TUGAS AKHIR

ANALISIS KEKUATAN LENTUR MATERIAL KOMPOSIT RESIN POLYESTER BERPENGUAT SERAT TEBU

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

Disusun Oleh:

RASYA DWI YANDA
2207230028

UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama	: Rasya Dwi Yanda
NPM	: 2207230028
Program Studi	: Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir	: Analisis Kekuatan Lentur Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Tebu
Bidang ilmu	: Konstruksi Manufaktur

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

Medan, 18 Agustus 2026

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I

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

Dosen Penguji II

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

Dosen Penguji III

Iqbal Tanjung, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Mesin
Ketua

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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama lengkap	: Rasya Dwi Yanda
NPM	: 2207230028
Tempat/Tanggal Lahir	: Medan/ 04 April 2003
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Mesin

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

"ANALISIS KEKUATAN LENTUR MATERIAL KOMPOSIT RESIN POLYESTER BERPENGUAT SERAT TEBU"

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

Bila dikemudian 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 sarjana saya.

Demikian surat pernyataan ini sasya 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, 18 Agustus 2026
Saya yang menyatakan



Rasya Dwi Yanda

ABSTRAK

Material komposit berbasis serat alam terus dikembangkan sebagai alternatif material yang ringan dan dapat memanfaatkan limbah pertanian. Salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai bahan penguat komposit adalah serat tebu *(bagasse)*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan lentur material komposit resin polyester berpenguat serat tebu serta mengetahui pengaruh variasi waktu perendaman serat tebu dalam larutan NaOH 5%. Variasi waktu perendaman yang digunakan adalah tanpa perlakuan, 1 jam, 3 jam, 5 jam, 7 jam, dan 9 jam. Material komposit dibuat dengan komposisi 60% resin polyester dan 40% serat tebu menggunakan metode *hand lay-up*. Pengujian lentur dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan spesimen yang mengacu pada standar ASTM D3410. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai gaya maksimum dan tegangan lentur berbeda pada setiap variasi waktu perendaman. Spesimen tanpa perlakuan alkali menghasilkan gaya maksimum sebesar 175 N dan tegangan lentur sebesar 196,88 MPa. Nilai terendah diperoleh pada perendaman 1 jam, yaitu gaya maksimum sebesar 165 N dan tegangan lentur sebesar 185,63 MPa. Nilai tertinggi diperoleh pada perendaman 7 jam dengan gaya maksimum sebesar 190 N dan tegangan lentur sebesar 213,75 MPa. Pada perendaman 9 jam, nilai tegangan lentur menurun menjadi 208,13 MPa. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan alkali NaOH 5% dengan variasi waktu perendaman memberikan pengaruh terhadap kekuatan lentur material komposit. Namun, hasil terbaik diperoleh pada waktu perendaman 7 jam.

Kata kunci: komposit, resin polyester, serat tebu, perlakuan alkali, kekuatan lentur.

ABSTRACT

Natural fiber-reinforced composite materials are continuously developed as alternative materials that are lightweight and can utilize agricultural waste. One natural fiber that can be used as a reinforcement material is sugarcane bagasse fiber. This study aimed to analyze the flexural strength of polyester resin composites reinforced with sugarcane fiber and to determine the effect of different immersion times in a 5% NaOH solution. The immersion times used were untreated, 1 hour, 3 hours, 5 hours, 7 hours, and 9 hours. The composite material was fabricated using the hand lay-up method with a composition of 60% polyester resin and 40% sugarcane fiber. Flexural testing was conducted using a Universal Testing Machine (UTM) with specimens prepared according to the ASTM D3410 standard. The results showed that the maximum load and flexural strength were different for each immersion time. The untreated specimen produced a maximum load of 175 N and a flexural strength of 196.88 MPa. The lowest values were obtained after 1 hour of immersion, with a maximum load of 165 N and a flexural strength of 185.63 MPa. The highest values were obtained after 7 hours of immersion, with a maximum load of 190 N and a flexural strength of 213.75 MPa. After 9 hours of immersion, the flexural strength decreased to 208.13 MPa. Based on the results, the 5% NaOH alkaline treatment with different immersion times affected the flexural strength of the composite material. However, the best result was obtained with an immersion time of 7 hours.

Keywords: *composite, polyester resin, sugarcane fiber, alkaline treatment, flexural strength.*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan penelitian ini dengan judul *"Analisis Kekuatan Lentur Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Tebu".*

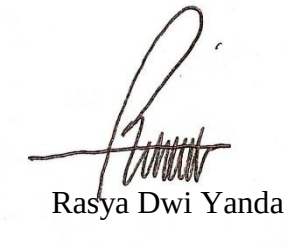
Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Iqbal Tanjung, S.T., M.T, Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulisan yang selalu memberikan masukan, motivasi, serta ilmu yang bermanfaat bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T, Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T, Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Assoc.Prof.Ir.Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D, 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 keteknikmesinan kepada penulis.
6. Kepada kedua orang tua saya, ayah saya Rubianto dan ibu saya Rasiem tersayang, dua sosok yang tidak pernah lelah menjadi cahaya dalam setiap langkah hidup saya. Terima kasih atas setiap tetes keringat, doa di setiap sujud, dan pengorbanan yang tidak pernah terucap namun selalu saya rasakan. Terima kasih atas kasih sayang yang tidak pernah berkurang sedikitpun, atas kepercayaan yang membuat saya berani bermimpi, dan atas dukungan yang tidak pernah berhenti meski saya sering jatuh dan tersesat dalam perjalanan. Segala pencapaian ini tidak berarti apa-apa tanpa ayah dan ibu. Semoga Allah SWT membalas setiap kebaikan dengan limpahan rahmat, kesehatan, dan kebahagiaan yang tidak pernah putus, serta memberikan tempat terindah di sisi-Nya kelak. Terima kasih telah menjadi alasan terkuat bagi saya untuk terus melangkah bahkan ketika dunia terasa begitu berat.

7. Kepada adik saya tersayang Robi Wirayudha. Terimakasih sudah memberikan dukungan.
8. Bapak / Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Kepada rekan dan sahabat penulis saya: Adam Ramadhan, Fernando Wibowo, Maghdafiqia Arya Pradifta dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.
10. Kepada Zemi Herlina serta orang tua, terimakasih atas doa, semangat dan dukungan yang selalu diberikan selama proses penyelesaian skripsi ini.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 18 Agustus 2026



Rasya Dwi Yanda

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN **i**
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR **ii**
ABSTRAK **iii**
ABSTRACT **iv**
KATA PENGANTAR **v**
DAFTAR ISI **vii**
DAFTAR TABEL **ix**
DAFTAR GAMBAR **x**
DAFTAR NOTASI **xii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Ruang Lingkup 4
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Tanaman Tebu *(Saccharum Officinarum Linn)* 5
2.1.1 Tumbuhan Tebu 6
2.1.2 Sejarah Tebu 6
2.1.3 Klasifikasi Tanaman Tebu 7
2.1.4 Produksi Tebu di Indonesia 7
2.2 Serat Ampas Tebu *(Bagasse)* 8
2.3 Komposit 8
2.4 Material Penyusun Komposit 10
2.4.1 Serat *(Fiber)* 11
2.4.2 Matriks 11
2.4.3 Resin Polyester 12
2.4.4 Klasifikasi Komposit 12
2.5 Perlakuan Alkali (NaOH) 14
2.5.1 Perbaikan Serat 15
2.5.2 Metode Perbaikan Sifat Fisik Serat Alam 15
2.6 Pengujian Lentur 15
2.6.1 Standar Pengujian Lentur 16
BAB III METODE PENELITIAN **18**
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 18
3.1.1 Tempat Penelitian 18
3.1.2 Waktu Penelitian 18
3.2 Bahan Dan Alat 19
3.2.1 Bahan Penelitian 19
3.2.2 Alat Penelitian 21
3.3 Diagram Alir 25
3.4 Rancangan Penelitian 26
3.5 Prosedur Penelitian 26
3.6 Metode Persiapan dan Perbaikan Sifat Fisik Serat Tebu 27
3.7 Pengujian Lentur Material Komposit 31

3.8 Variabel Penelitian 31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 33
4.1 Hasil Pembuatan dan Pengujian Spesimen 33
4.2 Pembuatan Material Komposit 33
4.3 Hasil Pengujian Lentur Material Komposit 39
4.4 Analisis Hasil Pengujian Lentur 44
4.5 Pembahasan 45
4.6 Potensi Pemanfaatan Material Komposit 47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 49
5.1 Kesimpulan 49
5.2 Saran 49
DAFTAR PUSTAKA 51
Lampiran 1. Hasil Penelitian
Lampiran 2. Gambar Teknik
Lampiran 3. Lembar Asistensi
Lampiran 4. SK Pembimbing
Lampiran 5. Berita Acara Seminar Hasil Penelitian
Lampiran 6. Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian 18
Tabel 4.1 Hasil pengujian lentur material komposit 40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Tebu *(Saccharum Officinarum Linn)* 5
Gambar 2.2 Serat Ampas Tebu *(Bagasse)* 8
Gambar 2.3 Komposit 9
Gambar 2.4 Komposit Partikel 13
Gambar 2.5 Komposit Serat 14
Gambar 2.6 Komposit Lapis 14
Gambar 2.7 Uji Bending dengan 3 Titik *(Three Point Bending)* 16
Gambar 3.1 Serat Ampas Tebu *(Bagasse Fiber)* 19
Gambar 3.2 Alkali Natrium Hidroksida (NaOH) 19
Gambar 3.3 Aquadest 20
Gambar 3.4 Mold Release Wax 20
Gambar 3.5 Resin Polyester 20
Gambar 3.6 Wadah 21
Gambar 3.7 Cetakan Material Komposit 21
Gambar 3.8 Jangka Sorong 21
Gambar 3.9 Timbangan Digital 22
Gambar 3.10 Mesin Uji Lentur 22
Gambar 3.11 Gunting 22
Gambar 3.12 Sendok 23
Gambar 3.13 Kuas 23
Gambar 3.14 Pisau 23
Gambar 3.15 Sarung Tangan 24
Gambar 3.16 Kertas Pasir 24
Gambar 3.17 Wadah Pengaduk 24
Gambar 3.18 Diagram Alir 25
Gambar 3.19 Rancangan Penelitian 26
Gambar 3.20 Pengambilan Serat Tebu 28
Gambar 3.21 Pemisahan Serat Tebu 28
Gambar 3.22 Penimbangan Berat Jenis Massa Air 28
Gambar 3.23 Wadah Berisi Air 5 Liter 29
Gambar 3.24 Penuangan NaOH dan Pengadukan NaOH Kedalam Wadah 29
Gambar 3.25 Meletakkan Serat Tebu Kedalam Wadah 29
Gambar 3.26 Mengisi Larutan NaOH Kedalam Wadah Berisikan Serat Tebu 30
Gambar 3.27 Perlakuan Alkali Pada Serat Tebu 30
Gambar 3.28 Pembilasan Serat Tebu Sesudah Perendaman NaOH dengan Air 30
Gambar 3.29 Proses Penjemuran Pada Serat Tebu 31
Gambar 4.1 Persiapan Serat Tebu 33
Gambar 4.2 Penimbangan Serat Tebu 34
Gambar 4.3 Persiapan Cetakan 34
Gambar 4.4 Penyusunan Serat 35
Gambar 4.5 Pencampuran Resin Polyester 35
Gambar 4.6 Hasil Pencetakan Material Komposit 35
Gambar 4.7 Spesimen Hasil Uji Lentur Tanpa Perlakuan Alkali 36
Gambar 4.8 Spesimen Hasil Uji Lentur Perendaman 1 jam 37
Gambar 4.9 Spesimen Hasil Uji Lentur Perendaman 3 jam 37
Gambar 4.10 Spesimen Hasil Uji Lentur Perendaman 5 jam 37

Gambar 4.11 Spesimen Hasil Uji Lentur Perendaman 7 jam 38
Gambar 4.12 Spesimen Hasil Uji Lentur Perendaman 9 jam 38
Gambar 4.13 Grafik Gaya Maksimum 43
Gambar 4.14 Grafik Tegangan Lentur 44

DAFTAR NOTASI

σu = Tegangan Lentur (MPa)
Fu = Gaya Pembebanan Maksimum (N)
L = Jarak Tumpuan (mm)
b = Lebar Spesimen (mm)
d = Tebal Spesimen (mm)

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material komposit merupakan pencampuran dari dua atau lebih material yang berbeda lalu dikombinasikan dari gabungan antara serat dan matriks guna untuk memperoleh sifat mekanis yang lebih baik. Serat material dapat diartikan sebagai penguat dimana serat juga memiliki ukuran yang kecil, namun memiliki fleksibilitas yang baik serta kekuatan dalam pembebanan yang tinggi. Dalam segi arah pembebanannya serat memiliki arah pembebanan di berbagai arah. Terdapat beberapa tipe dalam serat salah satunya adalah serat dengan pembuatan dari alam. Serat alam merupakan susunan dari serat alami yang didapat dari serat yang biasa ditemukan dalam tumbuhan maupun hewan. (Edbert et al., 2024). Bahan utama dalam pembuatan material komposit adalah polyester tak jenuh yang merupakan polimer berasal dari turunan minyak bumi yang banyak digunakan sebagai matrik dasar untuk membentuk material komposit yang akan digabung dengan serat alam. (Nusyirwan Nusyirwan, 2025).

