



Analisa Kekuatan Mekanik Komposit Serat Ampas Melalui Uji Compression Testing

Sumiaji^{1*}, Kholis Nur Faizin², Farid Majedi³

^{1, 2, 3}Politeknik Negeri Madiun

*Email : sumiaji.id@gmail.com, kholis@pnm.ac.id dan farid@pnm.ac.id

(Artikel diterima: bulan dan tahun pengumpulan jurnal, direvisi: bulan dan tahun jurnal terbit)

ABSTRAK

Komposit adalah material yang terdiri dari dua atau lebih komponen dengan sifat mekanik berbeda, yaitu resin sebagai matriks dan serat sebagai penguat. Penelitian ini menggunakan serat alam dari ampas tebu (*bagasse sugarcane*) yang *biodegradable* komposit dibuat dengan metode *Hand Lay Up* menggunakan resin *epoxy* dan *polyester* dengan perbandingan serat-resin 25:75, dan serat direndam larutan NaOH 5% selama 60 menit. Pengujian dilakukan melalui simulasi *Compression Testing* sesuai standar ASTM D695-96 menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)*. Hasil uji specimen *Compression Testing* menunjukkan bahwa komposit dengan resin *epoxy* memiliki kekuatan tertinggi dengan nilai *Maximum Compressive Load* 10.673,486 N dan *Compressive Stress* 66,176 MPa.

Kata kunci: Komposit, *Bagasse Sugarcane*, *Compression Testing*

I. PENDAHULUAN

Dalam era industri saat ini, terjadi kemajuan yang pesat dalam ilmu pengetahuan dan teknologi yang mendorong peningkatan permintaan akan material komposit. Dalam bidang ilmu material, bahan komposit telah menjadi alternatif material yang terbaru dan berkembang pesat. Sebagai hasilnya, bahan material lain yang memiliki karakteristik mirip dengan logam juga dikembangkan, dan salah satunya adalah bahan komposit.

Secara sederhana material komposit adalah material gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda. Jadi komposit adalah suatu bahan yang merupakan gabungan atau campuran dari beberapa material pada skala makroskopis untuk membentuk material ketiga yang lebih bermanfaat. Komposit terdiri dari serat dan matriks. Matriks berfungsi untuk merekatkan serat dan menjaganya agar tidak berubah posisi. Matriks memiliki sifat yang mudah untuk diubah bentuknya dengan cara dipotong atau juga dicetak sesuai dengan kebutuhan desainnya. Serat berfungsi sebagai material rangka yang menyusun komposit (Diana et al., 2020.). Penggunaan serat inilah yang menentukan karakteristik dari sebuah komposit. Karakteristik ini berupa sifat mekanik, sifat kimiawi, dan sifat morfologi. Bahan serat yang digunakan dapat dibagi menjadi dua yaitu serat alami dan serat sintesis (Beliu et al., 2016). Serat alami adalah serat yang berasal dari tumbuhan dan hewan berbentuk seperti benang. Untuk mendapatkan bentuk serat, diperlukan beberapa tahap pemrosesan bergantung

dengan karakter bahan dasarnya. Serat buatan terbentuk dari polimer-polimer yang berasal dari alam maupun polimer-polimer buatan yang dibuat dengan cara kepolimeran senyawa-senyawa kimia yang relatif sederhana (Diana et al., 2020).

Serat alami memiliki beberapa keunggulan, antara lain mudah didapat, murah, pengolahannya lebih mudah, lebih ramah lingkungan karena merupakan serat natural, dapat terdegradasi secara alami, sehingga nantinya dapat digunakan sebagai serat penguat komposit yang memiliki kekuatan mekanis yang sama atau lebih baik dari serat sintetis. Serat alami bisa didapatkan dengan mudah karena berasal dari serat tumbuhan maupun serat hewan. Pemanfaatan serat alam sebagai bahan komposit terus dikembangkan oleh para peneliti, penelitian yang dilakukan secara terus-menerus tidak hanya meningkatkan performa atau aplikasinya, tetapi juga untuk menentukan serat alam lain yang belum teridentifikasi sifat mekaniknya dengan berbagai variasi tertentu (Yuliyono et al., 2020).

