

TUGAS AKHIR

ANALISA KEKUATAN ATAP TERHADAP PENGUJIAN MEKANIK KOMPOSIT DIPERKUAT SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

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

Disusun Oleh:

FAHRI AHMAD THAHIR
1607230042



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

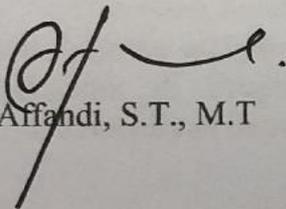
Nama : Fahri Ahmad Thahir
NPM : 1607230042
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Kekuatan Atap Terhadap Pengujian Mekanik
Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit
Bidang ilmu : Konstruksi dan Manufaktur

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, 27 Maret 2021

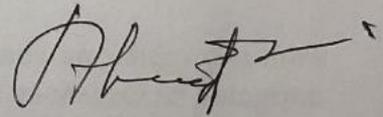
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji



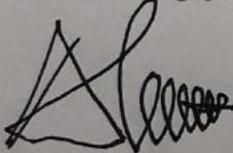
Affandi, S.T., M.T

Dosen Penguji



Ahmad Marabdi, S.T., M.T

Dosen Penguji



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Affandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Fahri Ahmad Thahir
Tempat /Tanggal Lahir : Lutkucak / 03 November 1998
NPM : 1607230042
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Analisa Kekuatan Atap Terhadap Pengujian Mekanik Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit”,

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, 27 Maret 2021

Saya yang menyatakan,



Fahri Ahmad Thahir

ABSTRAK

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. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dan mengetahui kekuatan tarik dan tekan bahan komposit berpenguat serat tandan kosong kelapa sawit menggunakan metode menuang kedalam cetakan. Serat tandan kelapa sawit digunakan sebagai serat penguat, ukuran diameter serat berkisar antara 0,1-0,8 mm dicampurkan kedalam resin *polyester* dengan pengujian tarik. Hasil kekuatan tarik spesimen dengan resin 80%, serat kelapa sawit 15%, dan katalis 5% memiliki kekuatan tarik rata-rata sebesar 60,27 Kgf/mm², lalu pengujian kekuatan tarik pada spesimen dengan resin 85%, serat kelapa sawit 10% dan katalis 5% memiliki kekuatan tarik rata-rata sebesar 69,11 Kgf/mm², dan pengujian kekuatan tarik pada spesimen dengan resin 90%, serat kelapa sawit 5% dan katalis 5% memiliki kekuatan tarik rata-rata sebesar 97,42 Kgf/mm². kekuatan tekan tertinggi pada pengujian ini berada pada komposisi 90%.

Kata Kunci : kelapa sawit, resin, atap, inovasi.

ABSTRACT

Roof tiles are the main part of a building to cover the roof of a house. In the past, roof tiles were made of clay that was molded and heated to dryness. The main function of tile is to withstand hot sunlight and rainwater. This study aims to obtain and determine the tensile and compressive strength of composite materials as reinforced with oil palm empty fruit bunches using the pouring method into the mold. Oil palm bunch fibers are used as reinforcing fibers, the size of the fiber diameter ranges from 0.1-0.8 mm mixed into polyester resin by tensile testing. The results of the tensile strength of the specimens with 80% resin, 15% palm fiber, and 5% catalyst have an average tensile strength of 60.27 Kgf / mm², then the tensile strength test on the specimens with 85% resin, 10% palm fiber and 5% catalyst has an average tensile strength of 69.11 Kgf / mm², and the tensile strength test on specimens with 90% resin, 5% palm fiber and 5% catalyst has an average tensile strength of 97.42 Kgf / mm² . The highest compressive strength in this test is at the composition of 90%.

Keywords: oil palm, composite, roof, innovation.

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 “Analisa Kekuatan Atap Terhadap Pengujian Mekanik Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit” 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 terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Sudirman Lubis, ST, MT selaku Dosen Pembimbing dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Affandi, S.T., M.T, selaku Dosen Penguji I sekaligus Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T, selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu teknik mesin kepada penulis.
6. Orang tua penulis: Wiranto dan Tuti Purwani, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Sahabat-sahabat penulis: Wahyu Priawan, Arie Pranata, Arimuddin, Galih Eka Dermawan dan lain-lain yang tidak mungkin disebutkan namanya satu per satu, penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada abangda Arya Rudi Nasution, S.T., M.T dan Abangda Abdul Gani Harahap S.T yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini, dan ucapan terima kasih terkhusus kepada kakak penulis Dessy Wiriani, STP., M.Si yang selalu memberikan semangat kepada penulis.

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 dan manufaktur teknik mesin.

Medan, 27 Maret 2021

Fahri Ahmad Thahir

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	3
1.3. Ruang lingkup	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Komposit	4
2.2. Klasifikasi Bahan Komposit	5
2.2.1. Faktor yang mempengaruhi kinerja komposit	9
2.2.2. Kelebihan dan kekurangan bahan komposit	11
2.3. Serat	11
2.3.1. Macam-macam serat	12
2.3.2. Serat sintetis dan serat alam	13
2.4. Serat Alam	14
2.4.1. Kelapa Sawit	15
2.5. Genteng / Atap	15
2.6. Uji Tarik	16
2.7. Pengujian Tekan Statik	18
BAB 3 METODOLOGI	19
3.1. Tempat dan Waktu	19
3.2. Alat dan Bahan	20
3.2.1. Alat	20
3.2.2. Bahan	25
3.3. Bagan Alir Penelitian	29
3.4. Prosedur Penelitian	30
3.5. Prosedur Pengujian	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Hasil Pembuatan Spesimen	32
4.1.1. Hasil pembuatan atap	34
4.2. Prosedur Pengujian	37
4.3. Hasil Pengujian	39

4.3.1 Hasil pengujian tarik spesimen 1	40
4.3.2 Hasil pengujian tarik spesimen 2	40
4.3.3 Hasil pengujian tarik spesimen 3	41
4.3.4 Hasil pengujian tarik spesimen 1	42
4.3.5 Hasil pengujian tarik spesimen 2	43
4.3.6 Hasil pengujian tarik spesimen 3	44
4.3.7 Hasil pengujian tarik spesimen 1	45
4.3.8 Hasil pengujian tarik spesimen 2	46
4.3.9 Hasil pengujian tarik spesimen 3	47
4.3.10 Data Hasil Pengujian	49
4.4 Pembahasan	49
4.4.1 Hasil Pengujian Tekan (<i>compress</i>)	53
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan material komposit	11
Tabel 3.1 Rencana Pelaksanaan Penelitian	19
Tabel 4.1 Komposisi Spesimen Uji Tarik	49
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Tarik	49
Tabel 4.3 Komposisi Spesimen Uji Tekan	53
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Tekan	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komposit Serpih	5
Gambar 2.2 Komposit Partikel	5
Gambar 2.3 <i>Laminat Composite</i>	6
Gambar 2.4 Komposit Serat	6
Gambar 2.5 <i>Continuous Fiber Composite</i>	7
Gambar 2.6 <i>Woven Fiber Composite</i>	7
Gambar 2.7 <i>Discontinuous Fiber Composite</i>	8
Gambar 2.8 <i>Chopped Fiber Composite</i>	8
Gambar 2.9 <i>Hybrid Composite</i>	9
Gambar 2.10 <i>Sandwich Structure Composite</i>	9
Gambar 2.11 Klasifikasi Jenis Serat Alam	14
Gambar 2.12 Mesin Uji Tarik (<i>Universal Testing Machine</i>)	16
Gambar 2.13 Spesimen Uji Tarik (ASTM E8/E8M – 13a)	17
Gambar 2.14 Kurva Tegangan-Regangan	18
Gambar 2.15 Uji Tekan	18
Gambar 3.1 Mesin Uji Tarik (<i>Universal Tensile Machine</i>)	20
Gambar 3.2 Mesin Uji Tekan (<i>Compress</i>)	20
Gambar 3.3 Cetakan Spesimen Uji Tarik	21
Gambar 3.4 Pipa Besi	21
Gambar 3.5 Gelas Ukur	22
Gambar 3.6 Timbangan Digital	22
Gambar 3.7 Gunting	23
Gambar 3.8 Pengaduk	23
Gambar 3.9 Sarung Tangan Karet	24
Gambar 3.10 Kuas	24
Gambar 3.11 Saringan (<i>Filter</i>)	25
Gambar 3.12 <i>Mirror Glaze</i>	25
Gambar 3.13 Resin	26
Gambar 3.14 Katalis	26
Gambar 3.15 Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit	27
Gambar 3.16 Serat <i>Fiberglass</i>	27
Gambar 3.17 <i>Aerosil</i>	28
Gambar 3.18 <i>Talk</i>	28
Gambar 3.19 Bagan Alir Penelitian	29
Gambar 4.1 Spesimen Uji Tarik	32
Gambar 4.2 Spesimen Uji Tekan	32
Gambar 4.3 Menimbang resin, katalis dan serat TKKS	33
Gambar 4.4 Proses pencampuran bahan	33
Gambar 4.5 Penuangan bahan kedalam cetakan	34
Gambar 4.6 Menyaring serbuk <i>talk</i> dan <i>aerosil</i>	34
Gambar 4.7 Memotong <i>fiber E-glass</i>	34
Gambar 4.8 Melapisi cetakan dengan <i>wax</i>	35
Gambar 4.9 Membuat adonan resin	35
Gambar 4.10 Melapisi cetakan dengan adonan	36
Gambar 4.11 Hasil pembuatan atap	36
Gambar 4.12 Mesin Uji Tarik dan Kelengkapannya	37

Gambar 4.13 Pc/Komputer	37
Gambar 4.14 Cekam (<i>Jig</i>)	38
Gambar 4.15 Mengikat Spesimen	38
Gambar 4.16 Pengujian Tarik	39
Gambar 4.17 Patahan Spesimen Hasil Pengujian Tarik	39
Gambar 4.18 hasil pengujian tarik spesimen 1	40
Gambar 4.19 hasil pengujian tarik spesimen 2	41
Gambar 4.20 hasil pengujian tarik spesimen 3	42
Gambar 4.21 hasil pengujian tarik spesimen 1	43
Gambar 4.22 hasil pengujian tarik spesimen 2	44
Gambar 4.23 hasil pengujian tarik spesimen 3	45
Gambar 4.24 hasil pengujian tarik spesimen 1	46
Gambar 4.25 hasil pengujian tarik spesimen 2	47
Gambar 4.26 hasil pengujian tarik spesimen 3	48
Gambar 4.27 Grafik Kekuatan Spesimen 80%	50
Gambar 4.28 Hasil Rata-rata Spesimen 80%	50
Gambar 4.29 Grafik Kekuatan Spesimen 85%	51
Gambar 4.30 Hasil rata-rata spesimen 85%	51
Gambar 4.31 Grafik Kekuatan Spesimen 90%	52
Gambar 4.32 Hasil rata-rata spesimen 90%	52
Gambar 4.33 Grafik pengujian tekan spesimen 80%	54
Gambar 4.34 Grafik pengujian tekan spesimen 85%	54
Gambar 4.35 Grafik pengujian tekan spesimen 90%	55

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
mm	Milimeter	
%	Persen	
mm ²	Milimeter Persegi	
σ	Tegangan	Kgf/mm ²
Kg	Kilogram	
N	Newton	
ε	Regangan	
E	Modulus Elastisitas	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan adanya berbagai inovasi yang dilakukan dalam bidang material, serat alam kembali dikembangkan. Hal ini dikarenakan serat alam memiliki kelebihan yaitu memiliki sifat fisik yang bagus, kandungannya melimpah di alam, ramah lingkungan, dan biaya produksi yang lebih rendah. Indonesia sebagai Negara dengan keanekaragaman hayati yang luas memiliki peluang yang besar untuk mengeksplorasi pemanfaatan bahan serat alam. Kelapa sawit (*Elaeisguineensis*) merupakan salah satu komoditi dengan produktivitas terbesar di Indonesia. Berdasarkan data dari kementerian pertanian, pada tahun 2015 tercatat produksi kelapa sawit sebesar 31,284,306.00 ton dengan produktivitas sebesar 3,679.00 Kg/Ha (K. P, 2017).

Industri kelapa sawit saat ini berkembang semakin pesat, sehingga menghasilkan limbah semakin meningkat, tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan salah satu hasil industri sawit yang kerap menjadi limbah, selain itu juga pelepah sawit, bungkil sawit, lumpur sawit (*sludge*) dan serabut sawit yang setiap tahunnya menghasilkan perhektar sebanyak $\pm 23,3$ ton limbah sawit (Umar, 2008). Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah padat yang dihasilkan pabrik atau industri pengolahan minyak kelapa sawit. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan kumpulan serat yang tertinggal setelah memisahkan buah dari tandan buah segar yang telah disterilkan (Shinoj, 2011).

Pemanfaatan TKKS untuk produk teknologi yang bermanfaat masih sangat terbatas, TKKS umumnya diolah secara tradisional untuk dijadikan pupuk kompos yang akan dimanfaatkan kembali menjadi pupuk pada perkebunan kelapa sawit tersebut. Serat kelapa sawit di ekstrak dari tandan kosong kelapa sawit dengan proses *retting*. Proses *retting* yang dapat dilakukan diantaranya adalah *mechanical retting* (ditempa), *chemical retting* (direbus dengan bahan kimia), *steam retting*, dan *water retting*. *Water retting* merupakan proses yang paling sering digunakan diantara proses lainnya (W. M, 2008).

Senyawa yang paling banyak terkandung dalam serat kelapa sawit adalah selulosa, lignin, hemiselulosa, dan holoselulosa. Holoselulosa dan hemiselulosa

memiliki struktur kimia yang sama dengan selulosa tetapi memiliki sifat yang sama dengan lignin. Selulosa berfungsi untuk membentuk pori pada komposit (S. V. 2010). Material komposit didefinisikan sebagai campuran antara dua atau lebih material yang menghasilkan sebuah material baru dengan sifat-sifat ataupun karakteristiknya yang masih didominasi oleh sifat-sifat material pembentuknya (Hashim. J, 2009). Komposit merupakan sejumlah sistem multi-fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dan penguat (Matthews dkk, 1993)

Pengujian yang dilakukan oleh (M Yani. 2016) dengan hasil pengujian *impact* terhadap kekuatan komposit *polymeric foam* diperkuat serat tandan kosong kelapa sawit pada pembebanan dinamik pada ketinggian uji 0,5 m, besar tegangan yang terjadi sebesar 226,68 kPa, rerata energi yang diserap yaitu 75,20 *Joule* dan pengujian dengan ketinggian 1 m, besar tegangan yang terjadi sebesar 261,43 kPa, rerata energi yang diserap yaitu 184,68 *Joule*. Dalam pengujian tekan yang telah dilakukan oleh (Ali dan Rusman, 2017) dengan bahan komposit diperkuat serat tandan kosong kelapa sawit menggunakan alat uji *servopulser* hasil yang telah diperoleh nilai rata-rata Tegangan $\sigma = 65,45 \text{ N/mm}^2$, Regangan $\epsilon = 0,073 \text{ mm}$, Modulus Elastisitas $E = 926,34 \text{ MPa}$.

Penelitian yang dilakukan (Widodo, 2008) menganalisa sifat mekanik komposit epoksi dengan penguat serat pohon aren (ijuk) model lamina acak (*random*). Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan kekuatan tarik komposit tertinggi sebesar $5,538 \text{ kgf/mm}^2$ pada fraksi *volume* berat ijuk 40% dan rata-rata kekuatan tarik tertinggi sebesar $5,128 \text{ kgf/mm}^2$. (Milawarni, 2012) membuat dan mengkarakterisasi genteng komposit polimer dari campuran resin polipropilen, aspal, pasir dan serat panjang sabut kelapa. Hasil maksimumnya diperoleh pada komposisi pasir : serat sabut kelapa 77:3 dengan nilai kekuatan tarik sebesar 5,2 MPa, kekuatan lentur sebesar 13,08 MPa, kekuatan impak sebesar 20 kJ/m^2 , kerapatan 1590 kg/m^3 , daya serap air 1,69%, waktu penyalaan sebesar 17,51 detik dan jarak bakar sebesar 0,012 m.

Dengan latar belakang ini, maka saya tertarik untuk mengadakan penelitian sebagai tugas sarjana dengan judul: “Analisa Kekuatan Atap Terhadap Pengujian Mekanik Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit”.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah, dapat di rumuskan masalahnya yaitu :

Bagaimana menganalisa kekuatan tarik dan tekan atap/genteng berbahan komposit menggunakan serat tandan kosong kelapa sawit.

1.3. Ruang Lingkup

Agar pembahasan tidak terjebak dalam pembahasan yang tidak perlu maka dibuat ruang lingkup yang meliputi :

1. Serat yang digunakan sebagai penguat dalam penelitian ini adalah tandan kosong kelapa sawit
2. Ukuran diameter serat TKKS yang dipakai berkisar antara 0,1 – 0,8 mm yang dicampurkan kedalam cairan *polyster resin* tak jenuh
3. Analisa kekuatan tarik dan tekan bahan komposit serat tandan kosong kelapa sawit menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)* dan *compress machine*.

