PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME MATERIAL KOMPOSIT SERAT IJUK DENGAN FILLER PASIR SILIKA DAN MATRIKS *EPOXY* TERHADAP KEKUATAN TARIK

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Ujian Sarjana Strata Satu
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas IBA Palembang

OLEH :

HABIL SASKA PRAMADANI
22320007

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS IBA
PALEMBANG
2026

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama	: Habil Saska Pramadani
NPM	: 22 32 00 07
Judul Skripsi	: Pengaruh Variasi Fraksi Volume Material Komposit Serat Ijuk Dengan Filler Pasir Silika Dan Matriks Epoxy Terhadap Kekuatan tarik

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas IBA.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,



Habil Saska Pramadani
22 32 0007

CS Dipindai dengan CamScanner

PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME MATERIAL KOMPOSIT SERAT IJUK DENGAN FILLER PASIR SILIKA DAN MATRIKS *EPOXY* TERHADAP KEKUATAN TARIK

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Ujian Sarjana Strata Satu
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas IBA Palembang

Mengetahui,

Palembang,

Dekan Fakultas Teknik,

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA

Dr. Ir. Hanjayani Haruno, MT.
NIK. 03 21 514

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Reny Afriany, S.T., M.Eng
NIK. 02 05 171

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA

AGENDA NO :
DITERIMA TGL :
PARAF :

PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME MATERIAL KOMPOSIT SERAT IJUK DENGAN FILLER PASIR SILIKA DAN MATRIKS *EPOXY* TERHADAP KEKUATAN TARIK

NAMA : Habil Saska Pramadani
NPM : 22 32 00 07
SPESIFIKASI : a) Material Komposit
b) Perhitungan Kekuatan Tarik
c) ASTM D3039

Menyetujui,

Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
Yeny Pusvyta, S.T, MT.	Dr. Arie Yudha Budiman, ST., MT.
NIK : 02 05 170	NIK : 03 24 508

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Reny Afriany, ST, M.Eng.
NIK : 02 05 171

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini berjudul	: PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME MATERIAL KOMPOSIT SERAT IJUK DENGAN FILLER PASIR SILIKA DAN MATRIKS *EPOXY* TERHADAP KEKUATAN TARIK
Penyusun	: Habil Saska Pramadani
NPM	: 22 32 0007
Program Studi	: Teknik Mesin

Telah Berhasil Dipertahankan Dalam Sidang Sarjana (Ujian Komprehensip) Dan Diterima Sebagai Bagian Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA.

TIM PENGUJI

Ketua	: Reny Afriany, S.T., M.Eng.	( )
Anggota	: 1. Dr. Arie Yudha Budiman, S.T., M.T.	( )
	2. Yeny Pusvyta, S.T., M.T.	( )
	3. Muhammad Nur, S.T., M.Log.	( )

Ditetapkan di	: Palembang
Tanggal	: 22 Agustus 2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume dan orientasi serat ijuk serta penambahan filler pasir silika terhadap kekuatan tarik komposit dengan matriks epoxy. Material yang digunakan terdiri dari serat ijuk sebagai penguat, pasir silika sebagai pengisi, dan resin epoxy sebagai matriks. Serat ijuk terlebih dahulu diberi perlakuan alkali menggunakan larutan NaOH 6% selama 2 jam dengan panjang serat yang diseragamkan yaitu 80mm. Pembuatan spesimen dilakukan menggunakan metode hand lay-up dengan variasi komposisi (30% serat ijuk : 10% filler : 60% epoxy) dan (20% serat ijuk : 20% filler : 60% epoxy), masing-masing dengan orientasi serat searah dan acak. Pengujian tarik dilakukan menggunakan Universal Testing Machine (UTM) berdasarkan standar ASTM D3039-14. Setiap variasi dibuat sebanyak tiga replika, kemudian spesimen divalidasi berdasarkan bentuk dan lokasi patahan, sehingga hanya spesimen yang memenuhi kriteria valid digunakan dalam analisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi fraksi volume dan orientasi serat memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik komposit. Nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada komposisi 20% serat ijuk : 20% filler pasir silika : 60% epoxy dengan orientasi serat searah, yaitu sebesar 19,91 MPa, sedangkan nilai terendah diperoleh pada komposisi yang sama dengan orientasi serat acak, yaitu sebesar 9,91 MPa.

Kata Kunci: serat ijuk, pasir silika, epoxy, fraksi volume, kekuatan tarik, orientasi serat.

Abstract

This study aims to determine the effect of variations in volume fraction and fiber orientation of ijuk fiber, as well as the addition of silica sand filler, on the tensile strength of epoxy matrix composites. The materials used consisted of ijuk fiber as reinforcement, silica sand as filler, and epoxy resin as the matrix. The ijuk fibers were first treated with an alkaline solution of 6% NaOH for 2 hours, with the fiber length standardized at 80 mm. The specimens were fabricated using the hand lay-up method with two composition variations, namely 30% ijuk fiber : 10% filler : 60% epoxy and 20% ijuk fiber : 20% filler : 60% epoxy, each with unidirectional and random fiber orientations. Tensile testing was conducted using a Universal Testing Machine (UTM) based on the ASTM D3039-14 standard. Three replicas were prepared for each variation, and the specimens were validated based on the fracture shape and location; therefore, only specimens meeting the validity criteria were used for analysis. The results showed that variations in volume fraction and fiber orientation affected the tensile strength of the composites. The highest tensile strength was obtained for the composition of 20% ijuk fiber : 20% silica sand filler : 60% epoxy with unidirectional fiber orientation, reaching 19.91 MPa, while the lowest tensile strength was obtained at the same composition with random fiber orientation, at 9.91 MPa.

Keywords: *ijuk fiber, silica sand, epoxy, volume fraction, tensile strength, fiber orientation.*

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“ Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya “

(QS. An-Najm: 39)

“Usaha tanpa doa adalah kesombongan, doa tanpa usaha hanyalah angan-angan”

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, kemudahan, dan kelancaran yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, serta shalawat dan salam kepada Uswatun Hasanah, Baginda Nabi Muhammad SAW, yang telah menjadi teladan bagi seluruh umat manusia, terkhusus bagi saya dalam menjalani kehidupan dengan penuh kesabaran, keteguhan, dan keikhlasan, skripsi ini saya persembahkan dengan segenap hati dan hormat kepada kedua orang tua tercinta. Terima kasih atas segala doa, kasih sayang, pengorbanan, kesabaran, perhatian, serta dukungan yang tidak pernah berhenti diberikan kepada saya. Setiap langkah dan pencapaian yang saya raih tidak terlepas dari doa dan restu Bapak dan Mamak yang selalu menjadi sumber kekuatan bagi saya untuk terus berusaha dan tidak menyerah dalam menghadapi setiap proses dan tantangan.

Skripsi ini mungkin tidak akan pernah cukup untuk membalas segala perjuangan dan pengorbanan yang telah Bapak dan Mamak berikan, namun semoga pencapaian ini dapat menjadi salah satu bentuk kecil rasa terima kasih dan kebanggaan yang dapat saya persembahkan kepada Bapak dan Mamak. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, kebahagiaan, umur yang panjang, serta membalas setiap doa, kasih sayang, dan pengorbanan Bapak dan Mamak dengan keberkahan dan pahala yang berlimpah. Semoga pencapaian ini menjadi awal bagi saya untuk dapat memberikan kebahagiaan dan kebanggaan yang lebih besar kepada Bapak dan Mamak di masa yang akan datang, dan memberikan manfaat bagi orang-orang sekitar.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kita panjatkan kehadirat ALLAH SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan seminar proposal skripsi ini dengan baik dan tepat waktu, yang berjudul

"Pengaruh Variasi Fraksi Volume Material Komposit Serat Ijuk dengan Filler Pasir Silika dan Matriks *Epoxy* terhadap Kekuatan Tarik".

Penyusunan laporan ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam rangka penyusunan skripsi yang telah ditentukan pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA Palembang. Dalam penulisan laporan ini penulis banyak memperoleh bantuan baik pengajaran, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Ibu Dr.ir. Hardayani Haruno, MT Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA Palembang.
2. Ibu Reny Afriany S.T., M.Eng selaku ketua Program Studi Teknik Mesin.
3. Ibu Yeny Pusvyta S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing pertama.
4. Bapak Dr. Arie Yudha Budiman, ST., M.T. selaku Dosen pembimbing kedua.
5. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin, Universitas IBA.
6. Kedua orang tua yang tercinta Bapak (Isnin Afriansyah) dan Ibu (Masning).
7. Rekan – rekan seperjuangan selama menempuh masa kuliah yang telah membantu terutama kepada Muhammad Royhan renata, Dendi saputra, dan Adi prasetya yang telah menjadi dorongan besar bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Adik – adik tingkat yang telah memberikan dukungan moral, semangat, dan motivasi selama penulis menjalani proses akademis. Penulis mengucapkan terima kasih atas doa, bantuan, dan dorongan yang diberikan selama penulis menghadapi berbagai kesulitan dan tantangan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Sebagai manusia biasa Penulis menyadari penyusunan laporan ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karenanya atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan laporan ini, Penulis memohon maaf dan bersedia menerima kritikan yang membangun.

Terakhir, harapan penulis, semoga Laporan ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Palembang, 22 Agustus 2026

Penyusun,

Habil Saska Pramadani

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
HALAMAN AGENDA iv
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI v
ABSTRAK vi
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Material Komposit 5
2.1.1 Penyusun Komposit 6
2.1.2 Bahan Penguat Komposit 7
2.1.3 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Matriks 8
2.1.4 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Serat 9
2.2 Jenis Serat 10
2.3 Filler pada Matriks *Epoxy* 13
2.3.1 Pasir Silika Sebagai *Filler* 14
2.4 Metode Pembuatan Komposit 16
2.4.1 Metode *Hand Lay-Up* 16

2.5 Rumus Komposisi Komposit 16
2.6 Pengujian spesimen komposit 17
2.7 Patahan Pada Material Komposit 18
2.7.1 Jenis Patahan (*Failure Type*) 19
2.7.2 Lokasi dan Area Patahan (*Failure Area and Location*) 20
2.8 Kegagalan Pada Material Komposit 21
BAB III METODE PENELITIAN **24**
3.1 Diagram Alir Metode Penelitian 24
3.2 Rancangan Eksperimen 25
3.3 Desain Spesimen 25
3.4 Persiapan Alat dan Bahan 26
3.4.1 Bahan 26
3.4.2 Alat 29
3.5 Proses pembuatan spesimen komposit 32
3.6 Pengujian Spesimen 38
BAB IV PENGOLAHAN DATA **42**
4.1 Perhitungan Variasi Komposisi Uji Tarik 42
4.2 Hasil Pengujian Spesimen 44
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN **50**
5.1 Hasil Pengujian Tarik 50
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN **62**
6.1 Kesimpulan 62
6.2 Saran 62
DAFTAR PUSTAKA **64**
LAMPIRAN **66**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reinforcement dan Matriks 6
Gambar 2.2 Tipe serat pada komposit 9
Gambar 2.3 Serat Karbon 10
Gambar 2.4 Serat Aramid 11
Gambar 2.5 Serat Glass 11
Gambar 2.6 Serat Basalt 12
Gambar 2.7 Serat Ijuk 12
Gambar 2.8 Pasir Silika 14
Gambar 2.9 Metode Hand Lay-Up 16
Gambar 2.10 Kurva elongasi tegangan tarik 18
Gambar 2.11 Patahan pada komposit 18
Gambar 2. 12 Kegagalan komposit 21
Gambar 3.1 Diagram Alir 24
Gambar 3.2 Serat ijuk 26
Gambar 3.3 Resin Epoxy 27
Gambar 3.4 *Hardener* 27
Gambar 3.5 Pasir silika 28
Gambar 3.6 NaOH 28
Gambar 3.7 *Release Agent* 29
Gambar 3.8 Cetakan 29
Gambar 3.9 Kuas 30
Gambar 3.10 *Cutter* 30
Gambar 3.11 Timbangan Digital 31
Gambar 3.12 Gelas ukur 31
Gambar 3.13 Alat pengaduk 31
Gambar 3.14 Ember 32
Gambar 3.15 Mesin uji tarik 32
Gambar 3.16 Pelapisan cetakan 33
Gambar 3.17 Perendaman 34
Gambar 3.18 Pengeringan 34
Gambar 3.19 Penyisiran 35
Gambar 3.20 Pengelompokan 35
Gambar 3.21 Penentuan fraksi 36
Gambar 3.22 Pencampuran resin 36
Gambar 3.23 Peletakan serat 37
Gambar 3.24 Penuangan resin 37
Gambar 3.25 Proses pengerasan 38
Gambar 3.26 Spesimen uji tarik 38

Gambar 3.27 Spesimen uji tarik 39
Gambar 4.1 Grafik Hasil Uji Tarik 47
Gambar 5.1 Grafik Uji Tarik 50
Gambar 5.2 Grafik elongasi 52
Gambar 5.3 Patahan Searah 20/80 54
Gambar 5.4 Patahan Acak 20/80 55
Gambar 5.5 Patahan Searah 30/70 55
Gambar 5.6 Patahan Acak 30/70 56
Gambar 5.7 Grafik variasi 30:70 58
Gambar 5.8 Grafik variasi 20:80 59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 klasifikasi serat ijuk 13
Tabel 2.2 Perbandingan ukuran mesh 15
Tabel 2.3 Jenis patahan 19
Tabel 2.4 Area patahan 20
Tabel 2.5 Lokasi patahan 21
Tabel 4.1 Validasi spesimen 44
Tabel 4.2 Hasil kekuatan tarik 46
Tabel 4.3 *Elongation at tensile strength* 48

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan material komposit berpenguat serat alam pada beberapa jenis alat komponen dilakukan dengan pertimbangan bahwa komposit memiliki kelebihan dibanding material lainnya seperti bahan komposit lebih kuat, lebih tahan terhadap korosi, lebih ekonomis, dan sebagainya. salah satu jenis material komposit yang berkembang pesat adalah komposit berbasis serat alam. Penggunaan serat alam sebagai penguat dalam komposit menjadi perhatian karena sifatnya yang ramah lingkungan, mudah diperoleh, serta memiliki biaya yang relatif rendah dibandingkan dengan serat sintetis Salah satu serat alam yang potensial untuk dimanfaatkan adalah serat ijuk. Serat ijuk memiliki karakteristik kekuatan yang cukup baik, tahan terhadap air, serta ketersediaannya melimpah di Indonesia, sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan penguat dalam material komposit.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Samlawi mengenai pembuatan *cover body* sepeda motor dari komposit serat ijuk dan resin poliester menunjukkan bahwa komposisi 50% serat dan 50% resin menghasilkan kekuatan tarik sebesar 27,09 MPa. Nilai tersebut mendekati kekuatan tarik material *cover body* komersial sebesar 30,24 MPa, sehingga komposit serat ijuk dinilai layak digunakan sebagai material alternatif pada komponen otomotif (Samlawi dan Arifin, 2017).

Selain serat sebagai penguat, komposit juga memerlukan matriks dan filler untuk meningkatkan sifat mekaniknya. Resin *epoxy* merupakan salah satu matriks yang banyak digunakan karena memiliki daya rekat yang baik, kekuatan mekanik tinggi, serta ketahanan terhadap bahan kimia. Sementara itu, pasir silika dapat digunakan sebagai filler untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan material komposit. Penambahan filler ini diharapkan mampu memperbaiki sifat mekanik komposit, khususnya kekuatan tarik.

Sifat mekanik material komposit sangat dipengaruhi oleh komposisi penyusunnya, terutama fraksi volume antara serat, matriks, dan *filler*. Variasi fraksi volume yang tidak tepat dapat menyebabkan penurunan kekuatan material akibat distribusi beban yang tidak optimal antara komponen penyusun komposit. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume terhadap kekuatan tarik material komposit.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi fraksi volume material komposit serat ijuk dengan filler pasir silika dan matriks *epoxy* terhadap kekuatan tarik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat dalam pengembangan material komposit berbasis serat alam yang lebih optimal, serta dapat menjadi alternatif material yang ramah lingkungan dan ekonomis untuk berbagai aplikasi teknik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi serat ijuk dengan filler pasir silika dan matrix *epoxy* terhadap kekuatan tarik material komposit?
2. Bagaimana pengaruh penambahan *filler* pasir silika terhadap kekuatan tarik komposit dengan matriks *epoxy*?
3. Berapakah komposisi optimal variasi fraksi volume yang memberikan karakteristik kekuatan tarik terbaik?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Susunan serat pada pembuatan komposit adalah susunan searah dan acak
2. Serat ijuk yang digunakan telah melalui perlakuan kimia lanjutan berupa perendaman dalam larutan NaOH 6% selama 2 jam.

3. Matriks yang digunakan adalah resin *epoxy* dengan jenis yang sama untuk seluruh spesimen.
4. Filler yang digunakan adalah pasir silika dengan ukuran partikel 200 mesh yang sama.
5. Variasi hanya dilakukan pada fraksi volume serat ijuk dan filler pasir silika, sedangkan parameter lain dianggap konstan.
6. Pengujian yang dilakukan hanya terbatas pada uji tarik.
7. Proses pembuatan komposit menggunakan metode *hand lay-up*
8. Pengujian tarik berdasarkan standar ASTM D3039-14

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi fraksi volume dan orientasi serat ijuk terhadap kekuatan tarik komposit.
2. Mengetahui pengaruh penambahan filler pasir silika terhadap sifat mekanik, khususnya kekuatan tarik.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis

Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang material komposit, khususnya komposit berbasis serat alam.