Tebu (*Saccharum Officinarum*) adalah tanaman semusim dengan batang tebal yang kaya akan sari gula, dibudidayakan di daerah tropis dan subtropis sebagai sumber utama gula. Proses produksinya melibatkan penggilingan batang untuk mendapatkan sari tebu yang diekstraksi menjadi gula. Saat ini, limbah pengolahan tebu, yang dikenal sebagai ampas tebu (*Bagasse Sugarcane*), belum sepenuhnya dimanfaatkan. Mengingat besar volume limbah yang dihasilkan oleh pabrik-pabrik penggilingan tebu, diperlukan upaya lebih

efektif dalam pemanfaatannya. Studi lebih lanjut dapat mengungkap potensi lain dari tanaman ini, membuka peluang pengembangan dan peningkatan nilai tambah. *Bagasse Sugarcane* menjadi alternatif bahan serat alam yang dapat digunakan sebagai penguat (*filler*) dalam pembuatan material komposit.

Pada penelitian ini, menggunakan perbandingan kadar matriks yang digunakan pada komposit serat *Bagasse Sugarcane*. Matriks yang digunakan adalah matriks polimer *epoxy* dan polyester. Di akhir tahap analisis akan diketahui karakteristik mekanik yang ditinjau dari uji *Compression*. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memberikan kontribusi pada pengembangan bahan material komposit yang lebih terjangkau secara finansial dan lebih ramah lingkungan. Selain itu, diharapkan hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan daya saing industri otomotif di Indonesia.

II. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode penelitian yang bersifat eksperimen yaitu salah satu metode yang dilakukan untuk mengadakan kegiatan percobaan sehingga didapatkan hasil, dan hasil tersebut akan menerangkan hubungan antara perbedaan variabel-variabel. Pada penelitian ini, metode ini digunakan untuk mengetahui pengaruh dari perbedaan matriks yang digunakan yaitu menggunakan matriks *epoxy* dan Polyester terhadap sifat mekanik komposit yang ditinjau dari pengujian *Compression Testing*.

Karakteristik atau sifat yang dapat diukur atau diamati yang menjadi fokus dalam suatu penelitian digunakan untuk mengukur, menganalisis, dan menyelidiki hubungan antara konsep dalam konteks penelitian. Berdasarkan dari beberapa studi literatur yang dilakukan penelitian dari (Muhammad Farhan Ardiansyah, 2022) yang berjudul analisa kekuatan mekanik pada bahan komposit interior kereta api dengan penguat serat ampas tebu (*bagasse sugarcane*) dan matriks resin *epoxy* dan juga penelitian dari (Fernanda Eka Prastya, 2022) yang berjudul analisa kekuatan mekanik pada komposit interior keretaapi dengan serat ampas tebu (*bagasse sugarcane*) sebagai penguat matrix polyester menjadi acuan penelitian yang akan dilakukan.

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

- Lokasi
Lokasi pengujian tarik penelitian ini dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Gedung D Politeknik Negeri Madiun.
- Waktu
Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2023 sampai Juli 2024.

B. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini digunakan peralatan sebagai penunjang serta bahan yang akan diuji ataupun dianalisis. Alat dan bahan yang digunakan adalah berikut ini:

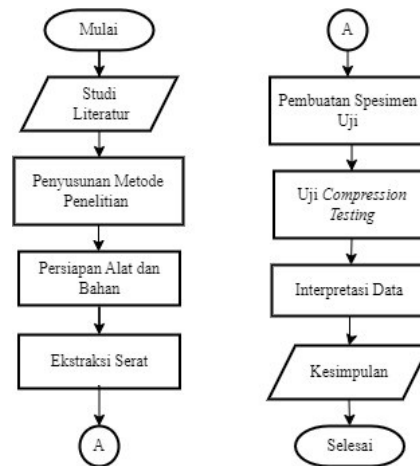
- Alat:
 - 1.Cetakan standar ASTM D695-96
 - 2.Neraca Analitik

- 3.Kuas
- 4.Sikat Baja
- 5.Sarung tangan
- 6.Amplas
- 7.*Vernier Caliper*
- 8.Gunting

- Bahan:
 - 1.Serat Ampas Tebu
 - 2.Resin *Epoxy*
 - 3.Resin Polyester
 - 4.Hardener
 - 5.NaOH 5%
 - 6.*Aquades*
 - 7.*Mirror Glaze*

C. Rancangan Penelitian

Berikut merupakan tahapan perencanaan pelaksanaan penelitian digambarkan dalam diagram alir yang ditunjukkan pada gambar berikut ini.:



Gambar 1. Metode Penelitian

Diagram alir ini menggambarkan proses penelitian yang dimulai dengan studi literatur, penyusunan metode, dan persiapan alat serta bahan, dilanjutkan dengan ekstraksi serat. Setelah itu, spesimen uji dibuat untuk dilakukan uji *compression testing*, diikuti dengan interpretasi data dan penelitian ini ditutup dengan penarikan kesimpulan.