1.4. Tujuan

1. Untuk memperoleh data kekuatan tarik dan tekan material komposit berpenguat serat tandan kosong kelapa sawit
2. Untuk mengetahui pengaruh yang diberikan oleh serat tandan kosong kelapa sawit pada produk atap berbahan komposit.

1.5. Manfaat

1. Memanfaatkan limbah serat tandan kosong kelapa sawit untuk menjadi suatu produk dengan bahan baku yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomis
2. Serat tandan kosong kelapa sawit dapat digunakan sebagai serat penguat pada berbagai material komposit.
3. Membuat alternatif baru pada penggunaan atap di daerah laut yang memiliki tingkat korosi yang tinggi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komposit

Komposit berasal dari kata kerja (*to compose*) yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit adalah penggabungan dari dua material atau lebih yang memiliki fasa yang berbeda menjadi satu material baru. Fasa yang pertama disebut sebagai matriks yang berfungsi sebagai pengikat dan fasa yang kedua disebut *reinforcement* yang berfungsi sebagai bahan penguat komposit. 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 (Mikell, 1996).

Material komposit terdiri dari dua bagian utama diantaranya, matriks dan Penguat (*reinforcement*). Material komposit ini menghasilkan sebuah material baru dengan sifat-sifat ataupun karakteristiknya yang masih didominasi oleh sifat-sifat material pembentuknya (Roozenburg, Seh et al., 1991). Penggabungan kedua fasa tersebut menghasilkan material yang dapat mendistribusikan beban yang diterima disepanjang penguat, sehingga material menjadi lebih tahan terhadap pengaruh beban tersebut. Penguat umumnya berbentuk serat, rajutan, serpihan, dan partikel yang dicampurkan kedalam fasa matriks, penguat merupakan fasa diskontinyu yang selalu lebih kuat dan kaku daripada matriks dan merupakan kemampuan utama material komposit dalam menahan beban (Ali dan Safrijal, 2017).

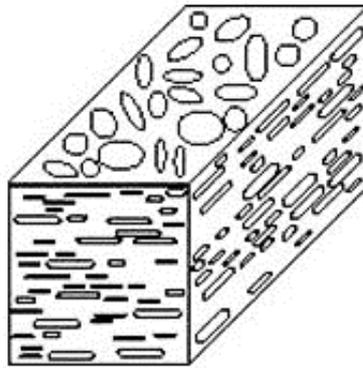
Material komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari pada logam, memiliki kekuatan bisa diatur yang tinggi (*taitorability*), memiliki kekuatan lelah (*fatigue*) yang baik, memiliki kekuatan jenis (*strength/weight*) dan kekakuan jenis (*modulus Young/density*) yang lebih tinggi daripada logam, tahan korosi, memiliki sifat *isolator* panas dan suara, serta dapat dijadikan sebagai penghambat listrik yang baik, dan dapat juga digunakan untuk menambal kerusakan akibat pembebanan dan korosi (Azwar, 2017).

2.2. Klasifikasi Bahan Komposit

Komposit dibedakan menjadi 4 kelompok menurut bentuk struktur dari penyusunnya (Schwartz, 1984), yaitu:

1. Komposit Serpih (*Flake Composite*)

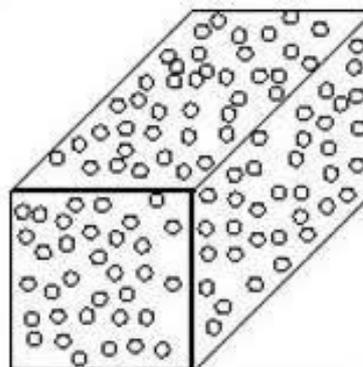
Komposit serpih adalah komposit dengan penambahan material berupa serpih kedalam matriksnya. Serpih dapat berupa serpihan mika, *glass* dan *metal* seperti yang terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Komposit serpih (Schwartz, 1984)

2. Komposit Partikel (*Particulate Composite*)

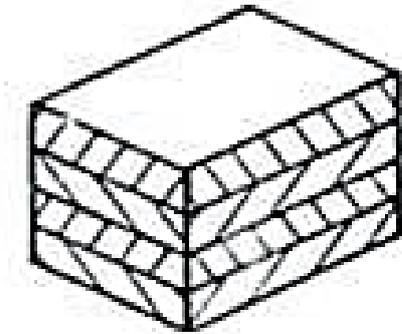
Komposit partikel adalah salah satu jenis komposit dimana dalam matriksnya ditambahkan material lain berupa serbuk/butir. Dalam komposit partikel material penambah terdistribusi secara acak atau kurang terkontrol dari pada komposit serpih, sebagai contoh adalah beton seperti yang terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Komposit partikel (Schwartz, 1984)

3. Komposit Laminat (*Laminat Composite*)

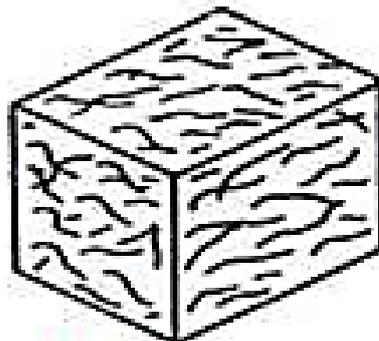
Laminat composite adalah komposit dengan susunan dua atau lebih *layer*, dimana masing-masing *layer* dapat berbeda-beda dalam hal material, dan orientasi penguatnya seperti yang terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Laminat composite* (Schwartz, 1984)

4. Komposit Serat (*Fiber Composite*)

Merupakan komposit yang hanya terdiri dari satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat. Serat yang digunakan dapat berupa serat sintetis dan serat alam. Serat disusun secara acak maupun orientasi tertentu bahkan dapat juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman seperti yang terlihat pada gambar 2.4.

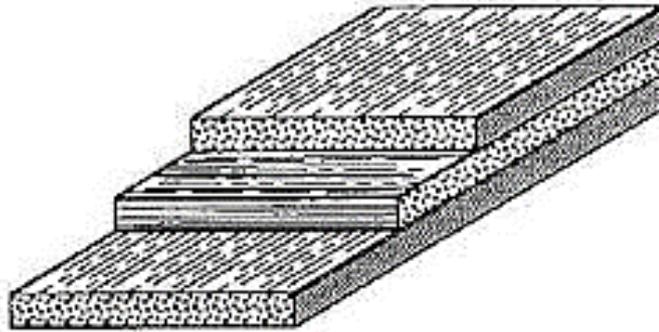


Gambar 2.4 Komposit serat (Schwartz, 1984)

Komposit berdasarkan penempatannya, menurut (Gibson, 1994) terdapat 4 jenis tipe serat pada komposit, yaitu :

1. *Continuous Fiber Composite*

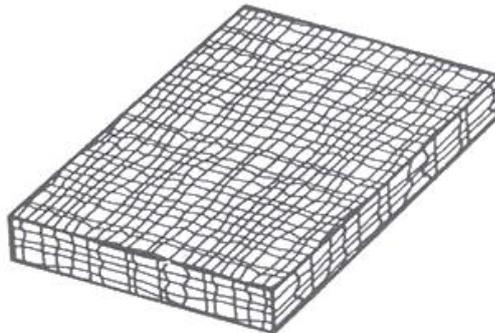
Tipe ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriksnya. Tipe ini mempunyai kelemahan pemisahan antar lapisan seperti yang terlihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Continuous fiber composite* (Gibson, 1994)

2. *Woven Fiber Composite (bi-directional)*

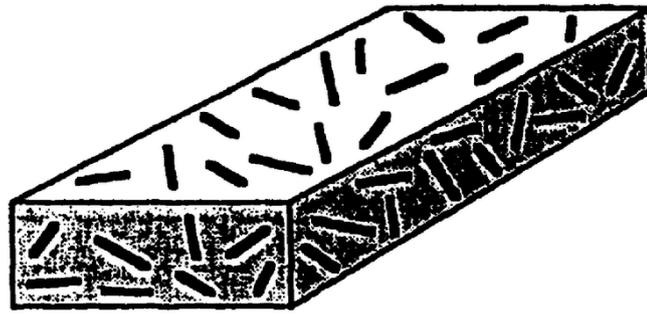
Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya mengikat antar lapisan. Susunan serat memanjang yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan melemah seperti yang terlihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Woven fiber composite* (Gibson, 1994)

3. *Discontinuous Fiber Composite*

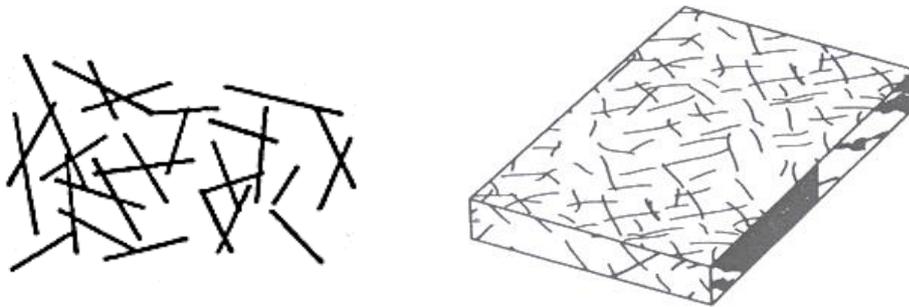
Discontinuous fiber composite adalah tipe komposit dengan serat pendek seperti yang terlihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 *Discontinuous fiber composite* (Gibson, 1994)

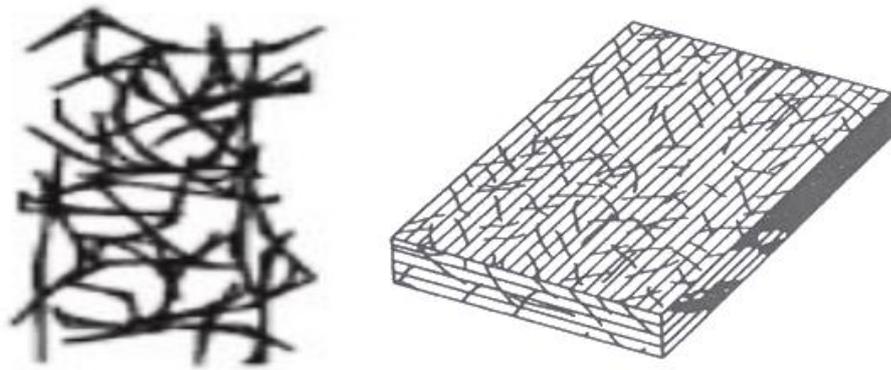
Discontinuous fiber composite merupakan tipe komposit dengan serat pendek. *Discontinuous fiber composite* dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

- a. *Chopped fiber composite* memiliki serat pendek secara acak tersebar dalam matrik. Komposit serat cincang (*chopped*) digunakan secara ekstensif dalam aplikasi *volume* tinggi karena biaya produksi yang rendah, tetapi sifat mekanik jauh lebih rendah dari pada *continuous fiber composite* seperti yang terlihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Chopped fiber composite* (Gibson, 1994)

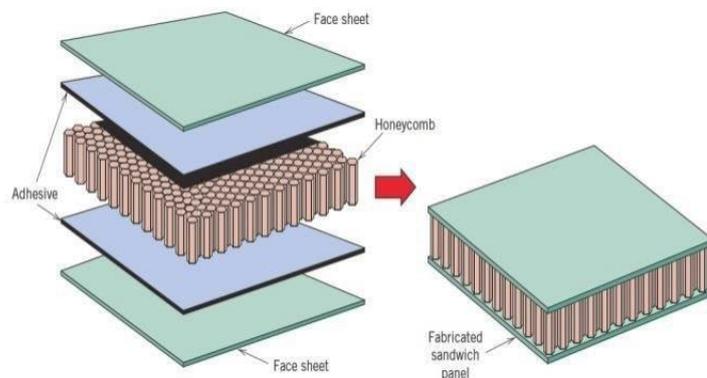
- b. *Hybrid composite* dapat terdiri dari campuran cincang serat dan serat berkesinambungan atau jenis serat campuran seperti kaca atau grafit seperti yang terlihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 *Hybrid composite* (Gibson, 1994)

4. *Sandwich structure composite*

Sandwich structure composite konfigurasi komposit lain yang umum adalah *sandwich structure* terdiri dari kekuatan tinggi, lembaran komposit terikat pada busa ringan atau inti. *Sandwich structure* memiliki kelenturan yang sangat tinggi, rasio kekakuan yang juga tinggi dan secara luas digunakan dalam struktur *aerospace* seperti yang terlihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 *Sandwich structure composite* (Gibson, 1994)

2.2.1. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja komposit

Faktor yang memengaruhi kinerja komposit berdasarkan faktor penguat penyusun maupun matriknya, antara lain:

a. Faktor serat

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

b. Letak serat

Penentu kekuatan mekanik komposit terletak pada letak dan arah serat dalam matrik yang akan memengaruhi kinerja suatu komposit.

c. Panjang serat

Serat pada pembuatan komposit serat matrik sangat berpengaruh terhadap kekuatan komposit tersebut. Penggunaan serat dalam campuran komposit, terdiri dari dua jenis yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat yang panjang lebih kuat dibanding serat yang pendek. Serat alam jika dibanding serat sintetis mempunyai panjang dan diameter yang tidak seragam pada setiap jenisnya. Oleh karena itu, panjang dan diameter serat sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit. Panjang serat berbanding diameter serat sering disebut dengan istilah *aspect ratio*. Serat panjang (*continuous fiber*) lebih efisien dalam peletakannya daripada serat pendek. Akan tetapi, serat pendek lebih mudah peletakannya dibanding serat panjang. Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat.

d. Faktor matriks

Fungsi matrik dalam komposit adalah pengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik sehingga matrik dan serat saling berhubungan.

e. Katalis

Katalis digunakan untuk membantu proses pengeringan (*curing*) pada bahan matrik suatu komposit. Penggunaan katalis yang berlebihan akan semakin mempercepat proses laju pengeringan tetapi akan menyebabkan bahan komposit yang dihasilkan semakin getas.

2.2.2. Kelebihan dan Kekurangan Bahan Komposit

Komponen material komposit mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan berbeda dibandingkan dengan komponen material logam, kekurangan dan kelebihan komponen dapat di lihat pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan material komposit (Robert L. Mott.,2004)

No.	KELEBIHAN	KEKURANGAN
1	Berat Berkurang	Biaya bertambah untuk bahan baku dan fabrikasi
2	Rasio antara kekuatan atau rasio kekakuan dengan berat tinggi	Sifat-sifat bidang melintang
3	Sifat-sifat yang mampu beradaptasi, kekuatan atau kekakuan dapat beradaptasi terhadap pengaturan beban.	Kekerasan rendah
4	Lebih tahan korosi	Matrik dapat menimbulkan degradasi lingkungan
5	Kehilangan sebagian sifat dasar material	Sulit dalam mengikat
6	Ongkos manufaktur rendah	Analisa sifat-sifat fisik dan mekanik untuk efisiensi damping tidak mencapai <i>consensus</i> .
7	Konduktivitas termal atau konduktivitas listrik meningkat atau menurun	

2.3. Serat

Serat berfungsi sebagai penguat dalam komposit. Serat dicirikan oleh modulus dan kekuatannya sangat tinggi, elongasi (daya rentang) yang baik, stabilitas panas yang baik, spinabilitas (kemampuan untuk diubah menjadi filament-filamen) dan sejumlah sifat-sifat lain yang bergantung pada pemakaian dalam tekstil, kawat, tali, kabel dan lain-lain (Steven Malcolm P, 2001).

Secara umum dapat dikatakan bahwa fungsi serat adalah sebagai penguat bahan untuk memperkuat komposit sehingga sifat mekaniknya lebih kaku, tangguh dan lebih kokoh dibandingkan dengan tanpa serat penguat, selain itu serat juga menghemat penggunaan resin. Kaku adalah kemampuan dari suatu bahan untuk menahan perubahan bentuk jika dibebani dengan gaya tertentu dalam daerah elastis (pada pengujian *tensile*), tangguh adalah bila pemberian gaya atau beban yang menyebabkan bahan-bahan tersebut menjadi patah (pada pengujian *3 point*

bending) dan kokoh adalah kondisi yang diperoleh akibat benturan atau pukulan serta proses kerja yang mengubah struktur komposit menjadi keras (pada pengujian *impact*). Beberapa syarat untuk dapat memperkuat matrik antara lain (Bukit N, 1988) :

- a. Mempunyai modulus elastisitas yang tinggi
- b. Mempunyai kekuatan lentur yang tinggi
- c. Perbedaan kekuatan diameter serat harus relatif sama
- d. Mampu menerima perubahan gaya dari matrik dan mampu menerima gaya yang bekerja padanya

2.3.1. Macam-macam Serat

Serat atau fiber merupakan filamen dari bahan *reinforcing*. Penampangnya dapat berbentuk bulat, segitiga, atau hexagonal. Diameter dariserat bervariasi tergantung dari bahannya. Jenis fiber ada yang alami (hewan, tumbuhan dan mineral) dan ada yang sintetis (buatan manusia dari bahan polimer atau keramik) dan logam. Berikut ini adalah bahan serat yang sering digunakan (Tamaela, 2016) :

1. Serat gelas

Bahan penguat yang paling sering digunakan adalah serat *glass*. Serat *glass* memiliki kekuatan tarik yang tinggi., kekuatan terhadap *bending*, modulus elastisitas tinggi, sifat *isolator* yang baik dan mempunyai sifat anti korosi.

