



**ANALISA KEKUATAN TARIK DAN MORFOLOGI PADA
KOMPOSIT POLIMER BERPENGUAT SERAT AMPAS TEBU
PRG DAN ROTAN DENGAN ARAH SERAT ACAK**

SKRIPSI

Oleh:

NUR MUHAMAD DWI WAHYUDI

181910101077

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

2023



**ANALISA KEKUATAN TARIK DAN MORFOLOGI PADA
KOMPOSIT POLIMER BERPENGUAT SERAT AMPAS TEBU
PRG DAN ROTAN DENGAN ARAH SERAT ACAK**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat

Untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)

Dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

NUR MUHAMAD DWI WAHYUDI

181910101077

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

2023

PERSEMBAHAN

Senantiasa memanjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT, atas karunia dan kehendaknya sehingga skripsi dengan judul “Analisa Kekuatan Tarik dan Morfologi Pada Komposit Polimer Berpenguat Serat Ampas Tebu Prg dan Rotan Dengan Arah Serat Acak” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu sesuai yang telah direncanakan. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis hanya ingin mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan materi dan moral untuk segera menyelesaikan skripsi ini, khususnya kepada :

1. Ibu yang ada di surga, terima kasih telah mendidik penulis yang pemalu menjadi anak yang mandiri dan tidak penakut meski hanya sampai usia penulis 9 tahun.
2. Ayah dirumah, terima kasih telah memberikan seluruh jiwa raganya hanya untuk membesarkan penulis menjadi anak yang disiplin, tanggung jawab, dan jujur.

MOTTO

“Terima dan Jalani Saja”
(Nur Muhamad Dwi Wahyudi)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Muhamad Dwi Wahyudi

NIM : 181910101077

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Analisa Kekuatan Tarik dan Morfologi Pada Komposit Polimer Berpenguat Serat Ampas Tebu Prg dan Rotan Dengan Arah Serat Acak*” adalah benar hasil karya sendiri bukan karya bajakan dari orang lain, kecuali kutipan yang saya sebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan di institusi mana pun. Saya bertanggung jawab penuh atas validitas data dan isi pada skripsi ini.

Jember, 29 Januari 2024

Yang Menyatakan,

Nur Muhamad Dwi Wahyudi

181910101077

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul “*Analisa Kekuatan Tarik dan Morfologi Pada Komposit Polimer Berpenguat Serat Ampas Tebu Prg dan Rotan Dengan Arah Serat Acak*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Senin

Tanggal : 29 Januari 2024

Tempat : Fakultas Teknik, Universitas jember

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : Rahma Rei Sakura, S.T., M.T. (... ..)

NIP : 199102282022032003

2. Pembimbing Anggota

Nama : Ir. Dwi Djumhariyanto M. T. (... ..)

NIP : 196008121998021001

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Dr. Ir. Mochamad Asrofi, S. T. (... ..)

NIP : 199302012023211018

2. Penguji Anggota

Nama : Skriptyan Noor HidayatullahSyuhri (... ..)

ST., MT., PhD

NIP : 760015755

ABSTRACT

The use of natural fibers as composite materials is an alternative to the use of synthetic fibers. Natural fibers are cheaper than synthetic fibers, and natural fiber materials are easy to obtain because they are found in the surrounding environment. Pollution due to the use synthetic materials was also a consideration for this thesis. The main objective of this thesis is to utilize PRG sugar cane fiber waste resulting from sugar production and rattan fiber resulting from furniture production as reinforcing materials for making composite materials. The composite is made using polyester resin and the hand lay up method with two layers of matrix and one layer of fiber and has 3 variations in fiber volume, 5%, 10%, and 15%. The composite material made was subjected to tensile testing referring to the ASTM D638-14 type 4 standard, and a microscope test was carried out. A one-way analysis of variance (ANOVA) was then conducted. The tensile test results showed that the 5% fiber variation produced the highest average tensile strength value of 16,374 MPa, the 10% fiber produced an average tensile strength value of 13,376 MPa and the smallest average tensile strength value occurred for the 15% fiber producing 12,776 MPa. The microscope test shows why the 10% and 15% fiber variations have low tensile strength values, because there are many transverse fibers or 90° fibers so the specimen has a low strength value. One-way analysis of variance shows that there is no significant influence on the tensile test value at the 0.05 significance level.

Keywords: PRG sugarcane fiber, rattan fiber, polyester, one-way variance analysis, volume variation

RINGKASAN

Analisa Kekuatan Tarik dan Morfologi Pada Komposit Polimer Berpenguat Serat Ampas Tebu Prg dan Rotan Dengan Arah Serat Acak; Nur Muhamad Dwi Wahyudi, 181910101077; 2024; 32 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pesatnya perkembangan ilmu material telah menjadi faktor penting dalam kehidupan manusia. Eksplorasi yang lebih banyak di bidang material memberikan dampak positif bagi perkembangan ilmu material. Komposit merupakan alternatif pengganti plastik yang murah, apalagi menggunakan bahan alami yang tidak mencemari lingkungan. Penelitian ini menjelaskan pembuatan komposit menggunakan resin poliester sebagai matriks dan menggunakan serat tebu dan rotan PRG sebagai penguat. Komposit yang dibuat memiliki 3 variasi volume serat yaitu 5%, 10%, 15%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh terhadap nilai kekuatan tarik akibat penambahan serat pada komposit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi serat 5% mempunyai nilai kuat tarik rata-rata tertinggi sebesar 16,374 MPa dan nilai rata-rata terendah pada variasi serat 15% sebesar 12,776 MPa. Hasil uji mikroskop dapat menjelaskan fenomena tersebut, karena pada varian serat 5% tidak terdapat serat melintang atau serat 90° yang menyebabkan nilai kuat tariknya lebih kecil, sedangkan pada varian 10% dan 15% mayoritas seratnya membentuk 90°. Analisis varians dengan tingkat signifikansi α 0,05 juga dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah variasi volume serat mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekuatan tarik. Hasil analisis varian menunjukkan tidak terdapat pengaruh yang signifikan penambahan variasi volume serat terhadap nilai uji tarik.

SUMMARY

Analysis of Tensile Strength and Morphology of Polymer Composite Reinforced by PRG Sugarcane Bagasse and Rattan with Random Fiber Direction; Nur Muhamad Dwi Wahyudi, 181910101077; 2024; 30 pages; Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

The rapid development of materials science has become an important factor in human life. More exploration in the materials field has a positive impact on the development of materials science. Composites are a cheap alternative to plastic, especially using natural materials that do not pollute the environment. This research describes the manufacture of composites using polyester resin as a matrix and using PRG sugar cane fiber and rattan as reinforcement. The composites made have 3 variations in fiber volume, 5%, 10%, 15%. The aim of this research is to determine whether there is an influence on the tensile strength value due to the addition of fiber to the composite.

The results of this research reveal that the 5% fiber variation has the highest average tensile strength value with 16,374 MPa and the lowest average value for the 15% fiber variation with 12,776 MPa. Microscope test results can explain this phenomenon, because in the 5% fiber variant there are no transverse fibers or 90° fibers which causes the tensile strength value to be smaller, while in the 10% and 15% variants the majority of fibers form a 90° direction. Analysis of variance with a significance level of α 0.05 was also carried out with the aim of determining whether variations in fiber volume had a significant influence on the tensile strength value. The results of the analysis of variance show that there is no significant effect of adding variations in fiber volume on the tensile test value.

PRAKATA

Senantiasa memanjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT, atas karunia dan kehendaknya sehingga skripsi dengan judul “Analisa Kekuatan Tarik dan Morfologi Pada Komposit Polimer Berpenguat Serat Ampas Tebu Prg dan Rotan Dengan Arah Serat Acak” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak, sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, Suyoto dan Siti Lailiyah yang telah memberikan motivasi, dukungan finansial dan moral kepada penulis
2. Dosen pembimbing, Ibu Rahma Rei Sakura, S.T., M.T. dan Bapak Ir. Dwi Djumhariyanto M. T. yang telah membimbing penulis menyelesaikan skripsi ini dengan sangat baik.
3. Dosen penguji, Bapak Dr. Ir. Mochamad Asrofi, S. T. dan Bapak Skriptyan Noor HidayatullahSyuhri ST., MT., PhD yang telah mengoreksi dan memberi masukan kepada penulis guna menyempurnakan skripsi penulis.
4. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.
5. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Jember angkatan 2018 maupun pihak lain yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
ABSTRACT	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Hipotesa	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Komposit	5
2.1.1 Definisi Komposit.....	5
2.1.2 Material Penyusun Komposit	5
2.1.3 Fraksi Volume Komposit	5
2.2 Serat Alam	6
2.3 Resin	7
2.4 Metode Pembuatan Komposit	8