Pelaksanaan uji *Compression Testing* menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)* pada spesimen uji berdasarkan ASTM D695-96 dengan ukuran specimen 25.4 mm × 12.7 mm × 12.7 mm. Proses ini melibatkan persiapan, pemasangan, penyesuaian parameter uji, dan pelaksanaan *Compression Testing*. Data seperti beban dan deformasi dicatat untuk analisis karakteristik kekuatan material, termasuk kekuatan kompresi maksimal dan *stress* maksimal. Hasil uji ini membentuk dasar penting dalam evaluasi performa *Handle Reclining* yang akan dibuat dan memberikan pemahaman mendalam tentang respons material komposit terhadap tekanan. Diharapkan dengan perkembangan penggunaan material

komposit dapat mengurangi sampah plastik, mendorong kelestarian lingkungan, memanfaatkan sumber daya lokal dan memberikan kontribusi pada perkembangan teknologi terutama dibidang otomotif yang ramah lingkungan.

III. HASIL DAN ANALISA

• Proses Ekstraksi Serat

1. Pemilihan serat ampas tebu
 Pemilihan ampas tebu sisa hasil penggilingan dipilah dengan dipisahkan dari batangnya, kemudian dijemur dibawah sinar matahari terik bertujuan agar serat kadar air pada serat berkurang.
2. Pemisahan ampas tebu dengan kulit luar
 Ampas tebu dikupas untuk memudahkan penyikatan dan menghasilkan serat berkualitas.
3. Penyikatan ampas tebu
 Setelah dijemur dan di pisahkan dari batangnya tahap berikutnya adalah penyikatan ampas tebu, tahap ini bertujuan agar sel busa yang masih menempel pada serat dapat terlepas dari serat.
4. Perendaman serat ampas tebu pada Larutan NaOH
 Setelah proses pengambilan serat ampas tebu, kemudian dilakukan proses treatment serat ampas tebu untuk menghilangkan lignin menggunakan larutan NaOH (Natrium Hidroksida) persentase 5% dan lama perendaman selama 60 menit.
5. Cuci dengan *aquades*
 Pencucian ampas tebu setelah perendaman larutan NaOH dengan menggunakan *aquades* hingga serat ampas tebu tidak berbau dan bersih.
6. Tiriskan Ampas tebu dan jemur hingga kering
 Pengeringan serat ampas tebu dibawah sinar matahari hingga serat kering.

• Pembuatan Spesimen Uji Compression Testing

1. Hasil *treatment* yang telah dilakukan digunakan sebagai bahan dalam pembuatan spesimen uji dipotong sesuai ukuran specimen uji
2. Mempersiapkan cetakan spesimen Uji *Compression Testing*.
3. Penimbangan serat ampas tebu sesuai perhitungan.
4. Peletakan serat pada cetakan uji.
5. Penimbangan matriks sesuai perhitungan.
6. Setelah dilakukan penimbangan, resin dan hardener dicampurkan secara merata, kemudian dilakukan penuangan matriks pada spesimen uji.
7. Oleskan *mirror glaze* yang sudah dicairkan secara merata pada kaca agar spesimen mudah dilepas. Tutup bagian atas cetakan menggunakan kaca lalu di beri beban, supaya pada saat spesimen mengering permukaanya rata. Setelah itu di amkan sampai mengering selama 12 jam.
8. Tunggu spesimen sampai kering dan lepas spesimen dari cetakan.
9. Ukur spesimen sesuai standart **ASTM D695-96**. Perhitungan fraksi volume pada variasi cetakan uji *compression testing*, Fraksi Volume 25 : 75.

$$\begin{aligned} \text{➤ Volume Cetakan} &= p \times l \times t \\ &= 25,4 \text{ mm} \times 12,7 \text{ mm} \times 12,7 \text{ mm} \\ &= 4,1 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Volume serat} &= 25 \% \times \text{volume cetakan} \\ &= \frac{25}{100} \times 4,1 \text{ cm}^3 \\ &= 1,025 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{serat}} &= 0,24 \text{ gram/cm}^3 \\ m_{\text{serat}} &= \rho \times v \\ &= 0,24 \times 1,025 \\ &= 0,25 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Volume matriks} &= 75 \% \times \text{volume cetakan} \\ &= \frac{75}{100} \times 4,1 \text{ cm}^3 \\ &= 3,075 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ m matriks epoxy} &= \rho \times v \\ &= 1,14 \times 3,075 \\ &= 3,50 \text{ gram} \end{aligned}$$