Di indonesia bahan terbaharukan yang luas juga digunakan oleh industri pertahanan untuk membuat bodi kendaraan, termasuk pesawat terbang, kapal laut, dan kendaraan bermotor roda empat maupun roda dua. Keunggulan ini berasal dari sifat komposit yang ringan, tahan korosi tinggi, serta biaya perakitan yang lebih rendah akibat pengurangan komponen dan baut penyambung. Komposit dibentuk dari kombinasi dua atau lebih bahan penyusun dengan campuran tidak homogen, di mana sifat mekanik setiap bahan berbeda. (Margono et al., 2020). Serat alam menjadi alternatif filter komposit untuk berbagai komposit polimer karena keunggulannya. Jika dibandingkan antara serat alam dengan serat sintetis didapat dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, sedangkan serat sintetis diperoleh bahan baku dari proses kimia seperti serat karbon. (Edbert et al., 2024). Serat tebu merupakan salah satu serat alam yang memiliki potensi tinggi untuk dimanfaatkan. Ampas tebu, sebagai limbah dari proses produksi gula, hingga kini masih belum dimanfaatkan secara optimal. (Sanjaya et al., 2022).

Sebelum diterapkan sebagai bahan penguat komposit, serat alam harus menjalani proses perlakuan pada kimia. Salah satunya perlakuan yang paling umum dipakai adalah alkalisasi menggunakan larutan NaOH. Pada tahap ini memiliki tujuan untuk meningkatkan daya rekat antara serat dan matriks resin. Tanpa perlakuan alkali, ikatan titik temu cenderung lemah karena pada permukaan serat masih tertutup oleh lignin dan lapisan lilin. Setelah lapisan itu dihilangkan, resin juga dapat meresap dan mengikat serat dengan lebih efektif. (Rahmadan et al., 2025). Kekuatan komposit ditentukan juga dari beberapa faktor, antara lain perendaman serat penguat komposit pada larutan NaOH. Pada penelitian pengaruh perendaman NaOH didapatkan data bahwa perendaman serat dengan NaOH selama 2 jam didapatkan pengaruh terhadap kekuatan komposit. Kekuatan lentur akan meningkat ketika mendapatkan perlakuan perendaman NaOH 5% selama 120 menit. (Ningsih, 2021).

Pada umumnya, serat tebu merupakan limbah pabrik gula tebu. Serat ini mudah untuk didapatkan, murah, tidak membahayakan kesehatan dan juga dapat tergedradasi secara alami sehingga nantinya dapat pemanfaatan sebagai serat penguat komposit yang mampu mengatasi permasalahan pada lingkungan. Dengan pertimbangannya perkembangannya penggunaan pada komposit serta banyaknya pabrik-pabrik tebu yang mengakitbatkan limbah, perlu adanya pemanfaatan yang lebih baik, yang dimana salah satunya ialah penyediaan material sebagai bahan dasar pembuatan seperti bamper mobil. Agar dapat memperoleh ikatan matriks dan serat, perlu dilakukan modifikasi denga perlakuan alkali pada serat alam yang mampu membersihkan permukaan serat dari kotoran, getah dan kandungan air yang menempel pada serat tersebut sehingga ikatan antarmuka pada komposit menjadi lebih baik. (Maryanti & Sidabutar, 2021)

Tanaman tebu termasuk salah satu anggota dari *Familia Graminae, Sub Familia Andropogonae.* Banyak ahli berpendapat bahwa tanaman tebu berasal dari Irian, dan dari sana menyebar ke kepulauan indonesia yang lain, Malaysia, Filipina, Thailand, Burma dan India. Dari India kemudian dibawa ke Iran sekitar tahun 600 M dan selanjutnya oleh orang Arab dibawa ke Mesir, Maroko, Spanyol dan Zanzibar. Beberapa peneliti lain berkesimpulan bahwa tanaman ini berasal dari

India berdasarkan catatan kuno catatan dari negeri tersebut. Tebu *(Saccharum officinarum)* merupakan tanaman perkebunan semusim. Tebu termasuk ke dalam *famili poaceae* atau lebih dikenal sebagai kelompok rumput rumputan. Tebu tumbuh di dataran rendah daerah tropis dan dapat tumbuh juga di sebagian daerah subtropika. Manfaat utama tebu adalah sebagai bahan baku pembuatan gula pasir. Ampas tebu atau lazimnya disebut ampas tebu adalah hasil samping dari proses ekstraksi cairan tebu yang berasal dari bagian batang tanaman tebu. (Sulistiyanto, Tabitha Qootrunnada Sinaga, 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut pengembangan serat tebu sebagai bahan penguat komposit merupakan topik penelitian yang sangat menarik untuk diteliti. Mengingat ketersediaan serat tebu yang melimpah dan dapat ditemukan. Sebagai limbah hasil industri gula dan memiliki karakteristik mekanik yang cukup baik. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kekuatan lentur pada bahan komposit resin polyester serat alam dari tebu *(Saccharum Officinarum)* yang telah dilakukan perbaikan sifat fisik dan melakukan perlakuan alkali menggunakan larutan *natrium hidroksida* (NaOH) 5% dengan variasi waktu perendaman yang telah ditentukan. Fokus utama pada penelitian ini ialah untuk menganalisis performa mekanis pada material komposit yang dihasilkan sejauh mana penggunaan serat alam dapat meningkatkan sifat mekanis dari komposit. Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi referensi dalam melakukan pengembangan material komposit berbasis serat tebu yang ramah lingkungan sebagai alternatif teknik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana kekuatan lentur material komposit resin polyester berpenguat serat tebu?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu perendaman serat tebu (tanpa perlakuan, 1 jam, 3 jam, 5 jam, 7 jam, 9 jam) terhadap kekuatan lentur material komposit resin polyester berpenguat serat tebu?
3. Bagaimana cara pembuatan spesimen uji lentur standar ASTM D3410 material komposit resin polyester berpenguat serat tebu?

1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini adalah melakukan riset yang berfokus kepada pembuatan bahan komposit berpenguat serat tebu dengan pencampuran resin berjenis polyester. Serat tebu yang akan digunakan pada penelitian ini terlebih dahulu untuk dilakukan perbaikan sifat fisik dengan menggunakan perlakuan alkali larutan (NaOH) 5% dengan variasi waktu lama perendaman tanpa perlakuan, 1 jam, 3 jam, 5 jam, 7 jam, dan 9 jam. Pada penelitian ini menggunakan pengujian lentur dengan standar bentuk spesimen ASTM D3410 dengan menggunakan mesin uji *Universal Testing Machine* (UTM).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis kekuatan lentur material komposit resin polyester berpenguat serat tebu.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu perendaman serat tebu (tanpa perlakuan, 1 jam, 3 jam, 5 jam, 7 jam, dan 9 jam) terhadap kekuatan lentur material komposit resin polyester berpenguat serat tebu.
3. Untuk membuat spesimen uji lentur standar ASTM D3410 material komposit resin polyester berpenguat serat tebu.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Dapat diketahuinya analisis kekuatan lentur material komposit resin polyester berpenguat serat tebu.
2. Dapat diketahui pengaruh variasi waktu perendaman serat tebu terhadap kekuatan lentur material komposit resin polyester berpenguat serat tebu.
3. Dapat menghasilkan spesimen uji lentur standar ASTM D3410 material komposit resin polyester berpenguat serat tebu.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tebu *(Saccharum Officinarum Linn)*

Tebu dalam bahasa Inggris dikenal sebagai *sugarcane*, merupakan tanaman dengan bentuk dan cara konsumsi yang cukup menarik. Ia berbentuk panjang dan dapat ditanam melalui mata tunas. Tanaman ini sering dijumpai di masyarakat internasional sebagai bahan baku pembuatan gula. Tebu hanya mampu tumbuh di daerah beriklim tropis, seperti di Indonesia. Sebagai jenis rumput-rumputan, tebu terus dibudidayakan sebagai bahan utama produksi gula pasir, yang banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri olahan oleh masyarakat Indonesia. (Walyupin, 2018). Meningkatnya luas area budidaya tebu menghasilkan banyak potensi limbah pertanian yang menguntungkan bila diolah secara maksimal khususnya limbah panen tebu. Banyak limbah pertanian yang dibiarkan begitu saja pasca panen, tanpa memperhatikan pertambahan nilai olahan limbah tersebut. Limbah-limbah tersebut masih dapat dimanfaatkan dan diolah menjadi produk baru yang dapat menambah produktivitas pertanian. (Kurniawan et al., 2016). Bersumber dari data Badan Pusat Statistik, luas areal tebu mencapai 553.609 ha sedangkan total produksi tebu pada tahun 2024 sebanyak 2.381.649 ton. Meskipun ketersediaannya tinggi, sebagian besar limbah pertanian dari tebu masih belum dimanfaatkan secara optimal. (Rahmadan et al., 2025).



Gambar 2.1 Tanaman Tebu *(Saccharum Officinarum Linn)*

(Putra, Nur Afiq Eka, 2020)

2.1.1 Tumbuhan Tebu

Tumbuhan tebu dapat tumbuh di daerah tropis dan subtropis dengan masalah utama ketersediaan air baik kekurangan maupun kelebihan. Tanaman tebu dapat tumbuh di daerah dataran rendah hingga dataran tinggi, hingga mencapai ketinggian 1.400 meter di atas permukaan laut (dpl). Pertumbuhan yang optimum dicapai pada suhu 24–30 °C. Tumbuhan ini dapat hidup pada berbagai ketinggian, namun di atas ketinggian 1.200 m dpl pertumbuhan menjadi lambat. Tanaman tebu menghendaki curah hujan tahunan 1.000–1.250 mm, menyebar merata. Suhu yang baik untuk tanaman tebu berkisar antara 24 hingga 30 °C, dengan kelembaban berkisar 65–70%, dan pH tanah mencapai 5,5–7,0. Hujan harus turun teratur selama pertumbuhan vegetatif dan menjelang saat pematangan tanaman tebu membutuhkan beberapa bulan untuk bisa kering. Di daerah bercurah hujan tinggi, tebu akan tumbuh terus hingga kandungan sukrosa dalam batangnya menjadi rendah. (Jalil et al., 2022).

2.1.2 Sejarah Tebu

Tanaman tebu mengalami kemajuan signifikan pada abad ke-19. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, spesies ini telah dikembangkan dalam skala perkebunan sejak masa pendirian kantor dagang oleh Kompeni Belanda (VOC) di Batavia. Tebu, yang awalnya dikonsumsi sebagai bahan kunyah dengan rasa manis, kemudian menjadi komoditas utama dalam produksi gula. Pada abad ke-17 dan ke-18, pengelolaannya masih dilakukan secara tradisional oleh VOC. Namun, pada abad ke-19, pemerintah kolonial Hindia Belanda mulai memberikan perhatian intensif terhadap tanaman ini. Hal ini dipicu oleh meningkatnya permintaan gula di Eropa serta nilai ekonomisnya yang tinggi. Akibatnya, perkebunan tebu menjadi prioritas utama bagi otoritas kolonial belanda untuk memaksimalkan keuntungan dari ekspor gula ke pasar global. Pulau Jawa sering menjadi sorotan utama dalam konteks Indonesia, terutama sebagai penghasil gula terbesar di negara ini selama abad ke-19. Hal ini disebabkan oleh kepemilikan perkebunan tebu yang paling luas dibandingkan dengan daerah lainnya. Kesuburan tanahnya, ditambah dengan bentang lahan yang relatif rata, serta sistem irigasi yang memadai, menjadikan Jawa sebagai lokasi ideal bagi pengembangan perkebunan tebu di Indonesia. (Ridhoi, 2021).

2.1.3 Klasifikasi Tanaman Tebu

Tanaman tebu *(sugarcane)* adalah tanaman yang memiliki klasifikasi sebagai berikut: (Sulistiyanto, Tabitha Qootrunnada Sinaga, 2021)

1. Kingdom : *Plantae*
2. Sub Kingdom : *Tracheobionta*
3. Super Divisi : *Spermatophyta*
4. Divisi : *Magnoliophyta*
5. Kelas : *Liliopsida*
6. Sub Kelas : *Commelinidae*
7. Ordo : *Poales*
8. Famili : *Graminae atau Poaceae*
9. Genus : *Saccharum*
10. Spesies : *Saccharum officinarum Linn*

2.1.4 Produksi Tebu di Indonesia

Indonesia termasuk negara penghasil tebu yang terbesar di dunia. Bahkan, Indonesia pernah menjadi 5 negara penghasil tebu terbesar di dunia. Dari seluruh perkebunan tebu di Indonesia, Indonesia memiliki hampir 358.000 ha dengan produksi tebu yang mencapai 6,02 ton/ha pada kisaran tahun 2005. Melimpahnya tanaman tebu di Indonesia menyebabkan hasil samping produksi tanaman tebu untuk menjadi gula juga sangat besar. Karena dalam proses produksi gula, tidak seluruh bagian tebu akan terpakai, sehingga sisanya akan menjadi limbah dari proses produksi tebu. Dari seluruh produksi tebu diseluruh indonesia, hanya 2.154,4 ribu ton gula yang dihasilkan. Sedangkan kapasitas limbah *bagasse* yang dihasilkan berkisar 4.449,6 ribu ton. (Mawarani, 2013). Di Sumatera, ada tiga provinsi yang memiliki perkebunan tebu, yaitu Sumatera Utara, Sumatera Selatan dan Lampung. Di Jawa ada empat provinsi sebagai produsen tebu, yaitu: Jawa Barat, DI Yogyakarta, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Di Pulau Sulawesi, ada dua provinsi yang menjadi sentra produksi tebu, yaitu: Gorontalo dan Sulawesi Selatan. Provinsi terakhir adalah Nusa Tenggara Barat. Dari kesepuluh provinsi, produksi tebu terbesar berada di Jawa Timur. (Kurniawan et al., 2016).