2. ManfaatPraktis

Menjadi referensi dalam pemanfaatan serat ijuk dan pasir silika sebagai bahan alternatif dalam pembuatan material komposit yang ekonomis dan ramah lingkungan.

3. Manfaat Teknologis

Memberikan informasi mengenai komposisi optimal material komposit yang memiliki kekuatan tarik yang baik sehingga dapat diaplikasikan pada berbagai bidang teknik.

4. Manfaat Lingkungan

Mendukung pemanfaatan bahan alami dan limbah mineral sebagai alternatif material yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Material Komposit

Material komposit merupakan material yang terbentuk dari penggabungan dua atau lebih material berbeda yang memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda, sehingga menghasilkan material baru dengan sifat yang lebih unggul dibandingkan material penyusunnya. Komposit terdiri dari dua fase utama yaitu matriks sebagai pengikat dan penguat (*reinforcement*) sebagai penambah kekuatan mekanik. Kombinasi ini dirancang agar saling melengkapi dalam meningkatkan performa material, seperti kekuatan tarik, kekakuan, dan ketahanan terhadap lingkungan (Sutisna, 2024).

Komposit serat alam sepert serat ijuk memiliki keunggulan lain bila dibandingkan dengan serat sintetis, komposit serat alam lebih ramah lingkungan dan harganya pun lebih murah dibandingkan serat sintetis. Serat yang dihasilkan dari pohon aren memilki banyak keistimewaan diantaranya tahan lama, tahan terhadap asam dan garam air laut, dan memperlambat pelapukan kayu serta mencegah serangan rayap tanah (Putra, 2020).

Penelitian mengenai material komposit yang menggunakan serat ijuk telah banyak dilakukan oleh berbagai peneliti, Beberapa penelitian terdahulu yang memanfaatkan serat ijuk untuk mengetahui pengaruh variasi parameter terhadap sifat mekanik, khususnya kekuatan tarik antara lain sebagai berikut:

a. Penelitian yang dilakukan oleh Fatkhurrohman mengenai komposit polyester berpenguat serat ijuk dengan variasi fraksi volume serat menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada fraksi volume serat 40% sebesar 24,65 MPa, sedangkan kekuatan tarik terendah sebesar 17,55 MPa pada fraksi volume 20% (Fatkhurrohman, 2016).

b. Penelitian menggunakan serat ijuk sebagai penguat dan resin polyester sebagai matriks.. Variasi fraksi volume serat yang digunakan adalah 20%, 30%, dan 40%. Metode pembuatan komposit yang digunakan adalah *hand lay-up*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada fraksi volume serat 40% sebesar 24,65 Mpa (Mahmuda dan Savetlana, 2013).

c. Penelitian menggunakan kombinasi serat ijuk dan serat sabut kelapa sebagai penguat dengan matriks *epoxy*. Variasi komposisi yang digunakan adalah 20% ijuk : 30% sabut kelapa : 50% *epoxy*, 25% : 25% : 50%, dan 30% : 20% : 50%. Metode yang digunakan adalah hand lay-up. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen dengan komposisi 30% serat ijuk, 20% serat sabut kelapa, dan 50% *epoxy* menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 18,93 Mpa (Samlawi dan Arifin, 2017).

2.1.1 Penyusun Komposit

Penyusun material komposit terdiri atas dua komponen yang berbeda untuk menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan material penyusunnya. Secara umum, berikut ini adalah penyusun komposit (Haryanti dan Wardhana, 2017)



Gambar 2.1 *Reinforcement* dan Matriks

1. *Reinforcement* (penguat)

Reinforcement merupakan komponen utama yang berfungsi meningkatkan kekuatan dan kekakuan material komposit. Penguat dapat berupa serat, partikel, atau struktur tertentu yang memiliki sifat mekanik lebih tinggi dibandingkan

matriks. Penguat berperan dalam menahan beban utama yang bekerja pada komposit, terutama pada arah tertentu tergantung orientasinya (Putra, 2020).

2. Matriks (penyusun)

Matriks adalah material yang berfungsi sebagai pengikat antara penguat, melindungi penguat dari kerusakan lingkungan, serta mendistribusikan beban secara merata. Matriks juga menentukan bentuk akhir dari komposit dan mempengaruhi sifat seperti ketahanan terhadap suhu dan korosi (Mahmuda dan Savetlana, 2013).

2.1.2 Bahan Penguat Komposit

1. *Particulate Composite*

Particulate composite adalah komposit yang menggunakan partikel sebagai penguat yang tersebar dalam matriks. Jenis ini umumnya digunakan untuk meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus material. Contohnya adalah penggunaan serbuk silika dalam resin (Putra, 2020).

2. *Structural Composite*

Structural composite terdiri dari beberapa lapisan material yang disusun untuk mendapatkan kekuatan struktural tertentu, seperti sandwich panel. Jenis ini banyak digunakan dalam industri konstruksi dan otomotif (Samlawi dan Arifin, 2017).

3. *Fiber Composite*

Fiber composite menggunakan serat sebagai penguat utama yang memberikan kekuatan tarik tinggi. Serat dapat berupa serat alami maupun sintetis, dan sangat efektif dalam menahan beban tarik (Samlawi dan Arifin, 2017).

2.1.3 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Matriks

1. *Metal Matrix Composite* (MMC)

Metal Matrix Composite adalah komposit yang menggunakan logam sebagai matriks, seperti aluminium, magnesium, atau titanium, yang diperkuat dengan partikel atau serat seperti keramik atau karbon. MMC memiliki keunggulan dalam hal kekuatan mekanik tinggi, ketahanan terhadap suhu tinggi, serta ketahanan terhadap keausan dan deformasi. Oleh karena itu, MMC banyak digunakan pada industri otomotif, dirgantara, dan militer. Namun, proses manufaktur MMC relatif kompleks dan mahal, serta memiliki densitas yang lebih tinggi dibandingkan komposit berbasis polimer (Putra, 2020).

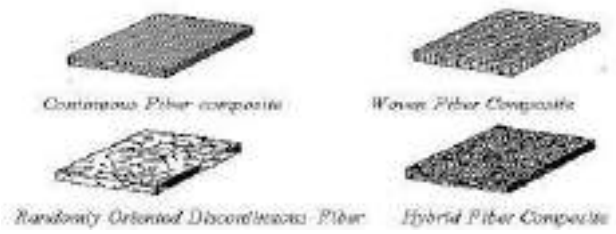
2. *Ceramic Matrix Composite* (CMC)

Ceramic Matrix Composite (CMC) adalah komposit dengan matriks keramik seperti alumina atau silikon karbida yang diperkuat dengan serat keramik atau karbon. CMC memiliki keunggulan utama berupa ketahanan terhadap suhu ekstrem, oksidasi, serta korosi, sehingga sering digunakan dalam aplikasi suhu tinggi seperti turbin gas dan komponen mesin pesawat (Gunarti dan Prawoto, 2024).

3. *Polymer Matrix Composite* (PMC)

Polymer Matrix Composite (PMC) adalah jenis komposit yang menggunakan polimer sebagai matriks, seperti *epoxy*, polyester, atau vinyl ester. PMC merupakan jenis komposit yang paling banyak digunakan karena memiliki keunggulan berupa berat ringan, mudah diproses, biaya relatif rendah, serta memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik (Gunarti dan Prawoto, 2024).

2.1.4 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Serat



Gambar 2.2 Tipe serat pada komposit

1. *Continuous Fiber Composite* (CFC)

Continuous Fiber Composite menggunakan serat panjang yang disusun secara kontinu dalam matriks. Jenis ini memiliki kekuatan tarik dan kekakuan yang sangat tinggi terutama pada arah serat, karena beban dapat ditransfer secara optimal sepanjang serat. CFC banyak digunakan dalam aplikasi struktural seperti industri pesawat dan konstruksi (Putra, 2020).

2. *Woven Fiber Composite* (WFC)

Woven Fiber Composite menggunakan serat yang ditenun menjadi kain sebelum dicampur dengan matriks. Struktur anyaman ini memberikan kekuatan yang lebih merata ke berbagai arah dibandingkan serat kontinu satu arah. Selain itu, woven fiber juga meningkatkan ketahanan terhadap retak dan delaminasi (Haryanti dan Wardhana, 2017).

3. *Discontinuous Fiber Composite* (DFC)

Discontinuous Fiber Composite menggunakan serat pendek yang tersebar secara acak atau terarah dalam matriks. Jenis ini lebih mudah diproduksi dan memiliki biaya yang lebih rendah dibandingkan komposit serat kontinu. Selain itu, distribusi serat yang acak memberikan sifat mekanik yang lebih isotropik (Putra, 2020).

4. *Hybrid Fiber Composite* (HFC)

Hybrid Fiber Composite merupakan komposit yang menggunakan dua atau lebih jenis serat yang berbeda dalam satu matriks. Tujuan dari penggunaan serat hybrid adalah untuk menggabungkan keunggulan masing-masing serat, misalnya mengkombinasikan serat alami dan sintetis untuk mendapatkan kekuatan tinggi sekaligus ramah lingkungan (Haryanti dan Wardhana, 2017).

2.2 Jenis Serat

Serat merupakan gabungan dari banyak filamen dengan ukuran diameter dalam satuan mikron. Berdasarkan jenis serat komposit dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Surono dan Sukoco, 2016)

1. Serat Karbon (*Carbon Fiber*)

Serat karbon merupakan salah satu jenis serat sintetis yang memiliki kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang sangat tinggi serta densitas yang rendah. Serat ini tersusun dari atom karbon yang terikat dalam struktur kristal yang sejajar, sehingga memberikan kekuatan luar biasa terutama pada arah serat. Serat karbon banyak digunakan dalam industri dirgantara, otomotif, dan peralatan olahraga karena memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang sangat baik (Mahmuda dan Savetlana, 2013).

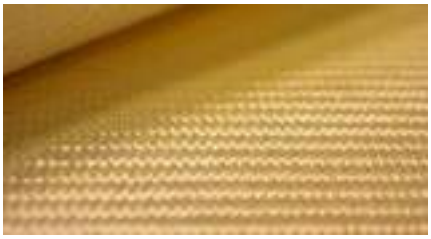


Gambar 2.3 Serat Karbon

2. Serat Aramid (*Aramid Fiber)*

Serat aramid, seperti Kevlar, merupakan serat sintetis yang dikenal memiliki ketahanan terhadap impak dan kekuatan tarik yang tinggi. Struktur molekulnya yang berupa rantai polimer aromatik memberikan sifat mekanik yang unggul serta

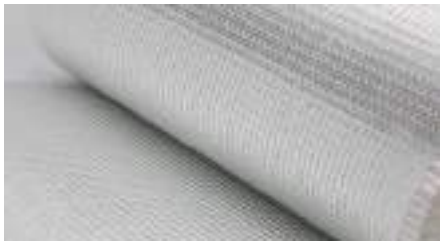
ketahanan terhadap panas dan abrasi. Serat aramid banyak digunakan dalam aplikasi seperti rompi anti peluru, komponen militer, serta material pelindung (Mahmuda dan Savetlana, 2013).



Gambar 2.4 Serat Aramid

3. Serat Kaca (*Glass Fiber*)

Serat kaca merupakan jenis serat sintetis yang paling umum digunakan dalam material komposit karena memiliki keseimbangan antara kekuatan, biaya, dan kemudahan produksi. Serat ini terbuat dari silika (SiO_2) yang dilelehkan dan ditarik menjadi filamen halus. Glass fiber memiliki kekuatan tarik yang baik, tahan terhadap korosi, serta bersifat isolator listrik yang baik (Chairul Iswan, Maryanti dan Arifin, 2018).



Gambar 2.5 Serat Glass

4. Serat Basalt (Basalt Fiber)

Serat basalt merupakan serat yang dibuat dari batuan basalt alami yang dilelehkan dan diproses menjadi filamen. Serat ini memiliki sifat mekanik yang berada di antara serat kaca dan serat karbon, dengan keunggulan berupa ketahanan terhadap suhu tinggi, korosi, serta lingkungan kimia yang agresif (Surono dan Sukoco, 2016).



Gambar 2.6 Serat Basalt

5. Serat Ijuk

Serat ijuk merupakan serat alami yang berasal dari pohon aren (*Arenga pinnata*) yang banyak tumbuh di wilayah tropis, khususnya di Indonesia. Serat ini diperoleh dari bagian pelepah atau selubung batang pohon aren yang kemudian dipisahkan, dibersihkan, dan dikeringkan sebelum digunakan. Secara tradisional, serat ijuk telah lama dimanfaatkan sebagai bahan atap, tali, sapu, serta berbagai produk rumah tangga karena sifatnya yang kuat dan tahan terhadap kondisi lingkungan (Sutisna, 2024).



Gambar 2.7 Serat Ijuk

Secara fisik, serat ijuk memiliki warna hitam kecoklatan, tekstur kasar, dan diameter serat yang relatif besar dibandingkan serat alami lainnya. Struktur seratnya tersusun atas mikrofibril selulosa yang terikat oleh lignin dan hemiselulosa, sehingga memberikan kekuatan tarik yang cukup baik serta ketahanan terhadap air dan mikroorganisme. Kandungan lignin yang tinggi juga membuat serat ijuk lebih tahan terhadap pembusukan dibandingkan serat alami lain seperti kapas atau kenaf (Manalu dan Yulianto, 2025).

Dari segi sifat fisik, nilai kekuatan tarik serat ijuk berada pada kisaran 190 – 400 MPa, massa jenis (densitas) serat ijuk berkisar antara 1,2 – 1,5 g/cm³, tergantung pada kondisi serat, kadar air, serta perlakuan awal yang diberikan. Nilai densitas ini tergolong cukup ringan dibandingkan material sintetis seperti serat kaca, sehingga memberikan keuntungan dalam menghasilkan komposit dengan bobot ringan. Serat ijuk juga memiliki regangan putus (*elongation at break*) sekitar 5 – 15%, yang menunjukkan bahwa serat ini memiliki fleksibilitas yang cukup baik dan tidak terlalu getas. Sifat ini menjadi keuntungan karena dapat meningkatkan ketangguhan komposit dan mengurangi kemungkinan retak secara tiba-tiba (Emilio, 2022).

Tabel 2.1 klasifikasi serat ijuk (Bachtiar dan Sapuan, 2010)

Sifat Mekanik	Nilai Rata rata
Kekuatan Tarik	190 – 400 Mpa
Modulus Elastisitas	3 – 6 Gpa
Densitas	1,2 – 1,5 g/cm³

Namun, sifat mekanik serat ijuk sangat dipengaruhi oleh perlakuan awal (*treatment*). Perlakuan alkali menggunakan larutan NaOH dapat meningkatkan kekuatan tarik hingga 10–30% karena mampu menghilangkan lignin, hemiselulosa, dan kotoran pada permukaan serat, sehingga meningkatkan adhesi antara serat dan matriks. faktor lainnya seperti panjang serat, orientasi serat, serta fraksi volume dalam komposit juga sangat berpengaruh terhadap performa mekanik akhir material komposit berbasis serat ijuk. Semakin tinggi fraksi volume serat hingga batas tertentu, maka kekuatan tarik komposit cenderung meningkat, namun jika terlalu tinggi dapat menyebabkan distribusi matriks tidak merata (Chairul Iswan, Maryanti dan Arifin, 2018).

2.3 Filler pada Matriks *Epoxy*

Filler merupakan bahan tambahan yang dicampurkan ke dalam matriks polimer, seperti *epoxy*, dengan tujuan untuk meningkatkan sifat mekanik, fisik,

maupun termal dari material komposit. Penambahan filler tidak hanya berfungsi sebagai pengisi (pengurang biaya material), tetapi juga dapat meningkatkan kekuatan, kekakuan, ketahanan aus, serta stabilitas dimensi dari komposit (Irawan Ardhitya, Fadelan dan Winardi, 2024).

2.3.1 Pasir Silika Sebagai *Filler*



Gambar 2.8 Pasir Silika

Filler merupakan bahan tambahan yang dicampurkan ke dalam matriks komposit dengan tujuan meningkatkan sifat mekanik, sifat termal, serta mengurangi biaya produksi material komposit. Salah satu filler yang banyak digunakan adalah pasir silika karena memiliki kandungan silikon dioksida (SiO_2) yang tinggi (Babba *dkk.*, 2024).

Dalam komposit bermatriks *epoxy*, partikel pasir silika berfungsi mengisi rongga-rongga yang terdapat pada matriks sehingga menghasilkan ikatan yang lebih baik antara matriks dan penguat. Distribusi partikel silika yang merata dapat meningkatkan kemampuan material dalam menahan beban serta mengurangi konsentrasi tegangan pada daerah tertentu. Oleh karena itu, pasir silika dipilih sebagai filler pada penelitian ini untuk meningkatkan sifat mekanik komposit serat ijuk bermatriks *epoxy* (Ahmad dan Mamat, 2013).

Penelitian terdahulu menunjukkan pengaruh menggunakan pasir silika meningkatkan ketahanan kekuatan tarik, yaitu oleh Iqbal Zulfikar Alief Utama,

berjudul “Pengaruh Pasir Silika sebagai Filler pada Komposit Berpengikat Poliester terhadap Karakteristik Komposit” bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan filler pasir silika (SiO_2) terhadap sifat mekanik komposit berbasis resin poliester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pasir silika memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat mekanik komposit, terutama pada kekuatan tarik, di mana terjadi peningkatan kekuatan tarik pada komposisi optimum ukuran mesh. Berdasarkan hasil pengujian, komposisinya 55% resin dan 45% pasir silika untuk seluruh spesimen, nilai kekuatan tarik tertinggi yang diperoleh adalah sekitar 9,61 Mpa untuk ukuran (mesh 100), nilai kekuatan tarik tertinggi yang diperoleh adalah sekitar 12,71 Mpa untuk ukuran (mesh 200) (pada komposisi optimum filler pasir silika. Hal ini menunjukkan bahwa pasir silika dapat berfungsi sebagai penguat tambahan yang mampu meningkatkan performa mekanik komposit apabila digunakan pada fraksi volume yang tepat (Utama, 2026).