2.4.1	Metode <i>Hand Lay-Up</i>	8
2.5	Uji Tarik (<i>Tensile Test</i>)	8
2.6	Uji Struktur Mikro	10
2.7	Analisis Varian Satu Arah (<i>One Way</i>).....	11
BAB III		13
METODE PENELITIAN		13
3.1	Metode Penelitian	13
3.2	Tempat dan Waktu Pelaksanaan	13
3.3	Alat dan Bahan	13
3.3.1	Alat	13
3.3.2	Bahan	13
3.4	Variabel Penelitian	13
3.4.1	Variabel Bebas	13
3.4.2	Variabel Terikat.....	13
3.4.3	Variabel kontrol.....	13
3.5	Prosedur Pelaksanaan Penelitian	14
3.5.1	Cetakan spesimen komposit	14
3.5.2	Penentuan fraksi volume komposit.....	14
3.5.3	Serat	14
3.5.4	Proses alkalisasi.....	14
3.5.5	Persiapan matriks komposit	14
3.5.6	Proses fabrikasi komposit	15
3.5.7	Spesimen uji	15
3.5.8	Karakterisasi komposit.....	15
3.6	Diagram Alir Penelitian.....	16
BAB IV		17
HASIL DAN PEMBAHASAN		17
4.1	Hasil Analisis Varian (ANOVA) <i>One Way</i>.....	17
4.1.1	Pengolahan data anova <i>one way</i>	17
4.1.2	Pembahasan	19
4.2	Hasil Pengujian Tarik	19

4.2.1 Kekuatan Tarik	19
4.2.2 Regangan Tarik	22
4.2.3 Modulus Elastisitas	23
4.3 Hasil Uji Mikro	24
BAB V	27
PENUTUP	27
5.1 Kesimpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Serat Ampas Tebu	6
Gambar 2.2 Batang Tanaman Rotan.....	7
Gambar 2.3 Metode <i>Hand Lay-Up</i>	8
Gambar 2.4 Alat Uji Tarik Universal Testing Mesin	9
Gambar 2.5 Alat Uji Struktur Mikro	10
Gambar 2.6 Sampel Uji Mikro	10
Gambar 3.1 ASTM D638-14 tipe 4	16
Gambar 4.1 (a) spesimen serat 5%; (b) spesimen serat 10%; (c) spesimen serat 15%	17
Gambar 4.2 (a) spesimen serat 5%; (b) spesimen serat 10%; (c) spesimen serat 15%	20
Gambar 4.2 Grafik nilai rata-rata kekuatan tarik.....	21
Gambar 4.3 Grafik nilai rata-rata regangan tarik	22
Gambar 4.4 Grafik nilai rata-rata modulus elastisitas	23
Gambar 4.5 Hasil pengamatan mikro (a) fraksi serat 5%; (b) fraksi serat 10%; dan (c)fraksi serat 15%	24
Gambar 4.6 Pengamatan mikro komposit arah serat 90°	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Serat Ampas Tebu	7
Tabel 2.2 Karakteristik Serat Rotan.....	7
Tabel 2.3 Karakteristik Poliester	8
Tabel 2.3 Replikasi Uji Anova	11
Tabel 2.4 Analisis Varian Satu Arah	11
Tabel 4.1 Tabel hasil perhitungan ANOVA.....	19
Tabel 4.2 Tabel penyajian data uji tarik.....	20
Tabel 4.3 Kekuatan tarik komposit.....	21

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan material komposit akhir-akhir ini sangat pesat. Bahan komposit mempunyai sejarah panjang dalam penggunaannya. Jenis komposit yang sudah berkembang salah satunya adalah komposit serat, baik komposit dengan serat sintetis atau komposit dengan serat alami. Penggunaan serat alami menjadi alternatif karena harganya yang lebih murah dibanding serat sintetis, dan bahan baku serat alami mudah di dapat karena ada di lingkungan sekitar. Selain itu serat alami juga tidak menimbulkan masalah pada lingkungan karena mudah terurai dalam tanah (Febriansyah, 2020).

Dalam perkembangannya, serat yang digunakan tidak hanya serat sintetis atau *fiberglass* tetapi juga serat alami / *natural fiber* (Muhamad Muhajir, Muhammad Alfian Mizar & Jurusan Pendidikan Teknik Mesin-FT, 2016). Serat alami yang digunakan untuk penguat komposit sangat beragam, mulai dari sabut kelapa, ampas tebu, pelepah pisang, eceng gondok, hingga rotan. Potensi alam dapat dikelompokkan menurut asal usulnya yakni tumbuhan, hewan dan tambang. Khusus untuk tumbuhan serat alam dapat ditemukan pada tanaman pertanian, perkebunan dan hutan alami. Salah satu sumber daya alam hayati yang dapat menggantikan kayu adalah serat kulit rotan (Izaak et al., 2013).

Tanaman rotan merupakan salah satu sumber hayati Indonesia, sekaligus penghasil devisa negara yang cukup besar. Hasil paling penting dari rotan adalah rotan batangan, yaitu batang rotan yang pelepah daunnya telah dihilangkan. Batang rotan sering dikelirukan dengan bambu dan bila diproses menjadi bilah-bilah, sulit untuk dibedakan (Mulyatno & Jokosisworo, 2008).

Serat ampas tebu menjadi limbah organik yang cukup melimpah. Serat tebu atau lazimnya disebut *bagasse*, adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu. Tentu pemanfaatannya secara optimal akan membuat serat ampas tebu menjadi sesuatu yang memiliki nilai lebih. Salah satu solusi untuk banyaknya populasi rotan maupun ampas tebu adalah memanfaatkan

sebagai bahan penguat pada material komposit. Penggunaan serat alami berbahan serat totan dan ampas tebu menjadi alternatif karena sifatnya mampu didaur ulang serta ramah lingkungan. Produk komposit serat rotan dan ampas tebu juga dapat digunakan untuk membuat berbagai macam komponen, seperti komponen otomotif yang tidak memerlukan spesifikasi kekuatan tinggi, selain itu komponen otomotif, komposit juga bisa di pergunakan sebagai peredam suara ruangan (Sutanto, 2020).

Pemilihan matriks resin untuk pembuatan material komposit serat rotan dan ampas tebu juga menjadi hal penting yang harus diperhatikan. Pada penelitian ini akan menggunakan resin dari bahan termoset yaitu menggunakan resin Poliester. Penelitian ini akan menunjukkan perbandingan kekuatan tarik material komposit serat rotan dan ampas tebu dengan menggunakan resin poliester dengan susunan serat acak. Pengujian struktur mikro juga dilakukan guna mengidentifikasi dan mengamati patahan spesimen komposit akibat uji tarik.

Perbandingan antara serat penguat dan resin ada 3 varian volume, 5%:95%, 10%:90%, dan 15%:85%. Penggunaan serat alam jauh lebih sedikit dibanding matriks guna memperkuat sifat komposit karena serat alam hanya bahan penguat saja (bukan bahan utama). Penggunaan bahan penguat / *reinforcement* baiknya dibawah 50% , tentu angka ini berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu. Apabila bahan penguat serat terlalu banyak diaplikasikan dalam pembuatan komposit maka ikatan antara *reinforcement* dan *matrix* menjadi tidak maksimal dan dapat menurunkan sifat komposit.

(Kurniadi et al., 2020) melakukan penelitian mengenai analisa material komposit resin berpenguat serat rotan untuk pembuatan prosthesis kaki palsu bagi penderita disabilitas. Komposit yang dibuat adalah menggunakan resin poliester yang dikombinasikan dengan katalis dan dengan serat rotan sebagai penguat, memiliki 4 variasi volume serat yaitu, 0%, 20%, 30%, 40%. Pada penelitiannya dilakukan dua pengujian yaitu uji kekeasan dan uji impak. Pada pengujian impak variasi serat 40% memiliki keuletan tertinggi sebesar 1,677 J/m². Sedangkan nilai keuletan terendah ada pada variasi serat 20% sebesar 1,068 J/m². Pada nilai

kekerasan yang dihasilkan komposit pada serta 0% memiliki kekerasan yang paling rendah sebesar 140,68 *BHN*. Pada komposit serat 40% memiliki nilai kekerasan tertinggi sebesar 159,28 *BHN*. Perlu diketahui nilai kekerasn suatu spesimen sebanding dengan nilai kekuatan tariknya.