2.2 Serat Ampas Tebu *(Bagasse)*

Serat ampas tebu *(bagasse*) merupakan hasil residu pada proses penggilingan tumbuhan tebu *(saccharum oficinarum)* saat dikeluarkan air sarinya sehingga mendapatkan produk limbah berserat. (Sanjaya et al., 2022). Serat tebu adalah hasil samping dari proses ekstraksi cairan tebu. Serat tebu sebagian besar mengandung *ligno-cellulose*. Panjang seratnya antara 1,7-2 mm dengan diameter sekitar 20 µm, sehingga ampas tebu ini dapat memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi papan-papan buatan. (Fiqri et al., 2017). Serat tebu sangat mudah dijumpai karena termasuk salah satu limbah utama di industri gula. Serat tebu ini merupakan limbah yang memiliki kandungan *selulosa* 45,96%, *hemiselulosa* 20,37% dan *lignin* 21,56%. (Kustiyah et al., 2023). Serat ini memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi selain merupakan hasil limbah pabrik gula tebu, serat ini juga mudah didapatkan dan mempunyai sifat mekanik yang cukup baik, tidak korosif, *low density*, harga yang relatif murah, tidak membahayakan kesehatan tubuh dapat juga terdegradasi secara alami sehingga lebih ramah lingkungan. (Novia et al., 2022)



Gambar 2.2 Serat Ampas Tebu *(Bagasse)*

(Maryanti & Sidabutar, 2021)

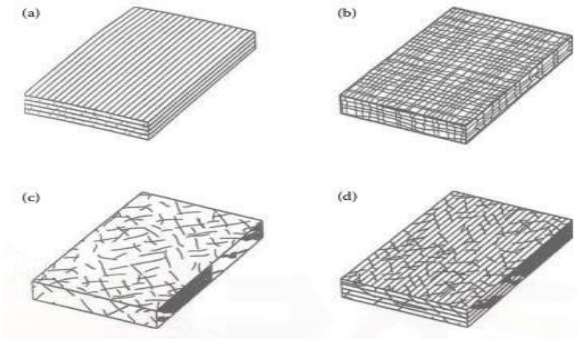
2.3 Komposit

Komposit merupakan campuran dari dua atau lebih bahan material yang berbeda lalu dikombinasikan dari gabungan antara serat dan matriks guna memperoleh sifat mekanis yang lebih baik. Serat dalam material diartikan sebagai penguat dimana serat memiliki ukuran yang kecil namun memiliki fleksibilitas yang baik serta kekuatan dalam pembebanan yang tinggi. Dalam segi arah

pembebanannya serat memiliki arah pembebanan di berbagai arah. Terdapat beberapa tipe dalam serat salah satunya adalah serat dengan pembuatan dari alam. Material komposit merupakan pencampuran dari dua atau lebih material yang berbeda lalu dikombinasikan dari gabungan antara serat dan matriks guna memperoleh sifat mekanis yang lebih baik. Serat dalam material diartikan sebagai penguat dimana serat memiliki ukuran yang kecil namun memiliki fleksibilitas yang baik serta kekuatan dalam pembebanan yang tinggi. Dalam segi arah pembebanannya serat memiliki arah pembebanan di berbagai arah. Terdapat beberapa tipe dalam serat salah satunya adalah serat dengan pembuatan dari alam. (Edbert et al., 2024). Keunggulan komposit dapat dilihat dari sifat-sifat pada bahan bahan pembentuknya serta ciri-ciri komposit itu sendiri, antara lain, bahan ringan, kuat dan kaku. Struktur mampu berubah mengikuti perubahan pada keadaan sekitarnya. Unggul atas sifat-sifat bahan teknik yang diperlukan pada kekuatan yang tinggi, keras, kenyal, dan ringan serta tahan terhadap goresan atau pukulan (impack). (Zainal Arif, Husaini, Nurdin Ali, 2019)

Berdasarkan susunan dari serat penguat yang diletakkan pada matriksnya, komposit dapat dibagi lagi menjadi 4 kelompok, yaitu: (Feriyanto et al., 2022)

a. *Continuous Fiber Composite*, komposit yang menggunakan jenis serat yang memanjang.
b. *Woven Fiber Composite*, komposit yang menggunakan jenis serat yang dianyam.
c. *Discontinuous Fiber Composite,* komposit yang menggunakan jenis serat pendek.
d. *Hybrid Composite,* komposit yang menggunakan jenis serat hybrid, yang mana komposit jenis serat ini memakai serat pendek dan serat panjang.



Gambar 2.3 Komposit (Feriyanto et al., 2022)

2.4 Material Penyusun Komposit

Komposit didefinisikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya, dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya. Secara umum terdapat dua kategori material penyusun komposit yaitu matriks dan *reinforcement*. Komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer diperkuat dengan serat, menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat *(fiber)* sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang dikenal dengan matriks. (Siregar et al., 2016). Salah satu yang menentukan kualitas dari material komposit adalah kekuatan tegangan tarik dan kemampuan menahan keretakan akibat beban yang bekerja pada material tersebut. Sementara, polimer memiliki kelebihan tidak mudah mengalami keretakan. (Nusyirwan et al., 2024). Komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat sebagai pengisi *(fiber)* dan bahan pengikat serat yang disebut matrik. (Suban & Farid, 2015). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan dari material komposit, diantaranya ialah:

1. Faktor penguat

   Komposit berperan dalam meningkatkan sifat mekanik yang tidak dimiliki oleh matriks dan dapat juga menahan gaya eksternal. Adapun beberapa faktor pada penguat yang mempengaruhi kekuatan dari komposit, ialah jenis, orientasi arah posisi atau susunan dimensi dari penguat.

2. Faktor matriks

   Pada komposit berfungsi mengikat matriks ke penguat untuk melindungi penguat dari kerusakan eksternal dan meneruskan beban eksternal pada permukaan komposit (matriks) menuju ke penguat komposit. Jenis matriks yang digunakan dapat mempengaruhi kekuatan komposit.

3. Faktor ikatan fiber-matriks

   Hal yang juga dapat mempengaruhi ikatan antara serat dan matriks adalah *void*. Dimana *void* adalah celah yang diakibatkan karena kurang atau tidak adanya ikatan pada serat dan matriks mengakibatkan ikatan

interfacial antara matriks dan serat menjadi kurang baik pada komposit. Kemudian bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga dapat mengurangi kekuatan pada komposit. (Feriyanto et al., 2022)

2.4.1 Serat *(Fiber)*

Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat *(fiber)* sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matrik. Didalam komposit unsur utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya menggunakan bahan polimer yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi. Pengunaan serat sendiri yang diutama untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti: kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik yang lainnya. (M. yani, Bekti Suroso, 2019). Penggabungan pada bahan material pengisi *(fiber)* baik ke dalam matriks polimer maupun ke dalam polimer yang diperkuat dengan serat *(Fiber Reinforced Polymer)* merupakan pekerjaan penelitian umum yang dilakukan oleh berbagai peneliti. Secara umum, bahan material filler dianggap sebagai material yang tidak bereaksi, biasanya ditambahkan ke dalam serat *(Fiber Reinforced Polymer)* untuk meningkatkan kinerja material dengan memperbaiki sifat fisik dan mekanis komposit. (Srivisan, Nagarajar, Damoradan Vasanth Kumar, 2022). Polimer merupakan salah satu material yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari di masyarakat. Polimer memiliki keunggulan dibandingkan material lain, antara lain ringan, fleksibel, tahan korosi, mudah diproduksi, dan berbiaya rendah. (Ariantika et al., 2025).

2.4.2 Matriks

Matriks dalam komposit berfungsi untuk melindungi dan mengikat serat sehingga dapat beroperasi secara optimal. Matriks juga berperan sebagai lapisan pelindung bagi serat. Biasanya, matriks terbuat dari bahan yang lunak dan fleksibel. Agar matriks dapat digunakan dalam komposit, ia harus mampu meneruskan beban. Matriks memiliki pengaruh yang signifikan dalam menentukan sifat mekanis komposit. Matriks merupakan bagian terbesar dalam komposit yang memiliki volume atau fraksi terbesar. Fungsi dalam komposit ialah:

1. Mendistribusikan tegangan secara merata ke serat.

2. Menjaga serat tetap berada pada posisinya.
3. Melindungi serat dari kerusakan mekanik langsung.
4. Memastikan stabilitas struktur setelah proses manufaktur.

Dalam komposit, matriks berperan untuk menyebarkan beban ke seluruh bagian penguat, berfungsi sebagai perekat bahan penguat saat pembuatan komposit, dan melindungi partikel dari kerusakan akibat faktor lingkungan. (Badrussalam & Nurussyifa, 2024).

2.4.3 Resin Polyester

Resin Polyester adalah bahan matriks dari sebuah kelompok polimer. Resin polyester ini ialah resin yang paling banyak digunakan mulai dari proses pembuatan tangan *(Hand Lay-Up)* yang paling sederhana dan termudah hingga pada proses permesinan dan pencetakan yang rumit. Resin polyester juga digunakan sebagai matriks dengan metode *Hand Lay-Up*. Pada saat pencetakan, resin ini tidak perlu diberi tekanan, karena ketika masih cair memiliki viskositas yang reatif rendah dan mengeras dalam suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas. Resin dapat berperan sebagai pengikat antar serat yang membentuk ikatan yang kuat sehingga dapat menghasilkan material komposit yang secara homogen, yaitu dengan material kekuatan pada ikatan yang tinggi. Selain itu resin tahan terhadap air, pelapukan, penuaan, dan berbagai bahan kimia serta memiliki tingkat penyusutan sekitar 4-8%. Material komposit diperkuat dengan serat alam yang memiliki kelebihan yaitu mudah didapat, murah, ringan dan ramah terhadap lingkungan. Tetapi juga memiliki kelemahan yaitu kekuatan dan berat tarik yang spesifik, tergantung pada jenis serat dan proses produksi serat alam tersebut. (Nugroho et al., 2024).

2.4.4 Klasifikasi Komposit

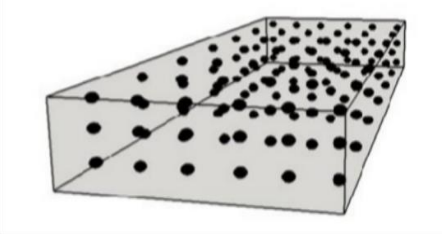
Komposit dapat diklasifikasikan berdasarkan pengelompokan bahan matriksnya atau bahan penguatnya. Berikut beberapa klasifikasi dari komposit.

1. Berdasarkan pada jenis matriksnya, komposit dapat di bedakan tiga menjadi jenis, yaitu:
    1) *Polymer matrix composite* (PMC) komposit ini menggunakan bahan polimer oleh matriknya.

2) *Metal matrix composite* (MMC) komposit ini berkembang pada industri otomotif, metal *matrix composites* adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matrik logam.
3) *Ceramic matrix composite* (CMC) komposit ini menggunakan keramik sebagai matriknya. (M. yani, Bekti Suroso, 2019).

2. Berdasarkan pada jenis penguatnya terbagi menjadi tiga, yaitu:
   1) Komposit Partikel *(Particulate composite)*

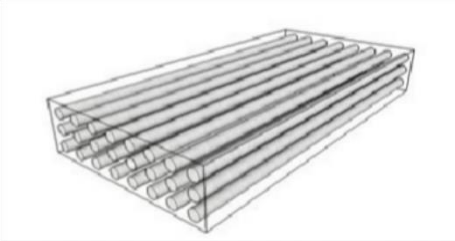
      Komposit yang tersusun atas matrik kontinyu dan penguat *(reinforced)* yang diskontinyu berbentuk partikel atau serat pendek disebut komposit partikel, secara umum penguat partikel kurang efektif dalam mempertahankan ketahanan patah, berbeda dengan komposit berpenguat serat yang bagus dalam mempertahankan ketahanan patah namun matrik berpenguat partikel ini memiliki sifat ulet yang bagus untuk mengurangi beban patah mendadak, fungsi dari partikel- partikel ini adalah membagi beban agar terdistribusi merata dalam material dan menghambat deformasi plastis, partikel-partikel tersebut bisa berupa logam maupun bukan logam.



Gambar 2.4 Komposit Partikel (Fiqri et al., 2017)

   2) Komposit Serat *(Fibrous Composite)*

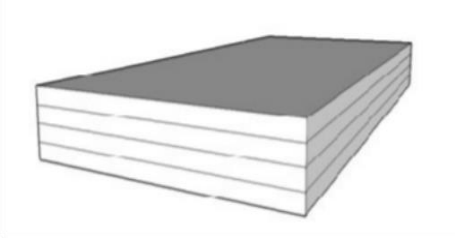
      Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat. Serat yang digunakan biasanya berupa serat gelas, serat karbon, serataramid dan sebagainya. Komposit ini tersusun atas matrik kontinyu polimer atau logam, serat- serat ini terikat oleh matrik, biasanya berbentuk multifilamen panjang yang digulung. Diameter serat biasanya antara 3 sampai 30 mikrometer. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.



Gambar 2.5 Komposit Serat (Fiqri et al., 2017)

3) Komposit Lapis *(Laminate Composite)*

Komposit lapis atau komposit laminat ini terdiri dari beberapa lapisan komposit lapis berpenguat serat, berpenguat komposit partikel atau kombinasi lapisan komposit tipis dengan material berbeda dimana lapisan tersebut saling terikat didalam satu matriks. (Fiqri et al., 2017).