Ukuran mesh pasir silika dapat memengaruhi karakteristik komposit. Perbandingan ukuran mesh pasir silika disajikan pada Tabel berikut:

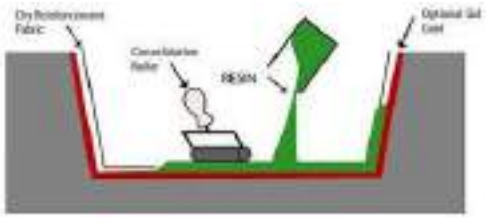
Tabel 2.2 Perbandingan ukuran mesh (Indoalam, 2026).

Mesh	Ukuran lubang (mm)	Kategori	Aplikasi utama	Tingkat presisi
8	2,38	Kasar	Konstruksi, agregat jalan	Rendah
16	1,19	Medium-kasar	Mortar, pengisian dasar	Rendah-sedang
30	0,59	Medium	Keramik,ubin,*foundry*	Sedang
60	0,25	Medium-halus	Kaca *float*,elektronik	Tinggi
100	0,15	Halus	Kaca presisi,water *treatment*	Sangat tinggi
200	0,075	Sangat halus	Elektronik presisi, *optical glass*	Sangat tinggi

2.4 Metode Pembuatan Komposit

2.4.1 Metode *Hand Lay-Up*

Metode *hand lay-up* merupakan teknik pembuatan komposit yang dilakukan secara manual dengan menyusun serat penguat ke dalam cetakan, kemudian resin diaplikasikan secara merata hingga meresap ke seluruh bagian serat. Metode ini tidak memerlukan peralatan khusus dan banyak digunakan karena biaya yang relatif murah serta proses yang sederhana. Namun, kualitas hasil komposit sangat bergantung pada keterampilan operator dan berpotensi menghasilkan rongga udara (*void)* (Widodo *et al.*, 2022).



Gambar 2.9 Metode Hand Lay-Up

2.5 Rumus Komposisi Komposit

Rumus komposisi komposit merupakan cara menghitung untuk menentukan perbandingan massa atau volume antara serat, filler, dan matriks yang digunakan dalam proses pencetakan spesimen komposit. Rumus komposisi komposit adalah sebagai berikut (Yuliyanto dan Masdani, 2018):

1. Persentase Serat

   Persentase serat menggunakan rumus berikut ini:

   Volume cetakan x Persentase serat x Massa jenis serat……....(2.1)

2. Persentase Resin

   Persentase resin menggunakan rumus berikut ini:

   Volume cetakan x Persentase resin x Massa jenis resin……...(2.2)

3. Persentase Hardener

   Persentase hardener menggunakan rumus berikut ini:

   Volume cetakan x Persentase hardener x Massa jenis hardener...(2.3)

Rumus tegangan tarik : $$\boldsymbol{\sigma = \frac{F}{A_0}}$$

Keterangan : $\sigma =$ Tegangan tarik (N/mm^2)

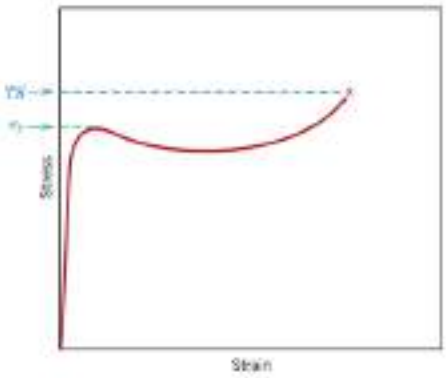
F = Gaya tarik (N)

$A_0 =$ Luas penampang awal (mm^2)

2.6 Pengujian spesimen komposit

Pengujian tarik merupakan salah satu metode pengujian mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu material komposit dalam menahan beban tarik hingga mengalami deformasi dan akhirnya patah. Pengujian ini termasuk uji *destructive test* karena spesimen akan mengalami kerusakan permanen selama proses pembebanan. Pada material komposit, pengujian tarik digunakan untuk mengevaluasi pengaruh matriks, serat, fraksi volume, orientasi serat, serta kualitas ikatan antarmuka *interfacial bonding* terhadap sifat mekanik material (Grairia dkk., 2026).

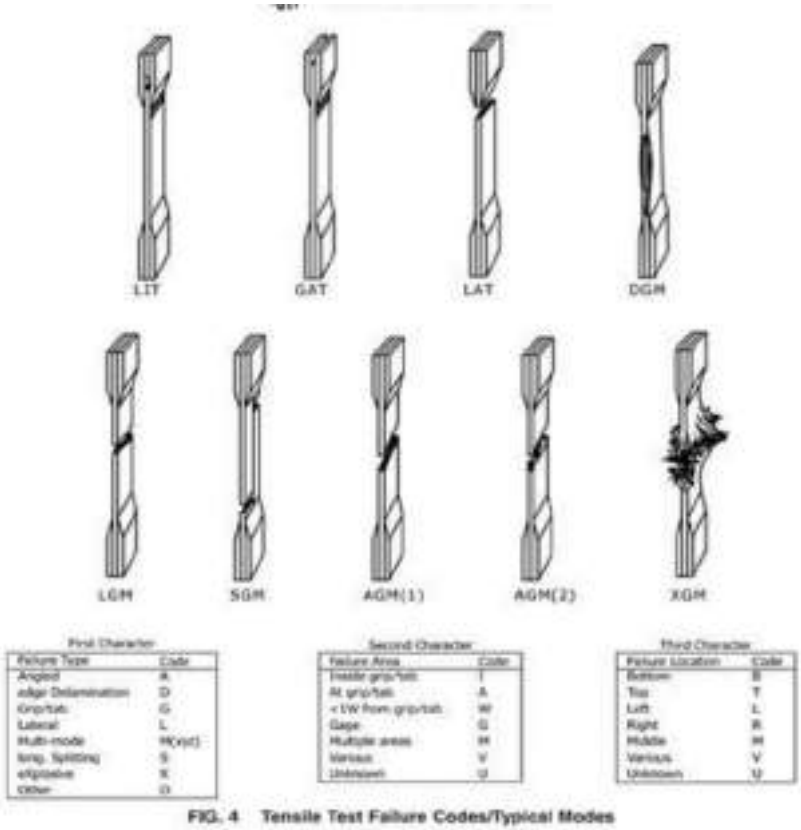
Selama pengujian, spesimen dijepit pada kedua ujung menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM), kemudian diberi beban tarik secara kontinu dengan laju pembebanan tertentu hingga mengalami kegagalan. Data hasil pengujian yang direkam oleh sistem mesin dapat disajikan dalam berbagai bentuk kurva, bergantung pada jenis mesin dan perangkat lunak yang digunakan. Atau hasil pengujian dapat berupa kurva tegangan–regangan (*stress–strain curve*), menghasilkan kurva hubungan antara beban (*load*) terhadap waktu (*time*) yang disertai dengan nilai tegangan (*stress*). Data tersebut tergantung pada jenis mesin pengujian tarik yang digunakan untuk menentukan beban maksimum (maximum load), tegangan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*), serta karakteristik kegagalan spesimen selama pengujian (Callister dan Rethwisch, 2018).



Gambar 2.10 Kurva elongasi tegangan tarik (Callister dan Rethwisch, 2018).

2.7 Patahan Pada Material Komposit

Berdasarkan standar ASTM D3039-14 klasifikasi kegagalan atau mode patahan pada pengujian tarik material komposit dibagi ke dalam tiga kategori utama, yaitu jenis patahan ,area patahan , dan lokasi spesifik patahan. (ASTM D3039, 2014)



Gambar 2.11 Patahan pada komposit (ASTM D3039, 2014).

2.7.1 Jenis Patahan (*Failure Type*)

Tabel 2.3 mengidentifikasi bentuk fisik dari patahan yang terlihat setelah spesimen mengalami putus akibat beban tarik.

Tabel 2.3 Jenis patahan (ASTM D3039, 2014).

Kode	Jenis patahan (*failure type*)	Keterangan
L	*Lateral*	Patahan lurus yang memotong secara Horizontal
A	*Angled*	Patahan bersudut atau membentuk garis miring pada penampang spesimen
S	*Long splitting*	Pembelahan memanjang secara longitudinal yang biasanya mengikuti arah serat
D	*Edge delamination*	Terjadinya pemisahan atau pengelupasan antar lapisan (*delaminasi*) pada bagian tepi spesimen
X	*Explosive*	Kegagalan agresif di mana spesimen pecah hancur menjadi beberapa bagian di area uji
M	*Multi -mode*	Mode kegagalan kombinasi yang menunjukkan lebih dari satu jenis patahan secara bersamaan
G	*Grib/tab*	Patahan yang terjadi tepat di dalam area cengkeraman rahang mesin atau *tab*.
O	*Other*	Mode patahan lain yang tidak terdefinisikan oleh kategori di atas

2.7.2 Lokasi dan Area Patahan (*Failure Area and Location*)

Tabel 2.4 menjelaskan posisi spesifik pada arah memanjang spesimen uji.

Tabel 2.4 Area patahan

Kode	Area patahan (*Failure area*)	Keterangan
G	Gage	Terjadi di area tengah spesimen yang bebas (Valid)
W	*<1 W from grib/ tab*	Terjadi dekat penjepit dengan rentang jarak kurang dari satu kali lebar spesimen (< 25 mm).
A	*At grib/tab*	Patahan terjadi tepat pada batas rahang penjepit mesin.
I	*Inside grib tab*	Patahan terjadi di dalam area cengkeraman rahang penjepit.
M	*Multiple area*	Kerusakan terjadi di beberapa area jepitan/bebas sekaligus.
V	*Various*	Area patahan bervariasi di beberapa titik spesimen.
U	*Unknown*	Area kegagalan atau patahan tidak diketahui.

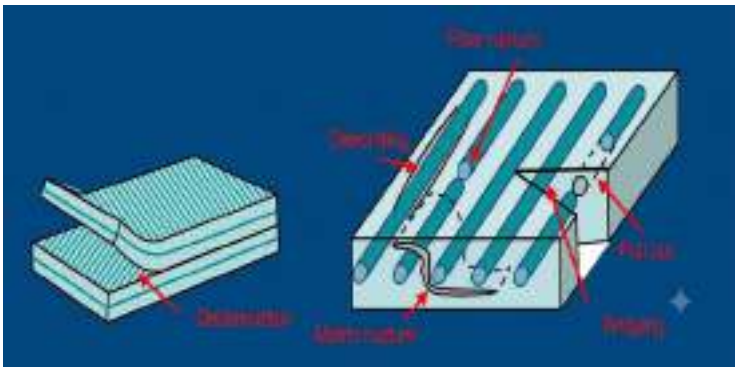
Dalam pemisahan kode visual ini, kombinasi karakter seperti LGM (patahan *Lateral* di area *Gage* bagian tengah) atau SGM (patahan *Splitting* di area *Gage* bagian tengah) dapat digunakan secara konsisten untuk menganalisis karakteristik kegagalan spesimen komposit serat alam.

Tabel 2.5 Lokasi patahan

Kode	Lokasi patahan	Keterangan
M	*Middle*	Patahan berada di posisi bagian tengah spesimen
T	*Top*	Patahan berada di posisi bagian atas spesimen.
B	*Bottom*	Patahan berada di posisi bagian bawah spesimen
L	*Left*	Patahan cenderung berada di posisi bagian kiri spesimen.
R	*Right*	Patahan cenderung berada di posisi bagian kanan spesimen.
V	*Various*	Posisi penempatan patahan bervariasi
U	*Unknown*	Posisi patahan pada material tidak diketahui

2.8 Kegagalan Pada Material Komposit

Selain pengamatan bentuk patahan komposit saat menerima pembebanan tarik adapun kegagalan yang umum terjadi akibat pembebanan tarik diklasifikasikan menjadi beberapa yaitu:



Gambar 2.12 Kegagalan komposit

1. Retak Matriks (*Matrix crack*)

Merupakan keretakan awal yang terjadi pada resin akibat sifatnya yang lebih getas dibandingkan serat. Ketika komposit menerima beban tarik, retakan akan muncul pada area resin yang paling lemah, lalu menjalar sepanjang matriks hingga membentur permukaan serat (Haryanti dan Wardhana, 2017)

2. Terkelupasnya Serat dari Matriks (*Debonding*)

Debonding adalah kegagalan rekat berupa terlepasnya ikatan antarmuka antara serat enceng gondok dan resin. Fenomena ini berkaitan erat dengan perlakuan NaOH 6%, yang berfungsi membersihkan lapisan lilin agar permukaan serat lebih kasar dan mudah melekat. Jika ikatan antarmuka ini kurang kuat, transfer beban dari resin ke serat akan terputus (Putra, 2020).

3. Serat Tertarik Keluar (*Fiber Pull-out*)

Fenomena ini terjadi akibat kekuatan ikatan antarmuka antara serat dan resin lebih kecil daripada gaya saat ditarik. Akibatnya, serat tidak langsung putus melainkan tergelincir dan tercabut keluar dari resin. Secara visual (terutama pada serat searah), kegagalan ini meninggalkan lubang kosong bekas serat (Irawan Ardhitya, Fadelan dan Winardi, 2024).

4. Patah pada Serat (*Fiber Breaking / Fiber Rupture*)

Fiber breaking adalah kegagalan karena transfer beban dari resin ke serat berjalan baik. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan ikatan antarmuka sudah optimal, sehingga serat mampu menahan beban mekanis secara maksimal hingga putus bersamaan dengan resin (Haryanti dan Wardhana, 2017).

5. Terpisahnya Lamina (*Delamination*)

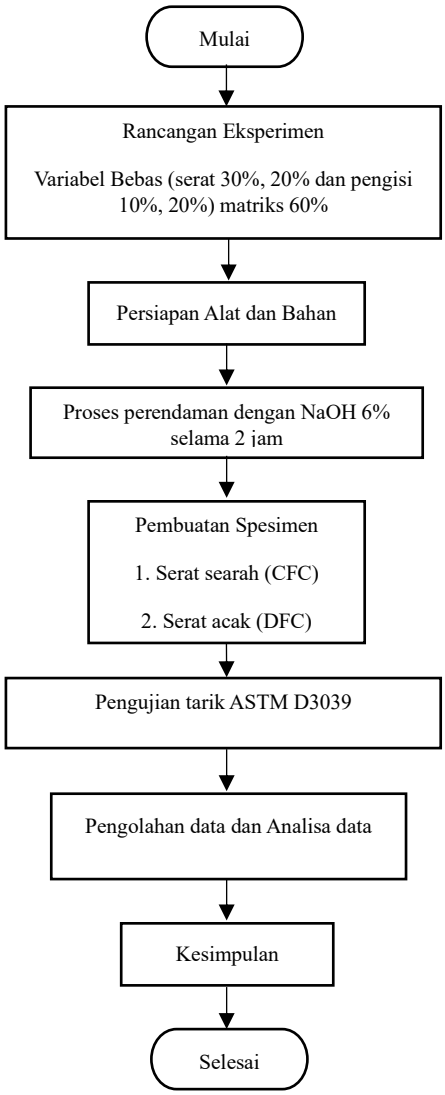
Delamination adalah kegagalan berupa terkelupas atau terpisahnya antarlapisan pada struktur komposit. Mekanisme ini berkaitan erat dengan proses manufaktur seperti teknik *hand lay-up* .Kerapatan antar-lapisan yang kurang padat

atau adanya udara yang terjebak (*void*) di sela lapisan menjadi pemicu utama terpisahnya lapisan tersebut saat material menerima beban tarik (Putra, 2020).

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Tahapan Penelitian Yang dilakukan mengikuti diagram alir mulai dari proses pengumpulan data sampai pembuatan kesimpulan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2 Rancangan Eksperimen

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan fraksi volume serat dan matriks + filler, 30% : 70% dan 20% : 80% dengan perendaman NaOH 6%. Serta arah penyusunan serat searah dan acak

Tabel 3.1 Rancangan Eksperimen

Fraksi Serat	Fraksi Filler	Fraksi Epoxy	Arah Serat	Jumlah replika
30%	10%	60%	Searah	3
			Acak	3
20%	20%	60%	Searah	3
			Acak	3
Total Spesimen				12

3.3 Desain Spesimen

Desain Spesimen pengujian ASTM D3039-14 untuk uji tarik menggunakan desain persegi panjang lurus *(constant rectanguler croos-section),* dengan dua faktor pada masing masing spesimen, yaitu sebagai berikut:

1. Susunan Serat:

   a. Serat searah, panjang serat 80 mm.

   b. Serat acak, panjang serat 80 mm.

2. Komposisi Serat Ijuk:

   a. Komposisi 30% serat ijuk : 70% bahan lainnya.

   b. Komposisi 20% serat ijuk : 80% bahan lainnya.

Dari desain spesimen terdapat 4 kombinasi perlakuan yang akan di uji yaitu:

- Kombinasi A : Serat searah, Komposisi 30% : 70%
- Kombinasi B : Serat searah, Komposisi 20% : 80%
- Kombinasi C : Serat acak, Komposisi 30% : 70%
- Kombinasi D : Serat acak, Komposisi 20% : 80%

3.4 Persiapan Alat dan Bahan

Dalam Pelaksanaan penelitian diperlukan beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk proses penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.4.1 Bahan

1. Serat Ijuk

Serat ijuk berfungsi sebagai penguat (reinforcement) dalam komposit. Serat ini memiliki sifat ringan, kuat, serta tahan terhadap kondisi lingkungan tertentu. Sebelum digunakan, serat ijuk dibersihkan dan dikeringkan untuk menghilangkan kotoran dan kadar air.