Pada penelitian ini menggunakan uji tarik dan uji mikro pada pengujian materialnya. Setelahnya dilakukan analisis varian (ANOVA) satu arah untuk mengetahui apakah ada pengaruh pada penambahan volume serat penguat.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas, maka permasalahan yang akan menjadi bahan analisa pada tugas ini adalah :

- 1) Bagaimana pengaruh fraksi volume komposit serat ampas tebu dan rotan terhadap kekuatan tarik?
- 2) Bagaimana pengaruh variasi fraksi volume komposit serat ampas tebu dan rotan terhadap morfologi komposit?
- 3) Bagaimana pengaruh variasi fraksi volume komposit serat ampas tebu dan rotan terhadap perhitungan ANOVA?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari uraian rumusan masalah di atas, maka bisa di simpulkan penelitian ini memiliki tujuan :

- 1) Untuk mengetahui kekuatan tarik komposit serat rotan dan ampas tebu menggunakan resin poliester dengan perbandingan serat dan resin sebanyak 3 varian volume yaitu 5%:95%, 10%:90%, dan 15%:85%.
- 2) Untuk mengetahui hasil uji struktur mikro komposit serat rotan dan ampas tebu menggunakan resin poliester dengan perbandingan serat dan resin sebanyak 3 varian volume yaitu 5%:95%, 10%:90%, dan 15%:85%.
- 3) Untuk mengetahui hasil uji analisis varian satu arah komposit serat rotan dan ampas tebu menggunakan resin poliester dengan perbandingan serat dan resin sebanyak 3 varian volume yaitu 5%:95%, 10%:90%, dan 15%:85%.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan memberikan dampak positif terhadap perkembangan ilmu material di indonesia terutama material komposit. Selanjutnya mahasiswa

mempelajari lebih dalam mengenai pemanfaatan serat rotan dan ampas tebu dalam bidang teknologi material. Serta proposal skripsi ini dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya mengenai komposit serat rotan dan ampas tebu.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

- 1) Temperatur sekitar tidak diperhitungkan dalam pembuatan komposit.
- 2) Serat ampas tebu PRG (Produk Rekayasa Genetik) diperoleh di daerah Bondowoso.
- 3) Serat rotan di peroleh dari pengrajin rotan di Kecamatan Mayang, Kabupaten Jember.

1.6 Hipotesa

Penambahan serat rotan pada komposit serat tebu diharapkan memiliki pengaruh terhadap nilai kekuatan tarik di banding hanya menggunakan serat tebu. Penambahan variasi volume komposit diharapkan dapat memengaruhi nilai kekuatan tarik spesimen.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

2.1.1 Definisi Komposit

Komposit merupakan suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material penyusunnya melalui campuran yang tidak homogen. Komposit mampu didefinisikan sebagai suatu material yang tersusun dari campuran ataupun kombinasi dua bahkan lebih unsur-unsur utama yang berbeda di dalam bentuk maupun sifatnya. Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut dengan matriks (Mahmuda et al., 2013).

Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan karena tegangan yang diberikan pada komposit pertama diterima oleh matriks dan diteruskan ke serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu, serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matriks penyusun komposit. Panjang serat memengaruhi kemampuan proses dari komposit serat. Ditinjau dari teorinya, serat panjang dapat meneruskan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain (Schwartz, 1984).

2.1.2 Material Penyusun Komposit

1. *Matriks*. (EDITION, n.d.) mengatakan bahwa matriks dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik.
2. *Filler* (Pengisi) adalah suatu bahan pengisi yang digunakan untuk pembuatan komposit, biasanya berupa serbuk atau serat.

2.1.3 Fraksi Volume Komposit

Suatu material komposit dapat ditentukan oleh perbandingan fraksi volume didalamnya. Fraksi volume sebuah komposit terdiri atas 3 bagian, yaitu fraksi volume matriks, fraksi volume penguat, dan fraksi volume keseluruhan. Di bawah ini adalah persamaan dalam menentukan fraksi volume pada sebuah material komposit menurut (Harper, 2002).

Fraksi volume komposit didapat menggunakan persamaan:

$$vc = vf + vm \quad 2.1$$

$$\frac{m_c}{\rho_c} = \frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m} \quad 2.2$$

Massa komposit didapat menggunakan persamaan:

$$m_c = m_f + m_m \quad 2.3$$

Fraksi volume serat didapat menggunakan persamaan:

$$vf = \frac{vf}{vc} \times 100\% \quad 2.4$$

Keterangan:

vc = Volume komposit (cm³)

vf = Volume serat (cm³)

vm = Volume matriks (cm³)

m_f = Massa serat (gr)

m_m = Massa matriks (gr)

ρ_f = Massa jenis serat (gr/cm³)

ρ_m = Massa jenis matrik (gr/cm³)

vf = Fraksi volume serat (%)

m_c = Massa komposit (gr)

2.2 Serat Alam

2.2.1 Ampas Tebu

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) adalah tanaman yang punya banyak manfaat, salah satunya sukrosa yang terdapat pada batang tebu yang dimanfaatkan untuk menghasilkan kristal gula.



Gambar 2.1 Serat Ampas Tebu

Tabel 2.1 Karakteristik Serat Ampas Tebu
(*Textile Institute Book Series*, 2022)

<i>Material properties</i>	<i>Values of bagasse</i>
<i>Single fiber diameter</i>	501 μm
<i>Tensile strength</i>	7,31 MPa
<i>Density</i>	0,36 gr/cm^3

2.2.2 Rotan

Rotan merupakan kumpulan jenis tumbuhan *palmae* yang tumbuh memanjat yang disebut *Lepidocaryodidae*.



Gambar 2.2 Batang Tanaman Rotan

Tabel 2.2 Karakteristik Serat Rotan
(Ding et al., 2022)

<i>Material properties</i>	<i>Values of rattan</i>
<i>Single fiber diameter</i>	501 μm
<i>Tensile strength of rattan rods</i>	93 MPa
<i>Density</i>	0,36 gr/cm^3

2.3 Resin

Resin merupakan hasil dari eksudasi tumbuhan secara alami atau buatan. Resin yang digunakan pada penelitian ini adalah poliester yang dikombinasikan dengan hardener.

Poliester atau bisa disebut juga sebagai fiberglass merupakan salah satu variasi resin yang dijual dengan harga sangat murah. Matriks yang digunakan adalah jenis poliester resin mempunyai sifat sebagai berikut.

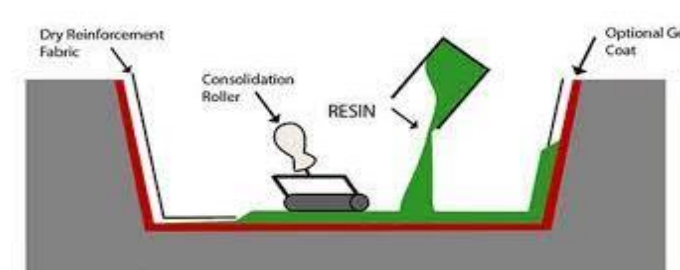
Tabel 2.3 Karakteristik Poliester
(Mulyatno & Jokosisworo, 2008)

<i>Material properties</i>	<i>Values of polyester</i>
<i>Tensile strength</i>	10-123 MPa
<i>Young modulus</i>	3,2 Ga
<i>Density</i>	1,215 gr/cm ³

2.4 Metode Pembuatan Komposit

2.4.1 Metode *Hand Lay-Up*

Metode *Hand Lay-Up* adalah metode pembuatan komposit yang paling sederhana sekaligus metode tertua. Tahap pembuatan dengan metode ini adalah dengan mempersiapkan cetakan, lalu mempersiapkan campuran resin dengan *hardener* dan serat penguat yang telah dipotong-potong. Pertama tuang campuran resin dengan *hardener* lalu ratakan, selanjutnya menata serat di atasnya dan tekan dengan *roller* agar merata dan menyatu dengan matriks. Terakhir tuang kembali campuran resin dan *hardener* di atasnya, ratakan kembali dan ditutup dengan kaca di atasnya (Azissyukhron & Syarif, 2018).



Gambar 2.3 Metode *Hand Lay-Up*
(EDITION, n.d.)

2.5 Uji Tarik (*Tensile Test*)

Uji tarik adalah suatu kegiatan pengujian yang dilakukan dengan tujuan mencari tegangan dan regangan (*stress strain test*), juga untuk mengetahui ketahanan suatu material sampai tegangan tertentu serta pertambahan panjang yang dialami oleh Material tersebut. (Mulyaningsih & C1nta, n.d.).



Gambar 2.4 Alat Uji Tarik Universal Testing Mesin
(Teknik mesin Universitas Negeri Malang)

Pengujian tarik material dilakukan guna mendapatkan nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas material. Persamaan ketiganya dapat dicari dengan rumus sebagai berikut berdasarkan (Pramono & C1nta, n.d.).

a. Tegangan

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad 2.5$$

Keterangan:

σ = Tegangan (N/m^2)

F = Gaya yang bekerja (N)

A = Luas penampang (m^2)

b. Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{L_o} \quad 2.6$$

Keterangan:

ε = Regangan (%)

Δl = Penambahan panjang (m)

L_o = Panjang mula-mula (m)

c. Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad 2.7$$

Keterangan:

E = Modulus elastisitas (MPa)

σ = Tegangan (N/m^2)

ϵ = Regangan (%)

2.6 Uji Struktur Mikro

Pemeriksaan visual dengan mikroskop bertujuan untuk menangkap dan memperoleh informasi struktur dalam skala mikro. Pemeriksaan dengan mikroskop dapat diamati struktur mikro material, baik berupa besar butir arah, susunan butir, dan fasa-fasa yang ada di kristal material (Mulyaningsih & CInta, n.d.). Pada penelitian ini pengujian struktur mikro menggunakan patahan spesimen yang sudah di uji tarik sebelumnya.