Gambar 2.6 Komposit Lapis (Fiqri et al., 2017)

2.5 Perlakuan Alkali (NaOH)

Perlakuan Alkali terhadap serat alami adalah salah satu perlakuan kimia yang telah dikenal untuk meningkatkan kandungan *selulosa* melalui penghilangan *hemiselulosa* dan *lignin*. Perlakuan alkali merupakan metode untuk membersihkan dan memodifikasi permukaan serat sehingga menurunkan tegangan permukaan dan meningkatkan sifat mekanik yang lebih baik. (Ubaidulloh Fatkhul Hamid, 2023). Serat tebu juga dapat digambarkan sebagai serat yang menyukai air atau hidrofilik. Pengaruh perlakuan alkali pada sifat permukaan serat selulosa alami telah dipelajari. Dalam hal ini kadar air optimal dapat dikurangin sehingga sifat alami serat (hidrofisilitas) menjamin ikatan antar muka yang optimal dengan matriks. Pada komposit diperkuat serat tanpa alkalisasi maka ikatan antara serat dan resin tidak begitu sempurna karena terhalang oleh lapisan lilin pada permukaan serat. Namun jika perendaman terlalu lama maka dapat menurunkan kualitas nilai.(Nugroho et al., 2024).

2.5.1 Perbaikan Serat

Kekuatan komposit berpenguat serat alam dipengaruhi oleh penyebaran serat, interaksi antara serat dengan matriks, bagaimana serat itu diperoleh, ukuran serat, dan bentuk serat. Selain itu, kekuatan komposit berpenguat serat alam juga dipengaruhi oleh perlakuan serat. Perlakuan serat diperlukan untuk memperbaiki bentuk dan sifat serat. Selain itu, perlakuan alkali dapat menghilangkan kotoran-kotoran yang melekat pada permukaan serat sehingga menjadi lebih kasar. Hilangnya kotoran-kotoran tersebut, tentunya juga akan menyebabkan diameter serat menjadi kecil. Semakin kecil diameter serat maka serat tersebut semakin kuat karena cacatnya semakin berkurang. (Arsyad & Soenoko, 2018).

2.5.2 Metode Perbaikan Sifat Fisik Serat Alam

Proses perbaikan sifat fisik serat alam dilakukan menggunakan NaOH dengan presentasi 5%. NaOH dicampur dengan aquades dengan cara diaduk pada wadah. Pertama dilakukan pemisahan batang tebu lalu dicuci dengan air kemudian dikeringkan dengan sinar matahari 2-3 hari atau sampai kering merata. Kemudian dipotong kecil – kecil dalam bentuk serat. Selanjutnya serat tebu yang telah dibersihkan direndam didalam larutan yang telah tercampur dengan variasi waktu perendaman 1, 3, 5, 7 dan 9 jam. Setelah direndam selanjutnya serat dikeringkan dengan panas matahari hingga benar – benar kering.

2.6 Pengujian Lentur

Kekuatan lentur atau uji lentur adalah tegangan terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi besar. Pengujian kuat lentur ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu bahan terhadap pembebanan pada titik lentur dan juga mengetahui keelastisitasan suatu bahan. Cara pengujian kuat lentur ini dengan memberikan pembebanan tegak lurus terhadap sampel dengan tiga titik lentur dan titik-titik sebagai penahan berjarak tertentu. Titik pembebanan diletakkan pada pertengahan panjang sampel. Pada pengujian ini terjadi pelengkungan pada titik tengah sampel dan besarnya pelengkungan ini dinamakan defleksi. Kemudian dicatat pada pembebanan maksimum dan regangan saat spesimen mengalami patah. (Muh. Farid Hidayat & Pajarrai, 2014).

Pengujian lentur dilakukan dengan mesin UTM *(Universal Testing Machine)*. Bentuk spesimen mengacu pada standar ASTM D3410 yang berdimensi 150 mm x 10 mm x 4 mm. Spesimen diletakkan dibagian tumpuan yang berada pada mesin uji. Pengujian dengan dua titik dudukan dan pembebanan pada tengah-tengah batang uji *(Three Point Bending)*, maka kekuatan lentur dan tegangan lentur dapat dihitung dengan persamaan (2.1).

Kekuatan Lentur *(Flexural Strength)*

$$\sigma u = \frac{3FuL}{2bd^2} \tag{2.1}$$

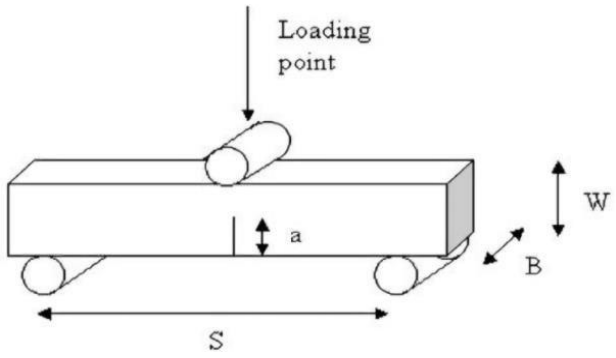
Dimana : σu = Tegangan Lentur (MPa)

Fu = Gaya Pembebanan Maksimum (N)

L = Jarak Tumpuan (mm)

b = Lebar Spesimen (mm)

d = Tebal Spesimen (mm)



Gambar 2.7 Uji bending dengan tiga titik *(Three Point Bending)* (Fiqri et al., 2017)

2.6.1 Standar Pengujian Lentur

ASTM dibentuk pertama kali pada tahun 1898 dan sampai saat ini ASTM mempunyai 12.000 standarisasi. Dimensi spesimen pengujian lentur ini menggunakan ASTM D3410 hal ini bertujuan menghindari efek *buckling*. *Buckling* merupakan kegagalan pengujian berupa terjadinya bengkok atau melengkung secara tiba-tiba sebelum spesimen mencapai kekuatan tertingginya. Pengujian dilakukan sesuai dengan ASTM D3410. Uji pada komposit yang diperkuat serat memerlukan perlengkapan khusus untuk melakukan pengumpulan data yang

akurat. Perlengkapan yang dikembangkan oleh *Institute of Technology and Research of Illinois* (IITRI), yang membantu mencegah tekuk secara tiba-tiba dan juga merupakan bagian dari ASTM D3410. Hal ini pada penggunaan bentuk specimen ASTM D3410 dirancang untuk memenuhi kondisi pengujian pada material berbahan komposit baik itu pada komposit berlapis maupun serat kontinu atau tanpa memerlukan modifikasi. (Argüello-Bastos, 2018)

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dan pembuatan komposit serbuk serat batang tebu dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang beralamat di Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan– 20238.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penerapan tugas akhir ini direncanakan selama 6 bulan dari disetujuinya penulisan proposal tugas akhir, proses pembuatan analisis kekuatan lentur material komposit polyester berpenguat serat tebu, seminar proposal, seminar hasil, sampai sidang akhir.

Tabel 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul						
2	Studi Literatur						
3	Seminar proposal						
4	Pembuatan serat						
5	Pengujian bahan						
6	Analisa hasil pengujian						
7	Seminar hasil						
8	Penyelesaian skripsi						

3.2 Bahan Dan Alat

3.2.1 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Serat Ampas Tebu *(Bagasse Fiber)*

   Serat ampas tebu merupakan limbah padat hasil proses penggilingan tebu untuk pengambilan nira. Serat ini terdiri dari *selulosa*, *hemiselulosa*, dan *lignin* sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan penelitian dalam pengujian morfologi serat. Pada penelitian ini, serat ampas tebu dibersihkan, dikeringkan, dan dipotong sebelum dilakukan perlakuan alkali.



Gambar 3.1 Serat Ampas Tebu *(Baggase Fiber)*

2. Alkali Natrium Hidroksida (NaOH)

   Larutan NaOH digunakan sebagai bahan perlakuan kimia dalam proses alkalisasi serat. Fungsinya untuk menghilangkan *lignin*, *hemiselulosa*, *pektin*, serta komponen lainnya sehingga meningkatkan kekasaran dan kualitas morfologi permukaan serat tebu.



Gambar 3.2 Alkali Natrium Hidroksida (NaOH)

3. Aquadest

   Aquadest digunakan untuk proses pencucian serat tebu setelah dilakukan perendaman NaOH. Proses pencucian dilakukan hingga pH serat kembali netral sebelum dikeringkan.



Gambar 3.3 Aquadest

4. Mold Release Wax

   Wax berbentuk pasta atau krim padat, digunakan sebagai pelapis antara bidang mal atau cetakan dan material komposit sehingga kedua bagian tidak saling menempel dan material komposit lebih mudah untuk dilepas.



Gambar 3.4 Mold Release Wax

5. Resin Polyester

   Berfungsi sebagai matriks atau pengikat serat pada material komposit yang digunakan pada saat pencetakan dan untuk melindungi, menyatukan serat, meneruskan beban, serta memberikan bentuk. Perbandingan pencampuran resin polyester dan katalis yang digunakan adalah 2% katalis dari berat resin yang digunakan.



Gambar 3.5 Resin Polyester

3.2.2 Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Wadah

   Digunakan sebagai wadah pencampuran larutan NaOH dan tempat perendaman serat tebu selama proses perlakuan.



Gambar 3.6 Wadah

2. Cetakan Material Komposit

   Cetakan ini berfungsi untuk mencetak bentuk spesimen yang mengacu pada standar ASTM D3410 yang berdimensi 150 mm x 10 mm x 4 mm.



Gambar 3.7 Cetakan Material Komposit

3. Jangka Sorong

   Digunakan untuk mengukur ketebalan dan dimensi spesimen uji lentur secara presisi agar perhitungan nilai mekanik seperti kekuatan lentur dan menjadi akurat.



Gambar 3.8 Jangka Sorong

4. Timbangan Digital

   Digunakan untuk menimbang komposisi bahan spesimen terutama pada saat penimbangan serat dan resin di lakukan.



Gambar 3.9 Timbangan Digital

5. Mesin Uji Lentur

   Digunakan untuk melakukan pengujian kekuatan lentur material komposit berpenguat serat tebu.



Gambar 3.10 Mesin Uji Lentur

6. Gunting

   Digunakan untuk memotong dan merapikan serat tebu agar ukurannya seragam, sebelum proses pembuatan spesimen uji lentur.



Gambar 3.11 Gunting

7. Sendok

   Digunakan untuk mengambil NaOH atau membantu proses pencampuran resin polyester dan katalis.



Gambar 3.12 Sendok

8. Kuas

   Digunakan untuk meratakan *mold release wax* pada permukaan cetakan. Sebagai alat bantu dalam proses pelumasan cetakan agar wax tersebar merata pada seluruh permukaan.



Gambar 3.13 Kuas

9. Pisau

   Digunakan pada saat persiapan bahan untuk memotong serat tebu menjadi ukuran tertentu serta membersihkan bagian yang tidak diperlukan sebelum dilakukan perlakuan alkali dan proses pembuatan komposit.



Gambar 3.14 Pisau

10. Sarung Tangan

Berfungsi melindungi tangan dari paparan bahan kimia dan mengurangi risiko cedera selama penelitian.



Gambar 3.15 Sarung Tangan

11. Kertas Pasir

Digunakan untuk membersihkan spesimen dari cairan resin yang berlebih dari cetakan.



Gambar 3.16 Kertas Pasir

12. Wadah Pengaduk

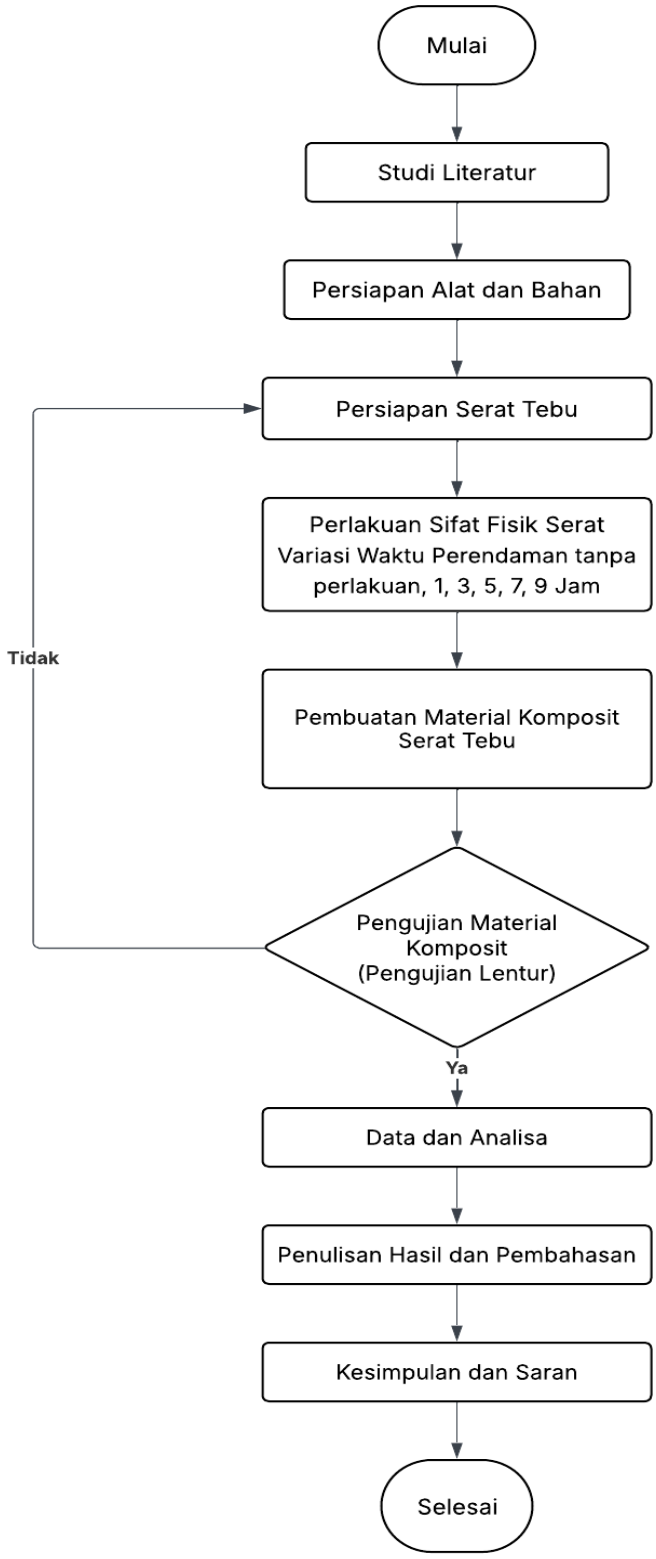
Digunakan sebagai tempat pengaduk resin dan katalis didalam wadah agar proses pencampurannya dapat merata.



