.29 Kgf/mm² dan regangan yang dihasilkan sebesar 1.22 .

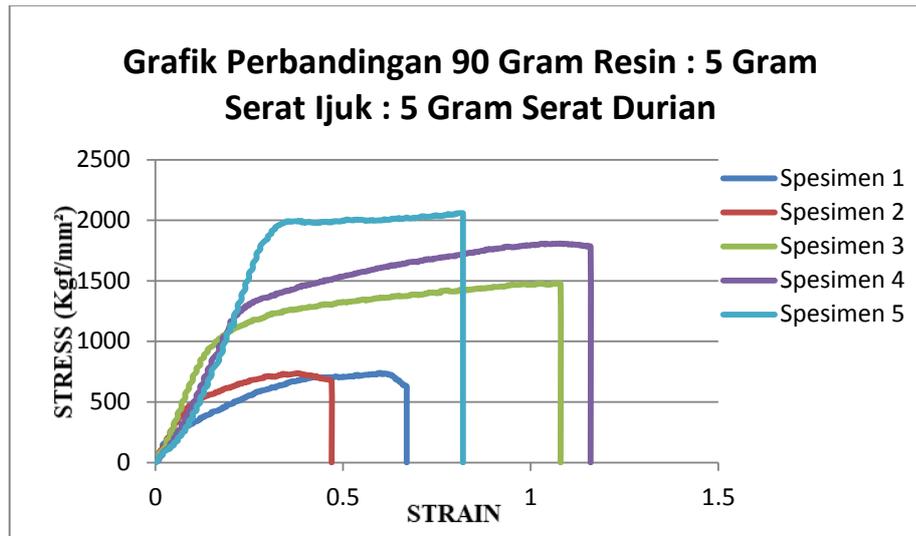
Dari grafik diatas dapat dilihat kekuatan tarik paling tinggi diperoleh pada spesimen 3 dengan tekanan sebesar 1726.49 Kgf/mm² dengan regangan sebesar 0.99 dikarenakan proses pengadukan percampuran resin yang sempurna tanpa ada rongga-rongga udara dibandingkan dengan spesimen 1,2,4 dan 5 proses pengadukan percampuran resin yang kurang sempurna dan terdapat rongga-rongga udara.



Gambar 4.8 Grafik Uji Tekan perbandingan 80 Gram Resin : 10 Gram Serat Ijuk :
10 Gram Serat Durian

Pada Grafik Perbandingan 80 Gram Resin : 10 Gram Serat Ijuk : 10 Gram Serat Durian mendapatkan grafik tekanan yang dihasilkan pada ketiga Spesimen, terlihat pada spesimen pertama terdapat tekanan sebesar 1864.46 Kgf/mm² dengan regangan sebesar 0.96 , kemudian pada spesimen kedua terdapat tekanan sebesar 853.58 Kgf/mm² dan regangan nya sebesar 0.76 dan pada spesimen ketiga terdapat nilai tekanan sebesar 2558.28 Kgf/mm² dan regangan yang dihasilkan sebesar 1.41 . pada spesimen keempat terdapat nilai tekanan sebesar 1656.18 Kgf/mm² dan regangan yang dihasilkan sebesar 0.93 dan pada spesimen kelima terdapat nilai tekanan sebesar 2028.96 Kgf/mm² dan regangan yang dihasilkan sebesar 1.2 .

Dari grafik diatas dapat dilihat kekuatan tarik paling tinggi diperoleh pada spesimen 3 dengan tekanan sebesar 2558.28 Kgf/mm² dengan regangan sebesar 1.41 dikarenakan proses pengadukan percampuran resin yang sempurna tanpa ada rongga-rongga udara dibandingkan dengan spesimen 1,2,4 dan 5 proses pengadukan percampuran resin yang kurang sempurna dan terdapat rongga-rongga udara



Gambar 4.9 Grafik Uji Tekan Perbandingan 90 Gram Resin : 5 Gram Serat Ijuk :
5 Gram Serat Durian

Pada Grafik Perbandingan 90 Gram Resin : 5 Gram Serat Ijuk : 5 Gram Serat Durian mendapatkan grafik tekanan yang dihasilkan pada ketiga Spesimen, terlihat pada spesimen pertama terdapat tekanan sebesar 571.02 Kgf/mm² dengan regangan sebesar 0.67, kemudian pada spesimen kedua terdapat tekanan sebesar 669.19 Kgf/mm² dan regangan nya sebesar 0.47 dan pada spesimen ketiga terdapat nilai tekanan sebesar 1471.78 Kgf/mm² dan regangan yang dihasilkan sebesar 1.08 . pada spesimen keempat terdapat nilai tekanan sebesar 1780.88 Kgf/mm² dan regangan yang dihasilkan sebesar 1.16 dan pada spesimen kelima terdapat nilai tekanan sebesar 2059.47 Kgf/mm² dan regangan yang dihasilkan sebesar 0.82 .

Dari grafik diatas dapat dilihat kekuatan tarik paling tinggi diperoleh pada spesimen 5 dengan tekanan sebesar 2059.47 Kgf/mm² dan regangan yang dihasilkan sebesar 0.82 dikarenakan proses pengadukan percampuran resin yang sempurna tanpa ada rongga-rongga udara dibandingkan dengan spesimen 1,2,3 dan 4 proses pengadukan percampuran resin yang kurang sempurna dan terdapat rongga-rongga udara.

Hasil data yang diketahui:

$$r = 9,5 \text{ mm}$$

$$F = \text{Gaya (Maximum Force)} = 2676.35 \text{ Kgf}$$

Komposisi 60 Gram Resin : 20 Gram Serat Ijuk : Serat Durian 20 Gram

Pada komposisi ini penulis menepatkan nilai rata-rata spesimen uji dengan hasil pembahasan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang: } A &= \pi \cdot r^2 \\ &= 3.14 \cdot 9,5^2 \\ &= 283,385 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan: } \sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{2676.35 \text{ Kgf}}{283,385 \text{ mm}^2} \\ &= 9,4442 \text{ Kgf/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Regangan: } \varepsilon &= \frac{L_l + L_o}{L_o} \\ 2,41 &= \frac{(L_l + 40)}{40} \\ L_l + 40 &= 2,41 \times 40 \\ &= 96,4 - 40 \\ &= 56,4 \end{aligned}$$