Gambar 2.5 Alat Uji Struktur Mikro
(Lab. Teknik Mesin Universitas Jember)



Gambar 2.6 Sampel Uji Mikro
(Bermatrix & Bqtn, 2023)

Gambar 2.6 menunjukkan hasil struktur mikro pada penelitian sebelumnya mengenai komposit *hybride* serat buah kelapa dan tebu pada bagian akar, batang, pucuk bermatrix poliester BQTN 157. Terlihat kotoran pada sekeliling serat kelapa yang mengakibatkan serat tidak dapat merekat dengan baik pada matriks.

2.7 Analisis Varian Satu Arah (*One Way*)

Penelitian ini menggunakan analisis varian satu arah atau (*one way*). Anova satu arah adalah salah satu uji hipotesis yang digunakan untuk membandingkan varians dalam rata - rata suatu populasi dalam sampel dengan mempertimbangkan hanya satu variable.

Hipotesis :

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ (tidak ada pengaruh variasi fraksi volume terhadap kekuatan tarik spesimen)

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$ (terdapat pengaruh variasi fraksi volume terhadap kekuatan tarik spesimen).

Tabel 2.4 Replikasi Uji Anova

	No	Fraksi Volume			Jumlah
		5%:95%	10%:90%	15%:85%	
Replikasi	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
Total					
Rata – rata					

Tabel 2.5 Analisis Varian Satu Arah

SK	JK	db	KT	F hitung	F Tabel
Perlakuan	$\frac{\sum P^2}{n} - \frac{(\sum X)^2}{N}$	$k - 1$	$\frac{JKP}{dbP}$	$\frac{KTP}{KTG}$	$F_{0,05}(dbP;dbG)$
Galat	$JK_T - JK_P$	$N - k$	$\frac{JKG}{dbG}$		
Total	$\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}$	$N - 1$			

Keterangan:

$\sum X$ = Jumlah nilai data

n = Jumlah replikasi

$\sum P$ = Jumlah nilai tiap variable

N = Jumlah data

JK_T = Jumlah kuadrat total

dbP = Derajat bebas perlakuan

JK_P = Jumlah kuadrat antar perlakuan

dbG = Derajat bebas galat

JK_G = Jumlah kuadrat error / galat

k = Jumlah variabel

JK_R = Jumlah kuadrat rata-rata

$$JK_R = \frac{(\sum X)^2}{N} \quad 3.1$$

JK_T = Jumlah kuadrat total

$$JK_T = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N} \quad 3.2$$

JK_P = Jumlah kuadrat-kuadrat antar perlakuan

$$JK_P = \frac{\sum P^2}{n} - \frac{(\sum X)^2}{N} \quad 3.3$$

JK_G = Jumlah kuadrat error / galat

$$JK_G = JK_T - JK_P \quad 3.4$$

Tingkat signifikansi : $\alpha = 5\%$ (0,05)

$$F_{tabel} = \alpha ; (k - 1)(N - k) \quad 3.5$$

Kriteria :

H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$

H_0 diterima jika $F_{hitung} < F_{tabel}$

BAB III

METODE PENELITIAN

3. 1 Metode Penelitian

Pada penelitian kali ini akan menggunakan metode eksperimental, artinya peneliti akan melakukan trial-error untuk mendapatkan komposit yang sesuai. Setelahnya dilakukan uji tarik dan uji mikro pada material komposit. Sistem penelitian ini dimulai dari studi literatur, pembuatan benda sampel / spesimen, lalu pengujian benda sampel.

3. 2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Pembuatan benda sampel dan uji struktur mikro dilakukan di Laboratorium Uji Material Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember. Pengujian tarik benda sampel dilakukan di Laboratorium Bahan, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Jember. Waktu penelitian akan dilaksanakan pada bulan Agustus-September 2023.

3. 3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Cetakan specimen, alat uji tarik, alat uji struktur mikro, kuas, timbangan digital, *oven*, bak, pipet, gelas ukur, *roller*.

3.3.2 Bahan

Serat ampas tebu PRG dan serat rotan sebagai bahan penguat komposit, Aquades, NaOH, Resin Poliester, Katalis / *Hardener*, *Release Agent*.

3. 4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi volume komposit.

3.4.2 Variabel Terikat

Pada penelitian ini variabel terikatnya adalah kekuatan tarik dan uji struktur mikro material komposit.

3.4.3 Variabel kontrol

- a. Proses alkalisasi serat rotan dan tebu dengan menambahkan NaOH dengan konsentrasi 9% selama tiga jam.

- b. Mencari kadar air tertentu untuk serat rotan dan ampas tebu.
- c. Variasi volume matriks komposit, menggunakan resin poliester dan *hardener*.
- d. Variasi volume rotan - ampas tebu dengan perbandingan 1 : 1.
- e. Uji tarik pada penelitian ini menggunakan spesimen standar ASTM D638-14 tipe 4.

3. 5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur yang akan dilaksanakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.5.1 Cetakan spesimen komposit

Cetakan yang digunakan dalam pembuatan komposit menggunakan cetakan kaca dengan dimensi cetakan P x L x T (140 mm x 140 mm x 3,2 mm).

3.5.2 Penentuan fraksi volume komposit

Varian volume antara serat dan matriks memiliki 3 varian, 5%:95%, 10%:90%, dan 85%:15%.

3.5.3 Serat

Penelitian kali ini menggunakan serat yang terbuat dari ampas tebu dan rotan yang sebelumnya telah di proses dahulu dan melalui proses alkalisasi dengan larutan NaOH. Arah serat pada penelitian ini adalah acak dengan Panjang serat 5 mm.

3.5.4 Proses alkalisasi

Proses alkalisasi dilakukan dengan tujuan menambah sifat *reinforcement* yang lebih baik dari sebelumnya. Alkalisasi terhadap serat ampas tebu dan serat rotan dilakukan selama 3 jam menggunakan senyawa kimia NaOH dengan konsentrasi 9% dilarutkan dengan zat pelarut akuades. Pengeringan setelah alkalisasi dilakukan pada suhu ruang selama 72 jam atau 3 hari.

3.5.5 Persiapan matriks komposit

Pada penelitian ini matriks komposit menggunakan resin poliester, secara terpisah akan dilakukan pencampuran dengan *hardener* / katalis. Komposisi resin dan katalis yang akan digunakan adalah volume katalis sebesar 1,5 % dari total volume matriks.

3.5.6 Proses fabrikasi komposit

Setelah matriks dan serat siap selanjutnya meklakukan proses fabrikasi atau pembuatan material komposit. Adapun langkah-langkah proses fabrikasi komposit adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan cetakan komposit yang sudah dibuat.
2. Menyiapkan serat rotan dan serat ampas tebu.
3. Menentukan besaran atau komposisi resin, hardener dan serat.
4. Melapisi cetakan dengan *wax*, bertujuan agar komposit mudah di ambil.
5. Menuangkan matriks komposit berupa campuran resin dan katalis.
6. Menebar serat ampas tebu dan serat rotan secara acak.
7. Tekan serat yang sudah tersusun dengan *roller* supaya merekat pada matriks yg pertama.
8. Tuang kembali matriks lapisan kedua supaya serat berada persis di tengah.
9. Diamkan komposit hingga mengering selama 2 x 24 jam.

3.5.7 Spesimen uji

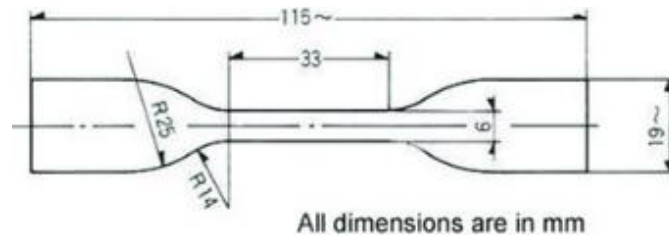
Spesimen uji yang ada dalam penelitian ini adalah 5 buah setiap variabel. Jadi total spesimen yang ada berjumlah 15.

3.5.8 Karakterisasi komposit

1. Uji Tarik (*Tensile Test*)

Penelitian ini melakukan pengujian tarik menggunakan standar ASTM (*American Standart Testing and Material*) D638-14 tipe 4. Standar ini digunakan untuk menentukan sifat tarik material untuk tujuan kontrol, spesifikasi, karakterisasi kualitatif dan penelitian dan pengembangan. Tahap yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan sampel uji yang mengacu pada standart ASTM D638-14 tipe 4.
- b. Memasang sampel uji pada alat.
- c. Lakukan uji tarik ke sampel. Beban akan diberikan secara bertahap kepada sampel uji hingga putus. Lalu nilai uji tarik dan elongasiakan muncul setelah sampel putus.
- d. Lepaskan sampel uji dari mesin.