Gambar 3.17 Wadah Pengaduk

3.3 Diagram Alir

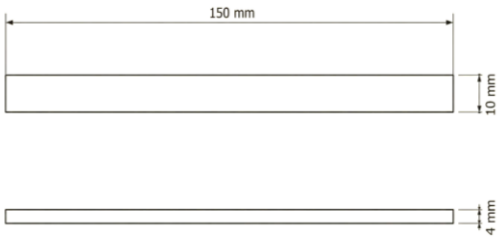
Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.18 Diagram Alir

3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian ini di awali dengan melakukan pengumpulan data dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, buku dan skripsi yang digunakan berkaitan sebagai referensi. Studi literatur dilakukan oleh setiap peneliti yang bertujuan untuk mencari pondasi atau dasar pijakan memperoleh landasan teori dan kerangka berfikir. Dengan melakukan studi literatur, peneliti akan mempunyai pengetahuan yang lebih luas terhadap masalah yang akan diteliti. Penelitian ini berfokus pada peningkatan kekuatan lentur dari material komposit dengan memanfaatkan serat tebu sebagai penguatnya. Bentuk dari spesimen ini mengacu pada standar ASTM D3410 yang mempunyai dimensi panjang 150 mm, lebar 10 mm, dan tinggi 4 mm. Dengan menggunakan mesin uji *Universal Testing Machine* (UTM).



Gambar 3.19 Rancangan Penelitian

3.5 Prosedur Penelitian

Pada Prosedur penelitian ini dilakukan secara sistematis dimulai dari studi literatur mengenai penggunaan pada serat alami sebagai penguat komposit dan karakteristik terhadap komposit yang berbasis polimer *biodegradable.* Setelah memperoleh teori dasar yang kuat, dapat dilakukan persiapan alat dan bahan sesuai untuk kebutuhan pada penelitian ini, termasuk serat tebu, resin polyester, katalis, *natrium hidroksida* (NaOH), *aquadest*, cetakan spesimen ASTM D3410, jangka sorong, timbangan digital dan mesin uji lentur.

Serat tebu yang diperoleh dari limbah industri, pengolahan serat tebu dicuci sampai bersih, lalu setelah dicuci kemudian dikeringkan untuk menghilangkan kadar air pada tebu. Lanjut serat dipotong hingga ukuran yang sesuai dengan kebutuhan sebelum proses pencampuran. Untuk meningkatkan kualitas ikatan antara serat dan matriks, serat juga dapat diberikan perlakuan alkali dengan menggunakan larutan NaOH pada konsentrasi 5% yang telah ditentukan pada

penelitian ini. Setelah direndam, lanjut serat dicuci hingga pH netral dapat dikeringkan kembali.

Resin polyester sebagai matriks yang dicampurkan dengan serat tebu sesuai pada komposisi yang ditetapkan dalam penelitian ini. Pada proses pencampuran ini dapat dilakukan sampai merata sebelum memasuki proses pencetakan. Serat tebu dicampurkan kedalam matriks resin polyester hingga tercampur secara merata permukaan untuk membentuk material pada komposit. Pada pencampuran komposit yang telah homogen, kemudian dilakukan pencetakan pada spesimen uji lentur menggunakan cetakan standar ASTM D3410.

Sebelum memasuki pencetakan, permukaan pada cetakan dapat dibersihkan dahulu dengan melapisi *mold release wax* secara merata menggunakan kuas untuk mencegah material komposit melekat pada cetakan dapat juga mempermudah proses pelepasan spesimen setelah pencetakan. Sebelum dilakukan pengujian, setiap spesimen diukur dimensinya dengan menggunakan jangka sorong untuk memastikan kesesuaian dengan standar serta data pendukung perhitungan pada tegangan.

Pengujian lentur dilakukan dengan menggunakan mesin uji sesuai standar ASTM D3410. Data hasil pengujian berupa nilai kekuatan lentur dan tegangan lentur kemudian diolah dan di analisis untuk mengetahui seberapa pengaruh serat tebu terhadap sifat mekanik pada komposit. Hasil analisis digunakan sebagai dasar dalam penyusunan kesimpulan pada penelitian.

3.6 Metode Persiapan dan Perbaikan Sifat Fisik Serat Tebu

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk persiapan dan perbaikan sifat fisik terhadap serat tebu agar mendapatkan karakteristik sebagai berikut:

1. Proses pengambilan limbah serat tebu yang mudah ditemukan dari pedagang penjual es tebu di pasar.



Gambar 3.20 Pengambilan Serat Tebu

2. Proses pemisahan pada limbah serat tebu, dengan cara membuka setiap sehelai serat tebu dengan menggunakan pisau dan diuraikan satu persatu.



Gambar 3.21 Pemisahan Serat Tebu

3. Menyiapkan wadah, lalu letakkan wadah diatas timbangan dan dikalibrasikan timbangan ke angka 0. Karena untuk membutuhkan massa jenis air sebanyak 1 kg/L atau sama dengan 1000 gram/L, Maka dapat dibuat dengan berat air sebanyak 5 liter air adalah 5000 gram. Lalu isi air sebanyak 1000 gram ke wadah kecil, karena yang air dibutuhkan kedalam wadah sebanyak 5 liter air maka yang dibutuhkan adalah 5000 gram air.



Gambar 3.22 Penimbangan Berat Jenis Massa Air

4. Setelah itu pindahkan air bersih kedalam wadah besar, dengan mengisi air sebanyak 5 liter, lalu cari berapa 5% dari 5 liter air tersebut. Untuk 5% dari 5 liter air adalah 5% x 5000 gram = $\frac{5}{100}$ x 5000 = 250 gram NaOH yang dibutuhkan.



Gambar 3.23 Wadah Berisi Air 5 Liter

5. Selanjutnya tuangkan NaOH ke dalam wadah yang sudah berisikan air sebanyak 5 liter. Setelah menuangkan NaOH ke dalam wadah berisikan air itu lalu diaduk hingga merata.



Gambar 3.24 Penuangan NaOH dan Pengadukan NaOH Kedalam Wadah

6. Lalu setelah NaOH merata dilanjutkan dengan meletakkan serat tebu ke dalam wadah yang masih kosong.



Gambar 3.25 Meletakkan Serat Tebu Kedalam Wadah

7. Sesudah wadah diisi dengan serat tebu tadi, lalu tuangkan larutan alkali NaOH yang sudah diaduk tadi kedalam wadah yang sudah di isi dengan serat tebu.



Gambar 3.26 Mengisi Larutan NaOH Kedalam Wadah Berisikan Serat Tebu

8. Tunggu dan biarkan serat tebu tadi yang sudah dicampurkan larutan NaOH diletakkan kedalam wadah selama perendaman dengan variasi waktu 1 jam, 3 jam, 5 jam, 7 jam sampai 9 jam.



Gambar 3.27 Perlakuan Alkali Pada Serat Tebu

9. Setelah melakukan perendaman serat tebu dengan NaOH, lalu angkat bilas dan bersihkan serat tebu dengan menggunakan air.



Gambar 3.28 Pembilasam Serat Tebu Sesudah Perendaman NaOH dengan Air

10. Setelah serat yang sudah dicuci bersih tadi menggunakan air lanjut dijemur dibawah sinar matahari sampai menunggu sampai serat tebu itu kering.



Gambar 3.29 Proses Penjemuran Pada Serat Tebu

3.7 Pengujian Lentur Material Komposit

Terdapat beberapa cara yang akan dilakukan untuk pengujian lentur pada material komposit berpenguat serat tebu diantaranya, yaitu:

1. Pastikan mesin uji telah dikalibrasi dengan benar sesuai dengan prosedur.
2. Sesuaikan mesin dengan pengujian yang akan dilakukan yaitu pengujian lentur seperti pilih sel pengujian yang sesuai dengan ukuran dan bentuk spesimen serta mengatur parameter pengujian pada mesin uji.
3. Kemudian letakkan spesimen di antara plat penjepit sel pengujian, pastikan spesimen terjepit dengan kuat dan sejajar dengan arah pembebanan.
4. Atur posisi zero pada mesin uji sebelum memulai pengujian.
5. Jalankan mesin uji untuk memberikan beban tekan secara bertahap pada spesimen.
6. Pantau proses pengujian melalui layar analog.
7. Hentikan pengujian ketika spesimen mengalami kerusakan atau mencapai batas beban maksimun yang telah ditentukan.

3.8 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini variabel yang terkait dengan pengujian kekuatan lentur material komposit berpenguat serat tebu adalah variabel independen (yang mempengaruhi) adalah perlakuan alkali serat tebu menggunakan larutan NaOH 5% berdasarkan riset sebelumnya yang menunjukkan efektivitas konsentrasi tersebut dalam meningkatkan kandungan *selulosa* melalui pengurangan *lignin* dan

hemiselulosa, dengan variasi waktu perendaman tanpa perlakuan alkali, 1 jam, 3jam, 5 jam, 7 jam, dan 9 jam. Sementara itu, variabel dependen (yang dipengaruhi) adalah kekuatan lentur dan tegangan lentur material komposit resin polyester berpenguat serat tebu yang diperoleh dari hasil pengujian lentur sesuai standar ASTM D3410.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan dan Pengujian Spesimen

Pada penelitian ini telah dibuat material komposit resin polyester berpenguat serat tebu dengan perbandingan 60% resin polyester sebagai matriks dan 40% serat tebu sebagai penguat. Sebelum masuk dalam proses pencetakan, serat tebu diberikan perlakuan alkali dengan menggunakan larutan NaOH 5% dengan variasi waktu perendaman yaitu tanpa perlakuan alkali, 1 jam, 3 jam, 5 jam, 7 jam dan 9 jam. Selanjutnya seluruh spesimen dicetak dengan menggunakan metode *hand lay-up* dan dibiarkan mengering hingga siap dilakukan pengujian lentur.

4.2 Pembuatan Material Komposit

Pembuatan material komposit resin polyester berpenguat serat tebu dilakukan setelah serat tebu diberikan perlakuan alkali NaOH 5% dengan variasi waktu perendaman yang telah ditentukan. Material komposit dibuat dengan pencampuran resin polyester dan serat tebu sebagai penguatnya. Adapun tahapan pembuatan material komposit yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Persiapan serat tebu

   Persiapkan serat tebu yang telah dilakukan perendaman larutan alkali NaOH 5%.



Gambar 4.1 Persiapan Serat Tebu

2. Penimbangan serat tebu

   Lalu Serat tebu ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mendapatkan massa serat sesuai dengan komposisi material yang telah

ditentukan, yaitu 40% serat tebu. Komposisi tersebut kemudian dipadukan dengan 60% resin polyester.



Gambar 4.2 Penimbangan Serat Tebu

3. Persiapan cetakan

   Lanjut cetakan spesimen diberikan *mold release wax* secara merata pada permukaannya. Pemberian *wax* dilakukan untuk membantu mencegah material komposit melekat pada cetakan sehingga spesimen lebih mudah dilepaskan setelah proses pengerasan.



Gambar 4.3 Persiapan Cetakan

4. Pemotongan dan penyusunan serat

   Serat tebu dipotong menggunakan gunting sesuai dengan ukuran cetakan spesimen. Setelah itu, serat tebu disusun secara merata di dalam cetakan agar penyebaran serat pada material komposit dapat dilakukan dengan baik.



Gambar 4.4 Penyusunan Serat

5. Pencampuran dan pencetakan material komposit

   Resin polyester kemudian dicampurkan dengan serat tebu sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan. Material yang telah disiapkan selanjutnya ditempatkan pada cetakan dan dilakukan proses pencetakan hingga membentuk spesimen material komposit. Kemudian timbang resin polyester dengan menggunakan timbangan digital dan melakukan perbandingan 15 gram resin polyester dengan 2% katalis, Lalu cara untuk mencari 2% dari katalis yaitu $15 \times \frac{2}{100}$.= 0,30 ml katalis yang dibutuhkan. Campurkan resin polyester yang sudah dilakukan perbandingan dengan katalis. Selanjutnya diaduk sampai merata, lalu tuangkan ke dalam cetakan dengan menyesuaikan volume pada cetakan spesimen dan biarkan sampai bahan komposit tersebut benar-benar mengering merata.



Gambar 4.5 Pencampuran Resin Polyester

6. Hasil pembuatan spesimen

   Setelah proses pencetakan selesai, material dibiarkan hingga mengeras. Spesimen yang telah mengeras kemudian dilepaskan dari cetakan dan dirapikan sehingga diperoleh spesimen yang siap digunakan untuk pengujian lentur.



Gambar 4.6 Hasil Pencetakan Material Komposit

Setelah proses pembuatan selesai, spesimen diuji menggunakan mesin uji lentur di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan, Pada saat pengujian, seluruh spesimen mengalami kerusakan berupa retak setelah menerima beban maksimum. Berikut gambar dibawah spesimen sebelum dan sesudah dilakukan pengujian:

1. Spesimen serat tebu yang tidak melakukan perendaman tanpa perlakuan alkali (NaOH), berikut gambar spesimen dibawah ini sebelum dan sesudah melakukan pengujian.