Gambar 3.2 Serat ijuk

2. Resin *Epoxy*

Resin *epoxy* digunakan sebagai matriks yang berfungsi mengikat serat dan filler menjadi satu kesatuan material komposit. *Epoxy* dipilih karena memiliki kekuatan mekanik yang baik serta daya rekat yang tinggi.



Gambar 3.3 Resin *Epoxy*

3. *Hardener*

Hardener merupakan bahan yang dicampurkan dengan resin *epoxy* untuk memicu reaksi polimerisasi sehingga terjadi proses pengerasan (*curing*). Perbandingan antara resin dan *hardener* harus sesuai agar diperoleh hasil yang optimal.



Gambar 3.4 *Hardener*

4. Pasir Silika

Pasir silika digunakan sebagai *filler* dalam komposit yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan mekanik serta kekakuan material. Selain itu, *filler* ini juga dapat mempengaruhi sifat fisik dan distribusi beban dalam komposit.



Gambar 3.5 Pasir silika

5.Natrium Hidroksida (*NaOH*)

Natrium hidroksida digunakan dalam proses perlakuan awal (alkalisasi) serat ijuk melalui metode perendaman. Perlakuan ini bertujuan untuk menghilangkan lignin, hemiselulosa, minyak, dan kotoran yang menempel pada permukaan serat, sehingga meningkatkan kekasaran permukaan dan daya ikat antara serat dan matriks *epoxy*.



Gambar 3.6 NaOH

6. *Release Agent*

Release agent digunakan untuk melapisi permukaan cetakan agar spesimen komposit tidak menempel pada cetakan, sehingga memudahkan proses pelepasan setelah curing.



Gambar 3.7 *Release Agent*

3.4.2 Alat

Adapun alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. **Cetakan Komposit**

Cetakan komposit digunakan sebagai media untuk membentuk spesimen sesuai dengan dimensi yang diinginkan. Cetakan harus memiliki permukaan yang halus dan rata agar menghasilkan spesimen dengan kualitas yang baik. Sebelum digunakan, cetakan dilapisi dengan *release agent* untuk memudahkan proses pelepasan spesimen setelah curing.



Gambar 3.8 Cetakan

2. **Kuas**

Kuas digunakan untuk mengaplikasikan *release agent* atau cairan pelapis pada permukaan cetakan secara merata. Penggunaan kuas membantu memastikan

seluruh permukaan cetakan terlapisi dengan baik sehingga spesimen tidak menempel dan mudah dilepaskan tanpa mengalami kerusakan.



Gambar 3.9 Kuas

3. Alat Pemotong (*Cutter*)

Alat pemotong digunakan untuk memotong serat komposit sesuai dengan standar pengujian,pemotongan harus hati hati agar ukuran serat sesuai standar.



Gambar 3.10 *Cutter*

4.**Timbangan Digital**

Timbangan digital digunakan untuk mengukur massa bahan seperti serat ijuk, pasir silika, resin *epoxy*, dan hardener dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Ketepatan pengukuran sangat penting untuk memastikan kesesuaian fraksi volume yang telah direncanakan.



Gambar 3.11 Timbangan Digital

5. **Gelas Ukur / *Beaker Glass***

Alat ini digunakan sebagai wadah dalam proses pencampuran resin *epoxy*, *hardener,* dan *filler* pasir silika. Selain itu, juga digunakan dalam proses pembuatan larutan NaOH untuk perlakuan alkalisasi serat ijuk.



Gambar 3.12 Gelas ukur

6.**Alat Pengaduk (*Stirrer*)**

Alat pengaduk digunakan untuk mencampur resin *epoxy*, *hardener*, dan *filler* hingga homogen. Pencampuran yang merata sangat berpengaruh terhadap kualitas ikatan antar material dalam komposit.



Gambar 3.13 Alat pengaduk

7. **Wadah Perendaman**

Wadah ini digunakan untuk merendam serat ijuk dalam larutan NaOH selama proses alkalisasi. Wadah harus tahan terhadap bahan kimia dan tidak bereaksi dengan larutan NaOH.



Gambar 3.14 Ember

8. **Mesin Uji Tarik (*Universal Testing Machine* / UTM)**

Mesin uji tarik yang digunakan adalah *UTM. MERK HUNG TA. TYPE HT-8336* untuk mengetahui kekuatan tarik spesimen komposit sesuai standar ASTM D3039-14. Alat ini bekerja dengan memberikan beban tarik secara bertahap hingga spesimen mengalami kegagalan, serta menghasilkan data berupa gaya maksimum, tegangan, dan elongation.



Gambar 3.15 Mesin uji tarik

3.5 Proses pembuatan spesimen komposit

Pembuatan spesimen komposit serat ijuk dilakukan secara bertahap untuk memperoleh spesimen dengan kualitas yang baik, memiliki distribusi serat yang

merata, serta meminimalkan terjadinya cacat pada komposit. Spesimen dibuat mengacu pada standar ASTM D3039-14, yang digunakan untuk pengujian sifat tarik material komposit. Adapun tahapan pembuatan spesimen adalah sebagai berikut:

1. Persiapan Cetakan

Cetakan dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran dan debu yang dapat mempengaruhi kualitas permukaan spesimen. Setelah itu, permukaan cetakan dilapisi dengan *release agent*, lalu disemprotkan secara merata. Pelapisan ini bertujuan untuk mencegah spesimen menempel pada cetakan sehingga memudahkan proses pelepasan.



Gambar 3.16 Pelapisan cetakan

2. Persiapan Serat Ijuk

Penelitian ini menggunakan serat ijuk sebagai bahan utama, Pada proses persiapan serat ijuk dilakukan empat tahapan yaitu, Perendaman, Pengeringan, Penyisiran, dan Pengelompokkan. Berikut adalah empat tahapannya:

a. Perendaman

Serat ijuk direndam dalam larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 6% selama 2 jam. Perlakuan alkali ini bertujuan untuk membersihkan permukaan serat dari kotoran, lignin, hemiselulosa, serta zat pengotor lainnya yang masih menempel pada serat. Proses perendaman dengan NaOH juga dapat meningkatkan kekasaran permukaan serat sehingga adhesi antara serat ijuk dan matriks *epoxy* menjadi lebih baik. Dengan demikian, perlakuan alkali diharapkan

dapat meningkatkan kemampuan ikatan antara serat dan matriks dalam material komposit.



Gambar 3.17 Perendaman

b. Pengeringan

Setelah proses perendaman selesai, serat dicuci menggunakan air bersih hingga sisa larutan NaOH benar-benar hilang. Selanjutnya serat dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kadar air berkurang dan serat benar-benar kering. Pengeringan bertujuan menghindari terbentuknya rongga (void) akibat kandungan air selama proses pencetakan.



Gambar 3.18 Pengeringan

c. Penyisiran

Serat yang telah kering kemudian disisir untuk memisahkan serat-serat yang masih menggumpal. Penyisiran menghasilkan serat yang lebih lurus, bersih, dan memiliki penyebaran yang lebih merata sehingga memudahkan proses penyusunan di dalam cetakan.



Gambar 3.19 Penyisiran

d. Pengelompokan

Serat ijuk yang telah disisir kemudian diukur dan dipotong sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan dalam penelitian. Pengukuran dilakukan menggunakan mistar untuk memperoleh panjang serat yang seragam pada setiap spesimen sesuai rancangan penelitian.lalu dikelompokkan sesuai jumlah variasi fraksi volume yang telah direncanakan.



Gambar 3.20 Pengelompokan

3. Penentuan Fraksi Volume

Sebelum proses pencetakan dilakukan, ditentukan terlebih dahulu fraksi volume masing-masing penyusun komposit, yaitu serat ijuk, filler pasir silika, dan resin *epoxy*. Perhitungan fraksi volume dilakukan untuk memperoleh komposisi material yang sesuai dengan variasi penelitian. Massa masing-masing bahan kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mendapatkan komposisi yang akurat.



Gambar 3.21 Penentuan fraksi

4. Pencampuran Resin

Resin *epoxy* dicampur dengan hardener sesuai perbandingan yang dianjurkan oleh pabrik. Setelah itu, filler pasir silika ditambahkan ke dalam campuran resin dan diaduk hingga homogen untuk memastikan distribusi *filler* merata dalam matriks.



Gambar 3.22 Pencampuran resin

5. Peletakan serat

Serat ijuk yang telah ditimbang sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan kemudian disusun di dalam cetakan berdasarkan orientasi serat yang direncanakan, yaitu serat searah atau serat acak. Penyusunan serat dilakukan secara merata agar terdistribusi di dalam cetakan dan komposit yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik.



Gambar 3.23 Peletakan serat

6. Penuangan resin

Campuran resin dan filler dituangkan secara perlahan hingga seluruh permukaan serat terbasahi secara merata. Proses penuangan dilakukan dengan teliti untuk memastikan resin dapat terdistribusi merata, serta meminimalkan terbentuknya rongga udara (*void*) akibat distribusi resin yang tidak merata. Keberadaan *void* dapat menurunkan kualitas ikatan antara serat dan matriks, sehingga berpotensi mengurangi kekuatan mekanik komposit.



Gambar 3.24 Penuangan resin

7. Proses pengerasan

Setelah proses pencampuran serat dan resin pada cetakan, cetakan ditutup dan ditekan menggunakan dua buah batu bata dengan berat total 8000 g, dengan penambahan pelat penekan dengan berat 0,8 g .cetakan didiamkan pada suhu ruang selama waktu tertentu hingga resin mengeras sempurna.



Gambar 3.25 Proses pengerasan

8. Pelepasan dari Cetakan

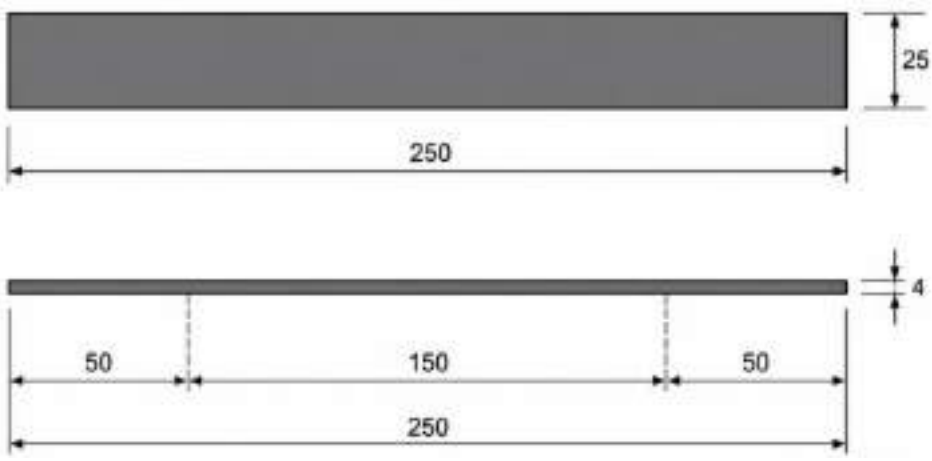
Setelah komposit benar-benar mengeras, spesimen dilepaskan dari cetakan secara perlahan agar tidak terjadi kerusakan atau cacat pada permukaan. kemudian spesimen dirapikan dan dipotong sesuai ukuran standar pengujian tarik ASTM D3039-14-14 sehingga diperoleh spesimen dengan dimensi yang seragam dan siap digunakan untuk pengujian.



Gambar 3.26 Spesimen uji tarik

3.6 Pengujian Spesimen

Pada penelitian ini dilakukan pengujian tarik mengacu pada standar *ASTM D3039-14* untuk memperoleh data material komposit berbasis serat ijuk.



Gambar 3.27 Spesimen uji tarik

Gambar 3.27 menunjukkan spesimen uji tarik material komposit yang mengacu pada standar ASTM D3039-14 yang berbentuk pelat datar (*flat laminate*).

Adapun keterangan dimensi spesimen adalah sebagai berikut:

1. Panjang Total Spesimen (*Overall Length*)

Panjang total spesimen adalah 250 mm, yang merupakan panjang keseluruhan dari ujung ke ujung spesimen.

2. Daerah penjepit (*Grip section)*

Panjang masing-masing *grip section* adalah 50 mm. Bagian ini berfungsi sebagai area penjepitan pada mesin uji tarik.

3. Panjang Daerah Ukur (*Gauge Length*)

Panjang daerah ukur adalah 150 mm, yaitu bagian tengah spesimen yang menjadi fokus pengukuran regangan dan tempat terjadinya kegagalan material.

4. Lebar Spesimen (*Width*)

Lebar spesimen adalah 25 mm, yang dijaga konstan sepanjang daerah ukur untuk memastikan distribusi tegangan merata.

5. Ketebalan Spesimen (*Thickness*)

Ketebalan spesimen adalah 4 mm, yang disesuaikan dengan hasil proses manufaktur komposit dalam penelitian ini.

3.7 Metode validasi

Validasi hasil pengujian tarik dilakukan untuk menentukan apakah hasil pengujian spesimen dapat digunakan sebagai data penelitian atau harus dinyatakan tidak valid. Validasi dilakukan berdasarkan hasil pengamatan terhadap kondisi spesimen setelah pengujian, khususnya bentuk, jenis, area, dan lokasi patahan. Kriteria kegagalan spesimen mengacu pada klasifikasi kegagalan material komposit berdasarkan *ASTM D3039-14* yang telah dijelaskan pada Bab II.

Spesimen dinyatakan valid apabila patahan terjadi pada daerah ukur (gage section) dan tidak terjadi pada area penjepitan atau terlalu dekat dengan grip/tab. Selain itu, bentuk patahan diamati untuk mengetahui karakteristik kegagalan yang terjadi pada spesimen. Patahan yang terjadi pada daerah gage menunjukkan bahwa kegagalan spesimen lebih merepresentasikan kemampuan material dalam menerima beban tarik, sehingga hasil pengujiannya dapat digunakan dalam pengolahan data.

Sebaliknya, spesimen dinyatakan invalid apabila patahan terjadi pada daerah penjepitan, terlalu dekat dengan grip/tab, atau mengalami kondisi kegagalan yang menyebabkan hasil pengujian tidak merepresentasikan kekuatan tarik material secara optimal. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh cacat spesimen, seperti void, ketidakseragaman distribusi serat dan matriks, delaminasi, atau kerusakan pada area penjepitan.

Proses validasi dilakukan dengan mengamati setiap spesimen setelah pengujian dan mencatat jenis serta lokasi patahan. Hasil pengamatan kemudian dibandingkan dengan kriteria validitas yang telah ditentukan. Spesimen yang memenuhi kriteria valid digunakan sebagai data penelitian, sedangkan spesimen yang tidak memenuhi kriteria dinyatakan invalid dan tidak digunakan dalam perhitungan nilai rata-rata kekuatan tarik. Dengan demikian, data yang digunakan

dalam analisis merupakan data hasil pengujian dari spesimen yang memenuhi kriteria validitas.

3.8 Pengumpulan Data dan Spesimen

Pengolahan data dilakukan untuk mengetahui kekuatan mekanik komposit serat ijuk yang dihasilkan dari volume serat dan matriks+filler, 30% ; 70% dan 20% : 80% dengan perendaman NaOH 6% selama 2 jam terhadap kekuatan tarik dengan pengujian dilakukan di BRIN (Badan Riset dan inovasi Nasional).

BAB IV
PENGOLAHAN DATA

Penelitian Bab ini membahas hasil pengujian tarik komposit serat ijuk berdasarkan variasi arah serat dan komposisi material. Secara teoritis, arah serat searah diperkirakan menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan arah serat acak karena distribusi beban yang lebih efektif. Selain itu, peningkatan fraksi serat hingga batas tertentu dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit, sedangkan distribusi matriks yang kurang optimal berpotensi menurunkan sifat mekaniknya. Hasil pengujian selanjutnya dianalisis untuk mengetahui kesesuaian antara teori dan hasil eksperimen.

4.1 Perhitungan Variasi Komposisi Uji Tarik

1. Cetakan komposit

   P = (Panjang keseluruhan) = 250mm

   L = (Lebar keseluruhan) = 85mm

   T = (Tebal keseluruhan) = 4mm

   V cetakan (PxLxT) = 85.0 cm^3

2. Massa Jenis Serat ijuk = 1.136 gram/cm^3
3. Massa Jenis Resin = 1.3 gram/cm^3
4. Massa Jenis Hardener = 1.25 gram/cm^3
5. Massa Jenis filler = 2.6 gram/cm^3

Perhitungan fraksi volume serat dan matriks + filler pada komposisi komposit yaitu :

1. Perhitungan fraksi volume 30% serat, 60% matriks dan 10% filler yaitu sebagai berikut:

   a. Perhitungan massa serat:

   massa serat ijuk = %serat × Volume cetakan × massa jenis serat

   = 30% × 85.0 cm^3 × 1.136 gr/cm^3

= 28.968 gram

b. Perhitungan massa filler:

massa filler = %filler × Volume cetakan × massa jenis serat

= 10% × 85.0 cm^3 × 2.6 gr/cm^3

= 22.1 gram

c. Perhitungan massa resin *epoxy*:

massa resin = %resin × Volume cetakan × massa jenis resin

= 40% × 85.0 cm^3 × 1.3 gr/cm^3

= 44.2 gram

d. Perhitungan massa hardener:

massa hardener = %hardener × Volume cetakan × massa jenis hardener

= 20% × 85.0 cm^3 × 1.25 gr/cm^3

= 21.3 gram

2. Perhitungan fraksi volume 20% serat, 60% matriks dan 20% filler yaitu sebagai berikut:

a. Perhitungan massa serat:

massa serat ijuk = %serat × Volume cetakan × massa jenis serat

= 20% × 85.0 cm^3 × 1.136 gr/cm^3

= 19.312 gram

b. Perhitungan massa filler:

massa filler = %filler × Volume cetakan × massa jenis serat

= 20% × 85.0 cm^3 × 2.6 gr/cm^3

= 44.2 gram

c. Perhitungan massa resin *epoxy*:

massa resin = %resin × Volume cetakan × massa jenis resin

= 40% × 85.0 cm^3 × 1.3 gr/cm^3

= 44.2 gram

d. Perhitungan massa hardener:

massa hardener = %hardener × Volume cetakan × massa jenis hardener

= 20% × 85.0 cm^3 × 1.25 gr/cm^3

= 21.3 gram

4.2 Hasil Pengujian Spesimen

Pengujian spesimen pada penelitian ini menggunakan pengujian tarik. Uji tarik dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D3039-14. Pada tabel 4.1 adalah hasil validasi spesimen material komposit serat ijuk.