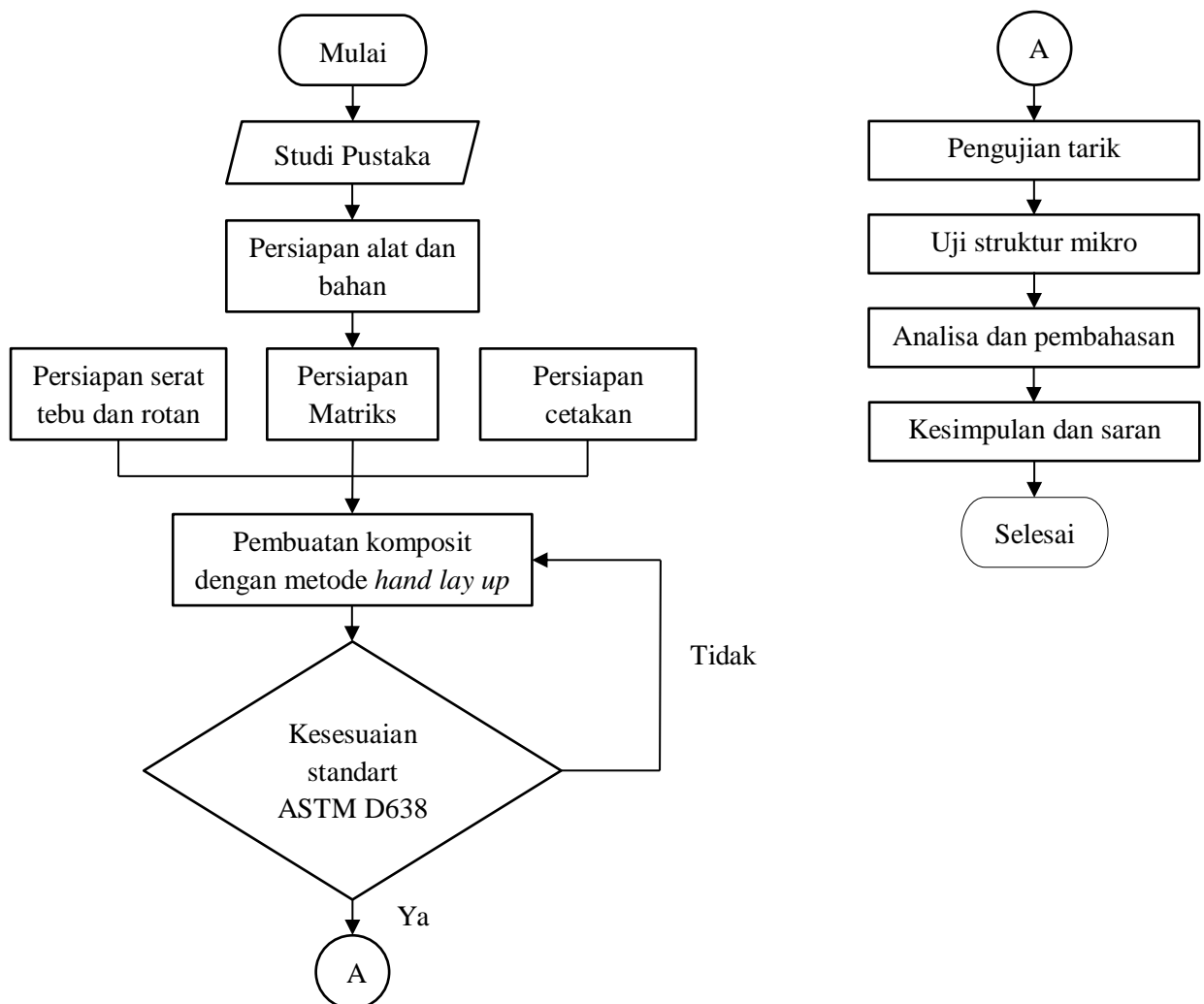


Gambar 3.1 ASTM D638-14 tipe 4
(Sumber: ASTM)

2. Uji Struktur Mikro

Uji struktur mikro dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Patahan akibat uji tarik yang akan di uji pada pengujian struktur mikro.

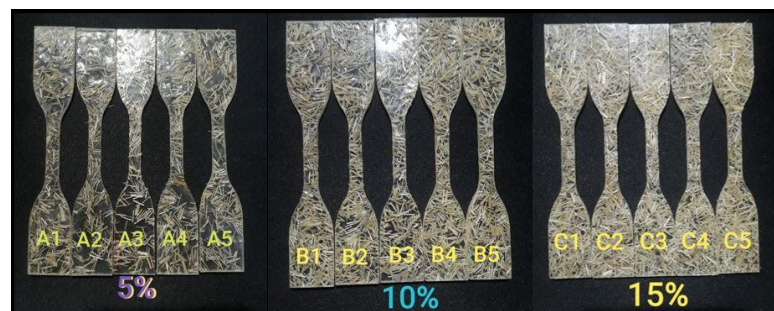
3. 6 Diagram Alir Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal pembuatan komposit yaitu dengan menentukan kadar air serat rotan dan serat tebu. Kedua serat ini telah melakukan beberapa perlakuan seperti alkalisasi dengan NaOH 9% selama 3 jam untuk menambah nilai kekuatan serat, dan selanjutnya dilakukan pengeringan selama 3 hari pada suhu ruang. Hasilnya adalah serat tebu memiliki nilai kadar air sebesar 0,68% dan serat rotan memiliki nilai kadar air sebesar 0,61%. Hasil pembuatan spesimen komposit menggunakan resin poliester dengan dengan serat penguat ampas tebu dan rotan dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah.



Gambar 4.1 (a) spesimen serat 5%; (b) spesimen serat 10%; (c) spesimen serat 15%

4.1 Hasil Analisis Varian (ANOVA) *One Way*

4.1.1 Pengolahan data anova *one way*

Analisis varian digunakan untuk mengetahui apakah variasi volume serat yang merupakan variabel bebas dapat memengaruhi kekuatan tarik komposit dengan membandingkan nilai F tabel dengan F hitung pada $\alpha = 5\%$. F tabel yang digunakan adalah $F_{(0,05;2;12)}$, sehingga diketahui nilainya 3,89 (nilai tersebut didapat dari F sebaran fisher).

a. Jumlah kuadrat rata-rata

$$JK_R = \frac{(\sum X)^2}{N}$$

$$JK_R = \frac{(212,13)^2}{15}$$

$$JK_R = 2999,94$$

- b. Jumlah kuadrat total

$$JK_T = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}$$

$$JK_T = 16,73^2 + 16^2 + 16,09^2 + 15,62^2 + 16,93^2 + 11,59^2 + 13,61^2 \\ + 16,22^2 + 16,66^2 + 8,80^2 + 13,89^2 + 11,90^2 + 11,90^2 \\ + 11,07^2 + 15,12^2 - \frac{(212,13)^2}{15}$$

$$JK_T = 3090,345 - \frac{(212)^2}{15}$$

$$JK_T = 90,402$$

- c. Jumlah kuadrat antar perlakuan

$$JK_P = \frac{\sum P^2}{n} - \frac{(\sum X)^2}{N}$$

$$JK_P = \frac{(81,37)^2}{5} + \frac{(66,88)^2}{5} + \frac{(63,88)^2}{5} - \frac{(212,13)^2}{15}$$

$$JK_P = 34,99$$

- d. Jumlah kuadrat error / galat

$$JK_G = JK_T - JK_P$$

$$JK_G = 90,402 - 34,99$$

$$JK_G = 55,412$$

- e. Kuadrat Tengah rata-rata

$$JK_R = KT_R$$

$$2999,94 = 2999,94$$

- f. Kuadrat Tengah perlakuan

$$KT_P = \frac{JK_P}{db_P}$$

$$KT_P = \frac{34,99}{2} = 17,495$$

- g. Kuadrat tengah error / galat

$$KT_G = \frac{JK_G}{db_G}$$

$$KT_G = \frac{55412}{12} = 4,617$$

h. F hitung

$$F_{hitung} = \frac{KT_P}{KT_G}$$

$$F_{hitung} = \frac{17,495}{4,617} = 3,789$$

Hasil perhitungan anova diatas juga dapat dideskripsikan dalam bentuk tabel seperti tabel 4.1 di bawah.

Tabel 4.1 Tabel hasil perhitungan ANOVA

SK	JK	db	KT	F hitung	F tabel
Rata-Rata	2999,94	1	2999,94		
Perlakuan	34,99	2	17,495	3,789	3,89
Galat	55,412	12	4,617		
Total	90,402	15			

4.1.2 Pembahasan

Rumusan hipotesis untuk menentukan apakah ada pengaruh kekuatan tarik terhadap variasi volume yang ada, maka dirumuskan sebagai berikut.