Modulus elastis $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$

$$= \frac{9,4442 \text{Kgf} / \text{mm}^2}{2,41}$$

$$= 3,918 \text{Kgf} / \text{mm}^2$$

Tabel 4.1 Hasil data Uji Tekan

a. Resin 60 Gram : Serat Ijuk 20 Gram : Serat Durian 20 Gram

Spesimen	Luas penampang (mm ²)	Beban (Kgf)	Tegangan (Kgf/mm ²)	Regangan	Modulus elastisitas (Kgf/mm ²)
1	283,385	1485,05	5,240	1,08	4,852
2	283,385	2214,69	7,815	1,86	4,201
3	283,835	2676,35	9,444	2,41	3,918
4	283,835	1787,52	6,307	1,41	4,473
5	283,835	1142,79	4,032	1,2	3,360

b. Resin 70 Gram : Serat Ijuk 15 Gram : Serat Durian 15 Gram

Spesimen	Luas penampang (mm ²)	Beban (Kgf)	Tegangan (Kgf/mm ²)	Regangan	Modulus elastisitas (Kgf/mm ²)
1	283,835	1424,03	5,025	1,78	2,823
2	283,835	1271,47	4,486	2,03	2,210
3	283,835	1726,49	6,089	0,99	6,153
4	283,835	657,25	2,319	0,86	2,696
5	283,835	1372,29	4,842	1,22	3,969

c. Resin 80 Gram : Serat Ijuk 10 Gram : Serat Durian 10 Gram

Spesimen	Luas penampang (mm ²)	Beban (Kgf)	Tegangan (Kgf/mm ²)	Regangan	Modulus elastisitas (Kgf/mm ²)
1	283,385	1863,46	6,579	0,96	6,853
2	283,358	715,62	2,525	0,76	3,322
3	283,358	2585,28	9,027	1,41	6,042
4	283,385	1656,18	5,803	0,93	6,240
5	283,385	2028,96	7,159	1,2	5,966

d. Resin 90 Gram : Serat Ijuk 5 Gram : Serat Durian 5 Gram

Spesimen	Luas penampang (mm ²)	Beban (Kgf)	Tegangan (Kgf/mm ²)	Regangan	Modulus elastisitas (Kgf/mm ²)
1	283,385	571,02	2,014	0,67	3,007
2	283,385	669,19	2,361	0,47	5,024
3	285,385	1471,78	5,193	1,08	4,808
4	285,385	1780,88	6,284	1,16	5,400
5	285,385	2059,47	7,267	0,82	8,862

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian Design dan pembuatan atap, hasil pembuatan dengan ukuran panjang atap 32 cm, lebar 22 cm dan tebal 1 cm, maka dapat disimpulkan bahwa cetakan yang cocok untuk digunakan mencetak atap berbahan dasar komposit adalah dengan cetakan tertutup.

Pembuatan atap bahan komposit dengan menggunakan cetakan tertutup, maka dari ini dapat disimpulkan dengan menggunakan cetakan tertutup akan menghasilkan permukaan yang rata, padat dan material atap komposit yang menggunakan cetakan tertutup dikunci menggunakan baut dan mur mengakibatkan pengepressan material atap komposit, sehingga menghasilkan permukaan atap yang rata dan padat dibandingkan dengan cetakan terbuka.

1. Hasil dari pengujian tekan menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM) menunjukkan perbandingan pada masing-masing spesimen uji, Dari keempat spesimen uji komposit dengan perbandingan rasio komposisi resin dan diperkuat serat ijuk dan serat durian maka di dapatkan nilai rata-rata tertinggi dan terendah yaitu :

- A. Pengujian kekuatan tekan pada spesimen dengan rasio komposisi resin 90 gram, serat ijuk 5 gram dan serat durian 5 gram memiliki nilai rata-rata sebesar : Beban 2059,47 Kgf, Tegangan $7,267 \text{ N/m}^2$, Regangan 0,82, Modulus $8,862 \text{ N/m}^2$.
- B. Pengujian kekuatan tekan pada spesimen dengan rasio komposisi resin 80 gram, serat ijuk 10 gram dan serat durian 10 gram memiliki nilai rata-rata sebesar : Beban 2558,28 Kgf, Tegangan $9,027 \text{ N/m}^2$, Regangan 1,41, Modulus $6,042 \text{ N/m}^2$.
- C. Pengujian kekuatan tekan pada spesimen dengan rasio komposisi resin 70 gram, serat ijuk 15 gram dan serat durian 15 gram adalah spesimen yang memiliki kekuatan tekan terendah dengan nilai rata-rata sebesar : Beban

1726,49 Kgf, Tegangan 6,089 N/m^2 , Regangan 0,99, Modulus 6,153 N/m^2 .

D. Pengujian kekuatan tekan pada spesimen dengan rasio komposisi resin 60 gram, serat ijuk 20 gram dan serat durian 20 gram adalah spesimen yang memiliki kekuatan tekan tertinggi dengan nilai rata-rata sebesar : Beban 2676,35 Kgf, Tegangan 9,444 N/m^2 , Regangan 2,41, Modulus 3,918 N/m^2 .

2. Setelah mengetahui hasil pengujian tekan terhadap masing-masing campuran antara resin, serat ijuk, dan serat durian yang dipilih untuk menjadi produk atap didapat hasil yang terbaik yaitu kekuatan tekan pada spesimen dengan rasio komposisi resin 60 gram, serat ijuk 20 gram dan serat durian 20 gram dengan kekuatan tekan tertinggi dengan nilai rata-rata sebesar 2676,35 Kgf, Tegangan 9,444 N/m^2 , Regangan 2,41, Modulus 3,918 N/m^2 . Berdasarkan dari data uji tekan yang dihasilkan bahwa semakin besar persentase penambahan serat ijuk dan durian maka semakin tinggi kekuatan tekan yang didapat. Hal ini dikarenakan durian memiliki pengaruh keuletan yang terhadap kekuatan tekan.