Tabel 4.1 Validasi spesimen

No.	Variasi Komposisi	Replika	Foto Spesimen	Status
1	Searah Serat 30% : Filler 10% : Epoxy 60%	A		Valid
2		B		Valid
3		C		Invalid

No.	Variasi Komposisi	Replika	Foto Spesimen	Status
4	Searah Serat 20% : Filler 20% : Epoxy 60%	A		Invalid
5		B		Invalid
6		C		Valid
7	Acak Serat 30% : Filler 10% : Epoxy 60%	A		Valid
8		B		Invalid
9		C		Invalid

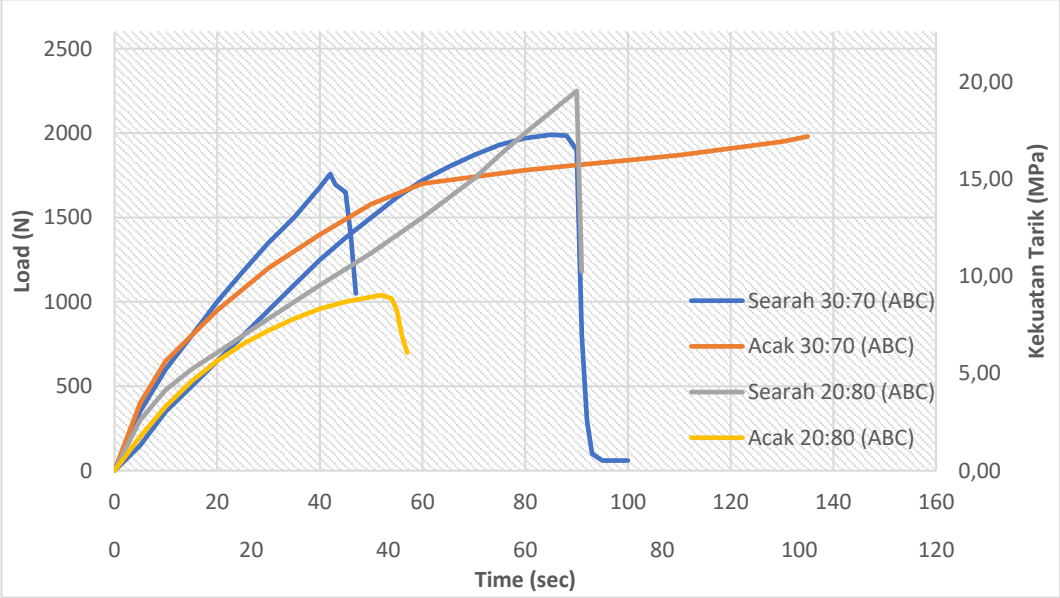
No.	Variasi Komposisi	Replika	Foto Spesimen	Status
10	Acak Serat 20% : Filler 20% : Epoxy 60%	A		Valid
11		B		Invalid
12		C		Invalid

Tabel 4.2 Hasil kekuatan tarik

Susunan serat	Fraksi Volume (%)			Perendaman NaOH (%)	Kekuatan tarik (Mpa)			Nilai rata rata Uji tarik valid (Mpa)
	Serat	Filler	Epoxy		A	B	C	
Searah	30	10	60	6	17,38	15,03	16,31*	16,20
	20	20	60	6	18,94*	12,42*	19,91	19,91
Acak	30	10	60	6	16,21	16,74*	17,74*	16,21
	20	20	60	6	9,91	11,66*	9,52*	9,91

Keterangan : * = Tidak valid (tidak masuk perhitungan)

Adapun hasil pengujian tarik untuk spesimen yang valid terdapat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Hasil Uji Tarik

Berdasarkan Tabel 4.2, hasil pengujian tarik menunjukkan variasi orientasi serat serta fraksi volume serat dan filler memengaruhi nilai kekuatan tarik komposit serat ijuk. Pengujian dilakukan pada empat variasi spesimen, yaitu dua variasi dengan susunan serat searah dan dua variasi dengan susunan serat acak. Setiap variasi dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan, yaitu spesimen A, B, dan C.

Pada susunan serat searah dengan komposisi 30% serat, 10% filler, dan 60% matriks, diperoleh nilai kekuatan tarik masing-masing sebesar 17,38 MPa pada spesimen A, 15,03 MPa pada spesimen B, dan 16,31 MPa pada spesimen C. Sementara itu, pada komposisi 20% serat, 20% filler, dan 60% matriks, diperoleh nilai kekuatan tarik sebesar 18,94 MPa pada spesimen A, 12,42 MPa pada spesimen B, dan 19,91 MPa pada spesimen C.

Pada susunan serat acak dengan komposisi 30% serat, 10% filler, dan 60% matriks, diperoleh nilai kekuatan tarik sebesar 16,21 MPa pada spesimen A, 16,74 MPa pada spesimen B, dan 17,74 MPa pada spesimen C. Sedangkan pada komposisi 20% serat, 20% filler, dan 60% matriks, nilai kekuatan tarik yang

diperoleh masing-masing sebesar 9,91 MPa pada spesimen A, 11,66 MPa pada spesimen B, dan 9,52 MPa pada spesimen C.

Secara umum, komposit dengan susunan serat searah menunjukkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan susunan serat acak. Hal ini menunjukkan bahwa orientasi serat yang sejajar dengan arah pembebanan mampu mendistribusikan beban secara lebih efektif, sedangkan orientasi serat acak menyebabkan distribusi beban kurang merata sehingga nilai kekuatan tarik cenderung lebih rendah.

Berdasarkan nilai kekuatan tarik pada spesimen B variasi serat searah dengan komposisi 20% serat ijuk, 20% filler pasir silika, dan 60% epoxy, yang hanya mencapai 12,42 MPa diduga dipengaruhi oleh adanya cacat selama proses fabrikasi. Nilai spesimen B mengalami penurunan sekitar 36,06% dibandingkan rata-rata spesimen A dan C yang sebesar 19,43 MPa. Penyimpangan tersebut disebabkan oleh kondisi spesimen yang kurang sempurna selama proses pembuatan, seperti adanya void (rongga udara), distribusi resin yang tidak merata, atau ikatan serat dan matriks yang kurang baik. Cacat tersebut dapat menjadi titik awal terjadinya kerusakan sehingga spesimen lebih cepat mengalami patah saat menerima beban tarik. Oleh karena itu, nilai rendah pada spesimen B lebih mungkin disebabkan oleh variasi proses fabrikasi, bukan semata-mata karena komposisi materialnya(Mehdikhani et al., 2019).

Tabel 4.3 *Elongation at tensile strength*

Susunan serat	Fraksi Volume (%)			Perendaman NaOH (%)	*Elongation at tensile strength* (%)			Nilai Rata rata *Elongation at tensile strength* (%)
	Serat	Filler	Epoxy		A	B	C	
Searah	30	10	60	6	6.47	4.56	4.64	5,51
	20	20	60	6	1.42	1.99	3.93	3,93
Acak	30	10	60	6	2.97	6.05	3.89	2,97
	20	20	60	6	2.35	1.62	1.45	2,35

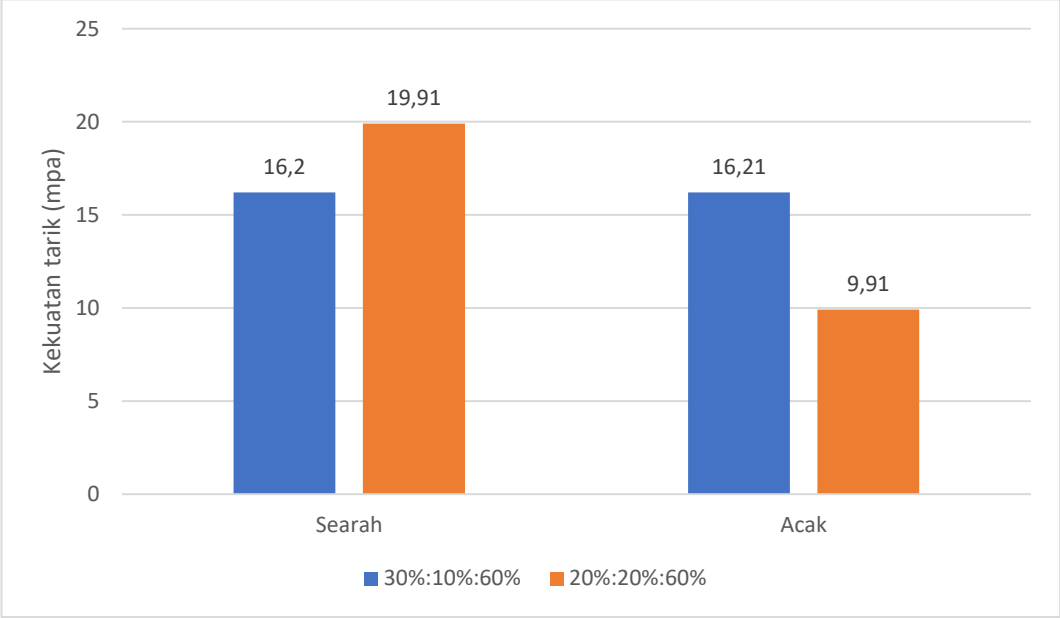
Berdasarkan Tabel 4.3, hasil pengujian tarik material komposit menunjukkan adanya variasi nilai *elongation at tensile strength* (%) pada setiap kombinasi susunan serat dan fraksi volume dengan perlakuan perendaman NaOH sebesar 6%. Pada susunan serat searah dengan komposisi 30% serat, 10% filler, dan 60% matriks, diperoleh nilai perpanjangan sebesar 6,47% pada spesimen A, 4,56% pada spesimen B, dan 4,64% pada spesimen C, dengan nilai rata-rata sebesar 5,22%. Sementara itu, pada komposisi 20% serat, 20% filler, dan 60% matriks, diperoleh nilai perpanjangan sebesar 1,42% pada spesimen A, 1,99% pada spesimen B, dan 3,93% pada spesimen C, dengan rata-rata sebesar 2,45%.

Pada susunan serat acak dengan komposisi 30% serat, 10% filler, dan 60% matriks, nilai perpanjangan yang diperoleh sebesar 2,97% pada spesimen A, 6,05% pada spesimen B, dan 3,89% pada spesimen C, dengan rata-rata sebesar 4,30%. Adapun pada komposisi 20% serat, 20% *filler*, dan 60% matriks, diperoleh nilai perpanjangan sebesar 2,35% pada spesimen A, 1,62% pada spesimen B, dan 1,45% pada spesimen C, dengan nilai rata-rata sebesar 1,81%. Berdasarkan hasil tersebut, nilai *elongation* terendah terdapat pada komposit dengan susunan serat acak dan komposisi 20% serat, 20% *filler*, dan 60% matriks.

Secara umum, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat dari 20% menjadi 30% memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan *elongation at tensile strength* komposit pada kedua jenis susunan serat. Selain itu, orientasi serat searah secara konsisten menghasilkan tingkat perpanjangan (*elongation*) yang lebih tinggi dan kelenturan yang lebih baik dibandingkan dengan orientasi serat acak pada kombinasi fraksi volume yang sama.

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian Tarik



Gambar 5.1 Grafik Uji Tarik

Berdasarkan hasil pengujian tarik terhadap spesimen komposit serat ijuk dengan variasi fraksi volume serat dan *filler*, diperoleh data dari spesimen yang dinyatakan valid pada masing-masing variabel penelitian. Dari tiga replika spesimen yang dibuat pada setiap variasi, dipilih satu spesimen yang memenuhi kriteria validitas hasil pengujian untuk digunakan sebagai data pembahasan. Hasil pengujian tarik yang menunjukkan perbandingan kekuatan tarik komposit berdasarkan orientasi serat, yaitu searah dan acak, serta variasi komposisi 30%:70% dan 20%:80% terdapat pada grafik gambar 5.1.

Berdasarkan grafik, pada orientasi serat searah, komposit dengan variasi 30%:70% menghasilkan kekuatan tarik sebesar 16,20 MPa, sedangkan variasi 20%:80% menghasilkan kekuatan tarik sebesar 19,91 MPa. Hasil tersebut

menunjukkan bahwa pada orientasi serat searah, variasi 20%:80% memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dibandingkan variasi 30%:70%. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa komposisi material pada variasi 20%:80% menghasilkan kondisi yang lebih baik dalam menahan beban tarik pada spesimen yang diuji. Orientasi serat yang searah dengan arah pembebanan juga memungkinkan serat ijuk berperan lebih efektif dalam menerima dan meneruskan beban tarik sepanjang arah serat.

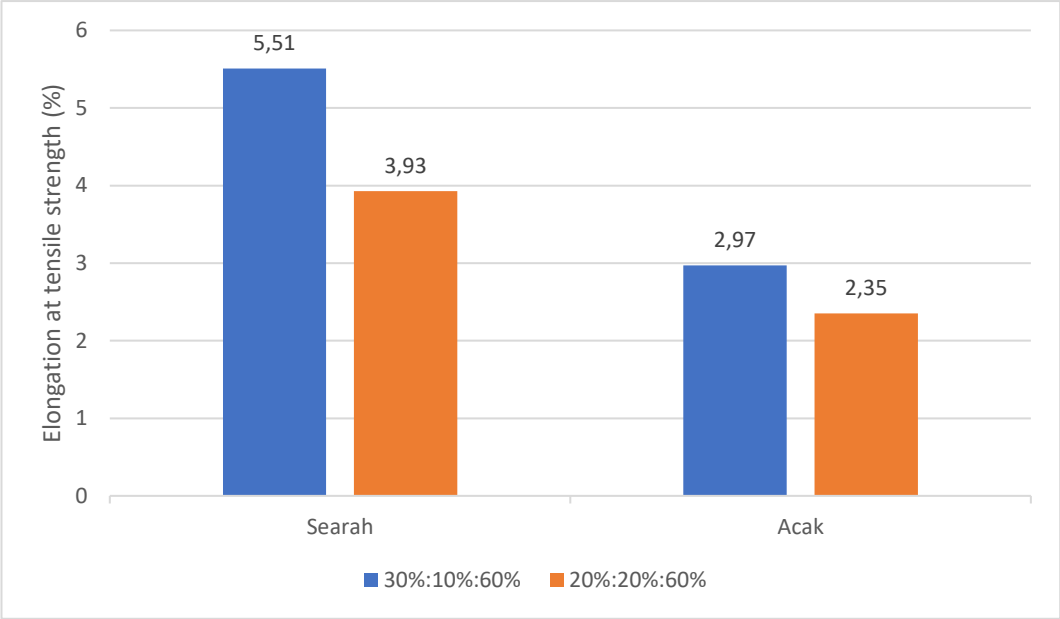
Pada orientasi serat acak, variasi 30%:70% menghasilkan kekuatan tarik sebesar 16,21 MPa, sedangkan variasi 20%:80% menghasilkan kekuatan tarik sebesar 9,91 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa pada susunan serat acak, variasi 30%:70% memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dibandingkan variasi 20%:80%. Perbedaan tersebut dapat dikaitkan dengan orientasi serat yang tidak teratur, sehingga tidak seluruh serat berada pada posisi yang optimal untuk menerima beban tarik. Kondisi ini dapat menyebabkan distribusi beban pada serat menjadi kurang merata dan meningkatkan kemungkinan terjadinya konsentrasi tegangan pada daerah tertentu pada spesimen.

Secara keseluruhan, nilai kekuatan tarik tertinggi pada grafik diperoleh pada variasi 20%:80% dengan orientasi serat searah, yaitu sebesar 19,91 MPa. Sementara itu, nilai kekuatan tarik terendah diperoleh pada variasi 20%:80% dengan orientasi serat acak, yaitu sebesar 9,91 MPa. Perbedaan antara kedua hasil tersebut menunjukkan bahwa orientasi serat memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap kemampuan komposit dalam menerima beban tarik. Pada orientasi searah, serat lebih terarah mengikuti jalur pembebanan sehingga transfer beban dari matriks menuju serat dapat berlangsung lebih efektif. Sebaliknya, pada orientasi acak, arah serat yang tidak seragam menyebabkan sebagian serat tidak berada pada arah yang optimal terhadap pembebanan tarik.

Dengan demikian, berdasarkan spesimen valid yang digunakan pada masing-masing variabel, dapat diketahui bahwa kombinasi variasi 20%:80% dengan orientasi serat searah menghasilkan kekuatan tarik paling tinggi dibandingkan variasi lainnya. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa selain komposisi material,

orientasi serat merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi kemampuan komposit serat ijuk dalam menerima beban tarik.

Adapun grafik elongasi pada hasil pengujian tarik yang dinyatakan valid sebagai berikut.