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ (tidak ada pengaruh variasi fraksi volume terhadap kekuatan tarik spesimen).

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$ (terdapat pengaruh variasi fraksi volume terhadap kekuatan tarik spesimen).

Dari hasil analisis perhitungan diatas, didapat nilai F hitung sebesar 3,789 dan nilai F tabel sebesar 3,89. Data tersebut menyatakan bahwa nilai F hitung lebih kecil dari F tabel sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak ada pengaruh signifikan variasi volume komposit terhadap kekuatan tarik komposit pada tingkat signifikan α 0,05 atau dalam kata lain H_0 diterima.

4.2 Hasil Pengujian Tarik

4.2.1 Kekuatan Tarik

Pengujian tarik telah dilakukan di Laboratorium Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember. Data uji tarik dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Tabel penyajian data uji tarik

No Sampel	Replikasi	Area (mm ²)	<i>F maks</i> (N)	<i>l</i> ₀ (mm)	Δl (mm)	σ (N/mm ²)
A (5%:95%)	A1	18,0	301,1	115	2,898	16,73
	A2	19,2	307,2	115	6,394	16,00
	A3	18,0	289,5	115	2,898	16,09
	A4	19,2	300,0	115	6,394	15,62
	A5	19,2	325,2	115	6,394	16,93
B (10%:90%)	B1	19,2	169,0	115	6,394	8,80
	B2	19,2	261,3	115	6,394	13,61
	B3	19,2	311,4	115	6,394	16,22
	B4	19,2	319,9	115	6,394	16,66
	B5	19,2	222,6	115	6,394	11,59
C (15%:85%)	C1	19,2	266,7	115	6,394	13,89
	C2	19,2	228,6	115	6,394	11,90
	C3	19,2	228,6	115	6,394	11,90
	C4	19,2	212,5	115	6,394	11,07
	C5	19,2	290,3	115	6,394	15,12

Berikut adalah hasil dari uji tarik 15 spesimen dengan 3 perbedaan variabel. Data hasil pengujian tarik 15 spesimen dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah.



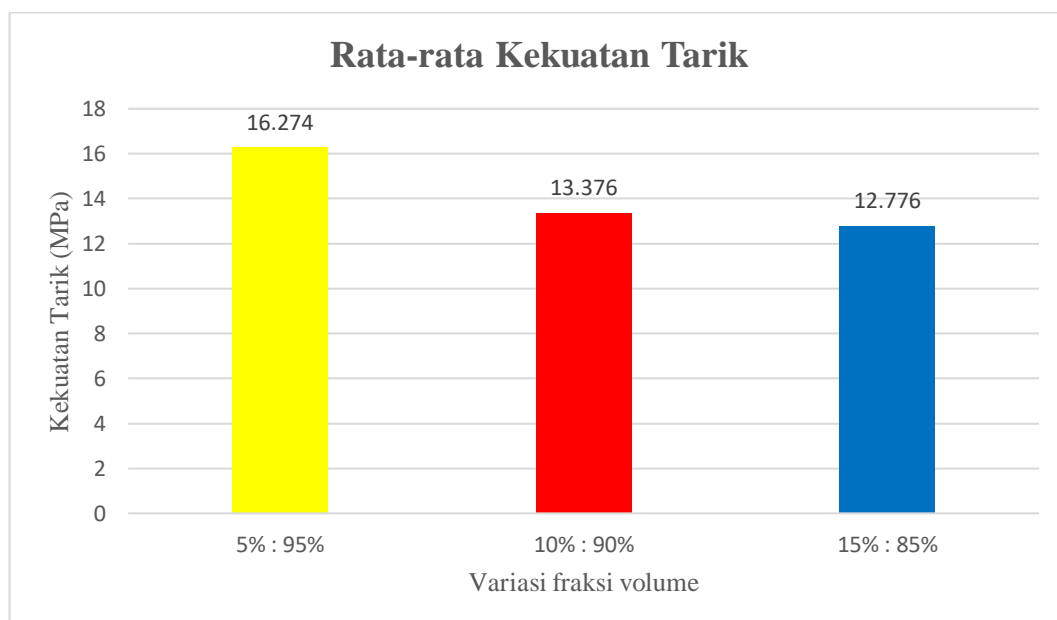
Gambar 4.2 (a) spesimen serat 5%; (b) spesimen serat 10%; (c) spesimen serat 15%

Data pengujian tarik 15 spesimen komposit serat tebu dan serat rotan dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.3 Kekuatan tarik komposit

Kode (Fraksi Volume)	Kekuatan Tarik (N/mm^2)					Rata-rata
	Replikasi					
	1	2	3	4	5	
A (5%:95%)	16,73	16,00	16,09	15,62	16,93	16,274
B (10%:90%)	8,80	13,61	16,22	16,66	11,59	13,376
C (15%:85%)	13,89	11,90	11,90	11,07	15,12	12,776

Tabel 4.2 menunjukkan hasil uji tarik dari 15 spesimen dengan beda 3 variasi volume. Adapun grafik data kekuatan tarik dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.3 Grafik nilai rata-rata kekuatan tarik

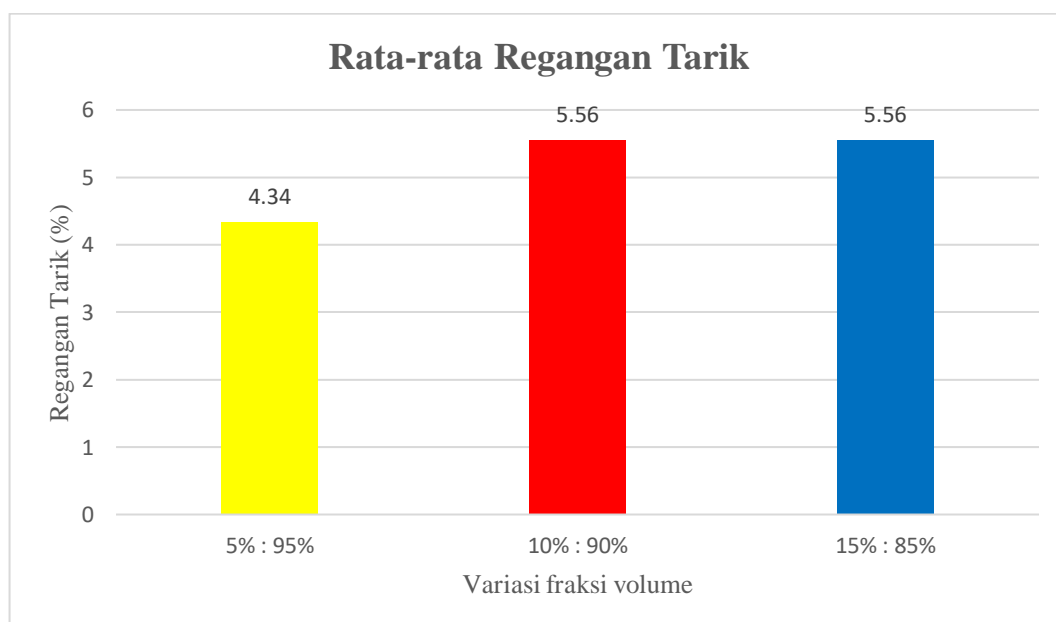
Gambar 4.2 menunjukkan grafik rata-rata nilai uji tarik 15 spesimen dengan 3 variasi fraksi volume. Komposit dengan nilai kekuatan tarik rata-rata terendah adalah fraksi volume 15%:85%, yaitu sebesar 12,776 MPa, diikuti fraksi volume 10%:90% yaitu 13,376 MPa dan rata-rata tertinggi dimiliki fraksi volume 5%:95%, yaitu sebesar 16,274 MPa. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan (Berli P. Kaniel, 2015) menunjukkan bahwa bertambahnya fraksi volume dapat menurunkan nilai kekuatan tariknya. Faktor lain yang memengaruhi nilai kekuatan tarik adalah orientasi arah serat patahan, hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan (Santoso, 2022) menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik

terendah ada pada orientasi sudut 90°. Rata-rata patahan spesimen komposit pada variasi fraksi volume 15%:85% pada penelitian ini memiliki orientasi serat 90° sehingga memiliki kekuatan tarik yang rendah.

Penelitian ini juga menunjukkan apakah komposit serat tebu dan rotan menggunakan matriks poliester lebih baik dari pada hanya menggunakan serat tebu saja. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan (Kunarto, *et al.*, 2016) mengenai serat tebu (*bagasse*) sebagai bahan pengisi pada komposit dengan matriks resin poliester. Penelitian yang dilakukan juga menggunakan variasi fraksi volume 5%:95%, 10%:90%, 15%:85%, yang menghasilkan nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 2,54 MPa, 2,8 MPa, dan 3,35 MPa. Sedangkan rata-rata nilai kekuatan tarik yang didapatkan dari penelitian ini yaitu sebesar 16,274 MPa, 13,376 MPa, dan 12,776 MPa.