Rasio resin *epoxy* dan hardener adalah 2 : 1

$$\text{Resin} = \frac{2}{3} \times 3,50 = 2,33 \text{ gram}$$

$$\text{Hardener} = \frac{1}{3} \times 3,50 = 1,17 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ m matriks polyester} &= \rho \times v \\ &= 1,19 \times 3,1 \\ &= 3,69 \text{ gram} \end{aligned}$$

Rasio resin *epoxy* dan hardener adalah 100 : 1

$$\text{Resin} = \frac{101}{100} \times 3,69 = 3,65 \text{ gram}$$

$$\text{Hardener} = \frac{1}{101} \times 3,69 = 0,04 \text{ gram}$$

• Proses Pengujian dan Hasil Uji *Compression Testing*

1. Siapkan spesimen material yang akan diuji. Spesimen harus memiliki bentuk dan dimensi yang sesuai dengan standar yang berlaku.
2. Pasang dudukan/plat pada mesin *Universal Testing Machine* (UTM).
3. Nyalakan mesin dan kontroler, lalu atur sesuai dengan data pengujian di komputer sesuai dengan pengujian.
4. Pasang spesimen pada mesin uji kompresi dengan hati-hati. Pastikan spesimen terpasang dengan benar. Spesimen ditempatkan pada plat bawah (*bottom plate*) mesin *Universal Testing Machine*. Posisi spesimen harus tegak lurus dengan plat atas (*top plate*) untuk memastikan beban diterapkan secara merata.
5. Lakukan *Runnig* dan mesin mulai memberikan tekanan secara bertahap pada spesimen. Tekanan diterapkan hingga spesimen mengalami deformasi atau kegagalan. Selama proses ini, data mengenai tegangan dan deformasi spesimen direkam oleh sistem komputer yang terhubung ke mesin UTM.

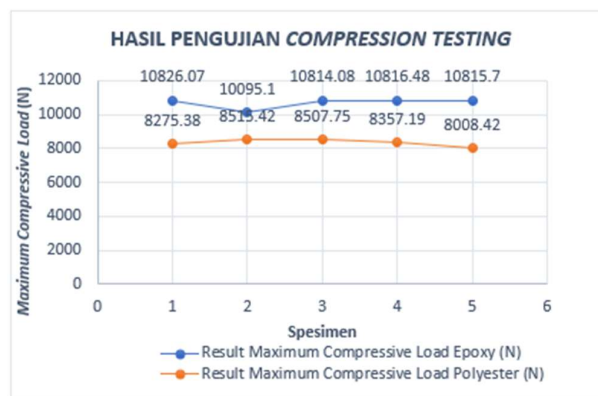
• Hasil Pengujian

| No. | Perbandingan Fraksi Volume (Serat : Matriks = 25% : 75 %) | Maximum Compressive Load Epoxy (N) | Compressive Stress at Maximum Compressive Load = $\sigma = \frac{P}{A_0}$ (MPa) | Luas Penampang = A_0 (mm ²) |
|-----------|---|------------------------------------|---|---|
| 1 | SPESIMEN 1 | 10826.07 | 67.12 | 161,29 |
| 2 | SPESIMEN 2 | 100095.1 | 62.59 | |
| 3 | SPESIMEN 3 | 10814.08 | 67.05 | |
| 4 | SPESIMEN 4 | 10816.48 | 67.06 | |
| 5 | SPESIMEN 5 | 10815.7 | 67.06 | |
| Rata-rata | | 10673.486 | 66.176 | |