5.2 Saran

Demi penyempurnaan riset atau penelitian selanjutnya, Maka diperlukan penelitian-penelitian lanjutan untuk di kembangkan mengenai pembuatan atap genteng komposit dengan bahan yang bervariasi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- 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>
- 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. <https://doi.org/10.30821/fisitek.v2i1.1542>
- jonathan, Ir.Frans.P.Sappu, MT, Romels Lumintang, ST, M. (2013). *ANALISIS SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT DARI SERAT SABUT KELAPA*. 1–10. <https://doi.org/10.2307/964910>
- Mahmuda, E., Savetlana, S., & Sugiyanto, -. (2013). Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk dengan Matrik Epoxy. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1, 79–84.
- Widodo, B. (2008). Analisa Sifat Mekanik Komposit Epoksi dengan Penguat Serat Pohon Aren (Ijuk) Model Lamina Berorientasi Sudut Acak (Random). *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 1(1), 1–5.
- 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.
- 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.
- Schwartz, M.M, 1984, *Composite Material Handbook*, Mc Graw Hill, Singapore.
- Abdullah, dkk, (2000). Serat Ijuk Sebagai Pengganti Serat Gelas Dalam Pembuatan Komposit Fiberglass.
- Sudarsono, Toto Rusianto, Yogi suryadi Jurusan Teknik Mesin, FakultasTeknologi Industri Sudarsono1574@yahoo.co.id Jurnal: “Pembuatan papan partikel berbahan baku sabut kelapa dengan bahan

pengikat alami (lem kopal)”.

3D CAD Design Software SOLIDWORKS. (2013, July 23).

ASTM. D 790 – 02 “*Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating material*”.

PG, M. (1996). composite material fundamental of modren manufacturing meterial,processes,and system,. *prentice hall*.

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

Surdia, T. S. (2000). Pengetahuan bahan teknik. *Pradnya Paramita*.

LAMPIRAN

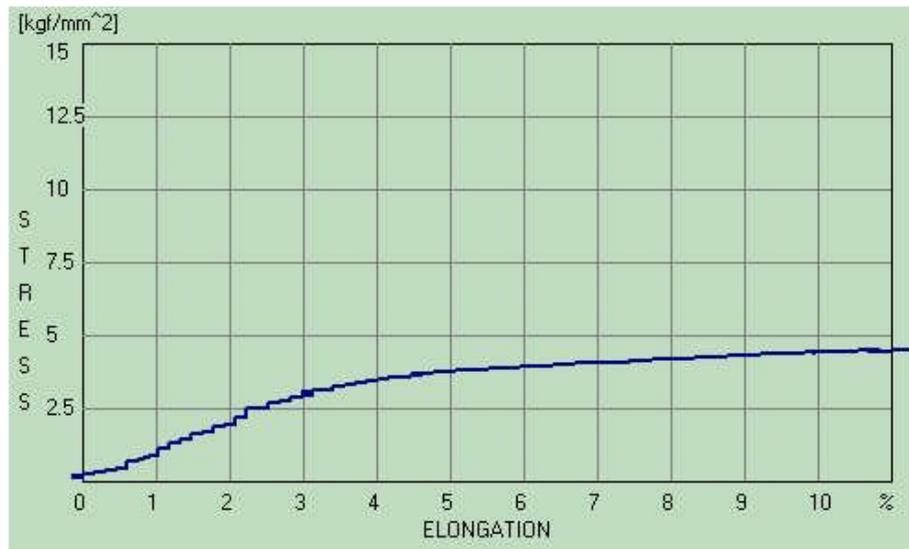


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	1426.68 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	1424.03 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 0:20:35	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	5.03 (kgf/mm ²)
Area :	13	Elongation :	COMPRESSION



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

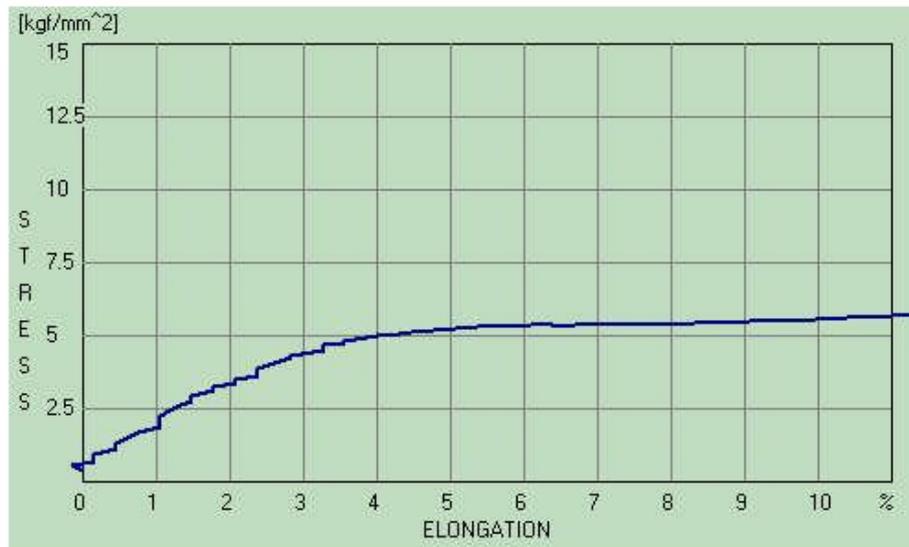


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	1864.46 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	1864.46 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 0:45:28	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	6.58 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

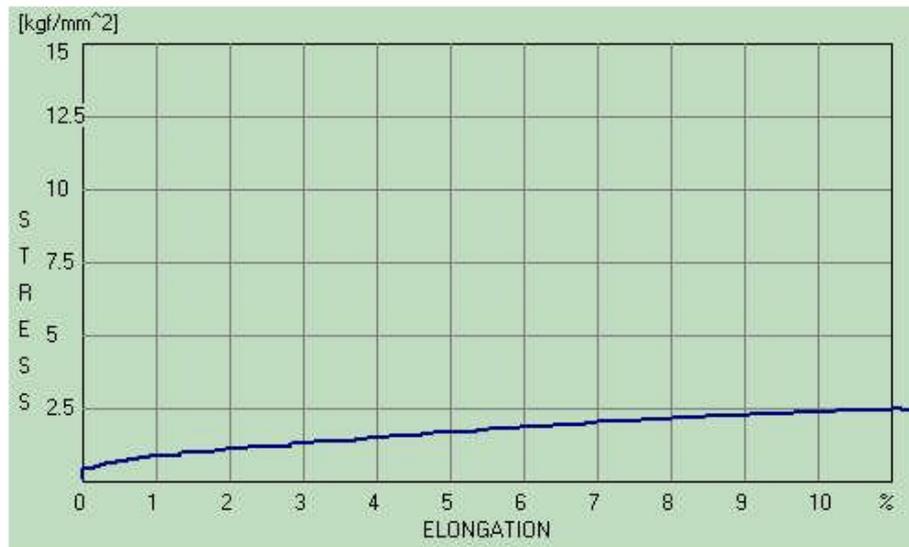


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	735.52 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	571.02 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 1:13:8	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	2.59 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