4.2.2 Regangan Tarik

Regangan tarik atau *elongation at break* adalah kemampuan suatu material mengalami deformasi yang signifikan sebelum material tersebut putus atau putus. Hasil rata-rata nilai regangan tarik dapat dilihat pada Gambar 4.3 di bawah.



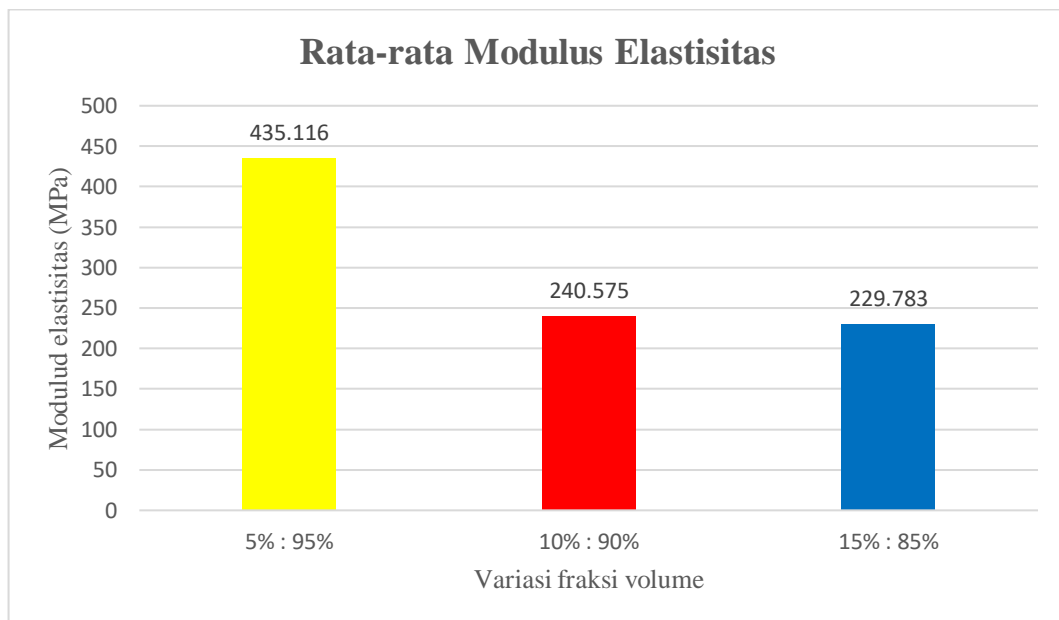
Gambar 4.4 Grafik nilai rata-rata regangan tarik

Gambar 4.3 menunjukkan nilai rata-rata regangan tarik komposit pada penelitian ini. Nilai rata-rata terendah ada pada fraksi volume 5%:95% dengan

pemanjangan 4,34%. Sedangkan nilai rata-rata tegangan tertinggi ada pada komposit fraksi volume 10%:90% dan 15%:85% sebesar 5,56%. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan (Prasetya, 2023) terkait penurunan regangan tarik akibat kuatnya ikatan antara serat dan matriks sehingga membuat material komposit menjadi getas dan membuat nilai regangan tarik menjadi semakin kecil.

4.2.3 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan ketahanan material untuk berdeformasi saat menerima beban dari luar. Hasil pengujian nilai rata-rata modulus elastisitas dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah.

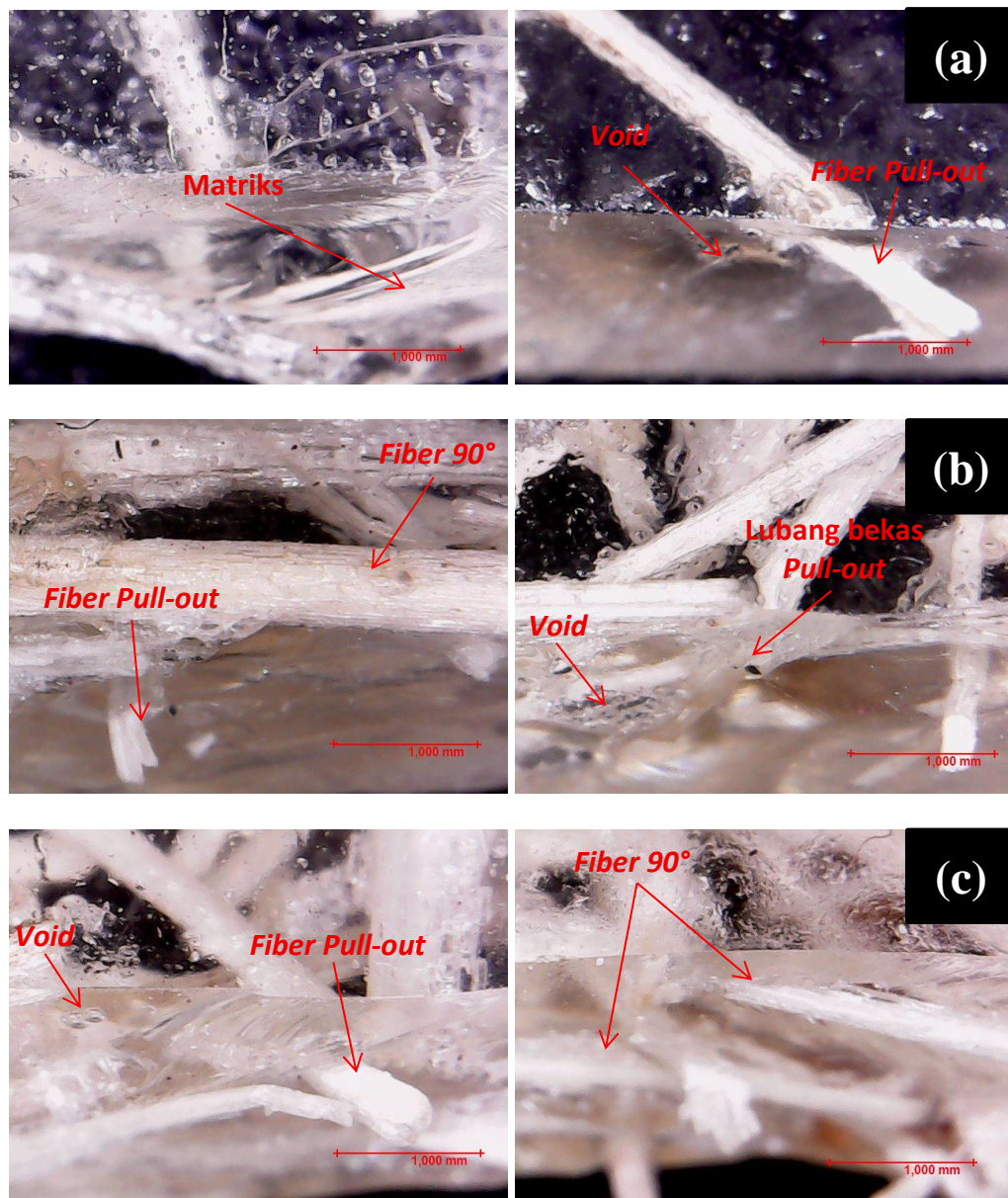


Gambar 4.5 Grafik nilai rata-rata modulus elastisitas

Gambar 4.4 menunjukkan nilai rata-rata modulus elastisitas dari 3 variasi fraksi volume. Nilai modulus elastisitas terendah dimiliki oleh fraksi volume 15%:85% yaitu sebesar 229,783 MPa, di ikuti fraksi volume 10%:90% sebesar 240,575 MPa. Sedangkan nilai rata-rata tertinggi dimiliki fraksi volume 5%:95% sebesar 435,116 MPa. Hal ini terjadi karena tingginya kekuatan tarik dan rendahnya nilai regangan tarik, hal ini dimiliki oleh fraksi volume 5%:95% yang memiliki rata-rata kekuatan tarik sebesar 16,274 MPa dan memiliki nilai rata-rata regangan tarik yang rendah yaitu 4,34%.

4.3 Hasil Uji Mikro

Pemeriksaan visual dengan mikroskop bertujuan menangkap dan memperoleh informasi struktur dalam skala mikro (Mulyaningsih & C1nta, n.d.). Hasil uji struktur mikro dapat dilihat pada Gambar 4.5 di bawah ini.



Gambar 4.6 Hasil pengamatan mikro (a) fraksi serat 5%; (b) fraksi serat 10%; dan (c) fraksi serat 15%

Gambar 4.5 diatas menunjukkan struktur mikro dari patahan spesimen komposit dengan penguat serat rotan dan serat tebu akibat uji tarik. Gambar (a)

merupakan hasil pengamatan dari komposit dengan fraksi volume 5%:95%. (b) merupakan hasil pengamatan dari komposit dengan fraksi volume 10%:90%. Sedangkan (c) merupakan hasil pengamatan dari komposit dengan fraksi volume 15%:85%. Pada ketiga gambar diatas jelas sekali bahwa ketiganya memiliki cacat yaitu *void*, dan *void* menjadi salah satu variabel terjadinya penurunan kekuatan tarik pada spesimen.