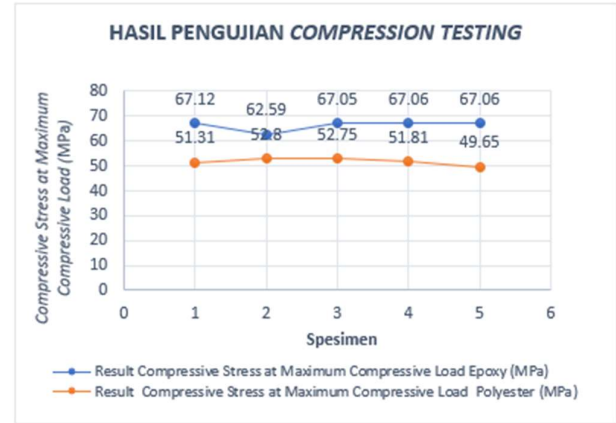
Gambar 2. Data Hasil Pengujian *Compression Testing* Spesimen Dengan Resin Epoxy

| No. | Perbandingan Fraksi Volume (Serat : Matriks = 25% : 75 %) | Maximum Compressive Load Epoxy (N) | Compressive Stress at Maximum Compressive Load = $\sigma = \frac{P}{A_0}$ (MPa) | Luas Penampang = A_0 (mm ²) |
|-----|---|------------------------------------|---|---|
| 1 | SPESIMEN 1 | 8275.38 | 51.31 | 161,29 |
| 2 | SPESIMEN 2 | 8515.42 | 52.80 | |
| 3 | SPESIMEN 3 | 8507.75 | 52.75 | |
| 4 | SPESIMEN 4 | 8357.19 | 51.81 | |
| 5 | SPESIMEN 5 | 8008.42 | 49.65 | |

Gambar 3. Data Hasil Pengujian *Compression Testing* Spesimen Dengan Resin Polyester



Gambar 4. Kurva Perbandingan *Maximu Compressive Load* Resin Epoxy dan Polyester



Gambar 5. Kurva Perbandingan *Compressive Stress at Maximum Compressive Load* (MPa) Resin Epoxy dan Polyester

Setelah melakukan pengujian *Compression Testing*, diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Berikut perhitungan kekuatan tekan (*compressive stress at maximum compressive load*) dengan konversi hasil pengujian nilai kekuatan beban tekan (*maximum compressive load*).

$$\sigma = \frac{P}{A_0} = \frac{10826,07}{161,29} = 67.12 \text{ MPa}$$

Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa kekuatan tekan (*compressive stress at maximum compressive load*) dipengaruhi oleh beban tekan (*maximum compressive load*) dan luas penampang spesimen tersebut. Pada luas penampang yang sama semakin tinggi beban tekan maka kekuatan tekan (*compressive stress at maximum compressive load*) juga akan semakin besar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa komposit dengan serat ampas tebu dan resin epoxy memiliki kekuatan lebih besar dibandingkan dengan komposit yang menggunakan matriks polyester.

IV. KESIMPULAN

Data hasil pengujian *compression testing* menunjukkan bahwa spesimen dengan resin epoxy memiliki rata-rata beban tekan maksimum 10673.486 N dan tegangan tekan maksimum 66.176 MPa, sementara spesimen dengan resin polyester memiliki rata-rata beban tekan maksimum 8197.046 N dan tegangan tekan maksimum 50.925 MPa. Dengan demikian, spesimen dengan resin epoxy terbukti lebih kuat dan mampu menahan beban tekan yang lebih besar dibandingkan dengan spesimen yang menggunakan resin polyester.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ardhiansyah, M. F. (2022). Analisa Kekuatan Mekanik Pada Bahan Komposit Interior Kereta Api Dengan Penguat Serat Ampas Tebu (*Baggase Sugarcane*) Dan Matriks Resin Epoxy . [Tugas Akhir].Madiun.Politeknik Negeri Madiun

- [2] Beliu, H. N., Pell, Y. M., Jasron, J. U., & Adisucipto, J. (2016). Analisa Kekuatan Tarik Dan Bending Pada Komposit Widuri—Polyester. 03(02).
- [3] Diana, L., Safitra, A. G., & Ariansyah, M. N. (N.D.). (2020). Analisis Kekuatan Tarik Pada Material Komposit Dengan Serat Penguat Polimer. 4(2), 9.
- [4] Prastya, F. E. (2022). Analisa Kekuatan Mekanik Pada Komposit *Interior* Kereta Api Dengan Serat Ampas Tebu (*Baggase Sugarcane*) Sebagai Penguat Matrix Polyester. [Tugas Akhir]. Madiun. Politeknik Negeri Madiun
- [5] Yuliyono, T., Purwanto, H., & Respati, S. M. B. (2020). Karakterisasi Komposit Matrik Resin *Epoxy* Berpenguat Serat Glass Dan Serat Pelelah Salak Dengan Perlakuan Naoh 5%. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 16(2). <https://doi.org/10.36499/Mim.V16i2.3772>