2. Karbon

Karbon dapat dibuat menjadi serat dengan modulus elastisitas yang tinggi. Sifat-sifat dari serat karbon antara lain : kekakuan dan kekuatan yang tinggi, ringan, kerapatan dan koefisien dilatasi rendah. Serat ini banyak digunakan di bidang konstruksi dan pesawat terbang.

3. Kevlar 49

Kevlar 49 digunakan sebagai bahan serat untuk polimer. Kevlar 49 ini memiliki beberapa sifat, antara lain : ringan, kekakuan tinggi, kerapatannya rendah, dan memberikan kekuatan spesifik terbesar untuk

semua fiber yang ada. Kevlar 49 digunakan pada industri *aerospace*, *marine*, dan otomotif.

4. Boron

Serat boron terbuat dari silika berlapis grafit atau filamen karbon. Serat ini mempunyai modulus elastisitas yang sangat tinggi, harga yang mahal, dan membutuhkan peralatan untuk menempatkan serat dalam matrik dengan ketepatan (presisi) yang tinggi. Penggunaannya dibatasi pada komponen peralatan industri pesawat terbang (*aerospace*).

5. Keramik

Serat keramik dapat terbuat dari bahan yang berdasar *oxide*, *carbide*, dan *nitride*. Serat ini diproduksi dalam bentuk kontinyu atau tidak kontinyu. Perkembangan dari serat ini dimulai karena kebutuhan akan bahan komposit yang dapat digunakan pada suhu tinggi terutama untuk kebutuhan industri pesawat luar angkasa. Karbida silikon (SiC) dan oksida aluminium (Al_2O_3) merupakan serat utama yang sering dijumpai pada keramik. Kedua bahan ini mempunyai modulus elastisitas yang tinggi dan dapat digunakan untuk menguatkan logam-logam dengan kerapatan dan modulus elastisitas yang rendah seperti aluminium dan magnesium.

6. Logam

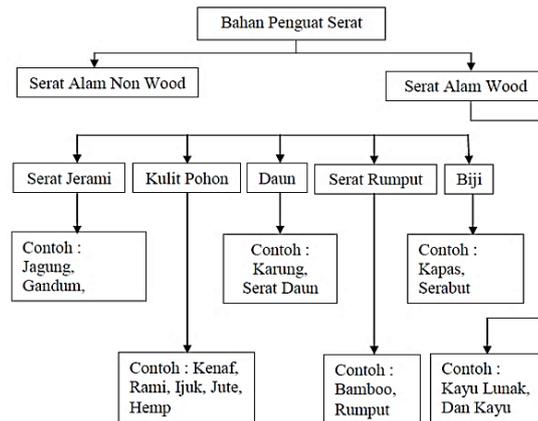
Filamen baja (kontinyu atau tidak kontinyu) sering digunakan sebagai fiber dalam plastik.

2.3.2. Serat Sintetis dan Serat Alam

Serat sintetis dan serat alam banyak klasifikasinya. Serat alam yang sering digunakan adalah serat pisang, kapas, wol, serat nanas, serat rami, serat ijuk dan serat sabut kelapa, sedangkan serat sintetis diantaranya nilon, gelas, akril dan rayon. Serat alam adalah serat yang banyak diperoleh di alam sekitar, yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti serat batang pisang, bambu, rosella, nanas, kelapa, ijuk dan lain-lain.

Saat ini, serat alam mulai mendapatkan perhatian serius dari para ahli material komposit, karena Serat alam memiliki kekuatan spesifik yang tinggi,

karena serat alami memiliki massa jenis yang rendah dan juga serat alam mudah diperoleh dan merupakan sumber daya alam yang dapat diolah kembali, harga relatif murah, dan tidak beracun. Serat alam ijuk, sabut kelapa, sisal, jerami, nanas dan lain-lain merupakan hasil alam yang banyak tumbuh di Indonesia. Berikut adalah skema klasifikasi jenis serat alam di tunjukkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Klasifikasi jenis serat alam (Loan, 2006)

2.4. Serat Alam

Serat alam adalah serat yang berasal dari alam seperti serat ijuk, serat nenas, serat kelapa, dan lain-lain. Menurut (Chandrabakty, 2011) terdapat beberapa alasan menggunakan serat alam sebagai penguat komposit sebagai berikut :

- a. Lebih ramah lingkungan dan *biodegradable* dibandingkan dengan serat sintetis
- b. Berat jenis serat alam lebih kecil
- c. Memiliki rasio berat-modulus lebih baik dari serat *E-glass*
- d. Komposit serat alam memiliki daya redam akustik yang lebih tinggi dibandingkan komposit serat *E-glass* dan serat karbon
- e. Serat alam lebih ekonomis dari serat *glass* dan karbon

2.4.1. Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan tumbuhan industri yang minyak dan buahnya dapat dimanfaatkan sebagai minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar. Dengan klasifikasi tumbuhan berpembuluh, menghasilkan biji, jenis

tumbuhan berbunga, berkeping satu (*monokotil*) dan termasuk dalam suku pinang-pinangan.

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) adalah limbah hasil pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO) di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dengan jumlah yang cukup banyak, yaitu mencapai 1,9 juta ton berat kering per tahun atau setara dengan sekitar 4 juta ton berat basah per tahun. Khususnya daerah Sumatera Utara sendiri di PT. Perkebunan Nusantara III (PTPN-III) menghasilkan TKKS hingga mencapai 1350 ton basah perhari (Umar, S, 2008). Material komposit didefinisikan sebagai campuran antara dua atau lebih material yang menghasilkan sebuah material baru dengan sifat-sifat ataupun karakteristiknya yang masih didominasi oleh sifat-sifat material pembentuknya (Hashim, J, 2003).

Tandan kosong kelapa sawit adalah salah satu produk sampingan berupa padatan dari industri pengolahan kelapa sawit. Secara fisik tandan kosong kelapa sawit terdiri dari berbagai macam serat dengan komposisi antara lain *sellulosa* sekitar 45,95%, *hemisellulosa* sekitar 16,49% dan lignin sekitar 22,84% (Darnoko, 1992).

2.5. Genteng / Atap

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 (Adriana, 2014). Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, saat ini telah banyak digunakan bahan tambahan lain dalam pembuatan genteng, seperti bahan-bahan limbah. Limbah diartikan sebagai suatu substansi yang didapatkan selama pembuatan sesuatu, barang sisa atau sesuatu yang tidak berguna dan umumnya dibuang karena bukan merupakan tujuan produksi yang diinginkan (Pramono, 2012)

Kebutuhan masyarakat akan adanya rumah hunian terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Dengan peningkatan pembangunan rumah maka permintaan genteng untuk atap rumah juga semakin meningkat. Perkembangan

teknologi juga telah diterapkan pada bahan pembuatan genteng, yang dulunya hanya terbuat dari tanah liat sekarang sudah terbuat dari keramik, *metal*, beton dan polimer. Pemakaian genteng polimer pada saat sekarang ini sedang berkembang karena memiliki beberapa keunggulan antara lain sangat fleksibel dan ringan serta mudah dipasang. Penggunaan genteng polimer yang ringan diharapkan bisa membuat hunian tahan gempa mengingat bahwa Indonesia merupakan negara yang termasuk wilayah yang beresiko tinggi mengalami fenomena gempa bumi.

2.6. Uji Tarik

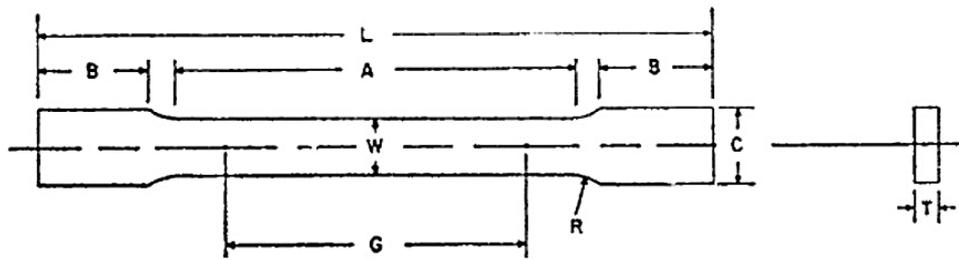
Uji tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (*grip*) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiff*) Pada uji tarik, benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji (Davis, Troxell, dan Wiskocil, 1955) mesin uji tarik dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Mesin Uji Tarik (*Universal Testing Machine*)

Salah satu sifat mekanik yang sangat penting dan dominan dalam suatu perancangan konstruksi dan proses manufaktur adalah kekuatan tarik. Kekuatan tarik suatu bahan di dapat dari hasil uji tarik *tensile test* yang dilaksanakan berdasarkan standar pengujian yang telah baku seperti ASTM E8/E8M – 13a dapat dilihat pada gambar 2.13.

 **E8/E8M – 13a**



Gambar 2.13 Spesimen Uji Tarik (ASTM E8/E8M – 13a)

Gaya atau beban yang digunakan untuk menarik suatu spesimen hingga putus disebut gaya maksimum. Jika beban maksimum ini dibagi dengan penampang asal, maka akan diperoleh kekuatan tarik material persatuan luas. Kekuatan tarik mempunyai rumus sebagai berikut :

1. Tegangan Tarik

$$\sigma = \frac{f}{A_0} \quad (2.1)$$

2. Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (2.2)$$

3. Modulus Elastisitas (E)

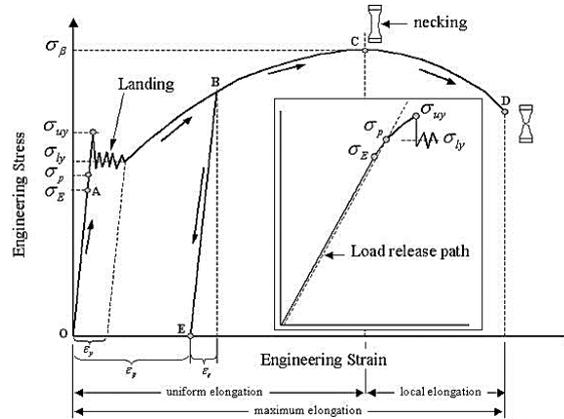
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.3)$$

4. Keuletan (*Elongation*)

$$e_f = \frac{L_f - L_0}{L_0} \quad (2.4)$$

Hubungan antara tegangan dan regangan yang ditampilkan material tertentu dikenal sebagai kurva tegangan-regangan material tersebut. Ini unik untuk setiap bahan dan ditemukan dengan mencatat jumlah deformasi (regangan) pada interval yang berbeda dari berbagai pembebanan (tegangan). Kurva ini mengungkapkan banyak sifat material. Secara umum, kurva yang mewakili hubungan antara tegangan dan regangan dalam segala bentuk deformasi dapat dianggap sebagai kurva tegangan-regangan. Stress dan regangan bisa normal, geser, atau campuran, juga bisa uniaksial, biaksial, atau multialaksi, bahkan berubah seiring waktu. Bentuk deformasi dapat berupa kompresi, peregangan, torsi, rotasi, dan sebagainya.

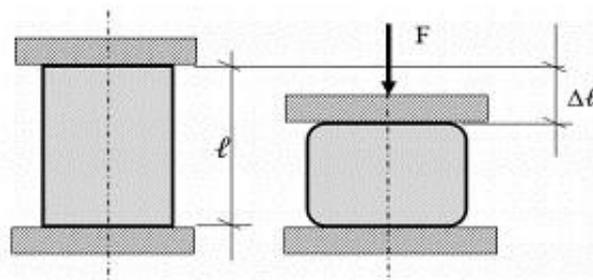
Jika tidak disebutkan sebaliknya, kurva tegangan-regangan mengacu pada hubungan antara tegangan normal aksial dan regangan normal aksial material yang diukur dalam uji tegangan dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Kurva Tegangan-Regangan (Beumer, 1985)

2.7. Pengujian Tekan Statik (*Compress*)

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 dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Uji Tekan (Notario, Pinto and Rodríguez Pérez, 2015)

BAB 3 METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

a. Tempat

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

b. Waktu

Proses pelaksanaan penelitian ini dilakukan selama 6 bulan.

Tabel 3.1 Rencana Pelaksanaan Penelitian

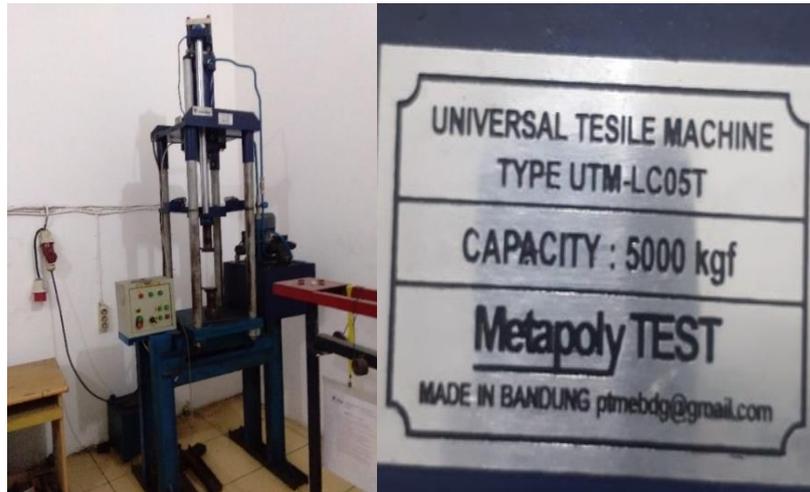
No.	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi Literatur	■	■	■			
2	Survei Alat dan Bahan		■	■	■		
3	Pembuatan Spesimen Uji			■	■	■	
4	Pembuatan Atap Komposit				■	■	■
5	Pengujian Tarik dan Tekan Spesimen Komposit					■	■
6	Pengumpulan dan Analisis Data						■
7	Penyelesaian / Penulisan Skripsi						■
8	Seminar Hasil						■
9	Sidang						■

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

1. Mesin Uji Tarik (*Universal Tensile Machine*)

Mesin uji tarik pada penelitian ini digunakan sebagai alat yang akan menguji kekuatan spesimen komposit dengan cara ditarik, alat ini memiliki spesifikasi *capacity 5000 Kgf (MAX), force resolution 1/1000, speed 0,3 – 300mm/min, space 550mm, dimension 115x65x220cm, weight 800Kg, power 220VAC, stroke 1000mm* seperti yang terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Mesin Uji Tarik (*Universal Tensile Machine*)

2. Mesin Uji Tekan (*Compress*)

Alat ini digunakan sebagai alat untuk mengukur kuat tekan yang terjadi pada proses pembuatan spesimen komposit dengan serat penguat tandan kosong kelapa sawit seperti yang terlihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Mesin uji tekan (*Compress*)

3. Cetakan Spesimen Uji Tarik

Alat ini digunakan untuk membuat spesimen pengujian tarik, cetakan ini memiliki ukuran sesuai dengan ASTM E8/E8M – 13a seperti yang terlihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Cetakan Spesimen Uji Tarik

4. Pipa Besi

Pipa ini digunakan sebagai alat untuk membuat cetakan spesimen pengujian tekan / *compress* dengan diameter $\frac{1}{2}$ inchi dengan tinggi 30 mm seperti yang terlihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Pipa besi

5. Gelas Ukur

Gelas ini digunakan sebagai alat ukur untuk mengukur persentase perbandingan antara resin, katalis dan serat tandan kosong kelapa sawit seperti yang terlihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Gelas Ukur

6. Timbangan Digital

Alat ini digunakan sebagai alat ukur untuk mengukur berat serat dan resin yang akan digunakan sebagai bahan pada penelitian ini seperti yang terlihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Timbangan Digital

7. Gunting

Gunting digunakan sebagai alat potong untuk memotong serat tandan kosong kelapa sawit seperti yang terlihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Gunting

8. Pengaduk

Alat ini digunakan sebagai pengaduk untuk meratakan campuran antara resin, katalis dan serat tandan kosong kelapa sawit yang digunakan sebagai bahan pada penelitian seperti yang terlihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Pengaduk

9. Sarung Tangan Karet

Sarung tangan digunakan sebagai alat pelindung yang melindungi tangan dari kontak langsung dengan cairan resin dan katalis seperti yang terlihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Sarung Tangan Karet

10. Kuas

Kuas ini digunakan sebagai alat untuk menempelkan *wax* atau anti lengket pada permukaan cetakan seperti yang terlihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Kuas

11. Saringan (*Filter*)

Alat ini digunakan sebagai ayakan atau penyaring *aerosil* dan *talk* untuk mendapatkan butiran halus yang akan digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan cetakan atap berbahan komposit seperti yang terlihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Saringan (*filter*)

12. *Mirror Glaze*

Wax ini sepiintas mirip mentega / keju ketika masih di dalam wadahnya. Berfungsi sebagai pelicin pada tahap pencetakan agar resin tidak menempel pada cetakan seperti yang terlihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 *Mirror Glaze*

3.2.2. Bahan

13. Resin

Resin digunakan sebagai pengikat serat pada pada pembuatan atap berbahan komposit serat tandan kosong kelapa sawit seperti yang terlihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Resin