Gambar 4.7 Spesimen Hasil Uji Lentur Tanpa Perlakuan Akali

2. Spesimen serat tebu yang sudah melakukan perendaman perlakuan alkali (NaOH) selama 1 jam, berikut gambar spesimen dibawah ini sebelum dan sesudah melakukan pengujian.



Gambar 4.8 Spesimen Hasil Uji Lentur Perendaman 1 Jam

3. Spesimen serat tebu yang sudah melakukan perendaman perlakuan alkali (NaOH) selama 3 jam, berikut gambar spesimen dibawah ini sebelum dan sesudah melakukan pengujian.



Gambar 4.9 Spesimen Hasil Uji Lentur Perendaman 3 Jam

4. Spesimen serat tebu yang sudah melakukan perendaman perlakuan alkali (NaOH) selama 5 jam, berikut gambar spesimen dibawah ini sebelum dan sesudah melakukan pengujian.



Gambar 4.10 Spesimen Hasil Uji Lentur Perendaman 5 jam

5. Spesimen serat tebu yang sudah melakukan perendaman perlakuan alkali (NaOH) selama 7 jam, berikut gambar spesimen dibawah ini sebelum dan sesudah melakukan pengujian.



Gambar 4.11 Spesimen Hasil Uji Lentur Perendaman 7 jam

6. Spesimen serat tebu yang sudah melakukan perendaman perlakuan alkali (NaOH) selama 9 jam, berikut gambar spesimen dibawah ini sebelum dan sesudah melakukan pengujian.



Gambar 4.12 Spesimen Hasil Uji Lentur Perendaman 9 jam

4.3 Hasil Pengujian Lentur Material Komposit

Pengujian lentur dilakukan untuk mengetahui kemampuan material komposit resin polyester berpenguat serat tebu dalam menahan pembebanan lentur hingga mencapai kondisi gagal kerusakan. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai gaya maksimum (Fu) dan tegangan lentur (σu) pada masing-masing variasi perlakuan perendaman serat tebu dalam larutan NaOH. Berikut dibawah ini pengertian dari gaya maksimum dan tegangan lentur pada hasil dari pengujian lentur.

1. Gaya maksimum (Fu)

Gaya maksimum (Fu) merupakan nilai gaya atau beban terbesar yang dapat diterima oleh spesimen selama proses pengujian lentur sebelum mengalami kerusakan atau mencapai kondisi akhir pengujian dan dinyatakan dalam satuan Newton (N). Nilai gaya maksimum diperoleh dari hasil pembacaan mesin pengujian ketika spesimen diberikan pembebanan secara bertahap hingga mencapai nilai beban tertinggi selama pengujian. Gaya maksimum digunakan sebagai salah satu parameter dalam menentukan tegangan lentur maksimum pada material komposit. Semakin besar nilai gaya maksimum yang dapat diterima spesimen, maka semakin besar pula kemampuan spesimen dalam menahan pembebanan lentur sebelum mencapai kondisi kerusakan atau akhir pengujian.

2. Tegangan Lentur (σu)

Tegangan lentur (σu) merupakan tegangan maksimum yang mampu ditahan oleh spesimen ketika diberikan pembebanan lentur. Nilai tegangan lentur menunjukkan kemampuan material komposit dalam menahan beban yang menyebabkan terjadinya pembengkokkan pada spesimen. Pada pengujian lentur tiga titik, tegangan maksimum terjadi pada bagian luar spesimen didaerah pembebanan. Nilai tegangan lentur (σu) diperoleh berdasarkan gaya maksimum yang diterima spesimen serta dimensi dan jarak tumpuan spesimen. Satuan tegangan lentur adalah MegaPascal (MPa). Semakin besar nilai tegangan lentur yang diperoleh, semakin besar kemampuan spesimen dalam menahan pembebanan lentur. Pada pengujian lentur tiga titik tegangan lentur maksimum dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\sigma u = \frac{3FuL}{2bh^2}$$

Keterangan:

σu = tegangan lentur maksimum (MPa)

Fu = gaya maksimum (N)

L = jarak antar tumpuan (support span) (mm)

b = lebar spesimen (mm)

h = tebal spesimen (mm)

Berdasarkan persamaan tersebut, nilai tegangan lentur dipengaruhi oleh besarnya gaya maksimum dan dimensi spesimen yang digunakan.

3. Hasil pengujian lentur yang diperoleh

Adapun hasil pengujian lentur yang dilakukan terhadap spesimen material komposit resin polyester berpenguat serat tebu dengan perlakuan perendaman alkali NaOH pada variasi waktu yang berbeda, serta dibandingkan dengan spesimen tanpa serat dan tanpa perlakuan. Hasil lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil pengujian lentur material komposit

No	Variasi Perlakuan	Gaya Maksimum (Fu) (N)	Tegangan Lentur (σu) (MPa)	Kondisi Spesimen
1	Tanpa Akali	175	196,88	Retak
2	1 jam	165	185,63	Retak
3	3 jam	170	191,25	Retak
4	5 jam	180	202,50	Retak
5	7 jam	190	213,75	Retak
6	9 jam	185	208,13	Retak

Berdasarkan Tabel 4.1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai gaya maksimum (Fu) dan tegangan lentur (σu) berbeda pada setiap variasi waktu perendaman serat tebu dalam larutan NaOH.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai gaya maksimum (Fu) dan tegangan lentur (σu) berbeda pada setiap variasi waktu perendaman serat tebu dalam larutan NaOH.

Pada spesimen tanpa perlakuan alkali, dapat diperoleh gaya maksimum sebesar 175 N dengan tegangan lentur sebesar 196,88 MPa. Nilai ini digunakan sebagai acuan untuk membandingkan perubahan pada setiap variasi perlakuan.

Pada perendaman selama 1 jam, gaya maksimum menurun menjadi 165 N atau sekitar 5,71% lebih rendah dibandingkan spesimen tanpa perlakuan alkali. Tegangan lentur juga menurun menjadi 185,63 Mpa atau sekitar 5,71% lebih rendah.

Pada perendaman selama 3 jam, gaya maksimum meningkat menjadi 170 N, namun masih sekitar 2,86% lebih rendah dibandingkan spesimen tanpa perlakuan alkali. Tegangan lentur sebesar 191,25 MPa juga masih lebih rendah sekitar 2,86%.

Pada perendaman selama 5 jam, gaya maksimum meningkat menjadi 180 N, yaitu sekitar 2,86% lebih tinggi dibandingkan spesimen tanpa perlakuan alkali. Tegangan lentur juga meningkat menjadi 202,50 MPa, atau sekitar 2,86% lebih tinggi.

Pada perendaman selama 7 jam, diperoleh gaya maksimum sebesar 190 N dan tegangan lentur sebesar 213,75 MPa. Nilai ini merupakan yang tertinggi pada penelitian ini, yaitu sekitar 8,57% lebih tinggi dibandingkan spesimen tanpa perlakuan alkali.

Pada perendaman selama 9 jam, gaya maksimum sedikit menurun menjadi 185 N, namun masih sekitar 5,71% lebih tinggi dibandingkan spesimen tanpa perlakuan alkali. Tegangan lentur juga menjadi 208,13 MPa, atau sekitar 5,71% lebih tinggi.

Secara umum, hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi waktu perendaman serat tebu dalam larutan NaOH memberikan pengaruh terhadap nilai gaya maksimum dan tegangan lentur material komposit resin polyester berpenguat serat tebu. Pada penelitian ini, peningkatan nilai pengujian mulai terlihat pada perendaman selama 5 jam, mencapai nilai tertinggi pada perendaman 7 jam, kemudian sedikit menurun pada 9 jam, namun masih lebih tinggi dibandingkan spesimen tanpa perlakuan alkali. Berikut untuk mengetahui hasil data dan grafik gaya maksimum (Fu) dan tegangan lentur (σu) dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\sigma u = \frac{3FuL}{2bh^2}$$

Diketahui :

L = 120 mm

h = 4 mm

b = 10 mm

7. Tanpa perlakuan alkali

Diketahui : Fu = 175 N

Maka :

$$\sigma u = \frac{3(175)(120)}{2(10)(4)^2} = \frac{63.000}{2(10)(16)} = \frac{63.000}{320} = 196{,}88\ MPa$$

8. Perendaman 1 jam

Diketahui : Fu = 165 N

Maka :

$$\sigma u = \frac{3(165)(120)}{2(10)(4)^2} = \frac{59.400}{2(10)(16)} = \frac{59.400}{320} = 185{,}63\ MPa$$

9. Perendaman 3 jam

Diketahui : Fu = 170 N

Maka :

$$\sigma u = \frac{3(170)(120)}{2(10)(4)^2} = \frac{61.200}{2(10)(16)} = \frac{61.200}{320} = 191{,}25\ MPa$$

10. Perendaman 5 jam

Diketahui : Fu = 180 N

Maka :

$$\sigma u = \frac{3(180)(120)}{2(10)(4)^2} = \frac{64.800}{2(10)(16)} = \frac{64.800}{320} = 202{,}50\ MPa$$

11. Perendaman 7 jam

Diketahui : Fu = 190 N

Maka :

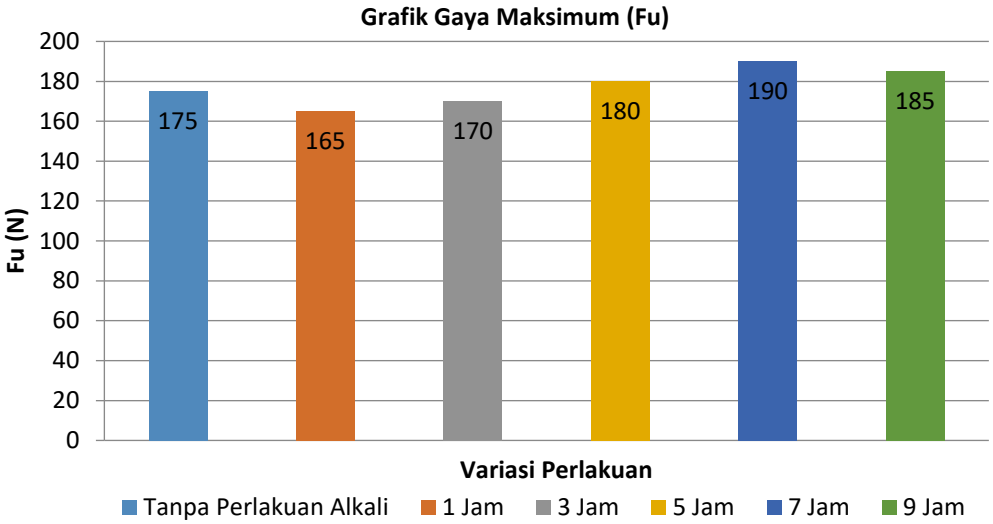
$$\sigma u = \frac{3(190)(120)}{2(10)(4)^2} = \frac{68.400}{2(10)(16)} = \frac{68.400}{320} = 213{,}75\ MPa$$

12. Perendaman 9 jam

Diketahui : Fu = 185 N

Maka :

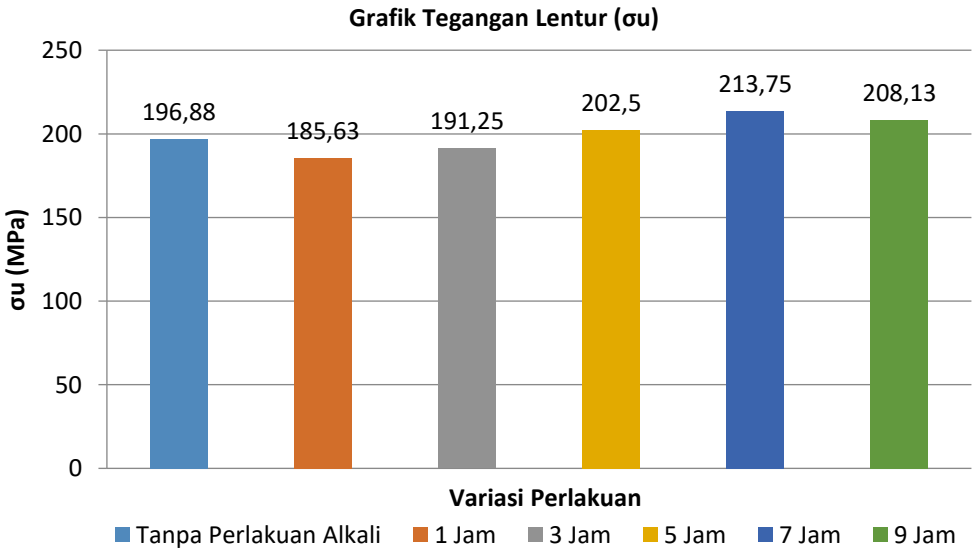
$$\sigma u = \frac{3(185)(120)}{2(10)(4)^2} = \frac{66.600}{2(10)(16)} = \frac{66.600}{320} = 208{,}13\ MPa$$



Gambar 4.13 Grafik Gaya Maksimum

Berdasarkan Gambar 4.13, nilai gaya maksimum mengalami perubahan pada setiap variasi waktu perendaman. Nilai awal tanpa perlakuan alkali sebesar 175 N, kemudian menurun menjadi 165 N pada perendaman 1 jam. Selanjutnya nilai meningkat secara bertahap menjadi 170 N pada 3 jam, 180 N pada 5 jam, dan mencapai nilai tertinggi sebesar 190 N pada 7 jam. Setelah itu, nilai sedikit menurun menjadi 185 N pada 9 jam.

Grafik tersebut menunjukkan bahwa setiap perlakuan alkali memberikan pengaruh terhadap kemampuan material komposit dalam menahan beban lentur. Pada penelitian ini, perendaman selama 7 jam menghasilkan gaya maksimum yang paling tinggi.