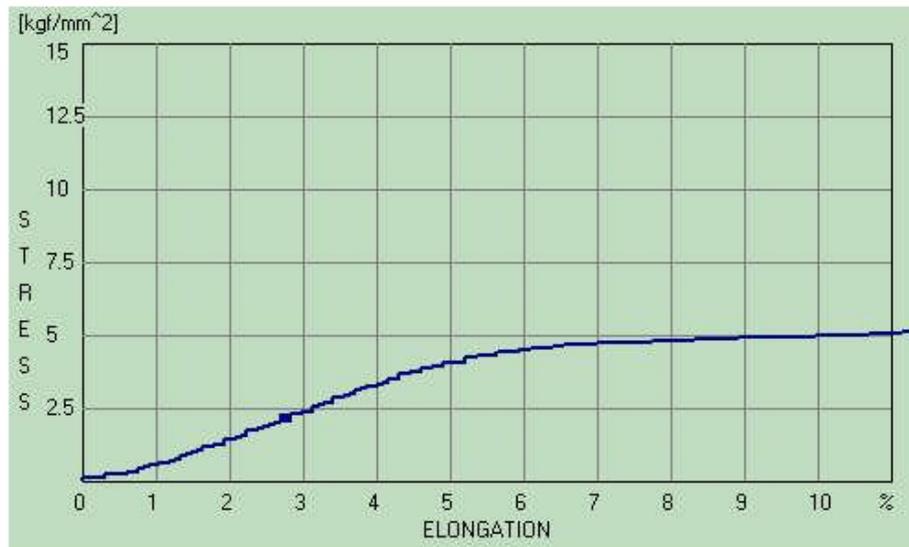


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	2214.69 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	2214.69 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 2:22:49	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	7.81 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

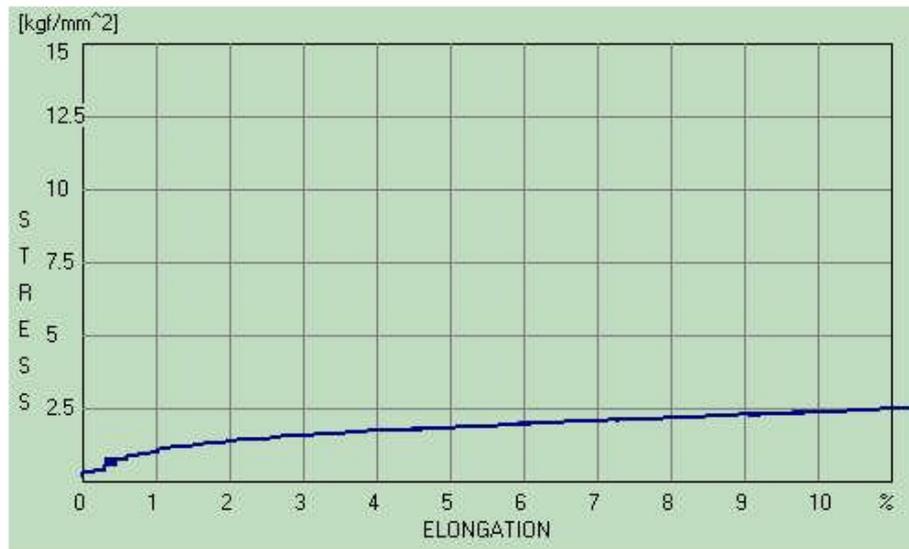


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	1284.73 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	1271.47 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 0:28:17	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	4.53 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

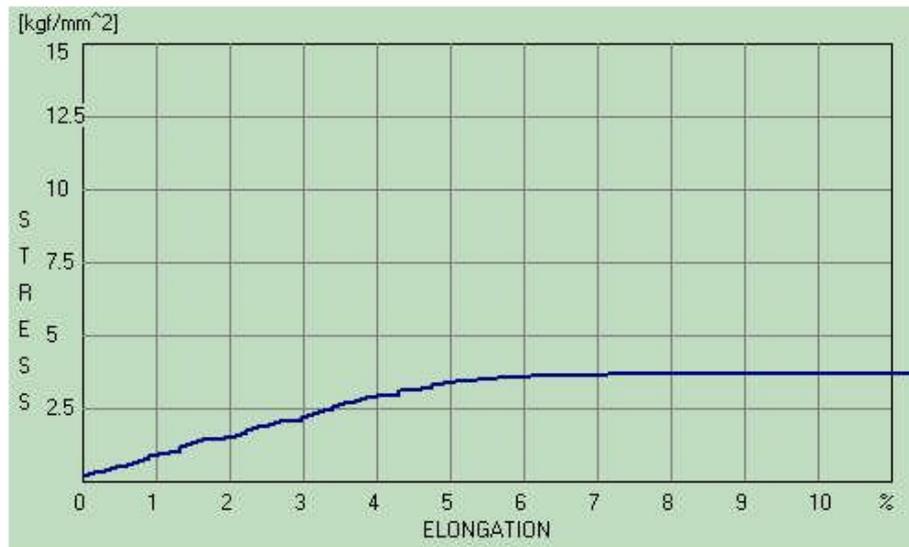


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	756.74 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	715.62 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 0:49:8	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	2.67 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

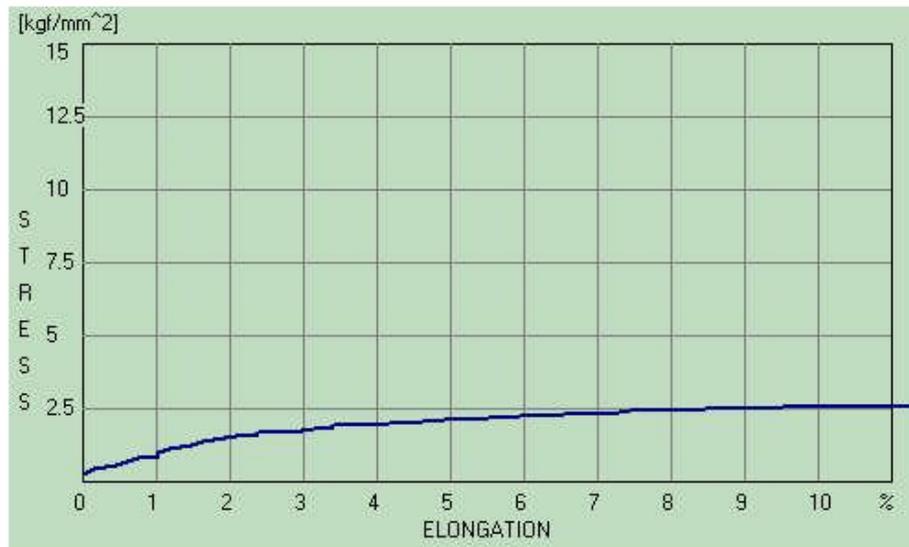


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	685.11 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	669.19 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 1:16:46	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	2.42 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