Gambar 5.2 Grafik elongasi

Berdasarkan hasil pengujian tarik, diperoleh nilai *elongation at tensile strength* dari spesimen yang dinyatakan valid pada masing-masing variasi penelitian. Dari tiga replika yang dilakukan pada setiap variasi, dipilih spesimen yang memenuhi kriteria valid untuk mewakili masing-masing variabel. Grafik menunjukkan perbandingan nilai elongation pada komposit dengan orientasi serat searah dan acak serta variasi komposisi 30%:70% dan 20%:80%.

Berdasarkan grafik, pada orientasi serat searah, variasi 30%:70% menghasilkan nilai elongation at tensile strength sebesar 5,51%, sedangkan variasi 20%:80% menghasilkan nilai sebesar 3,93%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi 30%:70% memiliki kemampuan pemanjangan yang lebih tinggi dibandingkan variasi 20%:80%. Nilai elongation yang lebih tinggi menunjukkan bahwa spesimen mampu mengalami deformasi atau pemanjangan yang lebih besar

ketika menerima beban tarik sebelum mencapai kondisi kegagalan. Perbedaan nilai tersebut dapat dipengaruhi oleh perbandingan antara serat, filler, dan matriks yang terdapat dalam komposit.

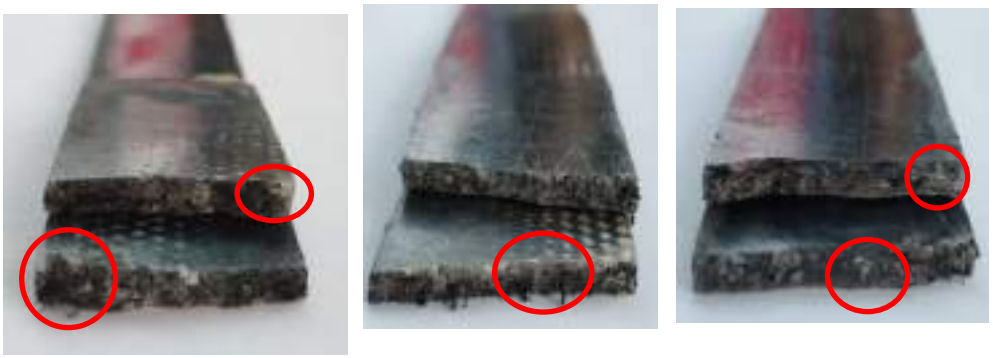
Pada orientasi serat acak, variasi 30%:70% menghasilkan nilai elongation sebesar 2,97%, sedangkan variasi 20%:80% menghasilkan nilai elongation sebesar 2,35%. Hasil ini menunjukkan bahwa variasi 30%:70% kembali memiliki nilai elongation yang lebih tinggi dibandingkan variasi 20%:80%. Secara umum, nilai elongation pada orientasi serat acak lebih rendah dibandingkan dengan orientasi serat searah pada masing-masing variasi komposisi. Hal tersebut menunjukkan bahwa susunan serat yang tidak teratur dapat memengaruhi kemampuan spesimen dalam mengalami deformasi secara merata ketika menerima pembebanan tarik.

Berdasarkan keseluruhan hasil pada grafik, nilai elongation tertinggi diperoleh pada variasi 30%:70% dengan orientasi serat searah, yaitu sebesar 5,51%, sedangkan nilai elongation terendah diperoleh pada variasi 20%:80% dengan orientasi serat acak, yaitu sebesar 2,35%. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa orientasi serat dan komposisi material berpengaruh terhadap kemampuan pemanjangan komposit. Serat yang tersusun searah dengan arah pembebanan memungkinkan distribusi dan transfer beban yang lebih terarah sehingga spesimen dapat mengalami deformasi yang lebih besar sebelum mengalami kegagalan dibandingkan dengan susunan serat acak.

Jika dibandingkan berdasarkan variasi komposisi, penurunan nilai elongation dari 30%:70% menjadi 20%:80% terjadi baik pada orientasi searah maupun acak. Pada orientasi searah, nilai elongation menurun dari 5,51% menjadi 3,93%, atau mengalami penurunan sebesar sekitar 28,68%. Sementara itu, pada orientasi acak, nilai elongation menurun dari 2,97% menjadi 2,35%, atau mengalami penurunan sebesar sekitar 20,88%. Dengan demikian, berdasarkan spesimen valid yang digunakan, variasi 30%:70% menunjukkan kemampuan pemanjangan yang lebih tinggi dibandingkan variasi 20%:80%, baik pada orientasi serat searah maupun acak.

Setelah pengujian tarik dilakukan, setiap spesimen mengalami patahan akibat beban tarik yang melebihi kemampuan material dalam menahan tegangan. Berikut merupakan bentuk patahan spesimen yang terjadi, antara lain:

1. Serat Searah 20% , 80%



Spesimen 1 Spesimen 2 Spesimen 3

Gambar 5.3 Patahan Searah 20/80

(a) Spesimen 1
Jenis patahan : Angled (A)
Lokasi Patahan : *Multi-mode* (M)/ *top* (T) dan *Bottom* (B)
Jenis Kegagalan : serat tercabut (*fiber pull-out*) dan *Matrix crack*

(b) Spesimen 2
Jenis patahan : Angled (A)
Lokasi Patahan : *Multiple area* (M) / *Bottom* (B)
Jenis Keagalan : serat tercabut (*fiber pull-out*)

(c) Spesimen 3
Jenis patahan : Angled (A)
Lokasi Patahan : *Gage* (G) / *top* (T)
Jenis Kegagalan : *Fiber Breaking* dan Retak Matriks (*Matrix crack*)

2. Serat Acak 20% , 80%



Spesimen 1 Spesimen 2 Spesimen 3

Gambar 5.4 Patahan Acak 20/80

(a) Spesimen 1
Jenis patahan : Angled (A)
Lokasi Patahan : *Gage* (G) / *middle* (M)
Jenis Kegagalan : serat tercabut (*fiber pull-out*) dan *Matrix crack*

(b) Spesimen 2
Jenis patahan : Grib/tab (G)
Lokasi Patahan : *At grip* (A) / *top* (T)
Jenis Kegagalan : serat tercabut (*fiber pull-out)*

(c) Spesimen 3
Jenis patahan : Angled (A)
Lokasi Patahan : *from grib* (W)/ *Bottom* (B)
Jenis kegagalan : Patah pada Serat (*Fiber Breaking)*

3. Serat Searah 30% , 70%



Spesimen 1 Spesimen 2 Spesimen 3

Gambar 5.5 Patahan Searah 30/70

(a) Spesimen 1
Jenis patahan : Angled (A)
Lokasi Patahan : *Multi-mode* (M)/ *top* (T) dan *Bottom* (B)
Jenis Kegagalan : serat tercabut (*fiber pull-out)*

(b) Spesimen 2
Jenis patahan : Angled (A)
Lokasi Patahan : *Gage* (G) / *middle* (M)
Jenis Kegagalan : serat tercabut (*fiber pull-out)*
(c) Spesimen 3
Jenis patahan : *Grip/Tab* (G)
Lokasi Patahan : *Inside grib tab (I)* / *Bottom* (B)
Jenis Kegagalan : serat tercabut (*fiber pull-out)*

4. Serat Acak 30% ,70%



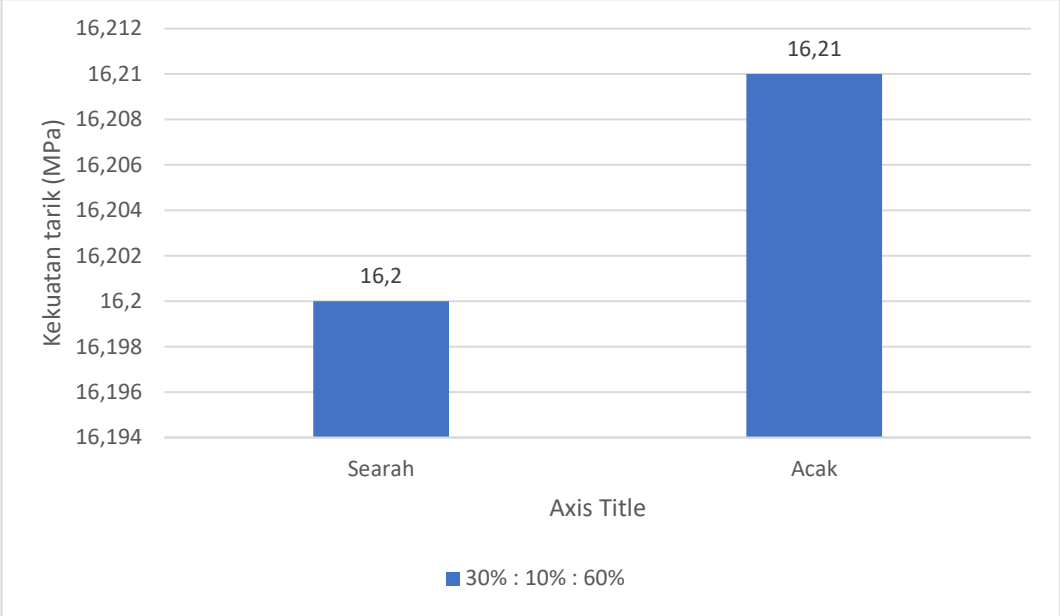
Spesimen 1 Spesimen 2 Spesimen 3

Gambar 5.6 Patahan Acak 30/70

(a) Spesimen 1
Jenis patahan : Lateral (L)
Lokasi Patahan : *Gage* (G) / *middle* (M)
Jenis Kegagalan : serat tercabut (*fiber pull-out) fiber pull-out* dan Retak Matriks (*Matrix crack*)

(b) Spesimen 2
Jenis patahan : Angled (A)
Lokasi Patahan : *Multiple area* (M) / *middle* (M)
Jenis Kegagalan : serat tercabut (*fiber pull-out)*
(c) Spesimen 3
Jenis patahan : Grib/tab (G)
Lokasi Patahan : *Inside grib (I) / top (T)*
Jenis Kegagalan : serat tercabut (*fiber pull-out)*

5.2 Pembahasan



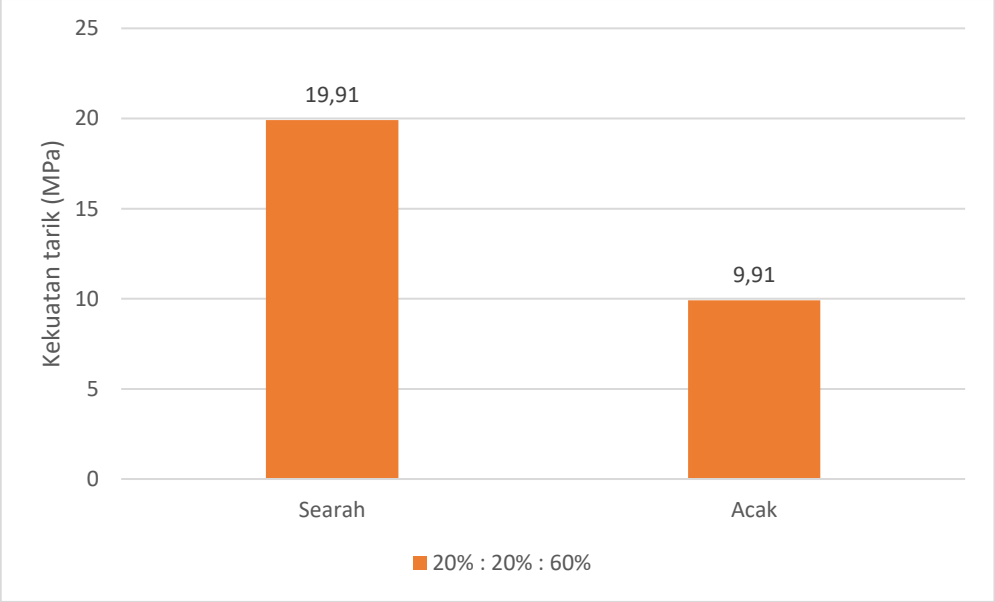
Gambar 5. 7 Grafik nilai kekuatan tarik (30%:10%:60%)

Berdasarkan hasil pengujian tarik, diperoleh nilai kekuatan tarik pada variasi serat 30%:70% searah sebesar 16,20 MPa, sedangkan pada variasi serat 30%:70% acak diperoleh nilai sebesar 16,21 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada pengujian ini, spesimen dengan susunan serat acak memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dibandingkan dengan susunan serat searah, dengan selisih sebesar 0,01 MPa atau persentase penurunan sekitar 0,06%., serat yang tersusun searah dengan arah pembebanan cenderung memberikan penguatan yang lebih optimal karena beban tarik dapat diteruskan sepanjang arah serat. Namun, hasil pengujian menunjukkan kondisi yang berbeda, sehingga terdapat faktor lain yang memengaruhi kekuatan tarik spesimen.

Nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi pada susunan serat acak dapat disebabkan oleh distribusi serat yang lebih merata pada spesimen serta kemampuan matriks epoxy dalam mengikat dan mentransfer beban ke serat. Pada susunan serat searah, distribusi epoxy yang kurang merata, dan terjadinya rongga (void), kondisi tersebut dapat menjadi titik konsentrasi tegangan dan menyebabkan spesimen

mengalami kegagalan lebih awal. Sebaliknya, pada susunan serat acak, penyebaran resin epoxy lebih mudah meresap ke sela-sela rongga , hal ini terjadi karena susunan serat acak memiliki banyak ruang kosong, dapat menghasilkan penguatan yang lebih merata sehingga pada spesimen yang diuji beban dapat tersebar pada area yang lebih luas. Kondisi tersebut berbeda dengan serat searah yang susunannya cenderung lebih padat sehingga penetrasi resin menjadi lebih terbatas.

Perbedaan hasil tersebut juga dapat dipengaruhi oleh karakteristik spesimen dan proses pembuatan menggunakan metode *hand lay-up*,seperti ketidakseragaman pendistribusian serat, serta keberadaan void. Oleh karena itu, nilai 16,21 MPa pada susunan serat acak tidak dapat langsung diartikan bahwa orientasi acak secara umum lebih baik daripada orientasi searah. Hasil tersebut lebih tepat menunjukkan bahwa pada spesimen 30%:70% yang diuji, susunan serat acak menghasilkan nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan susunan searah. Dengan demikian, variasi orientasi serat dan kondisi fisik masing-masing spesimen turut berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik yang diperoleh.



Gambar 5. 8 Grafik nilai kekuatan tarik (20%:20%:60%)

Berdasarkan hasil pengujian tarik, diperoleh nilai kekuatan tarik pada variasi serat 20%:80% searah sebesar 19,91 MPa, sedangkan pada variasi serat 20%:80% acak diperoleh nilai sebesar 9,91 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada pengujian ini, spesimen dengan susunan serat searah memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dibandingkan dengan susunan serat acak, dengan selisih sebesar 10,00 MPa atau persentase penurunan sekitar 50,23%.

Tingginya kekuatan tarik pada susunan serat searah dapat disebabkan oleh orientasi serat yang sejajar dengan arah pembebanan. Kondisi tersebut cenderung memberikan penguatan yang lebih optimal karena beban tarik dapat diteruskan sepanjang arah serat, sehingga serat dapat memberikan kontribusi penguatan yang optimal terhadap matriks epoxy. Ketika spesimen diberikan beban tarik, tegangan dapat ditransfer dari matriks menuju serat yang berada pada arah pembebanan, sehingga kemampuan komposit dalam menahan gaya tarik menjadi lebih besar.

Sementara itu, rendahnya nilai kekuatan tarik pada susunan serat acak sebesar 9,91 MPa dapat disebabkan oleh orientasi serat yang tidak teratur. Tidak seluruh serat berada pada arah yang sejajar dengan gaya tarik, sehingga kemampuan serat dalam menerima beban secara langsung menjadi lebih rendah. Selain itu, susunan serat yang acak dapat menyebabkan distribusi serat dan matriks kurang seragam, sehingga berpotensi menimbulkan daerah lemah atau konsentrasi tegangan pada spesimen. Kondisi tersebut dapat mempercepat terjadinya kerusakan dan patah ketika spesimen menerima pembebanan tarik.

Dengan demikian, pada variasi fraksi volume 20%:80%, susunan serat searah memberikan hasil kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan susunan serat acak. Perbedaan yang cukup besar antara kedua variasi menunjukkan bahwa orientasi serat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan komposit dalam menahan beban tarik. Pada penelitian ini, susunan serat searah mampu memanfaatkan sifat penguatan serat ijuk secara lebih efektif karena arah serat sesuai dengan arah pembebanan, sedangkan pada susunan acak kontribusi serat terhadap penahanan beban tarik menjadi kurang optimal.

2. Pembahasan Penambahan Filler

Pada serat searah, peningkatan filler dari 10% menjadi 20% menghasilkan peningkatan rata-rata kekuatan tarik dari 16,20 MPa menjadi 19,91 MPa. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan sebesar 3,71 MPa atau sekitar 22,90%. Penambahan filler pasir silika pada komposisi tersebut dapat memberikan kontribusi terhadap kekakuan dan kemampuan material dalam menerima beban. Partikel filler yang terdistribusi dengan baik di dalam matriks dapat membantu memperkuat matriks serta mendukung proses transfer beban di dalam material komposit.

Berbeda dengan susunan serat searah, pada serat acak peningkatan filler dari 10% menjadi 20% justru diikuti penurunan rata-rata kekuatan tarik dari 16,21 MPa menjadi 9,91 MPa. Penurunan tersebut sebesar 6,30 MPa atau sekitar 38,86%. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan filler yang lebih tinggi tidak selalu menghasilkan peningkatan kekuatan tarik. Efektivitas filler dipengaruhi oleh distribusi partikel di dalam matriks, ikatan antara filler dan matriks, serta komposisi serat yang digunakan.