Gambar 4.14 Grafik Tegangan Lentur

Berdasarkan Gambar 4.14, nilai tegangan lentur menunjukkan pola yang sama dengan gaya maksimum. Nilai tegangan lentur tanpa perlakuan alkali sebesar 196,88 MPa, kemudian menurun menjadi 185,63 MPa pada perendaman 1 jam. Selanjutnya nilai meningkat menjadi 191,25 Mpa pada 3 jam, 202,50 MPa pada 5 jam, dan mencapai nilai tertinggi sebesar 213,75 MPa pada 7 jam. Pada perendaman 9 jam, nilai tegangan lentur sedikit menurun menjadi 208,13 MPa.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan alkali dengan waktu perendaman tertentu dapat meningkatkan kemampuan material komposit dalam menahan tegangan lentur. Berdasarkan hasil penelitian ini, perendaman selama 7 jam memberikan nilai tegangan lentur yang paling tinggi.

4.4 Analisis Hasil Pengujian Lentur

Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa setiap variasi perlakuan menghasilkan nilai kekuatan lentur yang berbeda. Perbedaan tersebut diduga dipengaruhi oleh perlakuan alkali yang diberikan pada serat tebu sebelum masuk kedalam proses pencetakan komposit.

Pada spesimen tanpa perlakuan alkali diperoleh nilai kekuatan lentur paling tinggi. Hal ini diduga menunjukkan bahwa kondisi serat tanpa perlakuan masih mampu memberikan ikatan yang baik dengan matriks resin polyester pada penelitian ini.

Pada variasi waktu perendaman 1 jam dan 3 jam terjadi penurunan pada nilai kekuatan lentur. Penurunan tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh perubahan kondisi permukaan pada serat setelah melakukan perlakuan alkali sehingga ikatan antara serat dan matriks belum optimal.

Pada variasi waktu perendaman 5 jam nilai kekuatan lentur kembali meningkat. Hal ini diduga menunjukkan bahwa kekuatan pada waktu perendaman tersebut memberikan kondisi permukaan serat yang lebih baik dibandingkan pada variasi waktu 1 jam dan 3 jam.

Sedangkan pada variasi waktu perendaman 7 jam dan 9 jam nilai kekuaran lentur kembali mengalami penurunan. Penurunan tersebut diduga dipengaruhi oleh

lamanya waktu perendaman sehingga kualitas serat kemungkinan mulai mengalami penurunan.

Selain perlakuan alkali, hasil pengujian kemungkinan juga dapat dipengaruhi oleh distribusi serat yang kurang merata, adanya rongga *(void)*, pada proses pencampuran resin dan katalis, maupun pada saat proses pencetakan spesimen.

4.5 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian lentur yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa setiap variasi waktu perendaman alkali NaOH 5% memengaruhi nilai gaya maksimum (Fu) dan tegangan lentur (σu) material komposit resin polyester berpenguat serat tebu yang berbeda. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa setiap perlakuan alkali memberikan pengaruh terhadap sifat mekanik pada material komposit resin polyester berpenguat serat tebu. Dibandingkan dengan spesimen tanpa perlakuan alkali, terjadi penurunan nilai pada perendaman 1 jam dan 3 jam, kemudian meningkat pada 5 jam dan mencapai nilai tertinggi pada 7 jam. Pada perendaman 9 jam, nilai mengalami sedikit penurunan, namun masih lebih tinggi dibandingkan specimen tanpa perlakuan alkali. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi penelitian yang dilakukan, perendaman selama 7 jam menghasilkan kemampuan lentur terbaik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian perlakuan alkali NaOH 5% menghasilkan peningkatan kekuatan lentur dibandingkan spesimen tanpa perlakuan alkali. Kondisi tersebut diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kondisi pada permukaan serat setelah melakukan perlakuan alkali, kualitas ikatan antara serat dan matriks resin polyester, distribusi serat di dalam komposit, serta proses fabrikasi spesimen. Selain itu, kemungkinan masih terdapat rongga *(void)* atau ketidakmerataan penyebaran resin pada saat proses *hand lay-up*, sehingga kemampuan material dalam menerima pembebanan lentur menjadi berkurang.

Pada variasi perendaman waktu selama 5 jam nilai tegangan lentur mengalami peningkatan dibandingkan versi 1 jam dan 3 jam, meskipun masih berada dibawah spesimen tanpa perlakuan alkali. Hal ini diduga menunjukkan bahwa waktu perendaman 5 jam mulai memberikan kondisi yang lebih baik terhadap kemampuan material dalam menerima beban lentur, tetapi belum mampu

menghasilkan kekuatan lentur yang lebih tinggi dibandingkan spesimen tanpa perlakuan alkali.

Selanjutnya, pada variasi waktu perendaman selama 7 jam, nilai tegangan lentur kembali mengalami peningkatan dan mencapai nilai tertinggi dibandingkan dengan variasi waktu perendaman lainnya Kondisi ini menunjukkan bahwa pada penelitian yang dilakukan perendaman NaOH 5% selama 7 jam memberikan hasil kemampuan lentur yang paling baik. Peningkatan tersebut diduga berkaitan dengan kondisi permukaan serat yang menjadi lebih sesuai untuk berikatan dengan matriks resin polyester. Namun demikian, karena penelitian ini tidak melakukan pengamatan terhadap permukaan serat dan ikatan antara serat dengan matriks penyebab peningkatan tersebut belum dapat dipastikan secara langsung.

Pada perendaman 9 jam nilai tegangan lentur mengalami sedikit penurunan dibandingkan dengan perendaman 7 jam. Meskipun demikian, nilainya masih lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen tanpa perlakuan alkali. Penurunan ini diduga dapat terjadi karena waktu perendaman yang lebih lama dapat memengaruhi kondisi serat sehingga kemampuan serat dalam berfungsi sebagai penguat komposit menjadi berkurang. Selain itu ada faktor lain seperti distribusi serat yang tidak merata, adanya rongga *(void)*, ketidakmerataan resin, dan proses pembuatan specimen dengan metode *hand lay-up* juga dapat memengaruhi hasil dari pengujian lentur.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Ubaidulloh Fatkhul Hamid, 2023) yang menyatakan bahwa perlakuan alkali bertujuan memperbaiki kondisi permukaan serat agar ikatan antara serat dan matriks menjadi lebih baik. Akan tetapi, pada penelitian ini hasil yang diperoleh belum menunjukkan peningkatan kekuatan lentur dibandingkan spesimen tanpa perlakuan alkali. Perbedaan tersebut diduga dipengaruhi oleh perbedaan kondisi pada material, metode proses pembuatan spesimen, komposisi bahan, maupun waktu perendaman yang digunakan.

Selanjutnya, (Fiqri et al., 2017) menyatakan bahwa kualitas ikatan antara serat dan matriks serta distribusi serat didalam material komposit merupakan faktor yang sangat memengaruhi kekuatan lentur. Pernyataan tersebut mendukung hasil penelitian ini, dimana diduga distribusi serat yang kurang merata dan kemungkinan

terbentuknya *void* selama proses pencetakan turut memengaruhi nilai kekuatan lentur yang diperoleh.

Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa perlakuan alkali NaOH 5% dengan waktu perendaman yang berbeda menghasilkan nilai tegangan lentur yang berbeda. Pada penelitian ini waktu perendaman 7 jam menghasilkan nilai tegangan lentur tertinggi, sedangkan perendaman 1 jam dan 3 jam menghasilkan nilai yang lebih rendah dibandingkan spesimen tanpa perlakuan alkali. Oleh karena itu waktu perendaman 7 jam dapat dikatakan memberikan hasil terbaik berdasarkan kondisi dan hasil pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini. Namun faktor yang menyebabkan perubahan kekuatan lentur tersebut belum dapat dipastikan hanya berdasarkan hasil pengujian mekanik, sehingga diperlukan pengujian lanjutan seperti pengamatan mikrostruktur untuk mengetahui kondisi permukaan serat dan ikatan antara serat dengan matriks.

4.6 Potensi Pemanfaatan Material Komposit

Berdasarkan hasil pengujian lentur yang telah dilakukan, material komposit resin polyester berpenguat serat tebu memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai material alternatif yang memanfaatkan serat alam sebagai bahan penguat. Penggunaan serat tebu sebagai bahan penguat komposit memberikan nilai tambah karena berasal dari limbah pertanian yang melimpah, sehingga berpotensi meningkatkan nilai ekonomis sekaligus mendukung pemanfaatan sumber daya yang lebih berkelanjutan lagi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa material komposit yang dibuat mampu menahan pembebanan lentur hingga mencapai gaya maksimum sesuai dengan hasil pengujian. Perlakuan alkali NaOH 5% dengan variasi waktu perendaman menunjukkan perubahan terhadap gaya maksimum dan tegangan lentur dengan hasil tertinggi pada perendaman 7 jam. Material komposit yang dihasilkan memiliki potensi untuk dimanfaatkan pada aplikasi yang tidak menerima beban tinggi.

Beberapa contoh pemanfaatan material komposit tersebut antara lain sebagai panel interior, partisi ruangan, papan dekoratif, pelapis dinding, furnitur ringan dan komponen lainnya. Pemilihan aplikasi tersebut mempertimbangkan hasil pengujian yang diperoleh pada penelitian ini sehingga penggunaan material tetap sesuai dengan karakteristik mekaniknya. Untuk memperoleh material komposit dengan

sifat mekanik yang lebih, diperlukan penelitian lanjutan melalui pengembangan komposisi material, variasi konsentrasi dan perlakuan alkali, serta penyempurnaan proses pembuatan spesimen. Dengan demikian, material komposit resin polyester berpenguat serat tebu diharapkan memiliki peluang pemanfaatan yang lebih luas pada masa yang akan mendatang.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Analisis Kekuatan Lentur Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Tebu dengan Perlakuan Alkali NaOH 5%, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi waktu perendaman serat tebu dalam larutan NaOH 5% memberikan pengaruh terhadap gaya maksimum (Fu) dan tegangan lentur (σu) pada material komposit resin polyester berpenguat serat tebu.
2. Nilai terendah diperoleh pada perendaman 1 jam dengan gaya maksimum 165 N dan tegangan lentur 185,63 MPa, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada perendaman 7 jam dengan gaya maksimum 190 N dan tegangan lentur 213,75 MPa. Pada perendaman 9 jam gaya maksimum sebesar 185 N dan tegangan lentur menurun menjadi 208,13 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perendaman 7 jam memberikan hasil terbaik.
3. Gaya maksimum dan tegangan lentur mengalami perubahan pada setiap waktu perendaman yaitu menurun pada 1 dan 3 jam meningkat pada 5 dan 7 jam kemudian menurun kembali pada 9 jam. Perbedaan tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi permukaan serat, ikatan serat dan matriks, serta proses pembuatan spesimen.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan variasi konsentrasi NaOH 5% atau waktu perendaman yang berbeda untuk mengetahui kondisi pengaruh perlakuan alkali yang lebih optimal.
2. Disarankan menggunakan mesin uji yang mampu merekam data mentah, seperti kurva beban - defleksi, sehingga analisis sifat mekanik dapat dilakukan dengan lebih lengkap.

3. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengamatan mikrostruktur serta memperbaiki proses pembuatan spesimen agar distribusi serat lebih merata dan terbentuknya *void* dapat diminimalkan.

DAFTAR PUSTAKA

Argüello-Bastos, J. D. (2018). Compression tests performed in reinforced rigid matrix composite varying the reinforcement material. *Journal of Physics: ConferenceSeries,1126*,1–6.https://doi.org/10.1088/17426596/1126/1/012007

Ariantika, S. D., Chalid, M., & Pangesty, A. I. (2025). Powder Coating Waste Utilisation as a Filler in High-Density Polyethylene (HDPE) Coupled with PP-g-MA. *JURNAL SAINS MATERI INDONESIA (JUSAMI)*, *26*(2), 99–111. https://doi.org/https://doi.org/10.55981/jsmi.4963

Arsyad, M., & Soenoko, R. (2018). PENGARUH LAMA PERENDAMAN ALKALI DAN HIDROGEN PEROKSIDA TERHADAP PERUBAHAN DIAMETER SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI MATERIAL KOMPOSIT RAMAH LINGKUNGAN. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian*, 45–48.

Badrussalam, A., & Nurussyifa, V. R. (2024). UJI IMPAK KOMPOSIT SERAT ALAM ECENG GONDOK DAERAH INDRAMAYU DENGAN MATRIKS POLYESTER YUKALAC C-108. *PRESISI*, *26*(2), 12–17.

Edbert, D., Siagian, N., Hakiem, M., Putra, S., & Artikel, I. (2024). SERAT ALAM SEBAGAI BAHAN KOMPOSIT RAMAH LINGKUNGAN. *InstitutTeknologiSumatera*, *5*(1), 55–60.

Feriyanto, R., Mujianto, A., Waluyo, H. T., & Nugroho, A. (2022). Pengaruh Susunan Serat pada Komposit Serat Hibrid Laminat Berpenguat Serat Kaca dan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kekuatan Bending. *Seminar Nasional TEKNOKA*, *7*(2502), 1–8.

Fiqri, A., Yudo, H., & Budiarto, U. (2017). Analisa Teknis Komposit Berpenguat Serat Daun Nanas (Smooth Cayenne) Dan Serat Ampas Tebu (Saccharum Officinarum L) Sebagai Alternatif Komponen Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Bending Dan Impact. *JURNAL TEKNIK PERKAPALAN*, *5*(2), 408–420.