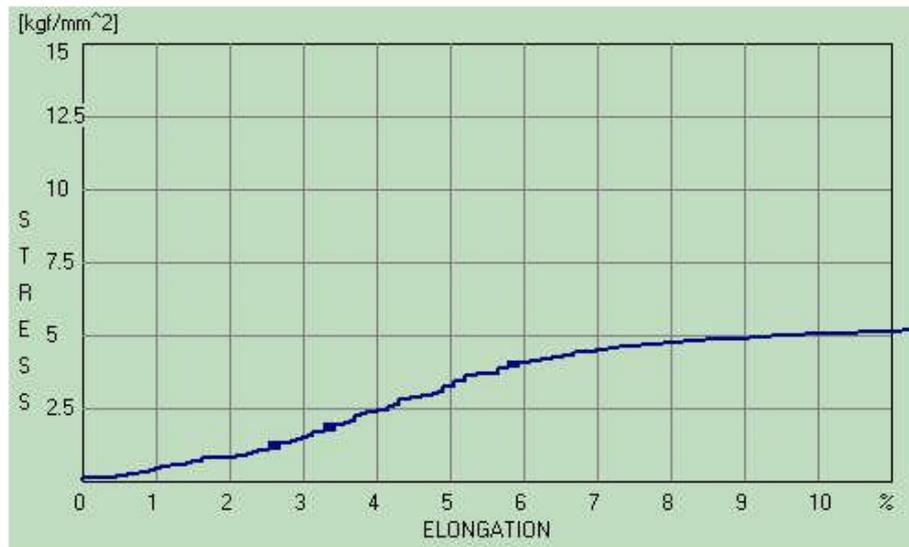


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	2693.59 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	2676.35 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 2:28:2	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	9.50 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

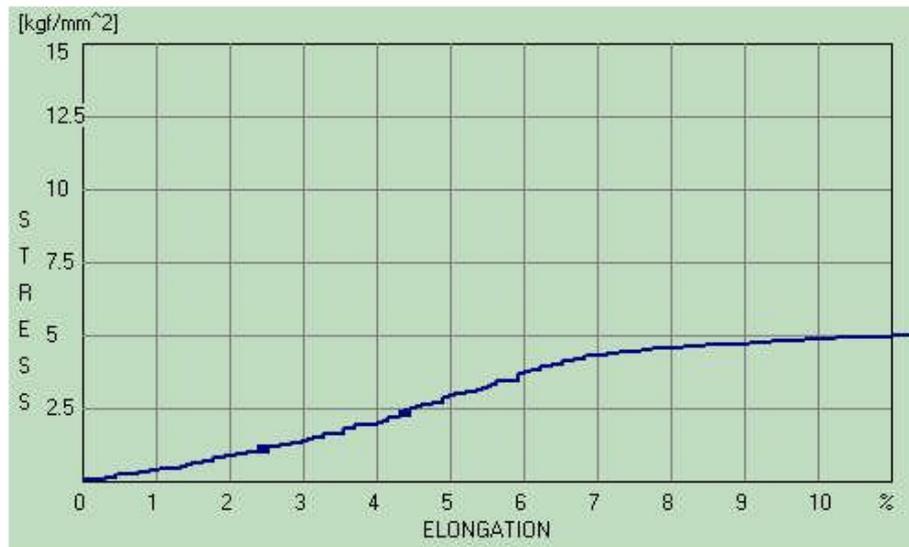


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	1733.13 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	1726.49 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 0:33:26	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	6.11 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

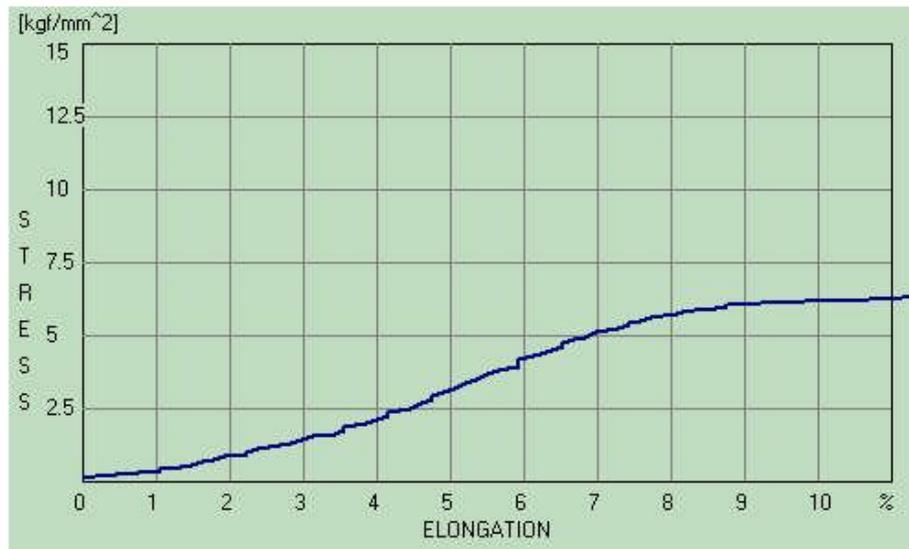


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	2558.28 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	2558.28 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 0:52:6	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	9.02 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

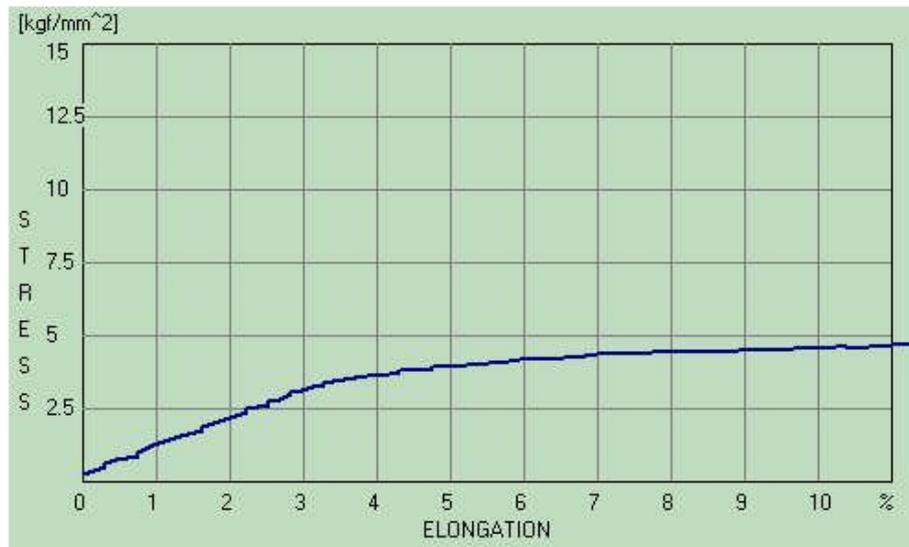


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	1479.74 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	1471.78 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 1:20:15	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	5.22 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