Perbedaan hasil antara serat searah dan serat acak menunjukkan bahwa pengaruh penambahan filler tidak berdiri sendiri, tetapi berkaitan dengan susunan dan komposisi serat dalam material komposit. Pada penelitian ini, ketika filler dinaikkan dari 10% menjadi 20%, fraksi volume serat juga berubah dari 30% menjadi 20%. Oleh karena itu, perubahan nilai kekuatan tarik tidak dapat dikaitkan hanya dengan penambahan filler, tetapi merupakan hasil dari perubahan komposisi serat dan filler secara bersamaan.

Penelitian mengenai komposit epoxy dengan filler silika menunjukkan bahwa penambahan silika pada jumlah tertentu dapat meningkatkan kekuatan tarik dan modulus elastisitas. Namun, apabila filler tidak terdispersi dengan baik, dapat terjadi aglomerasi atau terbentuknya porositas yang menyebabkan konsentrasi tegangan dan menurunkan kekuatan material (Ahmad et al., 2013).

Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa penambahan filler 20% memberikan hasil yang lebih tinggi pada susunan serat searah, yaitu 19,91 MPa, dibandingkan filler 10% sebesar 16,20 MPa. Sebaliknya, pada susunan serat acak, filler 20% menghasilkan nilai yang lebih rendah, yaitu 9,91 MPa, dibandingkan filler 10% sebesar 16,21 MPa. Dengan demikian, pada penelitian ini penambahan filler pasir silika memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kekuatan tarik bergantung pada susunan dan komposisi serat yang digunakan.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian tarik yang telah dilakukan pada komposit serat ijuk dengan matriks epoxy dan *filler* pasir silika, dapat disimpulkan bahwa:

1. Variasi fraksi volume dan orientasi serat ijuk memengaruhi kekuatan tarik komposit. Nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada variasi 20%:20%:60% dengan orientasi searah sebesar 19,91 MPa, dan Nilai kekuatan tarik terendah diperoleh pada variasi 20%:20%:60% dengan orientasi acak sebesar 9,91 Mpa.
2. Penambahan *filler* pasir silika memengaruhi kekuatan tarik komposit. Pada orientasi serat searah, penambahan *filler* pasir silika sebesar 20% pada variasi 20% serat ijuk menghasilkan kekuatan tarik sebesar 19,91 MPa, lebih tinggi dibandingkan variasi 10% *filler* dengan 30% serat ijuk. Dengan demikian, penambahan *filler* dapat meningkatkan kekuatan tarik

6.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan variasi fraksi volume serat dan filler yang lebih beragam sehingga dapat diperoleh komposisi optimum yang menghasilkan sifat mekanik terbaik. Selain itu, proses pencampuran filler dan matriks perlu dilakukan secara lebih homogen untuk mengurangi terbentuknya rongga (*void*) yang dapat menurunkan kekuatan komposit.

Penelitian berikutnya juga dapat menambahkan jenis pengujian mekanik lainnya, seperti pengujian lentur, impak, kekerasan, maupun pengamatan struktur mikro patahan untuk memperoleh informasi yang lebih lengkap mengenai karakteristik material komposit serat ijuk. Selain itu, penggunaan metode fabrikasi yang lebih baik dan pengendalian proses curing yang lebih optimal dapat

dipertimbangkan guna meningkatkan kualitas spesimen serta keakuratan hasil pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, T. dan Mamat, O. (2013) "Studying the Effects of Adding Silica Sand Nanoparticles on Epoxy Based Composites."

ASTM D3039 (2014) "Standar Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials."

Babba, R. et al. (2024) "applied sciences Impact of Silica Sand on Mechanical Properties of Epoxy Resin Composites and Their Application in CFRP – Concrete Bonding."

Bachtiar, D. dan Sapuan, S.M. (2010) "The tensile properties of single sugar palm (Arenga pinnata) fibre," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 11, hal. 012012. Tersedia pada: https://doi.org/10.1088/1757-899x/11/1/012012.

Callister dan Rethwisch (2018) "Polymer Structures," Encyclopedia of Condensed Matter Physics, hal. 355–362. Tersedia pada: https://doi.org/10.1016/B0-12-369401-9/00697-5.

Chairul Iswan, Maryanti, B. dan Arifin, K. (2018) "Analisis Perbandingan Kekuatan Variasi Fraksi Volume Komposit Serat Ijuk Terhadap Sifat Mekanis Komposit Dengan Matriks Resin Epoksi," SNITT- Politeknik Negeri Balikpapan [Preprint].

Emilio (2022) "Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Material Komposit Serat Alam Ijuk," (8.5.2017), hal. 2003–2005.

Fatkhurrohman (2016) "Studi Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Berpenguat Serat Pohon Aren (IJUK) Fatkhurrohman Mochammad Arif Irfa ' i."

Grairia, S. et al. (2026) "Microstructural Analysis and Mechanical Behaviour of Epoxy Composites With a Very High Nanofiller Content Synthetized by High Energy Ball Milling," 11(2), hal. 84–95.

Gunarti, M.R. dan Prawoto, A. (2024) "Mechanical behavior of glass fiber-epoxy composite laminates for ship hull structures," Mechanical Engineering for Society and Industry, 4(2), hal. 156–166. Tersedia pada: https://doi.org/10.31603/mesi.11589.

Haryanti, N. hadi dan Wardhana, H. (2017) Potensi Serat Alam Sebagai Material Komposit.

Irawan Ardhitya, R., Fadelan dan Winardi, Y. (2024) "Pengaruh Volume Serat Aren Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Komposit Bermatrik Resin

Polyester," 01, hal. 15–20.

Mahmuda dan Savetlana, S. (2013) "Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk dengan Matrik Epoxy," Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 1(3).

Manalu, E.F. dan Yulianto, D. (2025) "Kelapa Dengan Matriks Epoxy Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit," 9(5).

Putra, I.P. (2020) "Analisa Uji Tarik Dan Impak Penguat Karbon, Campuran Epoxy-Karet Silikon 30%,40%,50%, Rami, Dan Kapas Matrik Epoxy," Itenas Malang, hal. 4–31.

Samlawi, A.K. dan Arifin, Y. firman (2017) "Pembuatan Dan Karakterisasi Material Komposit Serat Ijuk (Arenga pinnata) Sebagai Bahan Baku Cover Body Sepeda Motor," Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah, 18(2).

Surono, U.B. dan Sukoco (2016) "Analisa sifat fisis dan mekanis komposit serat ijuk dengan bahan matrik poliester," Prosiding Seminar Nasional XI "Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi [Preprint], (11).

Sutisna, R. (2024) "Pengujian tarik komposit polimer," Jurnal Material Teknik.

Widodo, R.D. et al. (2022) "Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Berpenguat Serat Arengga Pinnata Bermatriks Epoksi Berbasis Fraksi Volume dan Orientasi Serat.," 23.

Yuliyanto dan Masdani (2018) "Jurusan Teknik Mesin , Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung 15 Yuliyanto , dkk ; Analisis Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Kekuatan Impak Dan 16 Yuliyanto , dkk ; Analisis Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Kekuatan Impak Dan," Jurnal Teknik Mesin Vol. 4 No. 2, Oktober 2018, 4(2), hal. 15–20.

Saputra, M.S. (2025). Analisa Kegagalan Pada Pengujian Tarik Material Komposit Serat Tebu (Doctoral Dissertation, Universitas IBA).

LAMPIRAN

1. Lembar hasil pengujian

BRIN

BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL DEPUTI
BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM FASILITAS
RISET DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI
LABORATORIUM MEKANIKA MATERIAL DAN STRUKTUR
KAWASAN SAINS TEKNOLOGI ISKANDAR ZULKARNAIN
LAMPUNG SELATAN 35361
Telp/WA : 081 1991 1999

LAPORAN
REPORT

UJI UTM (KUAT TARIK)

Spesimen Material Kompesit

Habil Saska Prama Dani Dani
Universitas IBA

Nomor : 299894/LP/MMG/08/2026
Tanggal : 03/08/2026

Dikerjakan oleh: Prepared by	Tanggal Date	Diperiksa oleh: Checked by	Tanggal Date	Disetujui oleh: Approved by:	Tanggal Date
TT ELEKTRONIK		TT ELEKTRONIK		TT ELEKTRONIK	
Apen Hara Hara Pelaksana	03/08/2026	Novi Kuswardani Penyelia	03/08/2026	Tri Wahyuni Manajer Lab MMG	03/08/2026

Duplikasi serta penggunaan dokumen ini atau sebagian daripadanya, harus dengan izin tertulis dari Laboratorium Mekanika Material dan Struktur – BRIN
Duplication and utilization of this document or part of it, is subjected to prior written permission from Laboratory of Laboratory of Mechanics of Materials and Structures – BRIN

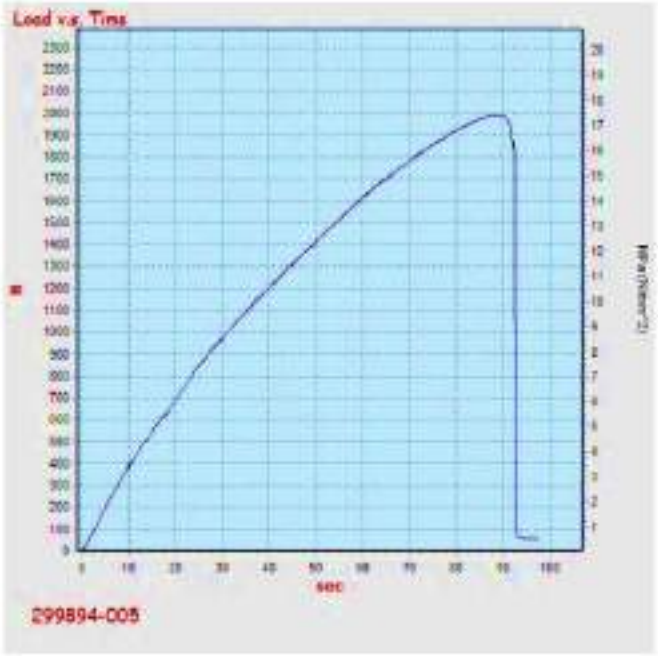
F-MMG-08-03/Rev.0

UJI TARIK

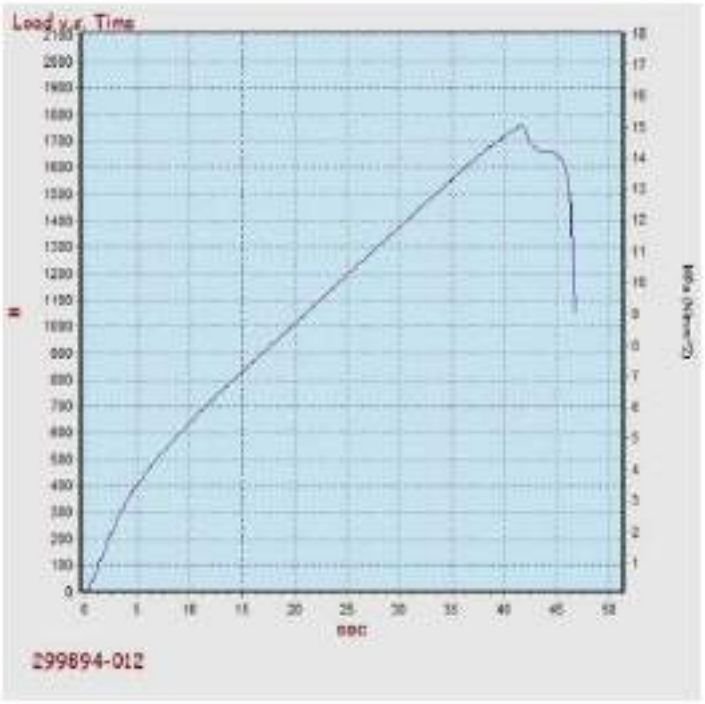
Test NO. : ID 299894 Test Date : 03/08/2026

Specimens	TENSILE N/m^2 m	Max Force N	elongation	e at max	YStrength N/mm^2	Area mm
30% 70 % Searah A	17.38	1988.25	9.70	9.70	13.88	114.4
30% 70 % Searah B	15.03	1758.55	7.69	6.84	15.03	117
30% 70 % Searah C	16.31	2162.30	6.96	6.96	16.30	132.6
30% 70 % Acak A	16.21	1980.39	4.59	4.46	13.42	122.2
30% 70 % Acak B	16.74	2437.51	9.09	9.07	14.18	145.6
30% 70 % Acak C	17.74	2305.96	5.83	5.83	17.74	130
20% 80 % Searah A	18.94	2068.78	2.29	2.13	18.32	109.2
20% 80 % Searah B	12.42	1291.25	3.14	2.98	10.61	104
20% 80 % Searah C	19.91	2071.06	6.03	5.89	16.62	104
20% 80 % Acak A	9.91	1030.94	3.76	3.53	8.91	104
20% 80 % Acak B	11.66	1212.73	2.56	2.43	10.61	104
20% 80 % Acak C	9.52	990.06	2.36	2.17	6.56	104