14. Katalis (*Hardener*)

Cairan ini bisa dibilang pendamping setia resin, cairan ini biasanya berwarna bening dan berbau agak sengak. Cairan ini berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan adonan fiber, semakin banyak katalis maka akan semakin cepat adona nmengeras akan tetapi hasilnya kurang bagus seperti yang terlihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Katalis (*Hardener*)

15. Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Serat ini digunakan sebagai penguat pada matrik komposit dengan ukuran diameter berkisar antara 0,1 – 0,8 mm seperti yang terlihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

16. Serat *Fiberglass*

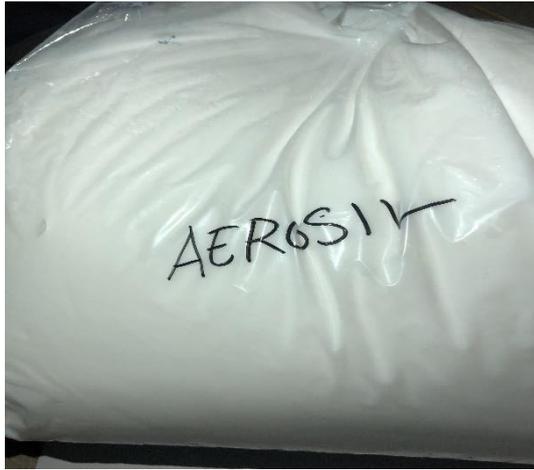
Bahan ini digunakan sebagai serat penguat pada pembuatan cetakan atap berbahan komposit seperti yang terlihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Serat *Fiberglass*

17. *Aerosil*

Bahan ini digunakan sebagai *filler* pada pembuatan cetakan yang bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanik pada pembuatan atap berbahan komposit dilakukan dengan proses *hand lay-up*, yaitu dengan cara mencampurkan *matrix*, *aerosol*, dan katalis yang kemudian dituangkan kedalam cetakan spesimen seperti yang terlihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 Aerosil

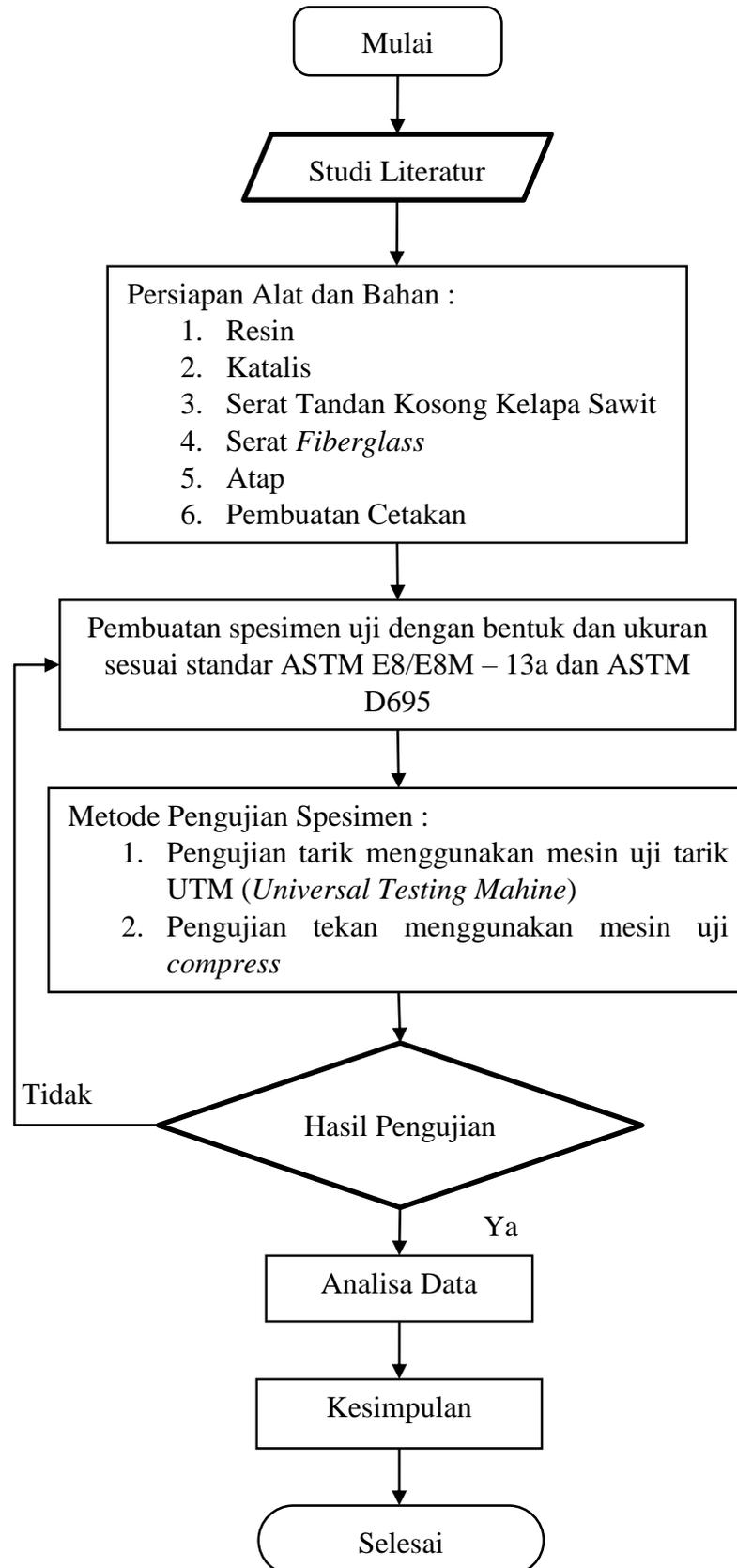
18. *Talk*

Bahan ini berbentuk bubuk berwarna putih yang menyerupai tepung sagu. Bahan ini memiliki fungsi agar *fiberglass* menjadi keras namun juga lentur seperti yang terlihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18 Talk

3.3. Bagan Aliran Penelitian



Gambar 3.19 Bagan Alir Penelitian

3.4. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan bahan yang akan digunakan untuk membuat cetakan atap berbahan komposit seperti resin, katalis, *talk*, *aerosol*, *fiberglass*, serat tandan kosong kelapa sawit, timbangan digital, *wax*, kuas dan lain-lain
2. Menimbang berat resin, katalis, *aerosil*, *fiberglass* untuk mendapatkan perbandingan yang diinginkan
3. Mencampur resin dengan *aerosil*, dan *talk* dengan perbandingan resin 40%, *talk* 40%, *aerosil* 10%, dan katalis 10% dan *pigmen* sebagai pewarna resin
4. Melapisi seluruh permukaan atap yang akan dibuat sebagai cetakan dengan bahan yang telah dibuat menggunakan kuas
5. Melapisi seluruh permukaan atap menggunakan *fiberglass* sebagai bahan penguat cetakan
6. Melakukan pelapisan kembali dengan langkah-langkah tersebut sampai mendapatkan ketebalan cetakan setebal 3-5 mm
7. Membuat sampel pertama bahan atap sebagai bahan pengujian tarik dan tekan dengan perbandingan resin 90%, serat tandan kosong kelapa sawit 5%, dan katalis 5%
8. Membuat sampel kedua bahan atap sebagai bahan pengujian tarik dan tekan dengan perbandingan resin 85%, serat tandan kosong kelapa sawit 10%, dan katalis 5%
9. Membuat sampel ketiga bahan atap sebagai bahan pengujian tarik dan tekan dengan perbandingan resin 80%, serat tandan kosong kelapa sawit 15%, dan katalis 5%
10. Selesai.

3.5. Prosedur Pengujian

1. Mempersiapkan mesin uji tarik (UTM) dan kelengkapannya, mesin uji tarik yang digunakan pada penelitian ini memiliki kapasitas 5000 Kgf
2. Mempersiapkan PC/Komputer yang akan digunakan untuk mendapatkan data hasil pegujian dari pengujian tarik
3. Mempersiapkan spesimen komposit yang akan diuji dengan ukuran dan standar merujuk pada ASTM E8
4. Mempersiapkan cekam (*Jig*) sebagai alat untuk mengikat spesimen
5. Mengikat spesimen komposit pada cekam yang ada pada mesin uji tarik
6. Melakukan pengujian tarik sebanyak sembilan pengujian terhadap spesimen komposit dengan jumlah perbandingan yang berbeda menggunakan mesin uji tarik (*Universal Tensile Material*)
7. Melakukan pengujian tekan terhadap spesimen komposit untuk mengukur kuat tekan spesimen yang akan dijadikan atap berbahan komposit.
8. Menyatukan patahan spesimen yang telah dilakukan pengujian tarik untuk mengukur perubahan panjang yang terjadi
9. Menganalisa data yang telah didapatkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan
10. Selesai.

BAB 4 **HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Pembuatan Spesimen

1. Mempersiapkan spesimen komposit untuk pengujian tarik dengan standar ukuran dan bentuk menurut ASTM E8 dan memiliki ukuran panjang 200 mm, lebar 10 mm, dan tebal 6 mm seperti yang terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Spesimen Uji Tarik

2. Mempersiapkan spesimen komposit untuk pengujian tekan memiliki ukuran diameter 16 mm dan tinggi 30 mm dengan bentuk silindris seperti yang terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Spesimen uji tekan

3. Menimbang resin, katalis dan serat tandan kosong kelapa sawit sebagai acuan perbandingan berat resin, katalis, dan serat tandan kosong kelapa sawit seperti yang terlihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Menimbang resin, katalis dan serat TKKS

4. Mencampurkan bahan-bahan resin, serat tandan kosong kelapa sawit, dan katalis yang telah di timbang kedalam satu wadah seperti yang terlihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Proses pencampuran bahan

5. Menuangkan bahan yang telah tercampur kedalam cetakan yang akan digunakan sebagai bentuk bahan uji tarik dan tekan seperti yang terlihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Penuangan bahan ke dalam cetakan

4.1.1. Hasil Pembuatan Atap

1. Menyaring *talk* dan *aerosil* menggunakan saringan untuk mendapatkan serbuk halus untuk memudahkan pada saat pencampuran bahan seperti yang terlihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Menyaring serbuk *talk* dan *aerosil*

2. Memotong *fiber E-glass* sebagai pondasi cetakan agar mudah dilepaskan seperti yang terlihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Memotong *fiber E-glass*

- Melapisi cetakan dengan *wax / mirror glaze* dimaksudkan agar adonan resin tidak menempel pada cetakan seperti yang terlihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Melapisi cetakan dengan *wax*

- Membuat adonan resin dengan mencampur semua bahan seperti resin, *talk*, *aerosil*, katalis dan pigmen seperti yang terlihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Membuat adonan resin

- Melapisi cetakan dengan adonan resin yang telah dibuat hingga merata keseluruh permukaan cetakan seperti yang terlihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Melapisi cetakan dengan adonan

6. Hasil pembuatan atap menggunakan resin, serat tkks seperti yang terlihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Hasil pembuatan atap

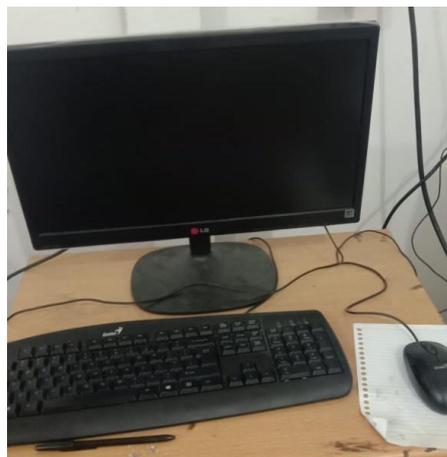
4.2. Prosedur Pengujian

1. Mempersiapkan mesin uji tarik dan kelengkapannya seperti yang terlihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Mesin Uji Tarik dan Kelengkapannya

2. Mempersiapkan PC/Komputer yang akan digunakan untuk mendapatkan data hasil pengujian dari pengujian tarik seperti yang terlihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Pc/Komputer

3. Mempersiapkan cekam (*Jig*) sebagai alat untuk mengikat spesimen seperti yang terlihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 Cekam (*Jig*)

4. Mengikat spesimen pada cekam yang ada pada mesin uji tarik seperti yang terlihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Mengikat Spesimen

5. Melakukan pengujian tarik terhadap spesimen komposit menggunakan mesin uji tarik (*Uniersal Testing Material*) seperti yang terlihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Pengujian Tarik

- Menyatukan patahan spesimen yang telah dilakukan pengujian tarik untuk mengukur perubahan panjang yang terjadi seperti yang terlihat pada gambar 4.17.



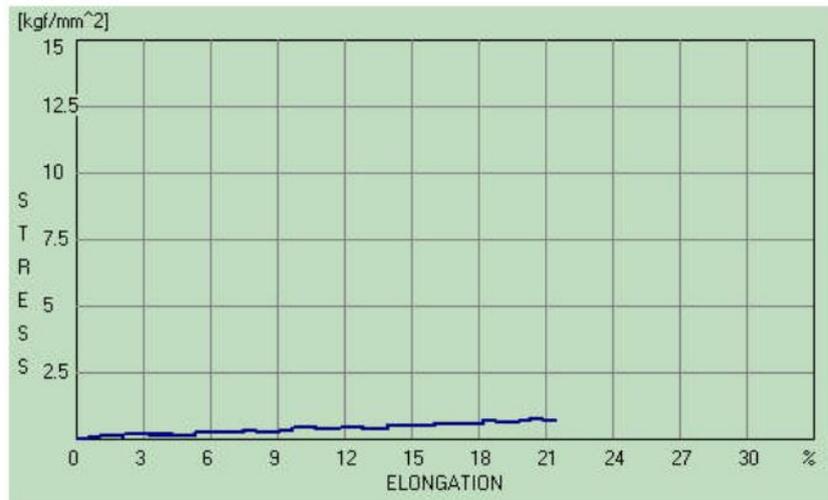
Gambar 4.17 Patahan Spesimen Hasil Pengujian Tarik

4.3. Hasil Pengujian

Pada bab ini ditampilkan pengolahan data hasil penelitian yang akan dibahas sesuai dengan data yang di peroleh. Data yang akan ditampilkan meliputi data hasil pengujian spesimen yang akan diuji menggunakan mesin uji tarik dan terdiri dari 9 spesimen dengan perbandingan jumlah dan berat serat, resin dan katalis yang berbeda.

4.3.1. Hasil Pengujian Tarik Spesimen 1

Hasil pada gambar 4.18 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 1 dengan menggunakan perbandingan resin 80%, serat tandan kosong kelapa sawit 15% dan katalis 5%, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength* sebesar 0,19 Kgf/mm², *tensile strength* 0,79 Kgf/mm², *elongation* sebesar 21,43 %.



Gambar 4.18 hasil pengujian tarik spesimen 1

Gambar 4.18 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

- a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13\text{mm} \times 6\text{mm} = 78\text{mm}^2$$

- b. *Stress*

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{61,60\text{Kgf}}{78\text{mm}^2} = 0,79\text{Kgf} / \text{mm}^2$$

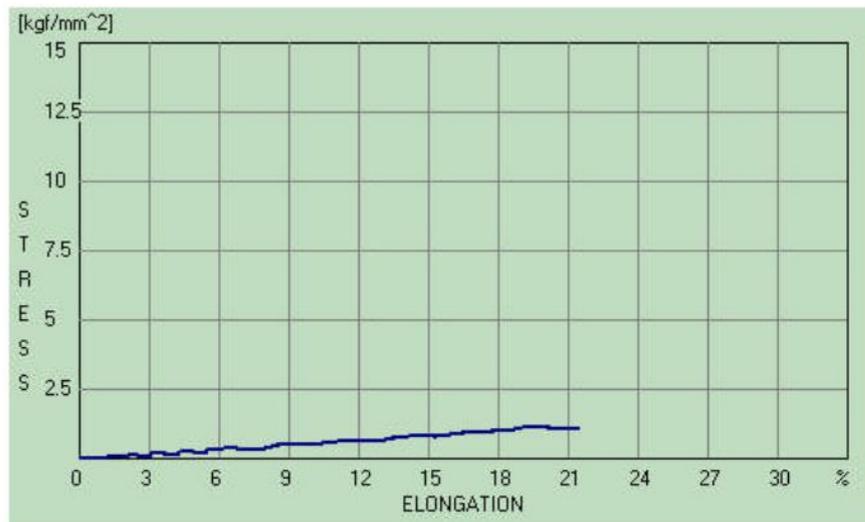
- c. *Strain*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1,3}{90} = 0,014\text{mm}$$

4.3.2. Hasil Pengujian Tarik Spesimen 2

Hasil pada gambar 4.19 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 2 dengan menggunakan perbandingan resin 80%, serat tandan kosong kelapa sawit 15% dan katalis 5%, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength*

sebesar 0,19 Kgf/mm², *tensile strength* 1,15 Kgf/mm², *elongation* sebesar 21,43 %.