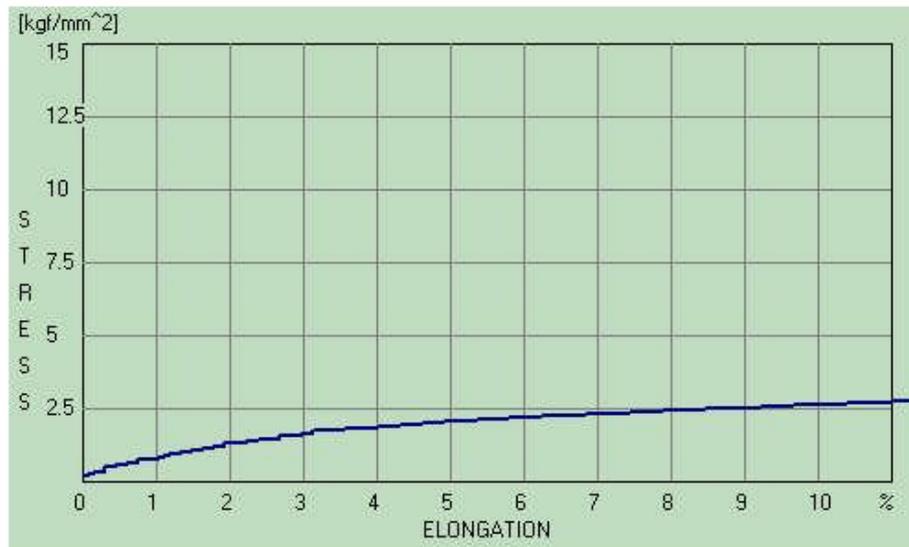


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	4	Max. Force :	690.41 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	657.25 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 0:36:48	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	2.44 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

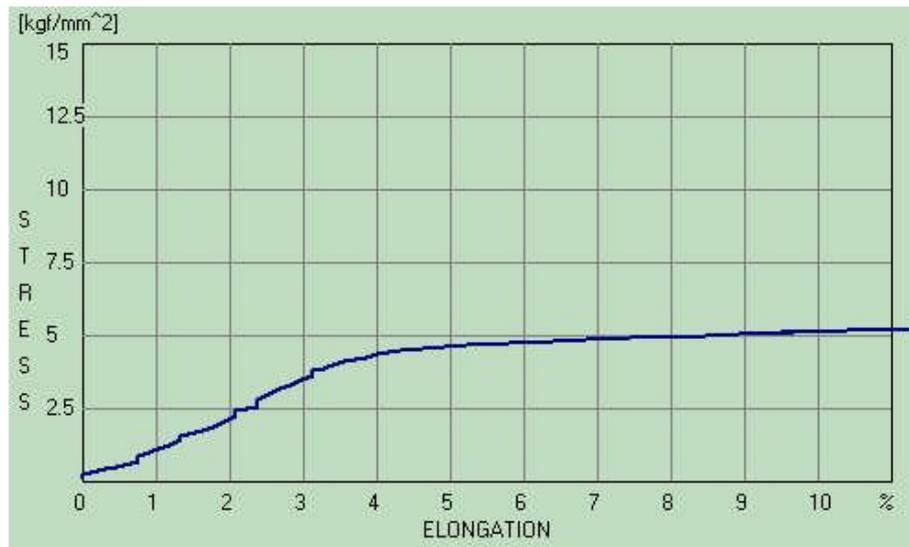


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	4	Max. Force :	1693.33 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	1656.18 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 0:55:53	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	5.97 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

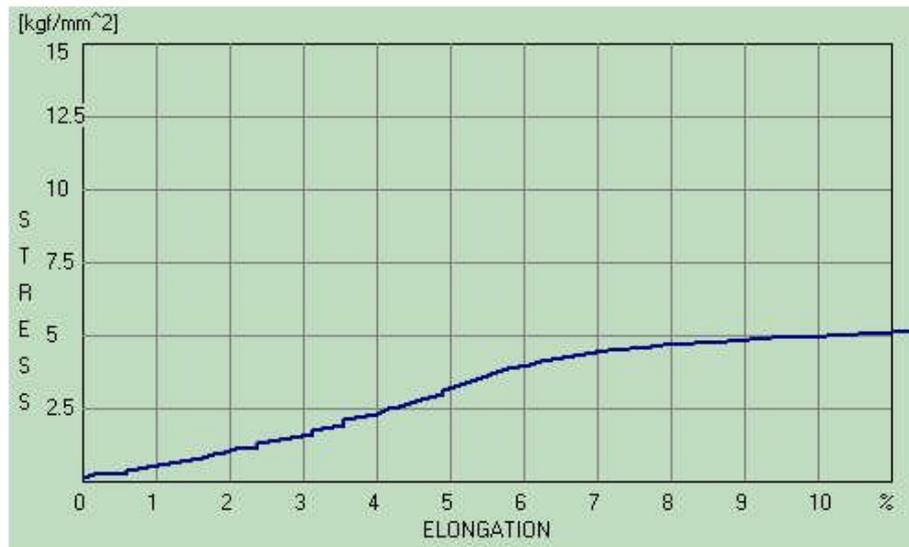


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	4	Max. Force :	1782.21 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	1780.88 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 1:24:40	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	6.29 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