Jalil, A., Hartatik, S. R. I., & Avivi, S. (2022). Pertumbuhan Tanaman Tebu Hasil Mutasi Pada Ketinggian Lokasi Berbeda. *JURNAL BIOLOGI PAPUA*, *14*(2), 150–157. https://doi.org/10.31957/jbp.2295

Kurniawan, A., Haryono, B., Baskara, M., & Tyasmoro, Y. (2016). PENGARUH PENGGUNAAN BIOCHAR PADA MEDIA TANAM TERHADAP

PERTUMBUHAN BIBIT TANAMAN TEBU (Saccharum officinarum L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, *4*(2), 153–160.

Kustiyah, E., Novitasari, D., Wardani, L. A., & Hasaya, H. (2023). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu untuk Pembuatan Plastik Biodegradable dengan Metode Melt Intercalation. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, *24*(2), 300–306.

M. yani, Bekti Suroso, R. (2019). Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, *2*(1), 74–83.

Margono, B., Widodo, L., Studi, P., Mesin, T., Tinggi, S., Warga, T., Studi, P., Tekstil, K., Tinggi, S., & Warga, T. (2020). ANALISIS SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT PLASTIK HDPE BERPENGUAT SERAT AMPAS TEBU DITINJAU DARI KEKUATAN TARIK DAN BENDING. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, *6*(September), 55–61.

Maryanti, B., & Sidabutar, S. N. S. (2021). Pengaruh Waktu Perendaman Serat dalam Larutan Alkali terhadap Kekuatan Impak Komposit Serat Tebu. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Renewable Energy (JAMERE)*, *1*(2), 42–45.

Mawarani, E. D. C. dan L. J. (2013). Pembuatan dan Karakteristik Komposit Polimer. *JURNAL TEKNIK POMITS*, *2*(2), 208–213.

Muh. Farid Hidayat, A., & Pajarrai, S. (2014). PENGARUH VARIASI ARAH SUSUNAN SERAT SABUT KELAPA TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA. *Journal System PNUP (Politeknik Negeri Ujung Pandang)*, *12*, 101–113.

Ningsih, S. W. P. T. H. (2021). PENGARUH PERENDAMAN NAOH DAN FRAKSI VOLUME SERAT TEBU TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN IMPAK KOMPOSIT DENGAN MATRIK POLYESTER. *JTM*, *09*, 27–34.

Novia, M., Makki, A. I., Arafah, N., Alternative, J., & Indah, B. (2022). KARAKTERISASI SERAT AMPAS TEBU (BAGASSE) SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU TEKSTIL DAN PRODUK TEKSTIL (TPT) TERBARUKAN CHARACTERIZATION OF SUGARCANE FIBER WASTE (BAGASSE) AS A RENEWABLE ALTERNATIVE RAW MATERIAL FOR TEXTILE AND TEXTILE PRODUCTS. *Arena Tekstil*, *37*,

27–34.

Nugroho, C., Wulandari, D., Sakti, A. M., Nataria, A., & Ganda, F. (2024). Analisis Material Komposit Berbasis Serat Tebu Dan Matriks Polyester Sebagai Bahan Pembuatan Helm. *Jurnal Rekayasa Mesin (JRM)*, *09*(01), 284–289.

Nusyirwan, N., Hizhar, Y., & Malik, A. (2024). Kajian Peningkatan Ketangguhan Retak Material Komposit dari Poliester Tak Jenuh dengan Penguatan Serat Ampas Tebu. *Jurnal Inovasi Rekayasa Mekanikal Dan Termal*, *1*, 1–7.

Nusyirwan Nusyirwan, R. H. (2025). Studi Pembuatan Material Komposit Tahan Lentur Dari Serat Ampas Tebu Yang Digiling Halus untuk Komponen Automotif. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, *8*(1), 155–164.

Putra, Nur Afiq Eka, S. A. (2020). KLASIFIKASI KEMATANGAN TEBU BERDASARKAN TEKSTUR BATANG MENGGUNAKAN METODE NAÏVE BAYES. *Informatic and Computational Intelegent Journal*, *2*(2), 23–28.

Rahmadan, S., Prawatya, Y. E., & Lubis, G. S. (2025). Analisis Pengaruh Variasi Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Impak Komposit Hybrid Berpenguat Serat Sabut Kelapa Dan Ampas Tebu. *Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, *6*(2), 80–87.

Ridhoi, R. (2021). ADA YANG MANIS DI TIMUR NUSANTARA ? Kosmopolitanisme Tanaman Tebu dalam Historiografi Indonesia. *Sejarah Dan Budaya*, *15*(1), 164–182. https://doi.org/10.17977/um020v15i12021p164

Sanjaya, A., Juanda, & Yulidarta. (2022). PENGARUH FRAKSI VOLUME DAN VARIAS PERENDAMAN NaOH TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN IMPAK KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT AMPAS TEBU. *SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN*, 403–407.

Siregar, A. H., Setyawan, B. A., & Marasabessy, A. (2016). KOMPOSIT FIBER REINFORCED PLASTIC SEBAGAI MATERIAL BODI KAPAL BERBASIS FIBERGLASS TAHAN API. *BINA TEKNIKA*, *12*, 261–266.

Srivisan, Nagarajar, Damoradan Vasanth Kumar, and D. B. (2022). Influence of filler material on properties of fiberreinforced polymer composites: A review. *E-Polymers*, *22*, 898–916.

Suban, S. L., & Farid, M. (2015). Pengaruh Panjang Serat terhadap Nilai Koefisien

Absorpsi Suara dan Sifat Mekanik Komposit Serat Ampas Tebu dengan Matriks. *JURNAL TEKNIK ITS*, *4*(1), 101–105.

Sulistiyanto, Tabitha Qootrunnada Sinaga, S. M. (2021). Pemahaman dan Perspektif Mahasiswa Mengenai Manfaat Air Tebu (Saccharum officinarum) dalam Prospek Kesehatan. *Jurnal Pendidikan Biologi, Biologi, Dan Ilmu Serumpun*, *8*(November), 200–204.

Ubaidulloh Fatkhul Hamid, W. (2023). EFFEK PERLAKUAN ALKALI NATRIUM HIDROKSIDA TERHADAP KARAKTER FISIS DAN MEKANIS KOMPOSIT SERAT NANAS DENGAN PENGUAT RESIN POLIESTER. *INISIASI*, *12*(1), 17–24.

Walyupin, M. J. dan C. G. (2018). ANALISIS PROFITABILITAS USAHATANI TEBU (Saccharum officinarum, L) DI KECAMATAN BENDAHARA KABUPATEN ACEH TAMIANG. *AGRISAMUDRA, Jurnal Penelitian*, *5*, 1–8.

Zainal Arif, Husaini, Nurdin Ali, S. M. (2019). Pengaruh Pembebanan Tekan Terhadap Kekuatan Material Komposit Diperkuat Serat Ampas Tebu. *JURNAL ILMIAH JURUTERA*, *05*(01), 1–8.

LABORATORIUM TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI MEDAN

Nama Mahasiswa : Rasya Dwi Yanda
Jenis Pengujian : Uji Tekan (Komposit)
NPM : 2207230028

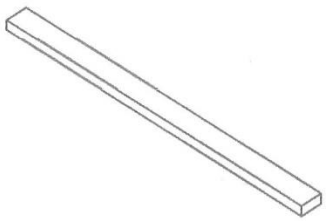
Tanggal uji : 15 Juli 2026

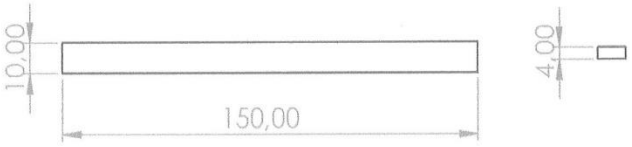
Kode Spesimen	Lebar (b)	Tebal (h)	Lengan gaya (L)	Gaya (Fu)	Teg. Lengkung (σu)	Ket.
Tanpa Alkali	10,00	4,00	120	175	196,88	RETAK
Perendaman 1 Jam	10,00	4,00	120	165	185,63	RETAK
Perendaman 3 Jam	10,00	4,00	120	170	191,25	RETAK
Perendaman 5 Jam	10,00	4,00	120	180	202,50	RETAK
Perendaman 7 Jam	10,00	4,00	120	190	213,75	RETAK
Perendaman 9 Jam	10,00	4,00	120	185	208,13	RETAK

Penguji,

LABORATORIUM TEKNIK MESIN ME POLMED

Edy Pranata Tarigan





UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:			DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE				TITLE:	
DRAWN	RASYA DWI YANDA							
CHK'D								
APPV'D								
MFG								
Q.A				MATERIAL: KOMPOSIT			DWG NO. SPESIMEN UJI LENTUR ASTM D3410	A4
				WEIGHT:			SCALE:1:2	SHEET 1 OF 1

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Analisis Kekuatan Lentur Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Tebu

Nama : Rasya Dwi Yanda

NPM : 2207230028

Dosen Pembimbing : Iqbal Tanjung, S.T., M.T.

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	SELASA / 18 AGUSTUS	- Perbaikan Bab 3 Pembuatan material komposit	
2	RABU / 19 AGUSTUS	- Bimbingan ke pembimbing Perbaikan pada Latar belakang	
3.	KAMIS / 20 AGUSTUS	- Tambahan Materi pada Bab 2	
		- Perbaikan penambahan Gambar	
4.	JUMAT / 21 AGUSTUS	- Tambah kelerangan Gambar Bab 2	
5.	SABTU / 22 AGUSTUS	- Tambah referensi gambar Bab 2	

Dosen Pembimbing

Iqbal Tanjung, S.T., M.T.

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya
Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya
UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/III/2024
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
https://fatek.umsu.ac.id fatek@umsu.ac.id umsumedan umsumedan umsumedan umsumedan

PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN DOSEN PEMBIMBING

Nomor : 2193/II.3AU/UMSU-07/F/2025

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik MESIN Pada Tanggal 30 Oktober 2025 dengan ini Menetapkan :

Nama	: RASYA DWI YANDA
Npm	: 2207230028
Program Studi	: TEKNIK MESIN
Semester	: 7 (Tujuh)
Judul Tugas Akhir	: ANALISIS KEKUATAN LENTUR MATERIAL KOMPOSIT RESIN POLYESTER BERPENGUAT SERAT TEBU.
Pembimbing	: IQBAL TANJUNG ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

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

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

Medan, 08 Jumadil Awal 1447 H
30 Oktober 2025 M

Dekan

Ir. Ade Faisal, ST., M.Sc., Ph.D
NIDN: 0123097203

DAFTAR HADIR SEMINAR TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK - UMSU
TAHUN AKADEMIK 2025-2026

Nama : Rasya Dwi Yanda
NPM : 2207230028
Judul Tugas Akhir : Analisis Kekauatan Lentur Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Tebu

TANDA TANGAN TIM DOSEN PENGUJI:

Pembimbing - I : Iqbal Tanjung S.T., M.T. : .....
Pembanding - I : Muhammad Yani, S.T., M.T. : .....
Pembanding - II : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T. : .....

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2207230106	Maghdafidia Arya Pradifta	1. .....
2	2207230066	Muhammad Nurazmi	2. .....
3	2107230088	Reja Ambarita	3. .....
4	2107230084	MUHAMMAD ACHYARI MUKTI SIREGAR	4. .....
5			5. .....
6			6. .....
7			7. .....
8			8. .....
9			9. .....
10			10. .....

Medan, 15 Agustus 2026
Ketua Prodi. Teknik Mesin

(.....)

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama	:	Rasya Dwi Yanda
NPM	:	2207230028
Judul Tugas Akhir	:	Analisis Kekauatan Lentur Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Tebu
Dosen Pembimbing - I	:	Iqbal Tanjung S.T., M.T.
Dosen Pembanding - I	:	Muhammad Yani, S.T., M.T.
Dosen Pembanding - II	:	Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T.

KEPUTUSAN / REKOMENDASI HASIL EVALUASI:

[✓] 1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)

[✓] 2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan

[ ] 3. Harus mengikuti seminar kembali

Catatan Perbaikan / Temuan Penguji :

Lihat perbaikan yg harus dilakukan pd draf skripsi

.....

.....

.....

Diketahui:
Ketua Prodi. Teknik Mesin

(.....)

Medan, 15 Agustus 2026
Dosen Pembanding - I

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

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama	:	Rasya Dwi Yanda
NPM	:	2207230028
Judul Tugas Akhir	:	Analisis Kekauatan Lentur Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Tebu
Dosen Pembimbing - I	:	Iqbal Tanjung S.T., M.T.
Dosen Pembanding - I	:	Muhammad Yani, S.T., M.T.
Dosen Pembanding - II	:	Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T.

KEPUTUSAN / REKOMENDASI HASIL EVALUASI:

[ ] 1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)

[✓] 2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan

[ ] 3. Harus mengikuti seminar kembali

Catatan Perbaikan / Temuan Penguji :

perbaiki, lengkapi dokumentasi hasil.
di Bab 4 seri awal
- pastikan lembar hasil laboratorium uji

Diketahui:
Ketua Prodi. Teknik Mesin

(.....)

Medan, 15 Agustus 2026
Dosen Pembanding - II

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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama	: Rasya Dwi Yanda
Jenis Kelamin	: Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir	: Medan, 04 April 2003
Alamat	: Jl.Sidomulio Gg.Sepakat No.4 Lk 26
Agama	: Islam
E-mail	: rasyayanda46@gmail.com
No. Handphone	: 089614030735
Motto	: Tetapkan tujuan, jalani proses, nikmati hasilnya

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Yayasan Pendidikan Pangeran Antasari	Tahun 2009-2015
2. SMP Negeri 1 Labuhan Deli	Tahun 2015-2018
3. SMK Swasta Al-Fattah 2 Medan	Tahun 2018-2021
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Tahun 2022-2026