Gambar 4.19 hasil pengujian tarik spesimen 2

Gambar 4.19 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

- a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13mm \times 6mm = 78mm^2$$

- b. *Stress*

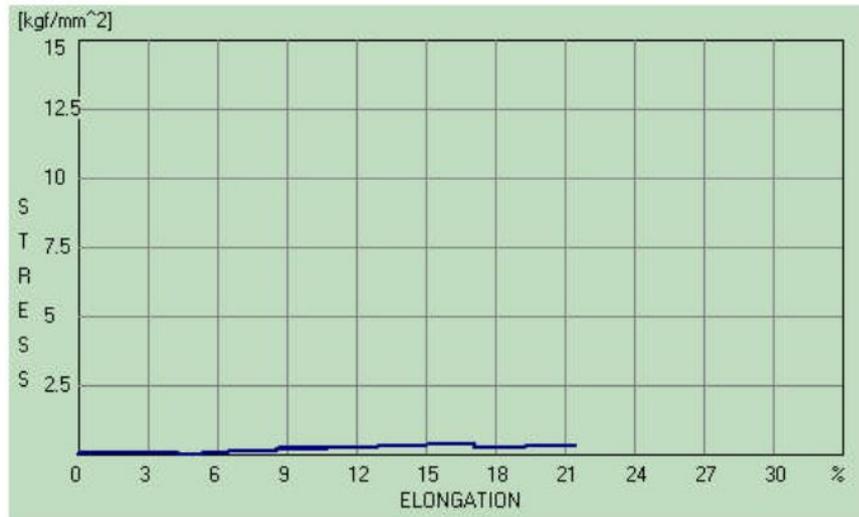
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{89,46Kgf}{78mm^2} = 1,15Kgf / mm^2$$

- c. *Strain*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1,3}{90} = 0,014mm$$

4.3.3. Hasil Pengujian Tarik Spesimen 3

Hasil pada gambar 4.20 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 3 dengan menggunakan perbandingan resin 80%, serat tandan kosong kelapa sawit 15% dan katalis 5%, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength* sebesar 0,19 Kgf/mm², *tensile strength* 0,38 Kgf/mm², *elongation* sebesar 21,43 %.



Gambar 4.20 hasil pengujian tarik spesimen 3

Gambar 4.20 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

- a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13\text{mm} \times 6\text{mm} = 78\text{mm}^2$$

- b. *Stress*

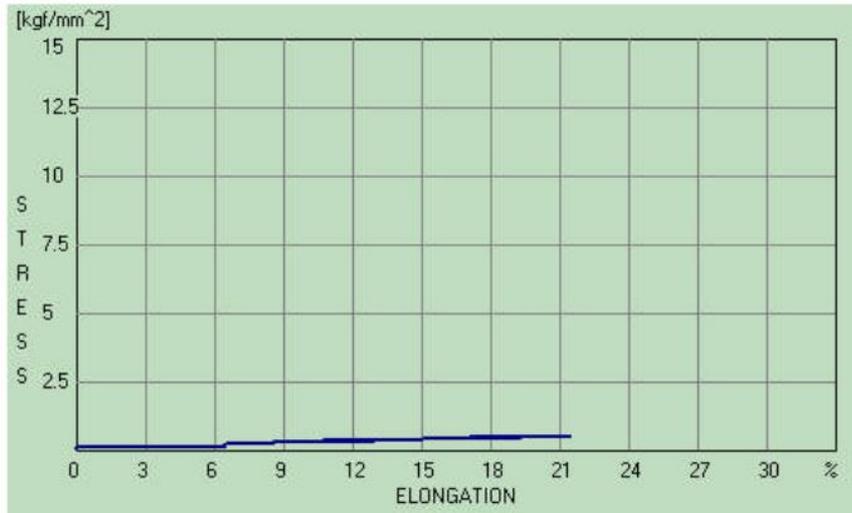
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{29,76\text{Kgf}}{78\text{mm}^2} = 0,38\text{Kgf} / \text{mm}^2$$

- c. *Strain*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1,3}{90} = 0,014\text{mm}$$

4.3.4. Hasil Pengujian Tarik Spesimen 1

Hasil pada gambar 4.21 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 1 dengan menggunakan perbandingan resin 85%, serat tandan kosong kelapa sawit 10% dan katalis 5%, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength* sebesar 0,19 Kgf/mm², *tensile strength* 0,57 Kgf/mm², *elongation* sebesar 21,43 %.



Gambar 4.21 hasil pengujian tarik spesimen 1

Gambar 4.21 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

- a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13mm \times 6mm = 78mm^2$$

- b. *Stress*

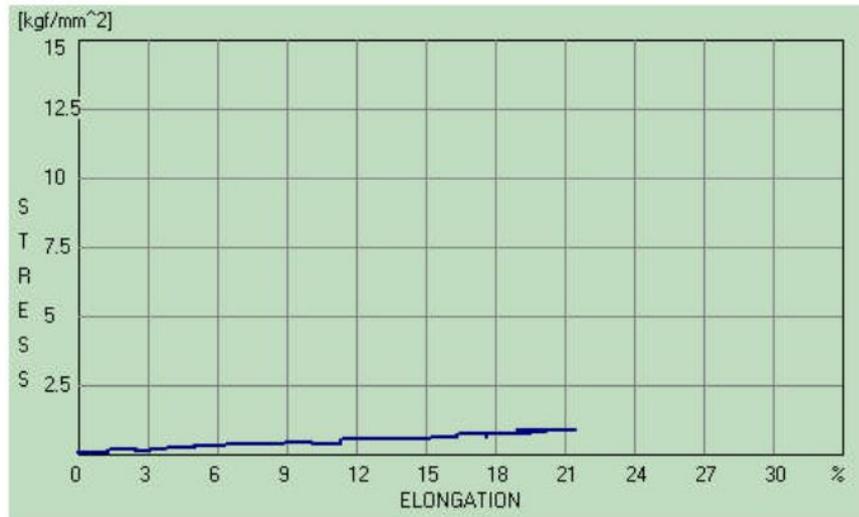
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{44,35Kgf}{78mm^2} = 0,57Kgf / mm^2$$

- c. *Strain*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1,3}{90} = 0,014mm$$

4.3.5. Hasil Pengujian Tarik Spesimen 2

Hasil pada gambar 4.22 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 2 dengan menggunakan perbandingan resin 85%, serat tandan kosong kelapa sawit 10% dan katalis 5%, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength* sebesar 0,19 Kgf/mm², *tensile strength* 0,93 Kgf/mm², *elongation* sebesar 21,43 %.



Gambar 4.22 hasil pengujian tarik spesimen 2

Gambar 4.22 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

- a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13mm \times 6mm = 78mm^2$$

- b. *Stress*

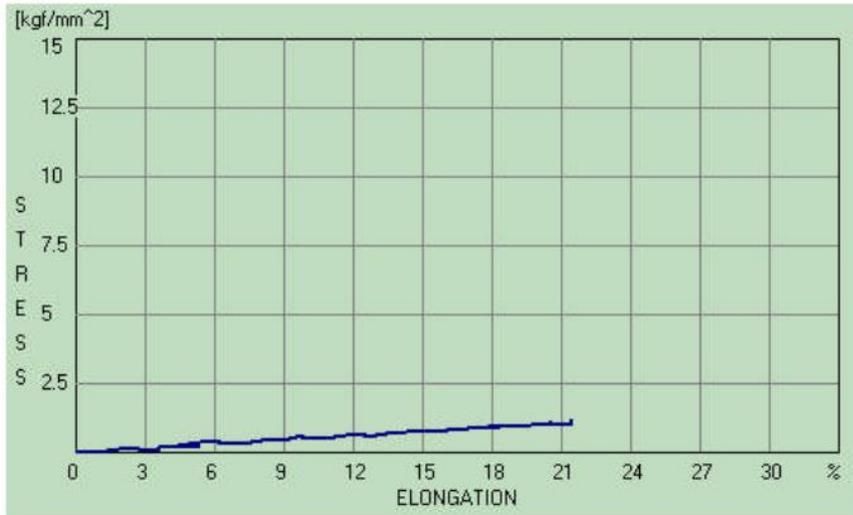
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{72,21Kgf}{78mm^2} = 0,93Kgf / mm^2$$

- c. *Strain*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1,3}{90} = 0,014mm$$

4.3.6. Hasil Pengujian Tarik Spesimen 3

Hasil pada gambar 4.23 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 3 dengan menggunakan perbandingan resin 85%, serat tandan kosong kelapa sawit 10% dan katalis 5%, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength* sebesar 0,19 Kgf/mm², *tensile strength* 1,16 Kgf/mm², *elongation* sebesar 21,43 %.



Gambar 4.23 hasil pengujian tarik spesimen 3

Gambar 4.23 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

- a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13mm \times 6mm = 78mm^2$$

- b. *Stress*

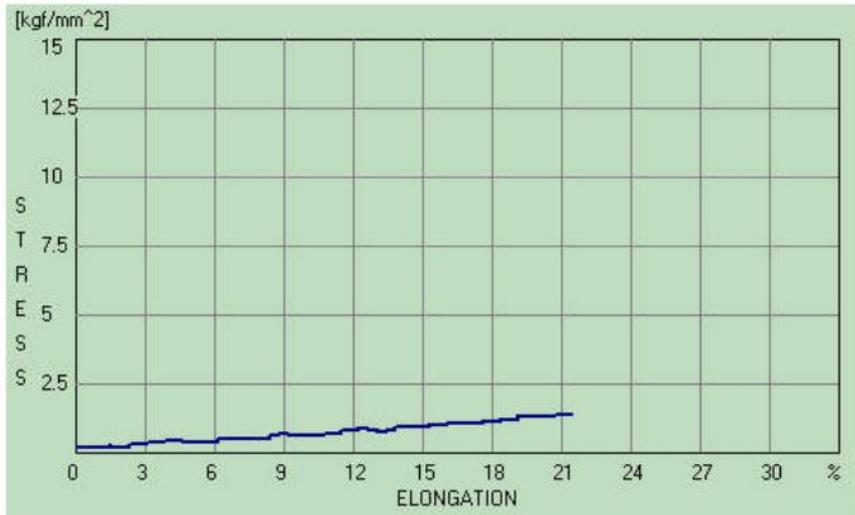
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{90,78Kgf}{78mm^2} = 1,16Kgf / mm^2$$

- c. *Strain*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1,3}{90} = 0,014mm$$

4.3.7. Hasil Pengujian Tarik Spesimen 1

Hasil pada gambar 4.24 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 1 dengan menggunakan perbandingan resin 90%, serat tandan kosong kelapa sawit 5% dan katalis 5%, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength* sebesar 0,19 Kgf/mm², *tensile strength* 1,40 Kgf/mm², *elongation* sebesar 21,43 %.



Gambar 4.24 hasil pengujian tarik spesimen 1

Gambar 4.24 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

- a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13mm \times 6mm = 78mm^2$$

- b. *Stress*

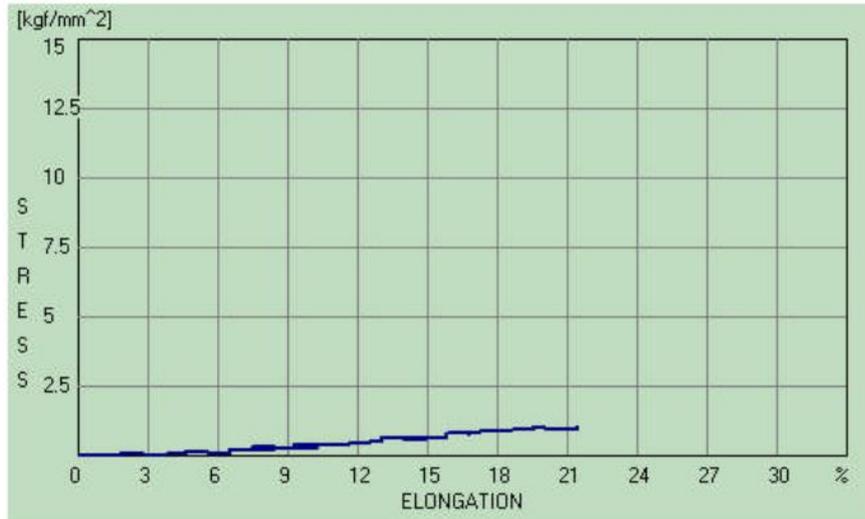
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{109,36Kgf}{78mm^2} = 1,40Kgf / mm^2$$

- c. *Strain*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1,3}{90} = 0,014mm$$

4.3.8. Hasil Pengujian Tarik Spesimen 2

Hasil pada gambar 4.25 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 2 dengan menggunakan perbandingan resin 90%, serat tandan kosong kelapa sawit 5% dan katalis 5%, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength* sebesar 0,19 Kgf/mm², *tensile strength* 1,08 Kgf/mm², *elongation* sebesar 21,43 %.



Gambar 4.25 hasil pengujian tarik spesimen 2

Gambar 4.25 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

- a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13mm \times 6mm = 78mm^2$$

- b. *Stress*

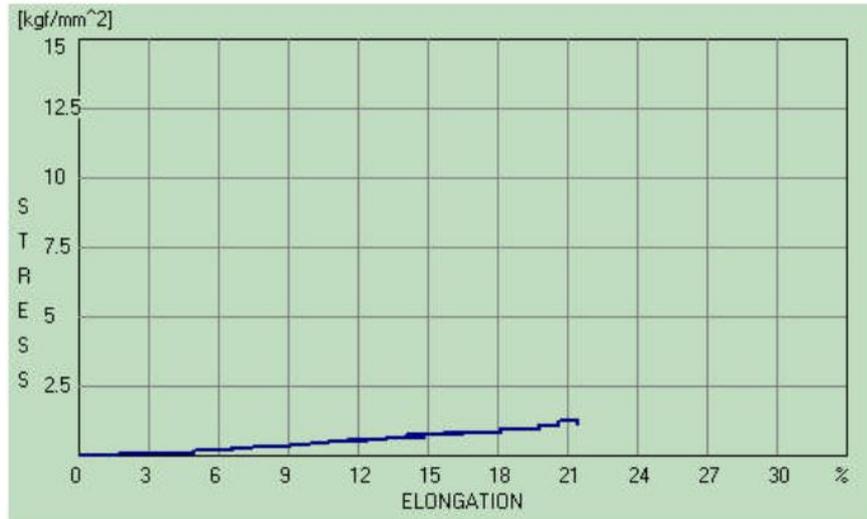
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{84,15Kgf}{78mm^2} = 1,08Kgf / mm^2$$

- c. *Strain*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1,3}{90} = 0,014mm$$

4.3.9. Hasil Pengujian Tarik Spesimen 3

Hasil pada gambar 4.26 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 3 dengan menggunakan perbandingan resin 90%, serat tandan kosong kelapa sawit 5% dan katalis 5%, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength* sebesar 0,19 Kgf/mm², *tensile strength* 1,27 Kgf/mm², *elongation* sebesar 21,43 %.



Gambar 4.26 hasil pengujian tarik spesimen 3

Gambar 4.26 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

- a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13mm \times 6mm = 78mm^2$$

- b. *Stress*

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{98,74Kgf}{78mm^2} = 1,27Kgf / mm^2$$

- c. *Strain*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1,3}{90} = 0,014mm$$

4.3.10. Data Hasil Pengujian

Komposisi spesimen uji tarik dan hasil yang didapatkan dari pengujian dalam penelitian ini dituangkan dalam bentuk tabel seperti yang tertera pada tabel 4.1. dan 4.2.