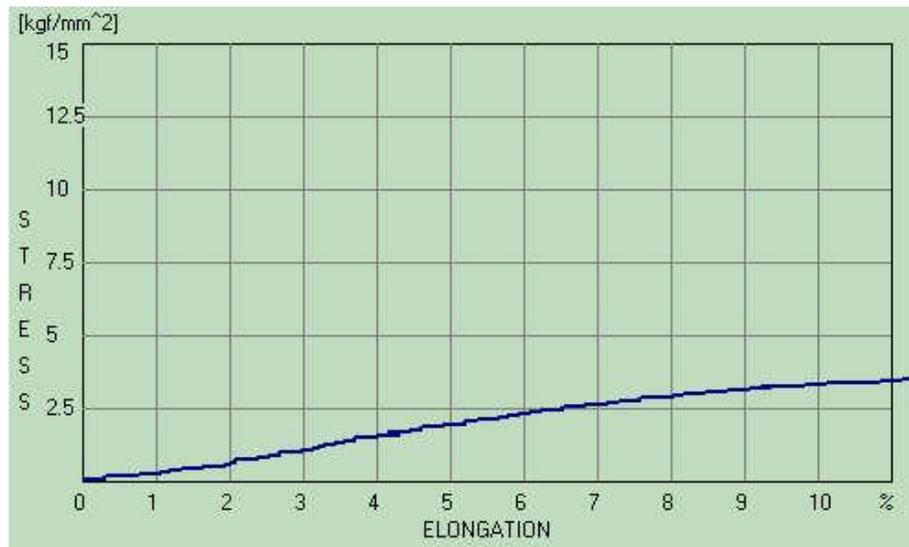


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	5	Max. Force :	1173.30 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	1142.79 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 2:43:25	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	4.14 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

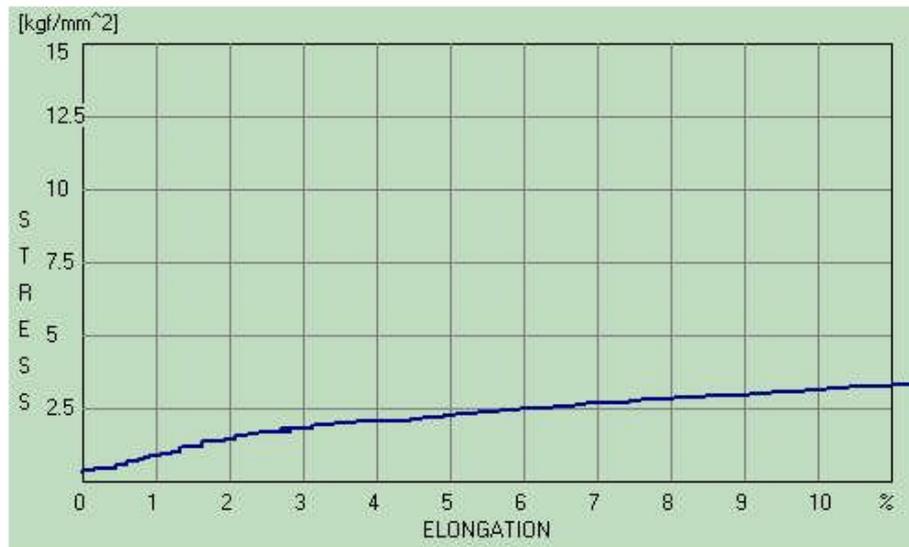


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	5	Max. Force :	1372.29 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	1372.29 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 0:40:25	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	4.84 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

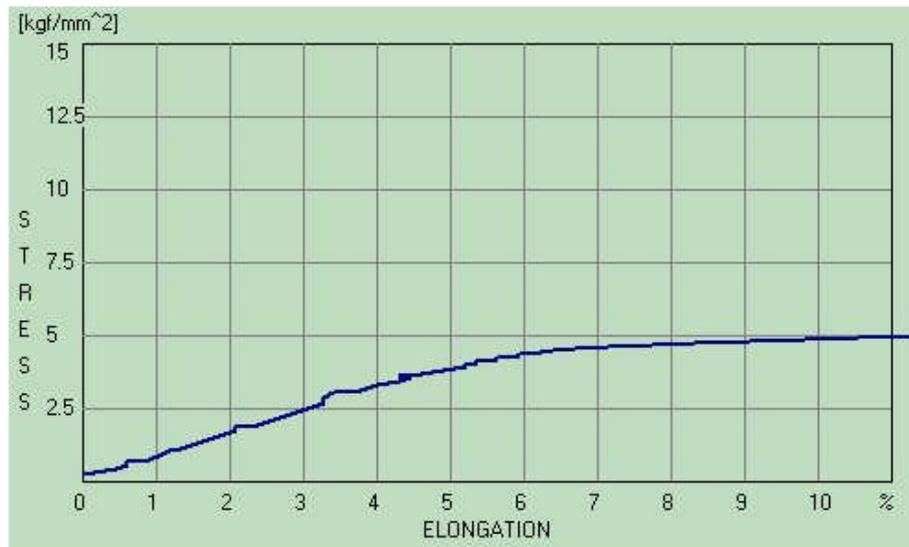


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	5	Max. Force :	2028.96 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	2028.96 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 1:0:59	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	7.16 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

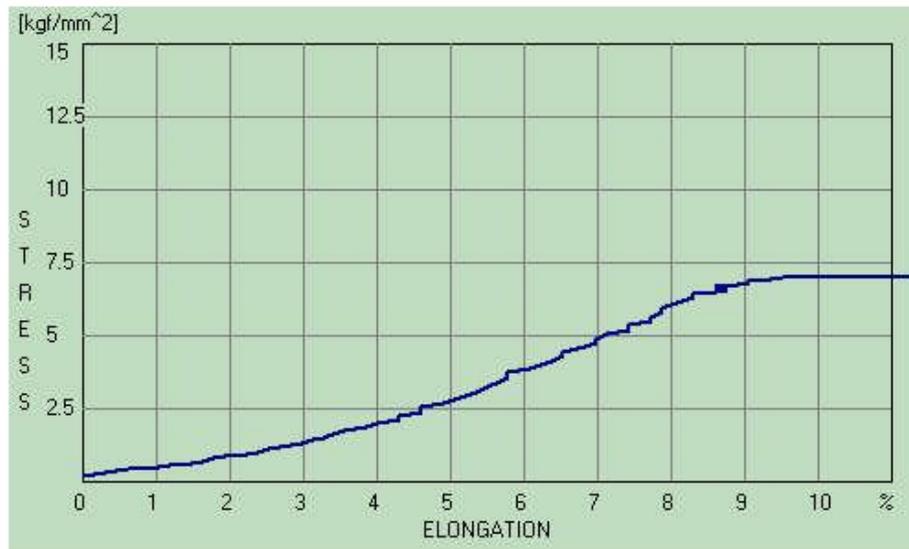


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	5	Max. Force :	2059.47 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	2059.47 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 1:30:1	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	7.26 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