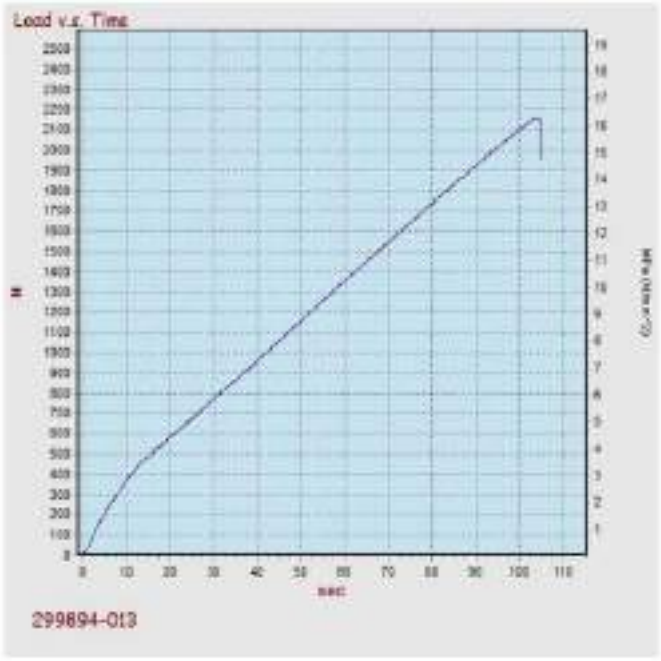
30% 70% Searah A



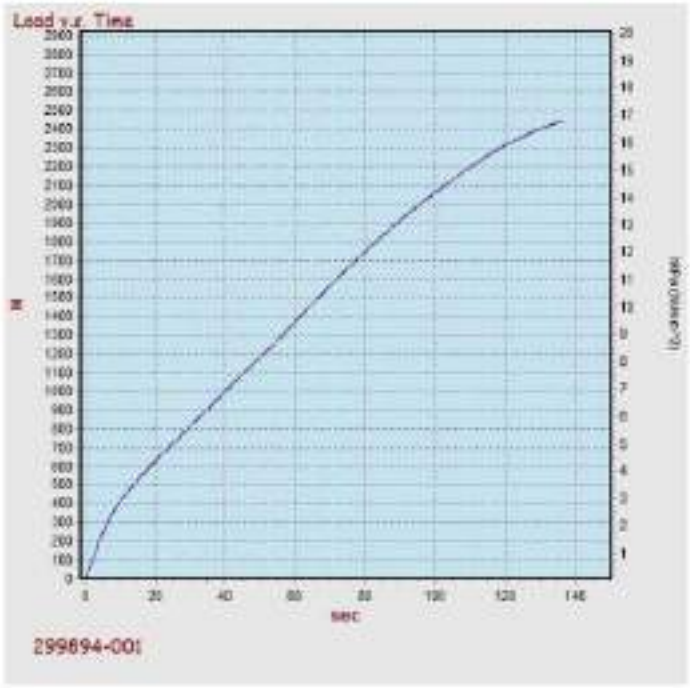
30% 70% Searah B



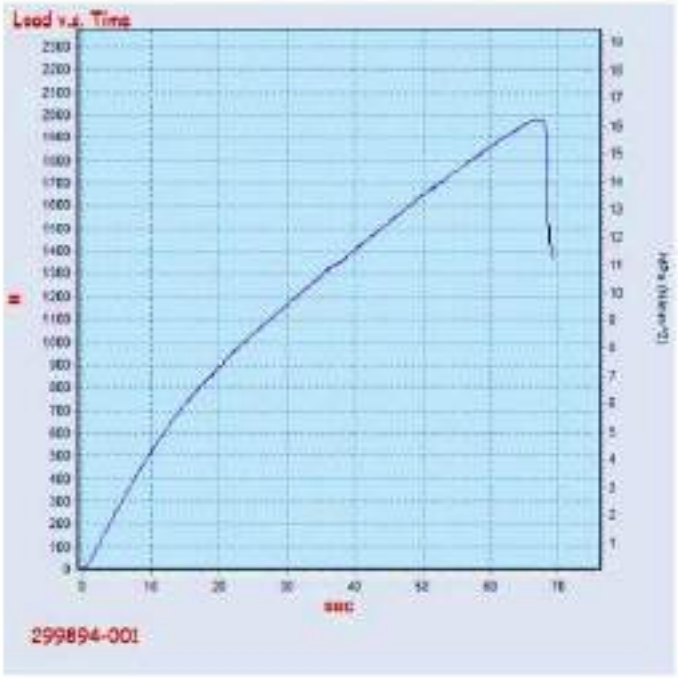
30% 70% Searah C



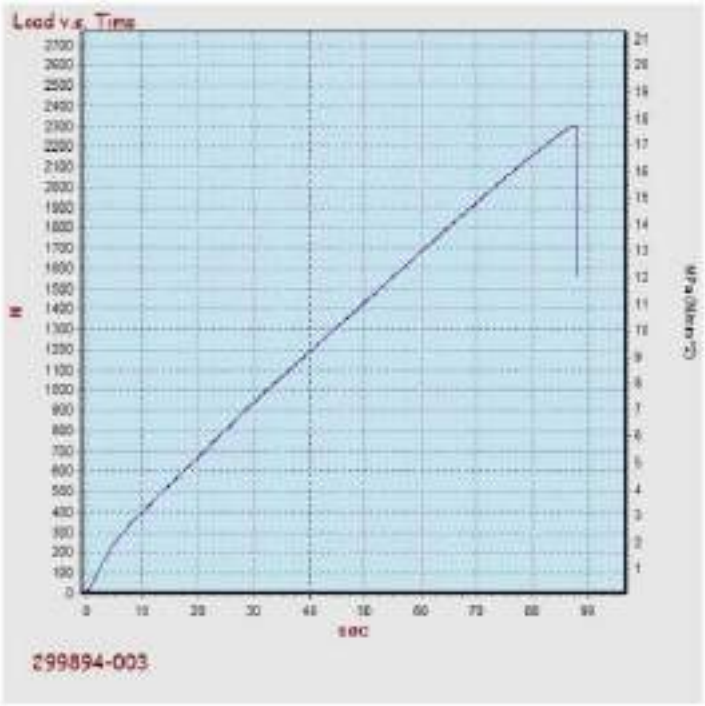
30% 70% Acak A



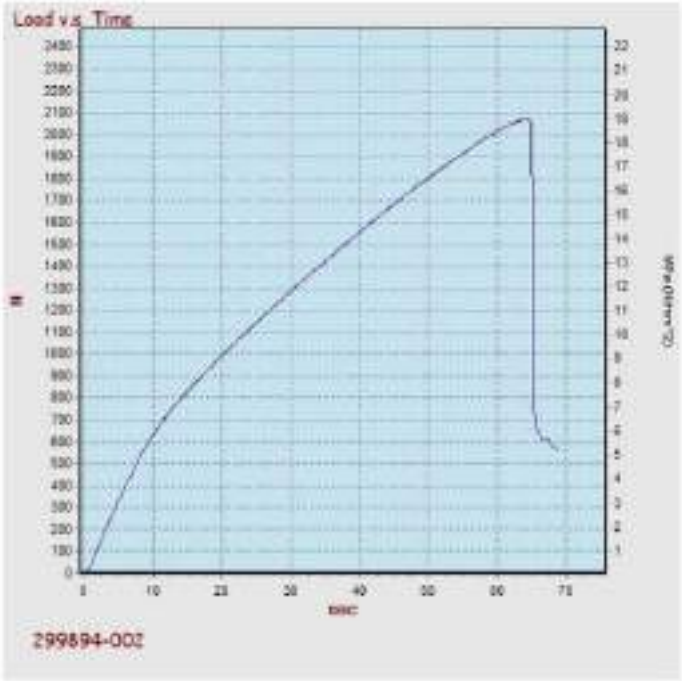
30% 70% Acak B



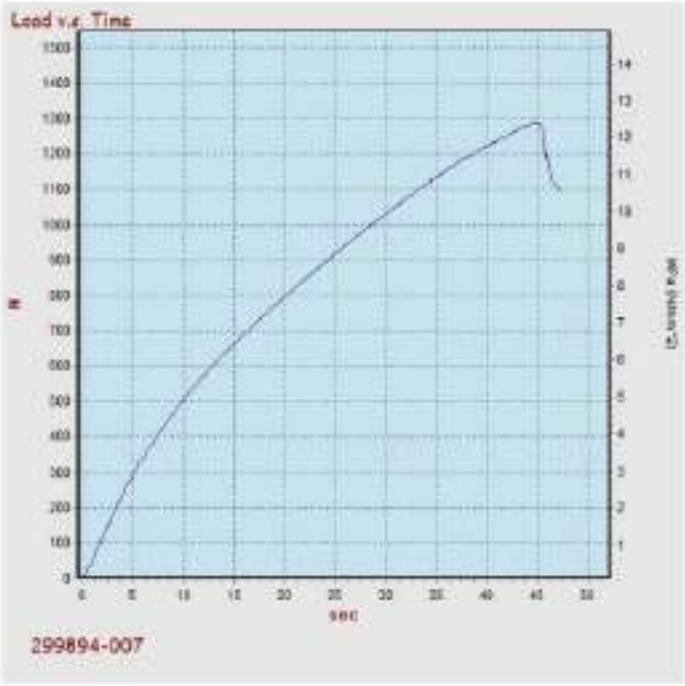
30% 70% Acak C



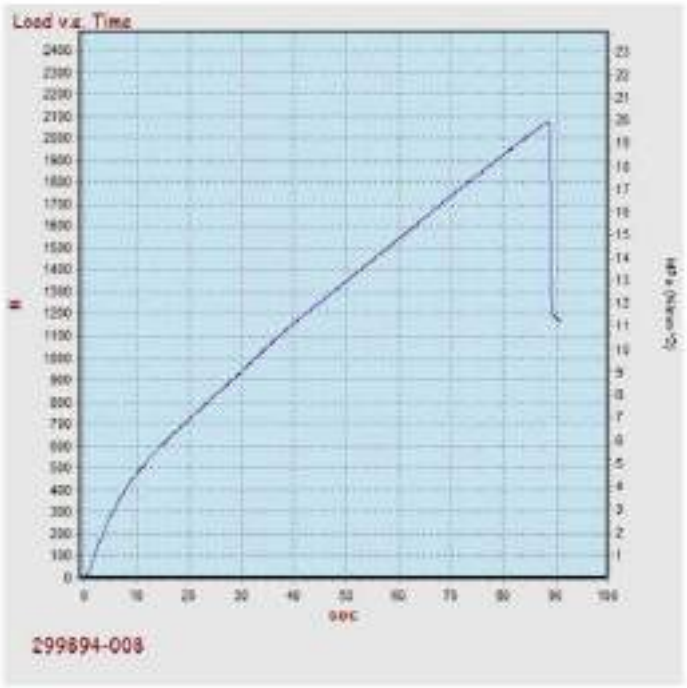
20% 80 % Searah A



20% 80 % Searah B



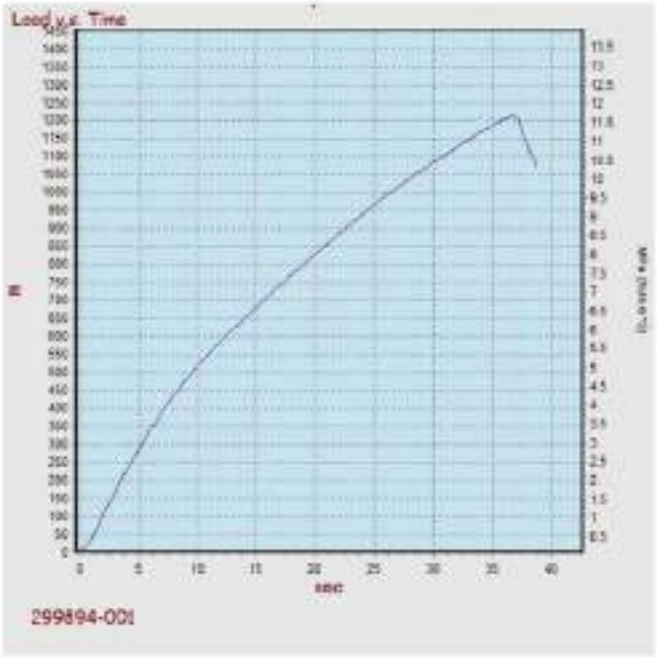
20% 80 % Searah C



20% 80 % Acak A



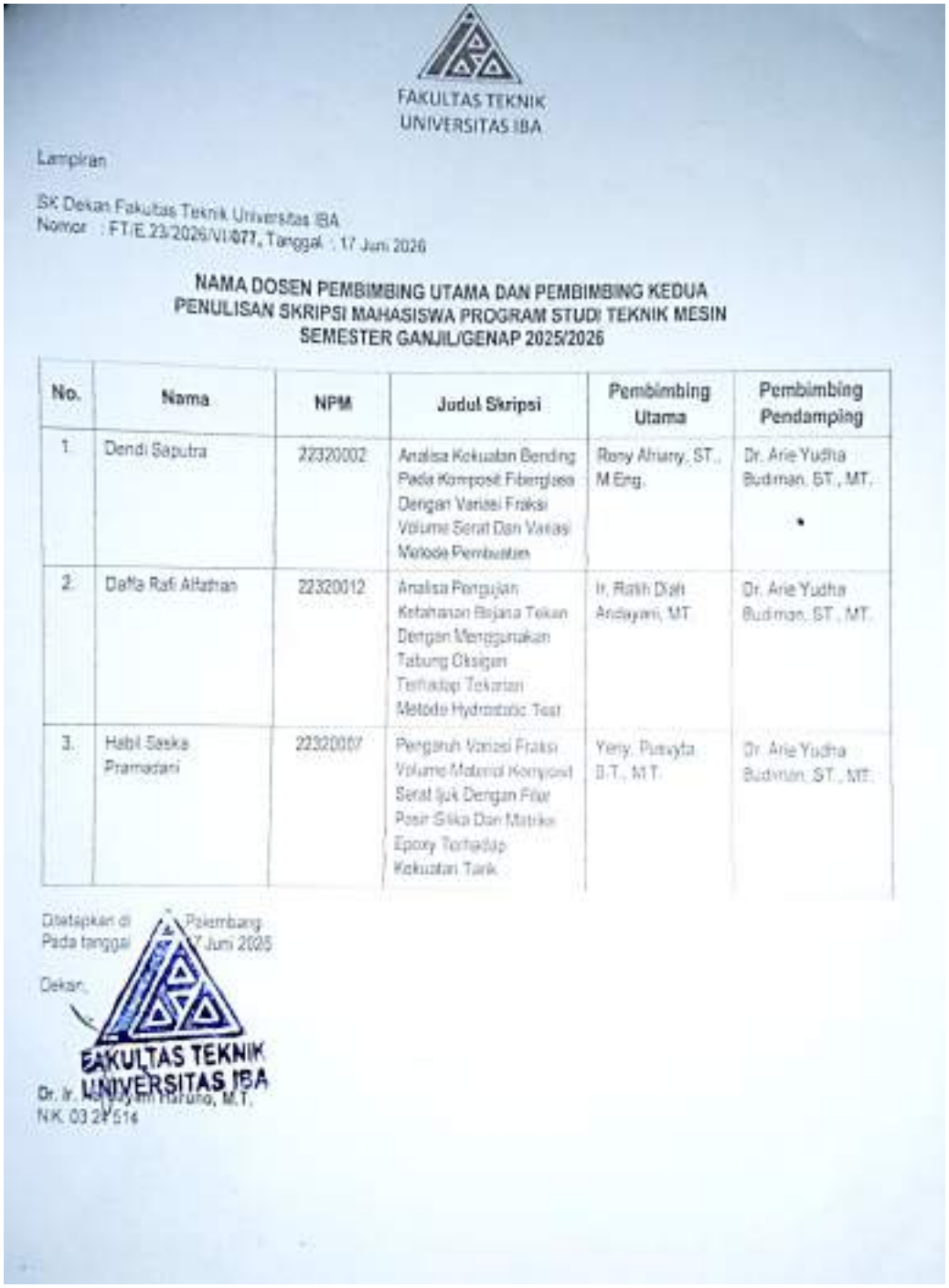
20% 80 % Acak B



20% 80 % Acak C



2. Lembar surat keputusan skripsi



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA

Lampiran

SK Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA
Nomor : FT/E.23/2026/VI/077, Tanggal : 17 Juni 2026

NAMA DOSEN PEMBIMBING UTAMA DAN PEMBIMBING KEDUA PENULISAN SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN SEMESTER GANJIL/GENAP 2025/2026

No.	Nama	NPM	Judul Skripsi	Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
1.	Dendi Saputra	22320002	Analisa Kekuatan Bending Pada Komposit Fiberglass Dengan Variasi Fraksi Volume Serat Dan Variasi Metode Pembuatan	Rony Ahrony, ST., M.Eng.	Dr. Arie Yudha Budiman, ST., MT.
2.	Daffa Rafi Alfathan	22320012	Analisa Pengujian Ketahanan Bejana Tekan Dengan Menggunakan Tabung Oksigen Terhadap Tekanan Metode Hydrostatic Test	Ir. Ratih Dyah Andayani, MT	Dr. Arie Yudha Budiman, ST., MT.
3.	Habil Seska Pramadani	22320007	Pengaruh Variasi Fraksi Volume Material Komposit Serat Ijuk Dengan Filler Pasir Silika Dan Matrik Epoxy Terhadap Kekuatan Tarik	Yeny, Puasyta S.T., M.T.	Dr. Arie Yudha Budiman, ST., MT.

Ditetapkan di Palembang
Pada tanggal 17 Juni 2026

Dekan,

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA

Dr. Ir. Ahmad Yani Haruna, M.T.
NIK. 03 24 514

3. Lembar surat rekomendasi

SURAT REKOMENDASI

Yang bertanda-tangan dibawah ini :

1. Nama : Yeny Pusvyta S.T, MT
   Jabatan : Pembimbing Utama

2. Nama : Dr. Arie Yudha Budiman, ST., MT
   Jabatan : Pembimbing Pendamping

Dengan ini memberikan rekomendasi kepada :

Nama : Habil Saska Pramadani
NPM : 22 32 00 07
Judul Skripsi : PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME MATERIAL KOMPOSIT SERAT IJUK DENGAN FILLER PASIR SILIKA DAN MATRIKS EPOXY TERHADAP KEKUATAN TARIK

Untuk mengikuti **Sidang Komprehensif** yang diadakan oleh Program Studi Teknik Mesin pada hari Sabtu tanggal 22 Agustus tahun 2026 Sebagai bahan pertimbangan bahwa mahasiswa tersebut telah menyelesaikan 140 SKS tanpa ada/ada nilai "D" *) sebanyak 0 buah. Mahasiswa telah menyelesaikan Skripsi sehingga sudah layak untuk mengikuti seminar.

Palembang, 21 agustus 2026
Yang memberikan rekomendasi :

Pembimbing Utama : .....

Pembimbing Pendamping : .....

4. Lembar surat keterangan perbaikan

SURAT KETERANGAN
PERBAIKAN SEMINAR KOMPREHENSIF SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Nur S.T, M.Log.

Jabatan : Dosen penguji seminar Komprehensif Skripsi

Menyatakan bahwa mahasiswa sebagai berikut :

Nama : Habil Saska Pramadani

NPM : 22320007

KBK : Pembentukan & Material

Judul Skripsi : **Pengaruh Variasi Fraksi Volume Material Komposit Serat Ijuk Dengan Filler Pasir Silika Dan Matriks Epoxy Terhadap Kekuatan Tarik**

Telah melakukan perbaikan Laporan Skripsi sesuai dengan yang telah disarankan oleh penguji Seminar Komprehensif Skripsi.

Demikianlah surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang , 3 September 2026
Dosen penguji Seminar Komprehensif



Muhammad Nur S.T, M.Log.

5. Lembar bimbingan skripsi

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Habil Saska Pramadani
NPM : 22 32 0007
Judul : Pengaruh Variasi Fraksi Volume Material Komposit Serat Ijuk Dengan Filler Pasir Silika Dan Matriks Epoxy Terhadap Kekuatan tarik
Pembimbing I : Yeny Pusvyta, S.T, MT.

No	Tanggal	Pembahasan	Paraf	Keterangan
1.	26-06-2026	Konsultasi Spesimen		
2.	20-07-2026	Revisi dan Perbaikan Proposal Skripsi		
3.	28-07-2026	Rencana Pengujian dan Identifikasi Spesimen		
4.	06-08-2026	Hasil uji tarik dari BRIN		
5.	14-08-2026	Revisi dan Penyesuaian Grafik uji tarik		
6.	16-08-2026	Revisi Penambahan foto Spesimen uji tarik dan Pengamatan patahan		
7.	19-08-2026	Konsultasi spesimen yang telah diuji dan menganalisis hasil uji yang valid		
8.	20-08-2026	Penambahan tabel hasil validasi spesimen		
9.	21-08-2026	Revisi Pembahasan dan kesimpulan.		

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin,

Reny Afriany, ST, M.Eng.
NIK : 02 05 171

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Habil Saska Pramadani

NPM : 22 32 0007

Judul : Pengaruh Variasi Fraksi Volume Material Komposit Serat Ijuk Dengan Filler Pasir Silika Dan Matriks Epoxy Terhadap Kekuatan tarik

Pembimbing II : Dr. Arie Yudha Budiman, ST., MT.

No	Tanggal	Pembahasan	Paraf	Keterangan
1.	25-06-2026	Konsultasi Spesimen		–
2.	02-07-2026	Kajian desain Spesimen		
3.	16-07-2026	Pembahasan Metode dan rencana Pengujian		–
4.	30-07-2026	Persiapan Pengiriman Spesimen untuk diuji tarik		
5.	06-08-2026	Hasil uji tarik dari BRIN		
6.	11-08-2026	Konsultasi Grafik dan tabel variasi		
7.	19-08-2026	Konsultasi Spesimen yang telah diuji		
8.	21-08-2026	Revisi Pembahasan Jurnal		

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin,

Reny Afriany, ST, M.Eng.
NIK : 02 05 171