Tabel 4.1 komposisi spesimen uji tarik

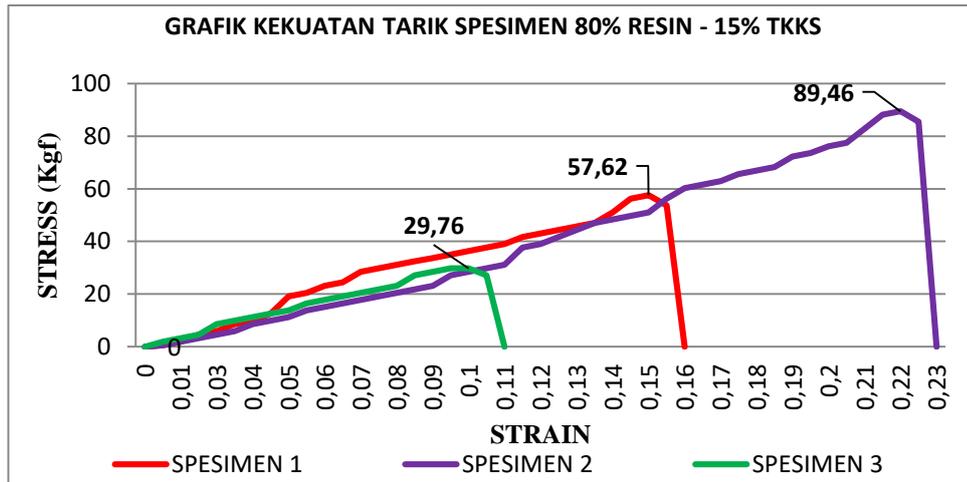
Komposisi 1	TKKS (20%)	Resin (75%)	Katalis (5%)
	3,4 gr	12,75 gr	0,85 gr
Komposisi 2	TKKS (15%)	Resin (80%)	Katalis (5%)
	2,55 gr	13,6 gr	0,85 gr
Komposisi 3	TKKS (10%)	Resin (85%)	Katalis (5%)
	1,7 gr	14,45 gr	0,85 gr

Tabel 4.2 Data hasil pengujian tarik

PERSENTASE	SPESIMEN	HASIL PENGUJIAN	
		MAXIMUM FORCE (Kgf)	BREAK FORCE (Kgf)
Resin 80%, TKKS 15%, Katalis 5%	Spesimen 1	61,6	54,97
	Spesimen 2	89,46	84,15
	Spesimen 3	29,76	27,11
RATA-RATA		60,27333333	55,41
Resin 85%, TKKS 10%, Katalis 5%	Spesimen 1	44,35	43,03
	Spesimen 2	72,21	68,23
	Spesimen 3	90,78	86,8
RATA-RATA		69,11333333	66,02
Resin 90%, TKKS 5%, Katalis 5%	Spesimen 1	109,36	109,36
	Spesimen 2	84,15	84,15
	Spesimen 3	98,74	88,13
RATA-RATA		97,41666667	93,88

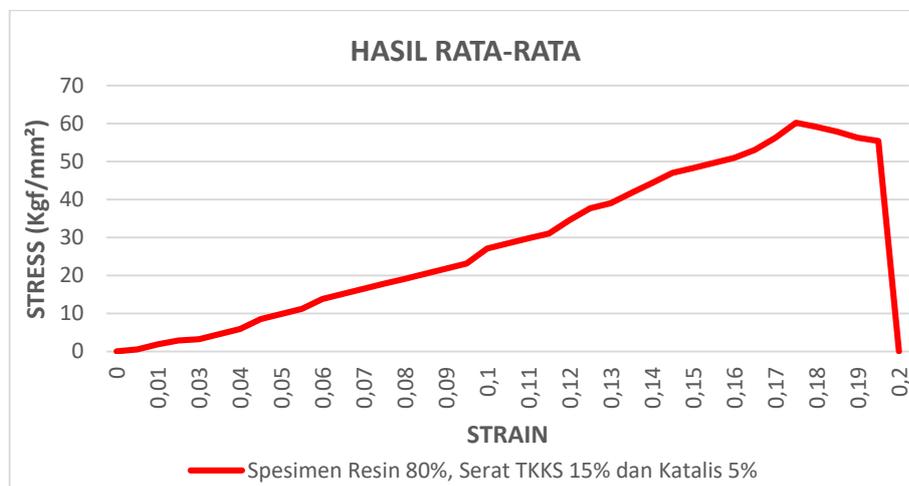
4.4. Pembahasan

Hasil pengujian kekuatan tarik spesimen dengan persentase resin 80%, serat tandan kosong 15%, dan katalis 5% pertama menggunakan mesin uji tarik mendapatkan hasil yang dituangkan dalam bentuk grafik perbandingan antara kekuatan spesimen 1, 2 dan 3. Hasil yang didapatkan bervariasi dengan kekuatan tarik yang berbeda masing-masing spesimen. Hasil dari perbandingan kekuatan terhadap spesimen tersebut dapat dilihat pada gambar 4.27.



Gambar 4.27 Grafik kekuatan tarik spesimen 80%

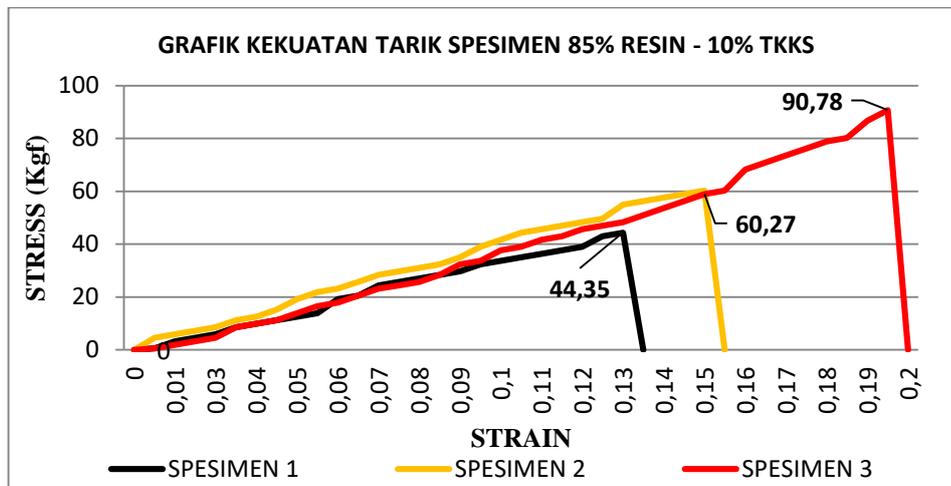
Hasil spesimen dengan perbedaan kekuatan tersebut kemudian di rata-ratakan untuk mendapatkan kekuatan tarik yang dominan pada pengujian tarik terhadap spesimen dengan persentase resin 80%, serat tandan kosong 15%, dan katalis 5%, hasil yang didapat pada *Stress* sebesar 60,27 Kgf/mm², spesimen ini mengalami deformasi sehingga pada kekuatan patah spesimen ini sebesar 55,41 Kgf/mm² seperti yang terlihat pada gambar 4.28.



Gambar 4.28 Hasil rata-rata spesimen 80%

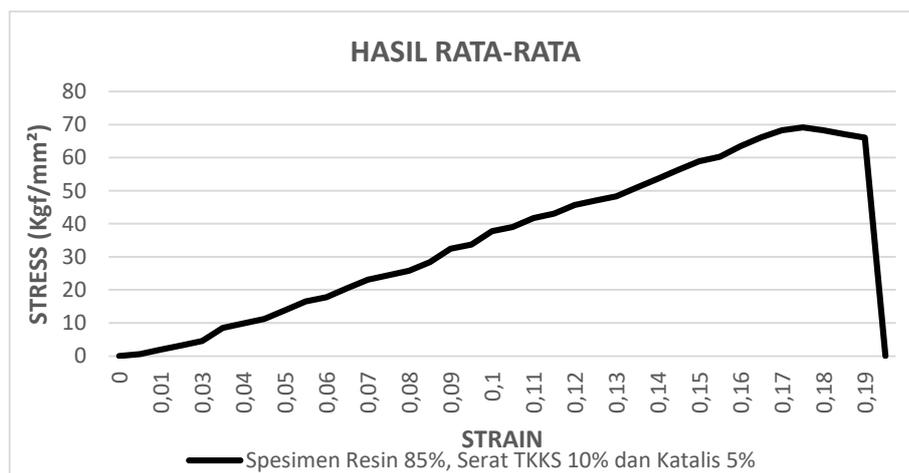
Hasil pengujian kekuatan tarik spesimen dengan persentase resin 85%, serat tandan kosong 10%, dan katalis 5% pertama menggunakan mesin uji tarik mendapatkan hasil yang dituangkan dalam bentuk grafik perbandingan antara kekuatan spesimen 1, 2 dan 3. Hasil yang didapatkan bervariasi dengan kekuatan

tarik yang berbeda masing-masing spesimen. Hasil dari perbandingan kekuatan terhadap spesimen tersebut dapat dilihat pada gambar 4.29.



Gambar 4.29 Grafik kekuatan tarik spesimen 85%

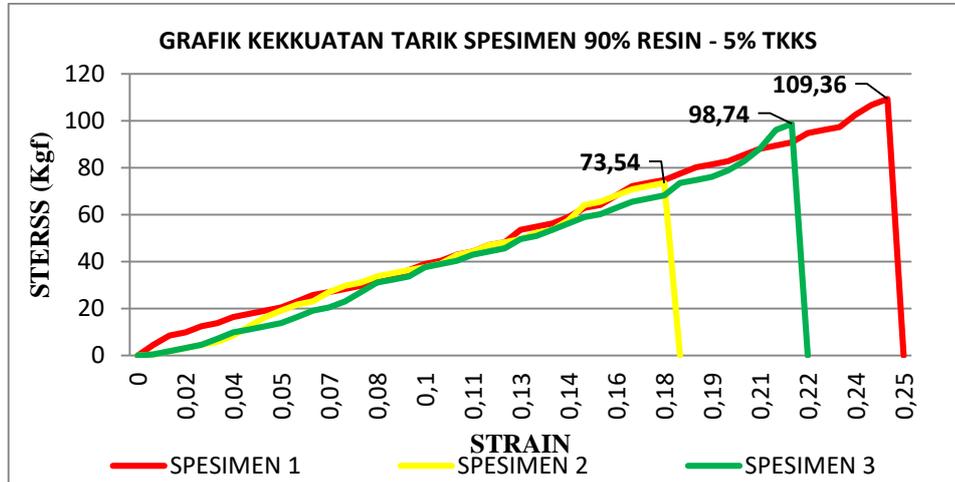
Hasil spesimen dengan perbedaan kekuatan tersebut kemudian di rata-ratakan untuk mendapatkan kekuatan tarik yang dominan pada pengujian tarik terhadap spesimen dengan persentase resin 85%, serat tandan kosong 10%, dan katalis 5%, hasil yang didapat pada *Stress* sebesar 69,11 Kgf/mm², spesimen ini mengalami deformasi sehingga pada kekuatan patah spesimen ini sebesar 66,02 Kgf/mm² seperti yang terlihat pada gambar 4.30.



Gambar 4.30 Hasil rata-rata spesimen 85%

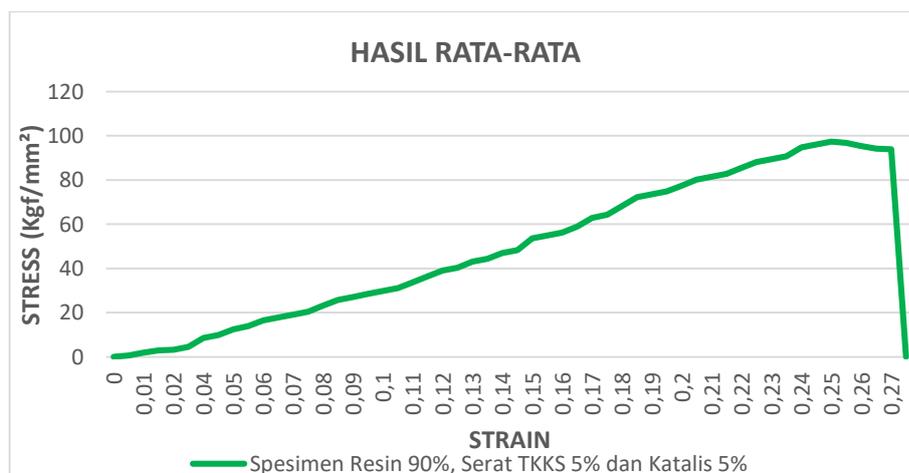
Hasil pengujian kekuatan tarik spesimen dengan persentase resin 90%, serat tandan kosong 5%, dan katalis 5% pertama menggunakan mesin uji tarik

mendapatkan hasil yang dituangkan dalam bentuk grafik perbandingan antara kekuatan spesimen 1, 2 dan 3. Hasil yang didapatkan bervariasi dengan kekuatan tarik yang berbeda masing-masing spesimen. Hasil dari perbandingan kekuatan terhadap spesimen tersebut dapat dilihat pada gambar 4.31.



Gambar 4.31 Grafik kekuatan tarik spesimen 90%

Hasil spesimen dengan perbedaan kekuatan tersebut kemudian di rata-ratakan untuk mendapatkan kekuatan tarik yang dominan pada pengujian tarik terhadap spesimen dengan persentase resin 90%, serat tandan kosong 5%, dan katalis 5%, hasil yang didapat pada *Stress* sebesar 97,42 Kgf/mm², spesimen ini mengalami deformasi sehingga pada kekuatan patah spesimen ini sebesar 93,88 Kgf/mm² seperti yang terlihat pada gambar 4.32.



Gambar 4.32 Hasil rata-rata spesimen 90%

4.4.1. Hasil Pengujian Tekan (*compress*)

Tujuan dilakukannya pengujian tekan yaitu untuk mendapatkan nilai tegangan tekan dari bahan uji. Spesimen bahan uji dalam penelitian ini yaitu berasal dari serat tandan kosong kelapa sawit dan resin. Komposisi spesimen uji tekan dan hasil yang didapatkan dari pengujian dalam penelitian ini dituangkan dalam bentuk tabel seperti yang tertera pada tabel 4.3 dan 4.4.

Tabel 4.3 Komposisi spesimen uji tekan

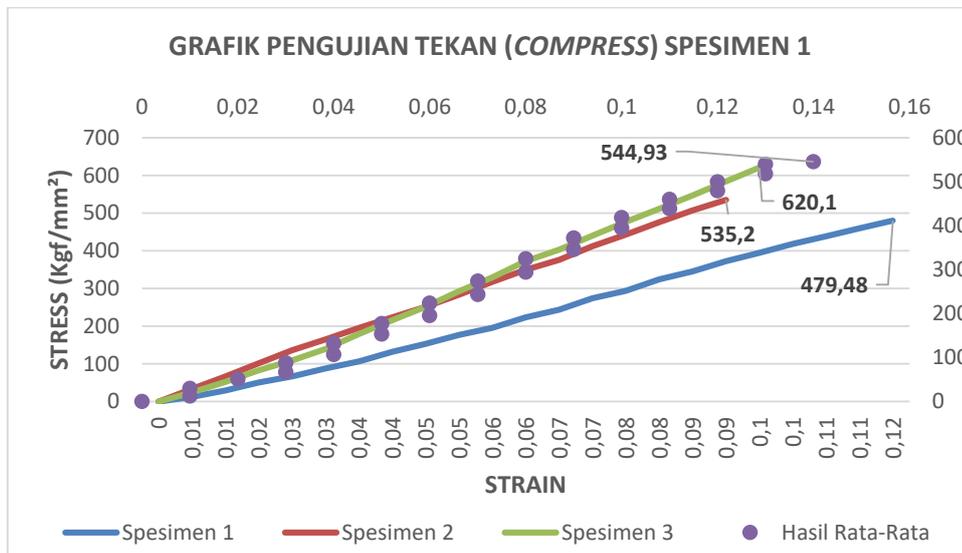
Komposisi A	TKKS (20%)	Resin (75%)	Katalis (5%)
	6,4 gr	24 gr	1,6 gr
Komposisi B	TKKS (15%)	Resin (80%)	Katalis (5%)
	4,8 gr	25,6 gr	1,6 gr
Komposisi C	TKKS (10%)	Resin (85%)	Katalis (5%)
	3,2 gr	27,2 gr	1,6 gr

Tabel 4.4 Hasil pengujian tekan (*compress*)

PERSENTASE	SPESIMEN	HASIL PENGUJIAN TEKAN (<i>COMPRESS</i>)
		<i>MAXIMUM FORCE</i> (Kgf)
Resin 80%, TKKS 15%, Katalis 5%	Spesimen 1	479,48
	Spesimen 2	535,2
	Spesimen 3	620,1
RATA-RATA		544,93
Resin 85%, TKKS 10%, Katalis 5%	Spesimen 1	405,19
	Spesimen 2	600,2
	Spesimen 3	677,15
RATA-RATA		560,85
Resin 90%, TKKS 5%, Katalis 5%	Spesimen 1	781,95
	Spesimen 2	632,04
	Spesimen 3	500,71
RATA-RATA		638,23

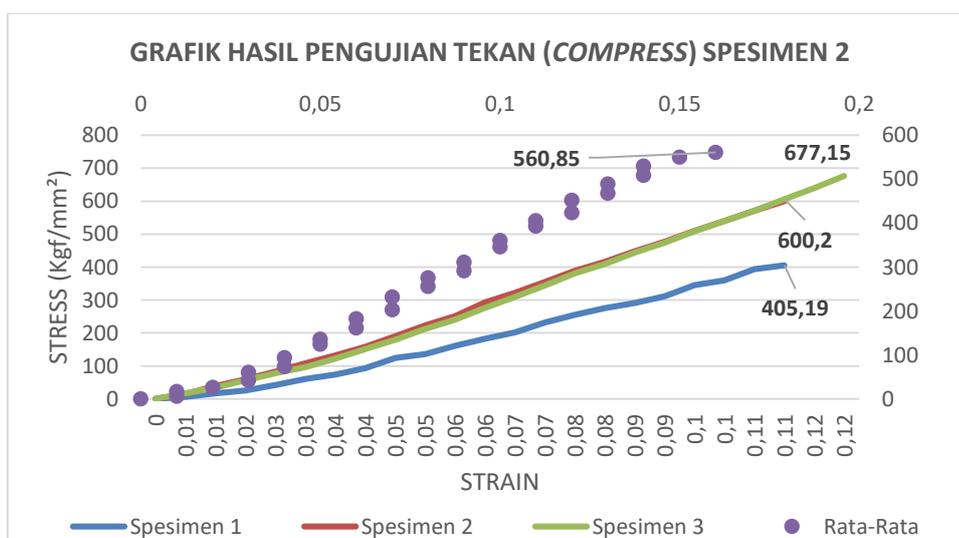
Gambar 4.33 menunjukkan hasil pengujian tekan yang dilakukan terhadap spesimen dengan perbandingan resin 80%, serat tandan kosong kelapa sawit 15% dan katalis 5%. Terlihat perbandingan kekuatan tekan pada spesimen 1 sebesar 479,48 Kgf/mm², sedangkan pada spesimen 2 kekuatan tekan sebesar 535,2 Kgf/mm² mengalami kenaikan dan kenaikan nilai kuat tekan yang signifikan terjadi

pada spesimen 3 dengan nilai kuat tekan 620,1 Kgf/mm². sehingga dari ketiga spesimen tersebut diperoleh nilai rata-rata kuat tekan sebesar 544,93 Kgf/mm².