Fiber pullout juga menjadi salah satu variabel spesimen komposit mengalami penurunan kekuatan tarik. *Fiber pullout* terjadi karena serat penguat dan matriks tidak menempel sempurna sehingga serat lepas dari matriks. Dari seluruh hasil pengamatan mikro, 5 spesimen dengan fraksi volume 5%:95% mayoritas tidak terjadi *fiber pullout*. Sedangkan pada 5 spesimen fraksi volume 10%:90% dan 5 spesimen 15%:85%, mayoritas spesimen uji mengalami *fiber pullout*.

Pada hasil pengamatan mikro di atas juga terlihat bahwa spesimen dengan fraksi volume 10%:90% dan 15%:85% mayoritas memiliki arah serat melintang atau serat dengan sudut 90° sehingga dapat memengaruhi nilai kekuatan tarik. Arah sudut inilah menjadi faktor yang menyebabkan nilai kekuatan tarik spesimen berbeda. Serat dengan arah 90° akan memudahkan dan membantu matriks robek saat uji tarik. Hal ini diperkuat penelitian yang dilakukan (Santoso, 2022) menyatakan arah serat 90° gagal menerima beban tarik sehingga tidak signifikan untuk menerima beban tarik dan mengakibatkan kekuatan tarik komposit dengan arah 90° mengalami penurunan yang sangat drastis.

Hasil yang sama dikemukakan (Sari, 2009) tentang analisis sifat kekuatan tekan dan foto mikro komposit *urea formaldehyde* diperkuat serat batang kedelai. Kekuatan tekan tertinggi pada fraksi volume serat 10% dengan arah serat 45° yaitu sebesar 63,13 MPa dan kekuatan tekan terendah pada fraksi volume serat 30% dengan arah serat 90° sebesar 23,04 MPa. Komposit arah serat 45° membentuk antarmuka resin *urea formaldehyde* serat batang kelapa yang lebih kuat dan menyebabkan kekuatan tekannya menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan 0° dan 90° .



Gambar 4.7 Pengamatan mikro komposit arah serat 90°
(Sari, 2009)

Penelitian yang dilakukan (Robiansyah & Irfai, 2021) mengenai pengaruh orientasi arah serat terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit berpenguat serat karbon dengan matrik epoxy dapat menjadi pendapat pendukung. Penelitiannya menghasilkan nilai rata-rata kekuatan tarik yang sangat rendah pada arah serat 90° . Arah serat 0° menghasilkan nilai kekuatan rata-rata 78,25 MPa, arah serat 45° menghasilkan nilai rata-rata 43,68 MPa, dan arah serat 90° memiliki perbedaan yang signifikan yaitu menghasilkan nilai kekuatan rata-rata 7,39 MPa.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan mengenai analisa kekuatan tarik dan morfologi pada komposit polimer berpenguat serat rotan dan ampas tebu PRG dengan arah serat acak, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Rata-rata nilai kekuatan tarik terbesar adalah pada komposit dengan fraksi volume 5%:95% yaitu sebesar 16,374 MPa. Sedangkan nilai rata-rata kekuatan tarik terendah adalah pada komposit dengan fraksi volume 15%:95% yaitu sebesar 12,776 MPa.
2. Hasil uji mikro menunjukkan komposit dengan fraksi volume 5%:95% memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi, karena pada fraksi ini mayoritas tidak terjadi *fiber pullout*. Dan pada patahan akibat uji tarik, arah serat penguat tidak membentuk arah 90° yang menyebabkan nilai kekuatan tarik rendah.
3. Analisa varian (ANOVA) yang dilakukan menghasilkan nilai F hitung sebesar 3,789 dan F tabel sebesar 3,89. Dalam kasus ini nilai F tabel lebih besar dari F hitung sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima atau dapat diartikan tidak ada pengaruh serat signifikan terhadap nilai kekuatan tarik komposit pada tingkat signifikansi α 5% atau 0,05.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil keseluruhan penelitian yang dilakukan, maka saran yang dapat ditulis adalah sebagai berikut.

1. Memperhatikan arah serat saat melakukan pemotongan lembaran komposit hasil penelitian, lebih diupayakan untuk tidak membentuk arah 90° yang dapat menurunkan kekuatan tarik komposit.
2. Pada saat penuangan matriks ke cetakan sebaiknya lebih diperhatikan, sebaiknya menunggu 1 menit sebelum dituang ke cetakan sehingga dapat mengurangi *void* pada spesimen dan dapat menambah nilai kekuatan komposit.

DAFTAR PUSTAKA

- Azissyukhron, M., & Syarif, H. (2018). NPerbandingan Kekuatan Material Hasil Metode Hand Lay-up dan Metode Vacuum Bag Pada Material Sandwich Composite Title. *Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS)*, 9(Vol 9 (2018): Industrial Research Workshop and National Seminar), 216–220. <https://doi.org/10.35313/irwns.v9i0.1072>
- Berli P. Kamiel, M. B. N. R. ., (2015). Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester. *Semesta Teknika*, 14(2), 133–138. <https://doi.org/10.18196/st.v14i2.542>
- Bermatrix, P., & Bqtn, P. (2023). *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Komposit Hybride Serat Buah Kelapa dan Tebu Pada Bagian*. 15(02).
- Ding, L., Han, X., Cao, L., Chen, Y., Ling, Z., Han, J., He, S., & Jiang, S. (2022). Characterization of natural fiber from manau rattan (Calamus manan) as a potential reinforcement for polymer-based composites. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 7(3), 190–200. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobab.2021.11.002>
- EDITION, F. (n.d.). *PRINCIPLES OF COMPOSITE MATERIAL MECHANICS*.
- Febriansyah, D. (2020). PENGARUH FRAKSI BERAT SiC DAN Cu TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT Al6061. In *Digital Repository Universitas Jember* (Issue September 2019).
- Harper, C. A. (2002). *Handbook of plastics, elastomers, and composites*. McGraw-Hill Education.
- Izaak, F. D., Rauf, F. A., & Lumintang, R. (2013). Analisis sifat mekanik dan daya serap air material komposit serat rotan. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 2(1), 12.
- Kurniadi, E. R., Santosa, I., & Wilis, G. R. (2020). Analisa Material Komposit Resin Berpenguat Serat Rotan Untuk Pembuatan Protes Kaki Palsu Bagi Penderita Disabilitas. *Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering, April*, 11–19.
- Mahmuda, E., Savetlana, S., & Sugiyanto, D. (2013). Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk dengan Matrik Epoxy. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(3), 79–84.
- Muhamad Muhajir, Muhammad Alfian Mizar, D. A. S., & Jurusan Pendidikan Teknik Mesin-FT, U. N. M. (2016). Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak. *Jurnal Teknik Mesin*, 24(2), 1–8.

- Mulyaningsih, N., & C1nta, P. P. R. (n.d.). *Buku Ajar Metalurgi Fisik*. Penerbit Pustaka Rumah C1nta.
<https://books.google.co.id/books?id=jvM8EAAAQBAJ>
- Mulyatno, I. P., & Jokosisworo, S. (2008). Analisa Teknis Penggunaan Serat Rotan Sebagai Penguat Pada Komposit Polimer dengan Matriks Polyester Yukalac 157 Ditinjau Dari Kekuatan Tarik dan Kekuatan Tekuk. *Jurnal Kapal*, 5(3), 173–180.
- Pramono, C., & C1nta, P. P. R. (n.d.). *Buku Ajar Elemen Mesin (Jilid 1)*. Penerbit Pustaka Rumah C1nta.
<https://books.google.co.id/books?id=II49EAAAQBAJ>
- Robiansyah, K., & Irfai, M. A. (2021). Pengaruh Orientasi Arah Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan kekuatan Bending Komposit Berpenguat Serat Karbon dengan Matrix Epoxy. *Jtm*, 09(03), 47–52.
- Sari, N. H. (2009). Analisis Sifat Kekuatan Tekan dan Foto Mikro Komposit Urea Formaldehyde Diperkuat Serat Batang Kedelai. *Kemenperin*, 1, 87–94.
<http://bpkimi1.kemenperin.go.id/pmbp/article/viewFile/4440/3354>
- Schwartz, M. M. (1984). *Composite materials handbook. (No Title)*.
- Sutanto, H. (2020). *Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Kekuatan Bending Dan Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Eceng Gondok–Tebu Dengan Matrik Epoxy*. 160.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Alkalisasi Serat

Lampiran 2. Perhitungan Kadar Air Serat

Lampiran 3. Perhitungan Fraksi Volume

Lampiran 4. Data Uji Tarik

Lampiran 5. Dokumentasi