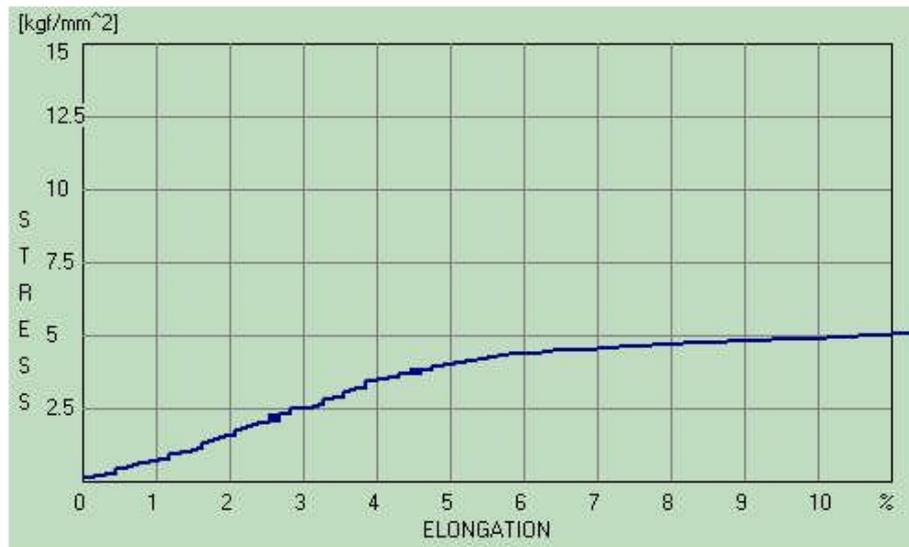


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	4	Max. Force :	1790.17 (kgf)
Test Type :	Compression	Break Force :	1787.52 (kgf)
Date Test :	5-10-2022 ; 2:37:20	Yield Strength :	0.05 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	6.31 (kgf/mm ²)
Area :	283.53 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<http://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsuMEDAN](https://www.facebook.com/umsuMEDAN) [umsuMEDAN](https://www.instagram.com/umsuMEDAN) [umsuMEDAN](https://www.tiktok.com/@umsuMEDAN) [umsuMEDAN](https://www.youtube.com/channel/UC...)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1410/II.3AU/UMSU-07/F/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 29 Oktober 2021 dengan ini Menetapkan :

Nama : YUDA KURNIAWAN
Npm : 1707230055
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : IX (SEMBILAN)
Judul Tugas Akhir : ANALISIS KEKUATAN MEKANIK GENTENG BAHAN KOMPOSIT YANG DIPERKUAT SERAT IJUK DAN DURIAN

Pembimbing : M. YANI, ST, MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

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

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 22 Rabi'ul Awwal 1443 H
29 Oktober 2021 M

Wakil Dekan 3


Khairul Umurani, ST.,MT
NIDN: 0114017102



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

ANALISIS KEKUATAN MEKANIK GENTENG BAHAN KOMPOSIT
YANG DI PERKUAT SERAT IJUK DAN DURIAN

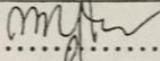
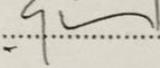
Nama : Yuda Kurniawan
NPM : 1707230055

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

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- Pembetulan spesifikasi tugas akhir	Mypu
		- Pembetulan Bab I → latar belakang, & tujuan penelitian	Mypu
		- Pembetulan Bab II, Masalah teori & berisikan judul penelitian & tambahkan kutipan yg jd citasi.	Mypu
		- Pembetulan Bab III, flow chart	Mypu
		- Pembetulan Bab IV, Analisis hasil & Pembahasan	Mypu
		- Pembetulan Bab V, Kesimpulan dengan tujuan penelitian	Mypu
		- Lengkapi semua lampiran & cover	Mypu
		- Ace selesai	Mypu

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2022 – 2023**

Peserta seminar :
 Nama : Yuda Kurniawan
 NPM : 1707230055
 Judul Tugas Akhir : Analisis Kekuatan Mekanik Genteng Bahan Komposit yang Di Perbuat Serat Ijuk Dan Durian

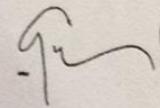
DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing : M. Yani ST. M,T	: 
Pembanding 1 : Sudirman Lubis ST. MT	: 
Pembanding 11 : Chandra A Siregar ST. MT	: 

P			
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1907230001	RAFIDO ALFARIZI	
2	1907230046	NANDA FAHRIZA	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 26 Jumadil Awall 1444

21 Desember 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

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

Nama : Yuda Kurniawan
NPM : 1707230055
Judul Tugas Akhir : Analisis Kekuatan Mekanik Genteng bahan komposit yang di
Perbuat Serat Ijuk Dan Durian

Dosen Pembanding – I : Sudirman Lubis ST. MT
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar ST. MT
Dosen Pembimbing – I : M. Yani ST. MT

KEPUTUSAN

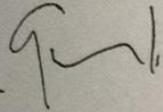
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Tambah paper pusaaba :
- perbaikan tabel :

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan, 26 Jumadil Awal 1444 H
21 Desember 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



Sudirman Lubis ST. MT

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

Nama : Yuda Kurniawan
NPM : 1707230055
Judul Tugas Akhir : Analisis Kekuatan Mekanik Genteng bahan komposit yang di perkuat serat ijuk dan Durian

Dosen Pembanding – I : Sudirman Lubis ST. MT
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar ST. MT
Dosen Pembimbing : M. Yani ST. MT

KEPUTUSAN

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

Cerah buku tugas akhir

.....

.....

.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

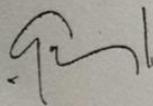
.....

.....

.....

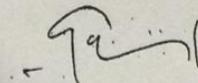
Medan 26 Jumadil Awal 1444 H
21 Desember 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar ST. MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Yuda Kurniawan
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Perbaungan, 23 Januari 2000
Alamat : Dusun II, Desa Sei Sijenggi Kec,
Perbaungan, Kab Serdang Bedagai
Agama : Islam
E-mail : yudakurniawanlubis@gmail.com
No.Hp : 082165340674

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. MIS Al-wasliyah Sei Buluh	Tahun 2005-2011
2. MTS Al-Ikhlasiyah Sei Buluh	Tahun 2011-2014
3. SMK N 1 Lubuk Pakam	Tahun 2014-2017
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Tahun 2017-2023