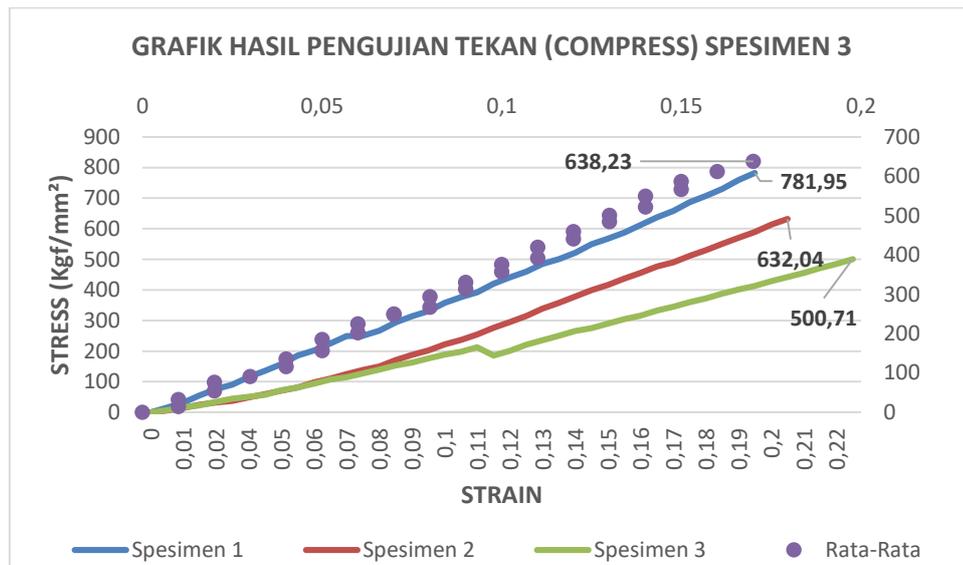
Gambar 4.33 Grafik hasil pengujian tekan spesimen 80%

Gambar 4.34 menunjukkan hasil pengujian tekan yang dilakukan terhadap spesimen dengan perbandingan resin 80%, serat tandan kosong kelapa sawit 15% dan katalis 5%. Terlihat perbandingan kekuatan tekan pada spesimen 1 sebesar 405,19 Kgf/mm², sedangkan pada spesimen 2 kekuatan tekan sebesar 600,2 Kgf/mm² mengalami kenaikan dan kenaikan nilai kuat tekan yang signifikan terjadi pada spesimen 3 dengan nilai kuat tekan 677,15 Kgf/mm². sehingga dari ketiga spesimen tersebut diperoleh nilai rata-rata kuat tekan sebesar 560,85 Kgf/mm².



Gambar 4.34 Grafik hasil pengujian tekan spesimen 85%

Gambar 4.35 menunjukkan hasil pengujian tekan yang dilakukan terhadap spesimen dengan perbandingan resin 80%, serat tandan kosong kelapa sawit 15% dan katalis 5%. Terlihat perbandingan kekuatan tekan pada spesimen 1 sebesar 781,95 Kgf/mm², sedangkan pada spesimen 2 kekuatan tekan sebesar 632,04 Kgf/mm² mengalami kenaikan dan kenaikan nilai kuat tekan yang signifikan terjadi pada spesimen 3 dengan nilai kuat tekan 500,71 Kgf/mm². sehingga dari ketiga spesimen tersebut diperoleh nilai rata-rata kuat tekan sebesar 638,23 Kgf/mm².



Gambar 4.35 Grafik hasil pengujian tekan spesimen 90%

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian tarik dan tekan pada spesimen komposit diperkuat serat tandan kosong kelapa sawit maka di dapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Pengujian kekuatan tarik pada spesimen dengan pesentase resin 80%, serat tandan kosong kelapa sawit 15% dan katalis 5% memiliki kekuatan tarik rata-rata sebesar 60,27 Kgf/mm². Hasil pengujian tekan untuk spesimen ini sebesar 544,93 Kgf/mm².
2. Pengujian kekuatan tarik pada spesimen dengan pesentase resin 85%, serat tandan kosong kelapa sawit 10% dan katalis 5% memiliki kekuatan tarik rata-rata sebesar 69,11 Kgf/mm². Hasil pengujian tekan untuk spesimen ini sebesar 560,85 Kgf/mm².
3. Pengujian kekuatan tarik pada spesimen dengan pesentase resin 90%, serat tandan kosong kelapa sawit 5% dan katalis 5% memiliki kekuatan tarik rata-rata sebesar 97,42 Kgf/mm². Hasil pengujian tekan untuk spesimen ini sebesar 638,23 Kgf/mm².
4. Maka spesimen dengan jumlah persentase resin 90%, serat tandan kosong kelapa sawit 5% dan katalis 5% adalah spesimen yang memiliki kekuatan tarik tertinggi, serta serat tandan kosong kelapa sawit ini memiliki pengaruh keuletan terhadap kekuatan tarik dan tekan.

5.2 Saran

Beberapa hal yang harus dilakukan pada penelitian lanjutan nantinya harus dilakukan pengembangan yaitu :

1. Adanya pengembangan serat-serat limbah alam lain yang dapat digunakan sebagai bahan yang berguna untuk kehidupan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

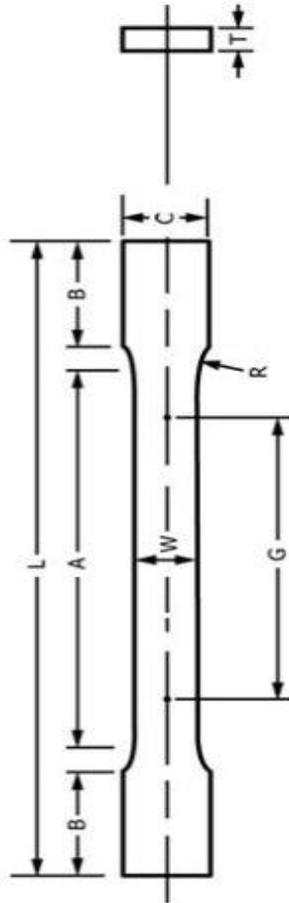
- Adriana. 2014. Polimer Nanokomposit Berbasis Polistirena dan Nanokristal Selulosa Tandan Kosong Sawit Menggunakan Aditif Antistatik Gliserol Monostearat Untuk Bahan Teknis. Disertasi USU, Medan.
- Ali, S. dan Rusman, A.R., 2017. Kuat Tekan Material Dari Bahan Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 3(1).
- Ali S, Safrijal. 2017. Pembuatan Papan Serat Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Dengan Metode Penuangan Secara Langsung Berukuran 100x300 mm. *Jurnal Mekanova*, 3(4): 37-48.
- Azwar E, 2017. Aplikasi Selulosa Sebagai Filler Pada komposit Beton. Teknosain. Yogyakarta.
- Beumer, BJM. 1985, Ilmu Bahan Logam, Jilid 1, Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Bukit, N. 1988. Beberapa Pengujian Sifat Mekanik Dari Komposit Yang Diperkuat Dengan Serat Gelas. Skripsi. FMIPA, USU. Medan.
- Chandrabakty, Sri. 2011. Pengaruh Panjang Serat Tertanam Terhadap Kekuatan Geser Interfacial Komposit Serat Batang Melinjo Matriks Resin Epoxy. *Jurnal Skripsi. Teknik Mesin Universitas Tadulako*, Palu.
- Darnoko. 1992. Potensi Pemanfaatan Limbah Lignoselulosa Kelapa Sawit Melalui Biokonservasi. Medan: Berita Penelitian Perkebunan.
- Davis, H.E., Troxell, G.E., Wiskocil, C.T., 1955, *The Testing and Inspection of Engineering Materias, McGraw-Hill Book Company, New York, USA.*
- Gibson, F. R., 1994, Principles Of Composite Material Mechanis, International Edition, McGraw-Hill Inc, New York.
- Groover, Mikell P. 1996. Fundamentals Of Modern Manufacturing. Leghigh University : New Jersey.
- Hashim, J., Pemrosesan Bahan, Edisi pertama, Johor Bahru: Cetak Ratu Sdn. Bhd., 2003.
- Jurnal Ilmiah “MEKANIK” Teknik Mesin ITM, Vol. 4 No. 2, November 2016 : 67-76
- K. P. RI, “<http://www.pertanian.go.id/>,” 2017. [Online]. Available: <http://www.pertanian.go.id/>.

- Yani, M., 2016. Kekuatan Komposit polymeric foam diperkuat serat tandan kosong kelapa sawit pada pembebanan dinamik. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(2).
- Malcolm, P. S. 2001. *Polymer Chemistry : An Introduction*, diterjemahkan oleh Lis Sopyan, Cetakan Pertama, PT. Pradnya Paramita : Jakarta.
- Matthews, F.L., Rawlings, RD., 1993, *Composite Material Engineering And Science*, Imperial College Of Science, Technology And Medicine, London, UK.
- Mikell PG., 1996, *Composite Material Fundamental of Modern Manufacturing Material, Processes, And System*, Prentice Hall.
- Milawarni. 2012. *Pembuatan Dan Karakterisasi Genteng Komposit Polimer Dari Campuran Resin Polipropilen, Aspal, Pasir Dan Serat Panjang Sabut Kelapa*. Medan : Tesis Magister Fisika Universitas Sumatera Utara.
- Nirmal, U., Hashim, J. and Low, K.O., 2012. Adhesive wear and frictional performance of bamboo fibres reinforced epoxy composite. *Tribology International*, 47, pp.122-133.
- Notario, B., Pinto, J. and Rodríguez-Pérez, M. A. 2015. ‘Towards a new generation of polymeric foams: PMMA nanocellular foams with enhanced physical properties’, *Polymer*, 63, pp. 116–126. doi: 10.1016/j.polymer.2015.03.003.
- Pramono, A.E. 2012. *Karakteristik Komposit Karbon-Karbon Berbasis Limbah Organik Hasil Proses Tekan Panas*. Disertasi UI, Depok.
- Robert L. Mott, P.E. 2004. “Elemen – Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis”. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Roozenburg, N. F. M. Eekels, J., *Product Desain: Fundamentals and Methods*; John Willey & Sons (1991).
- S. P. S. Shinoj, M. Kochubabu, R. Visvanathan, “Oil palm fiber (OPF) and its composites: A review.,” *Ind. Crops Prod.*, vol. 33, pp. 7–22, 2011.
- S. V. A.J. Svagan, Jensen, P., Berglund, L.A., Furó, I., and Dvinskikh, “Towards Tailored Hierarchical Structures in StarchBased Cellulose Nanocomposites Prepared by Freeze Drying,” *J. Mater. Chem*, vol. 20, p. 6646, 2010.
- Schwartz, M. M. *Composite Materials, Processing, Fabrication, And Applications*. New Jersey: Prentice Hall PTR.
- Tamaela, V. 2016. *Karakteristik Curing 80° dan 100°C Komposit Serat E-Glass*. Skripsi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.

- Umar, S. Potensi Limbah Kelapa Sawit Dan Pengembangan Peternakan Sapi Berkelanjutan Di Kawasan Perkebunan Kelapa Sawit. *Jurnal Wawasan*, Vol 13., No.3, Tahun 2008.
- W. M. Z. . G. Raju, Ratnam, C.T., Ibrahim, N.A., Rahman, M.Z.A., Yunus, "Enhancement of PVC/ENR blend properties by poly(methyl acrylate) grafted oil palm empty fruit bunch fiber," *J. Appl. Polym. Sci*, vol. 110, pp. 368–375, 2008.
- Widodo, B., 2008. Analisa sifat mekanik komposit epoksi dengan penguat serat pohon aren (ijuk) model lamina berorientasi sudut acak (random). *Jurnal teknologi technoscientia*, pp.1-5.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1



Dimensions

Standard Specimens		Subsize Specimen
Plate-Type, 40 mm [1.500 in.] Wide	Sheet-Type, 12.5 mm [0.500 in.] Wide	6 mm [0.250 in.] Wide
mm [in.]	mm [in.]	mm [in.]
200.0 ± 0.2 [8.00 \pm 0.01]	50.0 ± 0.1 [2.000 \pm 0.005]	25.0 ± 0.1 [1.000 \pm 0.003]
40.0 ± 2.0 [1.500 \pm 0.125, -0.250]	12.5 ± 0.2 [0.500 \pm 0.010]	6.0 ± 0.1 [0.250 \pm 0.005]
	thickness of material	
25 [1]	12.5 [0.500]	6 [0.250]
450 [18]	200 [8]	100 [4]
225 [9]	57 [2.25]	32 [1.25]
75 [3]	50 [2]	30 [1.25]
50 [2]	20 [0.750]	10 [0.375]

G—Gauge length (Note 1 and Note 2)

W—Width (Note 3 and Note 4)

T—Thickness (Note 5)

R—Radius of fillet, min (Note 6)

L—Overall length, min (Note 2, Note 7, and Note 8)

A—Length of reduced parallel section, min

B—Length of grip section, min (Note 9)

C—Width of grip section, approximate (Note 4 and Note 9)

LAMPIRAN 2

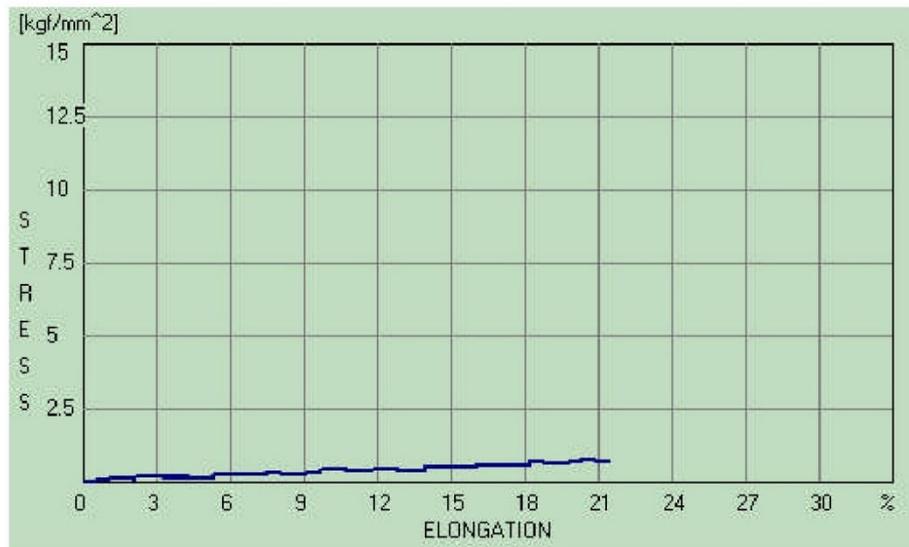


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	61.60 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	54.97 (kgf)
Date Test :	14-11-2020 ; 13:20:19	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.79 (kgf/mm ²)
Area :	78.00 (mm ²)	Elongation :	21.43 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LAMPIRAN 3

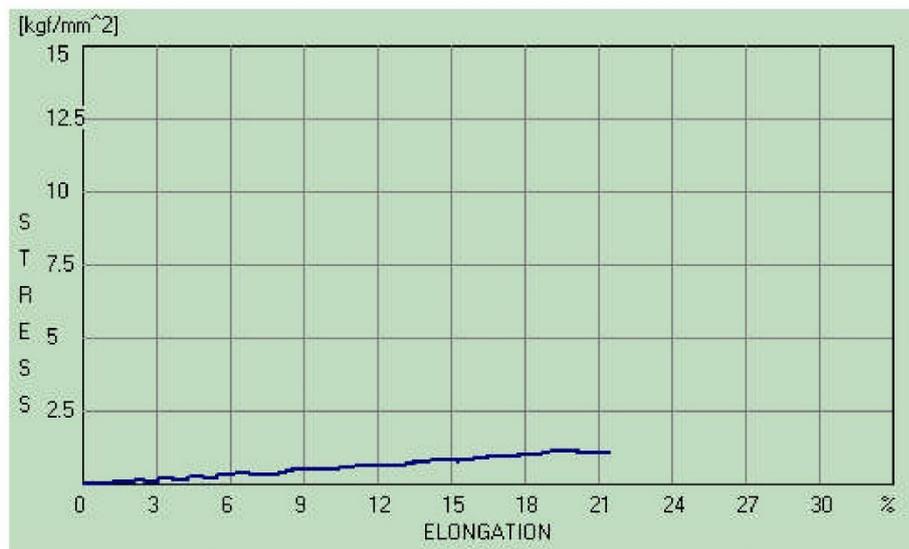


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	89.46 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	84.15 (kgf)
Date Test :	14-11-2020 ; 13:23:0	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	1.15 (kgf/mm ²)
Area :	78.00 (mm ²)	Elongation :	21.43 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LAMPIRAN 4

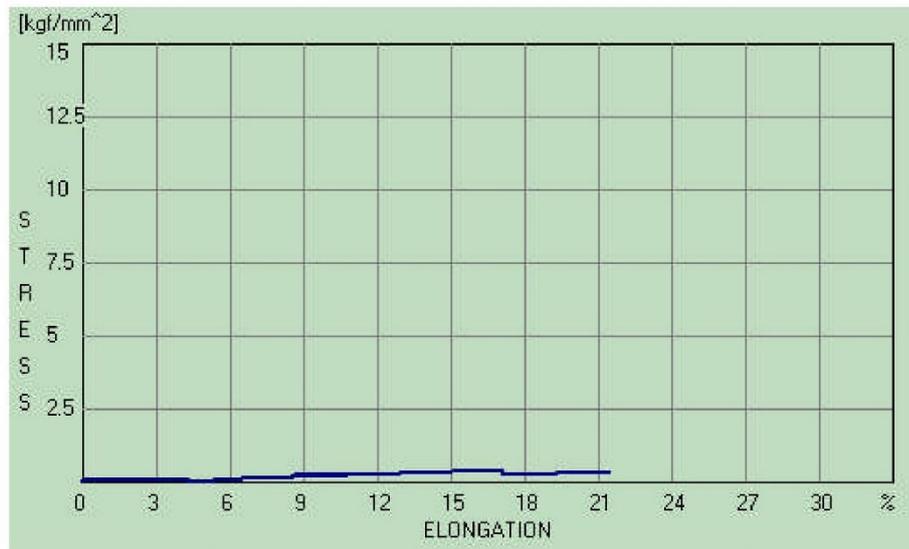


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	29.76 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	27.11 (kgf)
Date Test :	14-11-2020 ; 13:26:41	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.38 (kgf/mm ²)
Area :	78.00 (mm ²)	Elongation :	21.43 (%)



Kaprodil Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LAMPIRAN 5

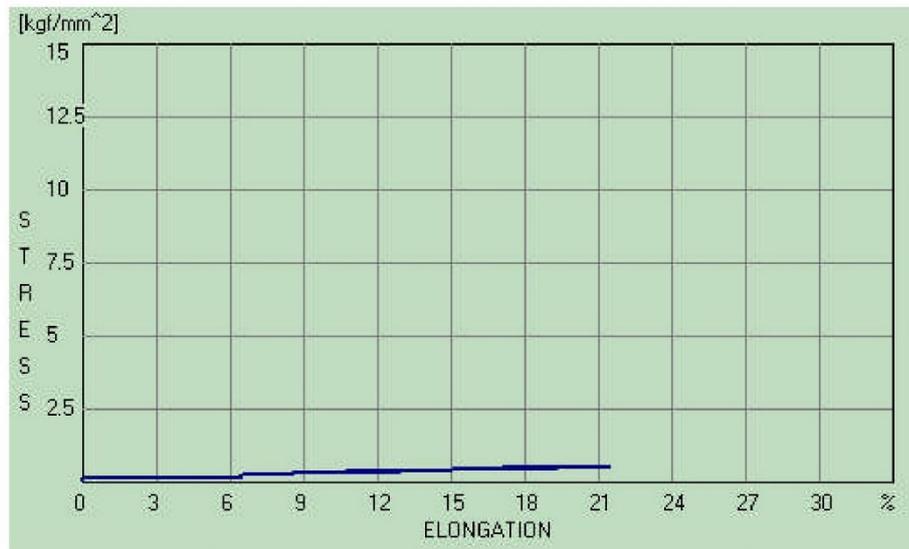


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	44.35 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	43.03 (kgf)
Date Test :	14-11-2020 ; 13:10:56	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.57 (kgf/mm ²)
Area :	78.00 (mm ²)	Elongation :	21.43 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LAMPIRAN 6

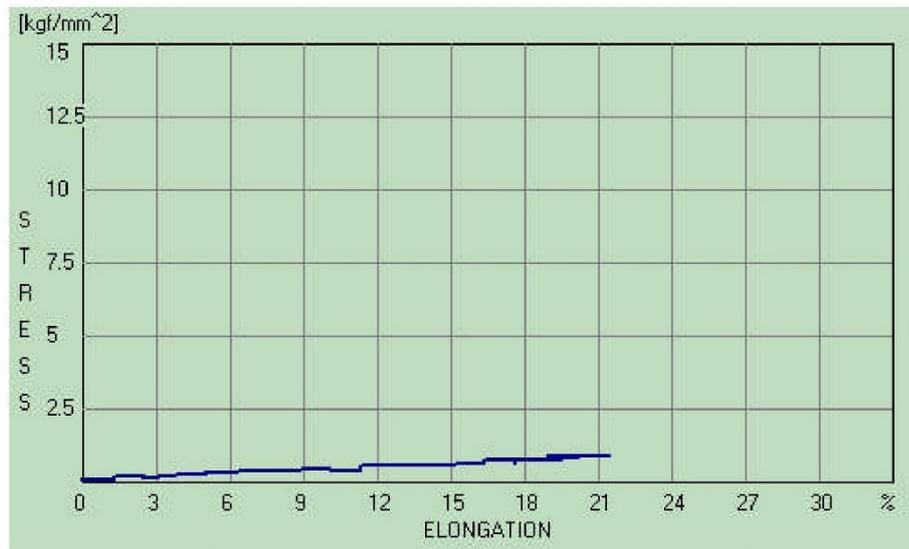


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	72.21 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	68.23 (kgf)
Date Test :	14-11-2020 ; 13:14:39	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.93 (kgf/mm ²)
Area :	78.00 (mm ²)	Elongation :	21.43 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LAMPIRAN 7

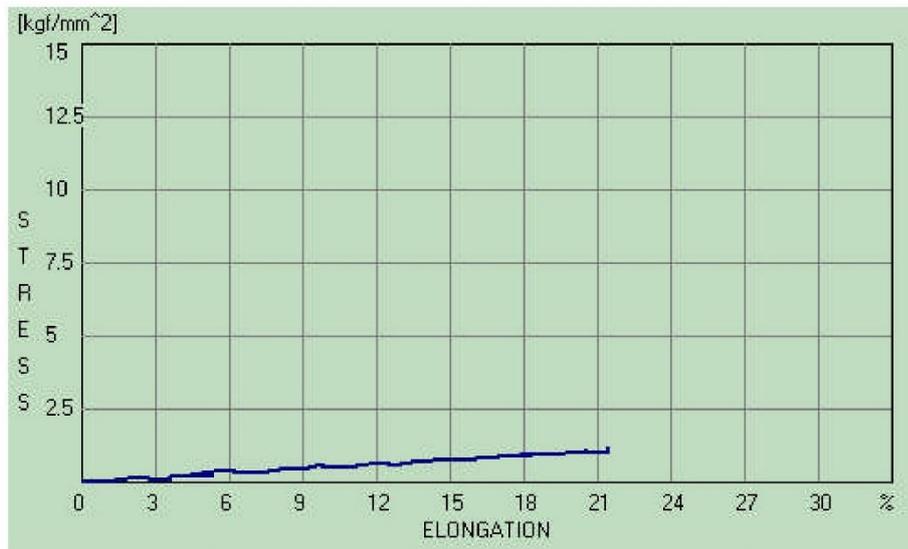


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	90.78 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	86.80 (kgf)
Date Test :	14-11-2020 ; 13:17:8	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	1.16 (kgf/mm ²)
Area :	78.00 (mm ²)	Elongation :	21.43 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LAMPIRAN 8

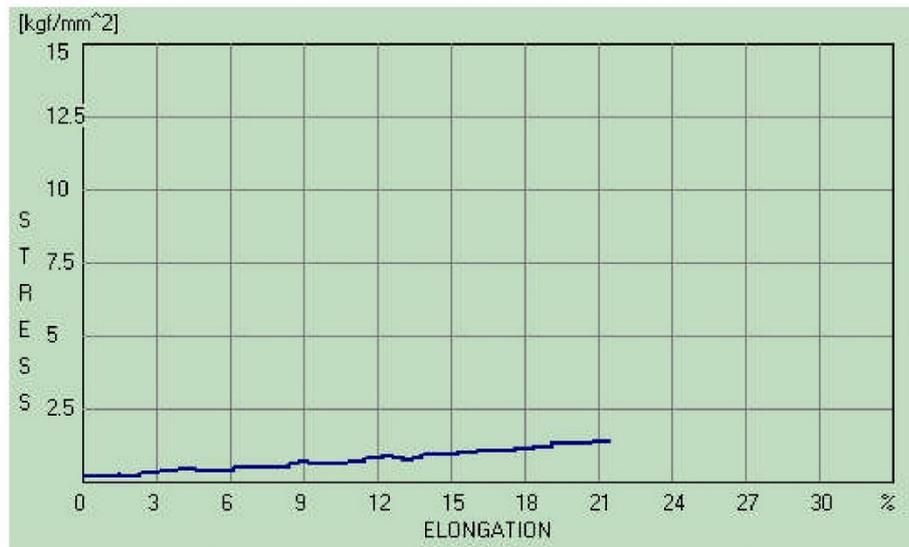


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	109.36 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	109.36 (kgf)
Date Test :	14-11-2020 ; 12:59:12	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	1.40 (kgf/mm ²)
Area :	78.00 (mm ²)	Elongation :	21.43 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LAMPIRAN 9

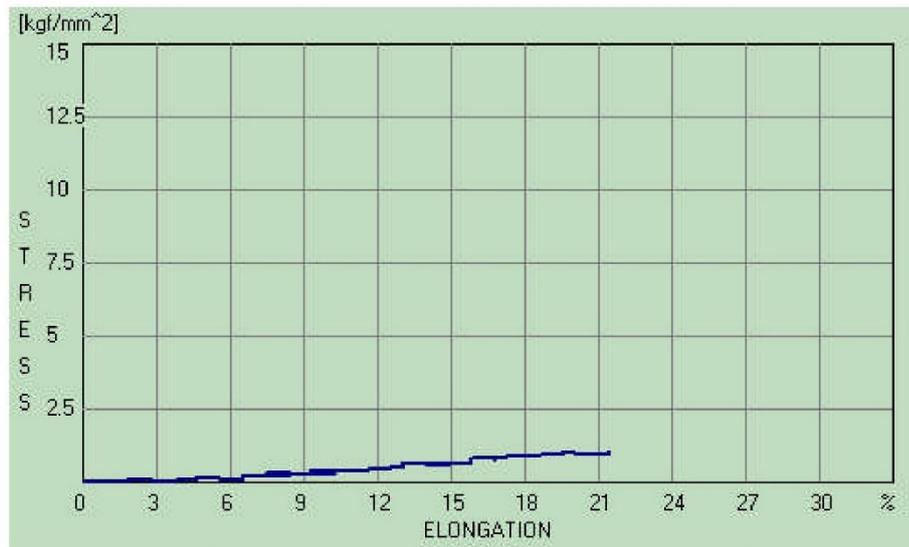


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	84.15 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	84.15 (kgf)
Date Test :	14-11-2020 ; 13:2:20	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	1.08 (kgf/mm ²)
Area :	78.00 (mm ²)	Elongation :	21.43 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LAMPIRAN 10

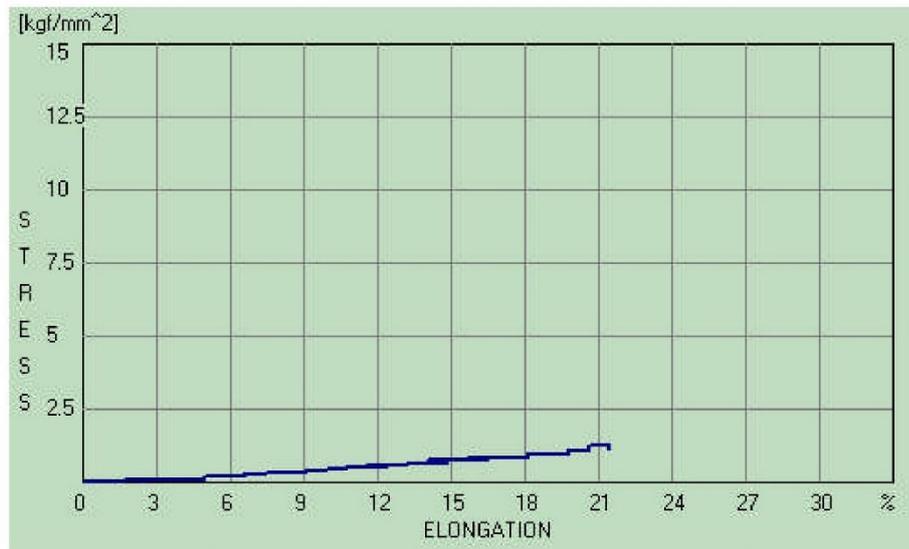


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

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

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	98.74 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	88.13 (kgf)
Date Test :	14-11-2020 ; 13:7:25	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	1.27 (kgf/mm ²)
Area :	78.00 (mm ²)	Elongation :	21.43 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Kekuatan Tarik Atap Berbahan Komposit Dengan Menggunakan Serat Tandan Kelapa Sawit

Nama : Fahri Ahmad Thahir
NPM : 1607230042

Dosen Pembimbing : Sudirman Lubis, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	19/08/2020	Asistensi Hasil Pengujian	Sh
2.	16/09/2020	Asistensi Proses Pembuatan	Sh
3.	28/10/2020	Asistensi Hasil dan Pembahasan	Sh
4.	10/11/2020	Asistensi BAB I s/d BAB III	Sh
5.	27/12/2020	Asistensi BAB 4 dan 5	Sh
6.	08/01/2021	Asistensi Abstract	Sh
7.	11/01/2021	Asistensi Kesimpulan	Sh
8.	18/01/2021	AAC Seminar hasil .	Sh

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

Peserta seminar

Nama : Fahri Ahmad Thahir

NPM : 1607230042

Judul Tugas Akhir : Analisa Kekuatan Tarik Atap Berbahan Komposit Dengan Menggunakan Serat Tandan Kelapa Sawit.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I	: Sudirman Lubis.S.T.M.T	:
Pembanding – I	: Affandi.S.T.M.T	:	<i>Affandi</i>
Pembanding – II	: Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	:	<i>Ahmad Marabdi</i>
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230269	MUSKAWAN SALS	<i>Muskawan</i>
2	1507230784	ZISLEY KULIYAHUM MTD	<i>Zisley</i>
3	1507230029	ISMAIL	<i>Ismail</i>
4	1507230263	SUTRISNO	<i>Sutrisko</i>
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 13 Sya'ban 1442 H
27 Maret 2021 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Affandi, S.T.M.T

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

NAMA : Fahri Ahmad Thahir
NPM : 1607230042
Judul T.Akhir : Analisa Kekuatan Tarik Atap berbahan Komposit Dengan Menggun-
Nakan Serat Tandar Kelapa Sawit.

Dosen Pembimbing – I : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Affandi.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T

KEPUTUSAN

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

.....*lulus kelas sarjana*.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 13 Sya'ban 1442H
27 Maret 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Affandi
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

Affandi
Affandi.S.T.M.T

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

NAMA : Fahri Ahmad Thahir
NPM : 1607230042
Judul T.Akhir : Analisa Kekuatan Tarik Atap berbahan Komposit Dengan Menggun-
Nakan Serat Tandan Kelapa Sawit.

Dosen Pembimbing - I : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Affandi.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Ahrnad Marabdi Srg.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 1. Perbaiki abstrak
 2. tambahkan Bab-2 tentang korosi
 3. tunjukkan pros. pengantukan Serat
 4. tunjukkan komposisi
3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

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

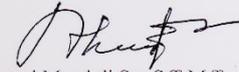
Medan 13 Sya'ban 1442H
27 Maret 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T



Dosen Pembanding- II


Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

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

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

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor ;1626/II/AU/UMSU-07/F/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 13 November 2020 ini Menetapkan :

Nama : FAHRI AHMAD THAHIR
Npm : 1607230042
Program Study : TEKNIK Mesin
Semester : IX (Sembilan)
Judul tugas akhir : ANALISA KEKUATAN TARIK ATAP BERBAHAN KOMPOSIT DENGAN MENGGUNAKAN SERAT TANDAN KELAPA SAWIT.

Pembimbing 1 : SUDIRMAN LUBIS 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. Penulisan Tugas Akhir Dinyatakan batal setelah 1 (satu) tahun tanggal ditetapkan

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

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan 27 Rabiul Awal 1442 H
13 November 2020 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202

Cc. File

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Fahri Ahmad Thahir
NPM : 1607230042
Tempat/Tanggal Lahir : Lut Kucak / 03 November 1998
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status Perkawinan : Belum kawin
Alamat : Lut Kucak
 Kecamatan : Wih Pesam
 Kabupaten : Bener Meriah
 Provinsi : Nanggroe Aceh Darussalam
Nomor Hp : 0821-6232-7848
E-mail : fahriahmad501@gmail.com
Nama Orang Tua
 Ayah : Wiranto
 Ibu : Tuti Purwani

PENDIDIKAN FORMAL

2004-2010 : SDN Lut Kucak
2010-2013 : SMP Negeri 2 Wih Pesam
2013-2016 : SMA Negeri 7 Binjai
2016-2021 : S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara