

**ANALISIS EFEKTIFITAS KOMPOSIT LAMINAT HIBRID
JUTE *E- GLASS* BERDASARKAN KEKUATAN LENTURNYA
DENGAN METODE ANOVA**

SKRIPSI

OLEH:

JOHANNES JUNIOR BUDIMAN BUTAR- BUTAR

168130036



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 25/3/24

Access From (repository.uma.ac.id)25/3/24

HALAMAN JUDUL

ANALISIS EFEKTIFITAS KOMPOSIT LAMINAT HIBRID JUTE *E- GLASS* BERDASARKAN KEKUATAN LENTURNYA DENGAN METODE ANOVA

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

OLEH:

JOHANNES JUNIOR BUDIMAN BUTAR-BUTAR

168130036

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 25/3/24

Access From (repository.uma.ac.id)25/3/24

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI


Judul Skripsi : Analisis Efektifitas Komposit Laminat Hibrid Jute
E-Glass Berdasarkan Kekuatan Lenturnya dengan
Metode Anova

Nama Mahasiswa : Johannes Budiman Butar- Butar

Npm : 168130036

Fakultas : Teknik Mesin

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Zulfikar, ST., MT
Pembimbing I


DR. Rahmadsyah, S.Kom.M.Kom
Dekan


Muhammad Idris, ST., MT
Ka. Prodi/ WD1

Tanggal Lulus: 06 September 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 06 September 2023



Johanes Junior Budiman Butar-Butar

168130036

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/ SKRIPSI/ TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : Johannes Junior Budiman Butar-Butar

NPM : 168130036

Program Studi : Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : analisis efektifitas komposit laminat hibrid jute *e- glass* berdasarkan kekuatan lenturnya dengan metode anova

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*). Merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di: Medan

Pada Tanggal : 06 September 2023

Yang menyetujui

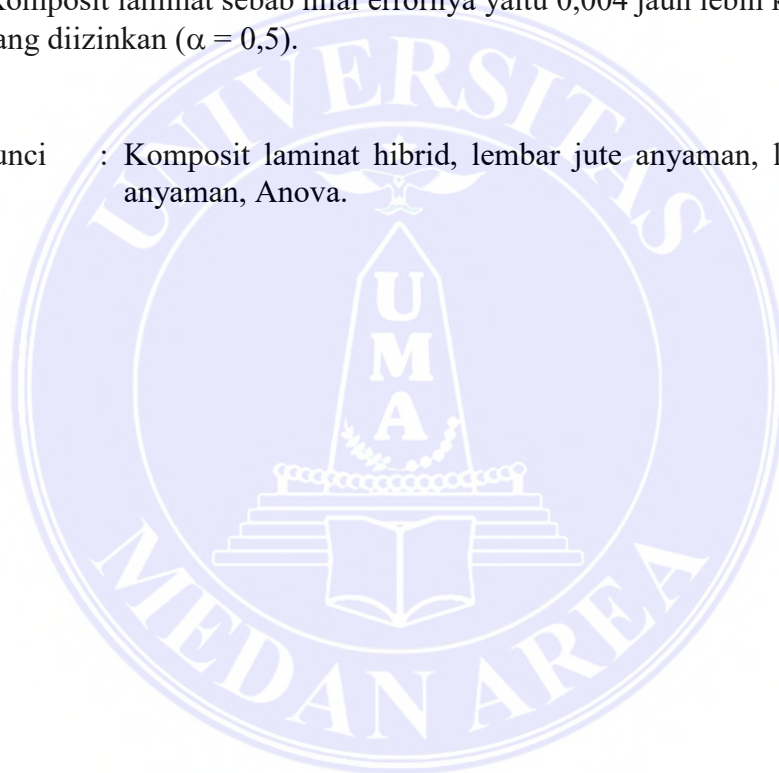


(Johannes Junior Budiman Butar-Butar)

ABSTRAK

Dalam studi ini, bahan komposit alami dikombinasi (hibrid) dengan bahan sintetis untuk menghasilkan bahan komposit laminat baru dengan sifat mekanik yang lebih baik dari bahan-bahan penyusunan. Studi ini bertujuan untuk menghitung nilai Total Data Keseluruhan (TDK), Rata-rata Data Keseluruhan (RDK), Jumlah Kuadrat Keseluruhan (JKS), Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP), dan Analisis efektifitas selubung komposit laminat jute *e-glass* berdasarkan kekuatan lenturnya dengan metode Anova. Pengujian lentur menggunakan standar uji ASTM D790 dan proses pencetakan dengan menggunakan metode vacuum bagging. Bahan-bahan yang digunakan ialah lembaran jute dan e-glass anyaman. Bahan epoksi dipergunakan sebagai matriks komposit. Berdasarkan hasil analisis Anova diperoleh bahwa bahan komposit hibrid secara signifikan meningkatkan kekuatan lentur komposit laminat sebab nilai errornya yaitu 0,004 jauh lebih kecil dari batas galat yang diizinkan ($\alpha = 0,5$).

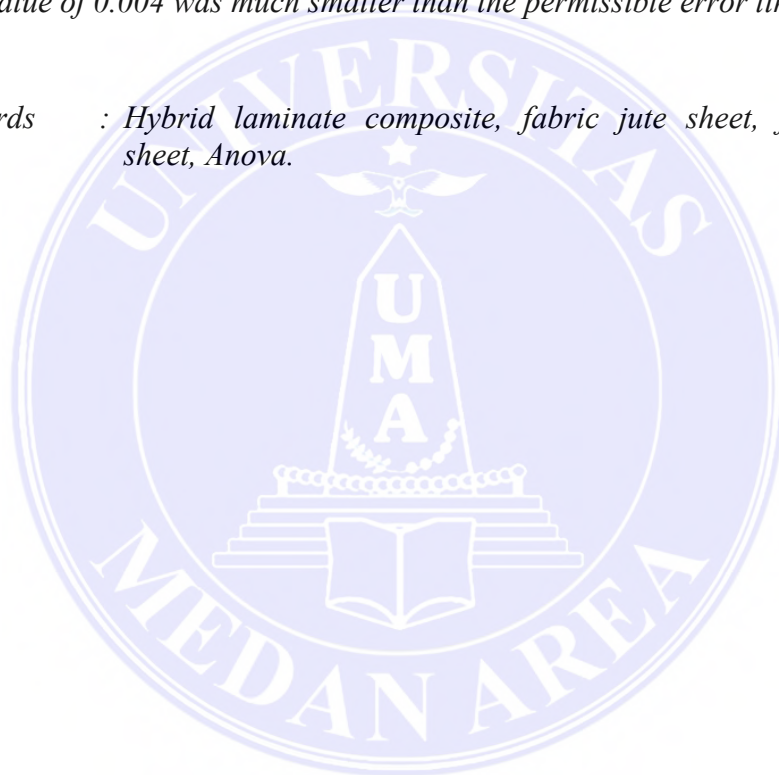
Kata kunci : Komposit laminat hibrid, lembar jute anyaman, lembar *e-glass* anyaman, Anova.



ABSTRACT

In this study, natural composite materials were combined (hybrid) with synthetic materials to produce new laminated composite materials with better mechanical properties than the constituent materials. This study aims to calculate the value of Overall Total Data (TDK), Overall Average Data (RDK), Overall Total Squares (JKS), Total Treatment Squares (JKP), and Analysis of the effectiveness of e-glass laminated jute composite casing based on its flexural strength with ANOVA method. The flexural test uses the ASTM D790 test standard and the printing process uses the vacuum bagging method. The materials used are jute sheets and woven e-glass. Epoxy material is used as a composite matrix. Based on the results of the ANOVA analysis, it was found that the hybrid composite material significantly increased the flexural strength of the laminate composite because the error value of 0.004 was much smaller than the permissible error limit ($\alpha = 0.5$).

Keywords : Hybrid laminate composite, fabric jute sheet, fabric e-glass sheet, Anova.

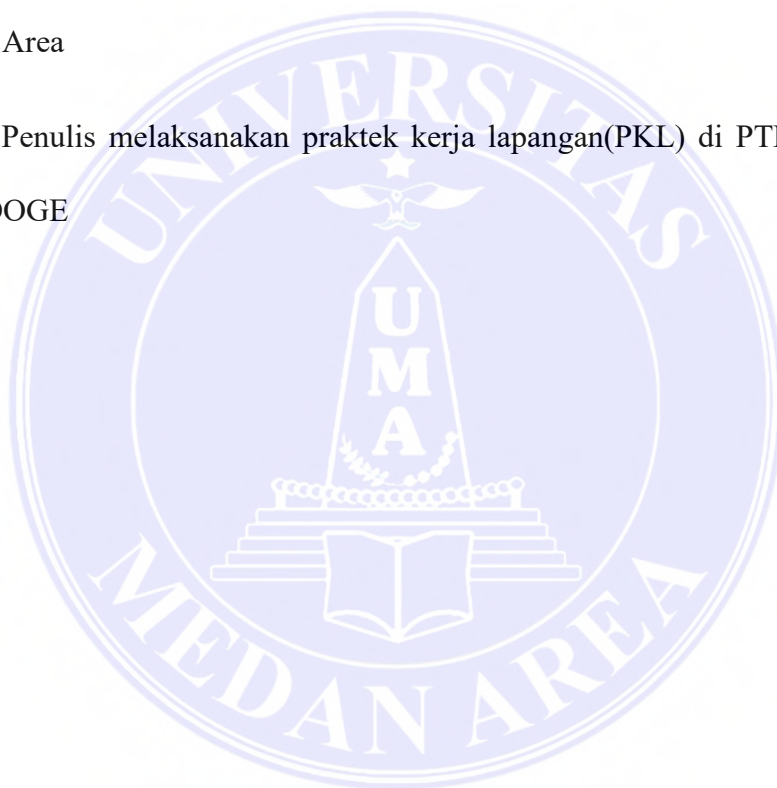


RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Indrapura Pada tanggal 09, April, 1998 dari ayah Radiman Butar-butar dan ibu Rimbun Panjaitan Penulis merupakan putra ke 3 dari 4 bersaudara

Tahun 2016 Penulis lulus dari SMK NEGERI 1 AIR PUTIH dan pada tahun 2016 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area

Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PTPN IV PASIR MANDOGGE



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah pembuatan dan pengujian spesimen komposit dengan judul “Analisis Efektifitas Komposit Laminat Hibrid Jute *E-Glass* Berdasarkan Kekuatan Lenturnya dengan Metode Anova”. Terima kasih penulis sampaikan kepada bapak Zulfikar, ST., MT. selaku pembimbing 1 penulis, yang telah banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis selama proses pengerjaan penelitian ini. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada rekan- rekan satu tim dan teman- teman seangkatan yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi/tesis ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir/skripsi/tesis ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi/tesis ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis

(Johannes Junior Budiman Butar-Butar)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/ SKRIPSI/ TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Hipotesis Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Komposit	6
2.1.1. Komposit Laminat <i>Hybird</i>	7
2.2. Serat Jute	7
2.3. Serat <i>E-glass</i>	9
2.4. Kekuatan Lentur	10
2.5. Statistik.....	11
2.6. Metode Anova	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2. Bahan dan Alat	15
3.2.1. Bahan.....	15
3.2.2. Alat.....	17
3.3. Metode Penelitian.....	20

3.3.1. Pengujian Lentur	20
3.3.2. Prosedur Pengolahan Data	21
3.4. Populasi dan Sampel	22
3.5. Prosedur Kerja	23
3.5.1 Proses Pembuatan Bahan	23
3.5.2 Diagram Alir Penelitian	26
BAB IV PEMBAHASAN.....	27
4.1. Hasil.....	27
4.1.1. Total Data Keseluruhan (TDK) dan Rata-rata Data Keseluhan (RDK).....	27
4.1.2. Jumlah Kuadrat Seluruhnya (JKS) dan Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)	29
4.1.3. Hasil Perhitungan Anova	30
4.2. Pembahasan	30
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	32
5.1. Simpulan.....	32
5.2. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
DAFTAR LAMPIRAN.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Sifat dan Komposisi Serat Jute	8
Tabel 2. 2. Karakteristik mekanik serat kaca jenis e-glass.	10
Tabel 3. 1. Jadwal Penelitian.....	15
Tabel 3. 2. Populasi Spesimen	23
Tabel 4. 1. Hasil Perhitungan (TDK) Dan (RDK)	27
Tabel 4. 2. Hasil Perhitungan JKS	29
Tabel 4. 3. Hasil Perhitungan JKP	30
Tabel 4. 4. Hasil Perhitungan Metode Dengan Anova.....	30



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Pembentukan material komposit menggunakan matrix dan filler.....	6
Gambar 2. 2. Serat Jute	8
Gambar 2. 3. Serat E-Glass Anyam	9
Gambar 3. 1. Kain Jute.....	16
Gambar 3. 2. Serat E- Glass	16
Gambar 3. 3. bahan matric komposit resin epoxy dan katalis (hardener).....	17
Gambar 3. 4. Gunting.....	17
Gambar 3. 5. Vakum Cleaner.....	18
Gambar 3. 6. Timbangan Digital	18
Gambar 3. 7. Universal Testing Machine	19
Gambar 3. 8. Laptop.....	20
Gambar 3. 9. Proses Pengujian Beban Lentur.....	21
Gambar 3. 10. Pemotongan Lembar Jute	23
Gambar 3. 11. Proses Pencampuran Epoxi dan Hardener	24
Gambar 3. 12. Pemberian Epoxi pada Jute Anyaman.....	24
Gambar 3. 13. Pelapisan Susunan Komposisi Laminat	25
Gambar 3. 14. Proses Vacuum Baging	25
Gambar 3. 15. Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4. 1. Nilai Sub Total Kekuatan Lentur	28
Gambar 4. 2. Nilai Rata- rata Kekuatan Lentur	29
Gambar 4. 3. Perbandingan Nilai Perhitungan	31

DAFTAR NOTASI

σ_f	= Tegangan lentur (MPa)
P	= Beban pada titik tertentu pada kurva beban lendutan, (N)
L	= Bentang tumpuan (mm)
b	= Lebar balok uji (mm)
d	= Kedalaman balok uji (mm)
ϵ_f	= Regangan lentur (mm)
D	= Lendutan Maksimum (mm)
d	= Kedalaman (mm)
L	= Bentang Tumpuan (mm)
x	= notasi nilai rata-rata sebelum
X	= nilai data dari $X_1 \dots X_n$
N	= jumlah kejadian atau jumlah frekuensi
M_d	= nilai medan
N	= jumlah data 3
S	= Standar deviasi
f_i	= frekuensi kelompok
x_i	= nilai tengah x ke- i
\bar{x}	= nilai rata-rata data
n	= jumlah data

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Material merupakan sesuatu yang disusun atau dibuat oleh bahan baku. Material adalah bahan baku yang diproduksi perusahaan industri dan dapat diperoleh dari pembelian lokal, impor atau pengolahan yang dilakukan sendiri (Watanabe, Abe and Oka, 2014). Material dijadikan dari beberapa bahan sebagai suatu produk atau barang jadi yang lebih bermanfaat, seperti material komposit yang terdiri dari dua kombinasi bahan atau lebih dan memiliki sifat mekanik yang berbeda. Komposit adalah material yang terbentuk melalui pencampuran dua material atau lebih yang berbeda, dalam bentuk dan komposisi material yang tidak larut satu sama lain. Pada umumnya material komposit merupakan material yang dibentuk dari bahan- bahan yang memiliki beberapa sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh masing- masing komponennya, dan kombinasi tersebut tidak terbatas pada bahan matriknya (Iskandar Fajri and Sugiyanto, 2013).

Material komposit memiliki kekuatan, kekakuan, sifat isolator panas, dan lebih tahan terhadap korosi dari pada material seperti logam. Komposit laminat merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat sendiri (MV Al Fazar, 2020). Komposit *hybird* adalah komposit yang diperkuat dengan beberapa gabungan serat yaitu serat secara continuous dengan serat secara acak, agar dapat meminimalisir kekurangan sifat dari kedua tipe dan menggabungkan kedua serat menjadi satu agar mendapatkan karakteristik yang baru (Huda, 2018).

Serat merupakan salah satu bahan yang dipergunakan dalam pembentukan material komposit dan dalam bahan komposit serat berfungsi sebagai penguat yang menahan beban, sehingga kekuatan material komposit sangat tergantung dari serat pembentuknya (Iskandar Fajri and Sugiyanto, 2013). Serat adalah stuktur berbentuk seperti rambut berasal dari rambut hewan, tumbuhan dan mineral (Azwar, 2017). Serat biasanya dibedakan menjadi dua jenis yakni serat alam dan serat sintetis. Serat alam memiliki kemampuan dalam menyerap dan terdiri dari selulosa (*cellulose*), hemiselulosa, dan lignin (Azwar, 2017). Serat alam adalah serat yang berasal dari tumbuhan dan hewan berbentuk seperti benang, serat ijuk, serat jute dan serat pisang (Xaveria, Perdinan and M, 2013).

Serat alam adalah bahan yang berkelanjutan yang mudah tersedia di alam dan memiliki keunggulan seperti berbiaya rendah, ringan, terbarukan, biodegradabilitas, dan sifat spesifik yang tinggi (Habibie *et al.*, 2021). Jute biasanya digunakan sebagai goni atau pembawa barang yang telah dikenal sejak zaman mesir kuno yang kemudian menyebar ke asia (Muranti, 2009). Jute adalah serat yang didapat dari kulit batang tanaman *Corchorus capsularis* dan serat jute mempunyai kekuatan dan kilau sedang, tetapi mulur saat putus rendah hanya 1,7% dan getas (Suliyanthini *et al.*, 2014). Serat polimer sintetis (*synthetic polymeric fiber*) atau biasa disebut serat sintetis adalah serat yang dibuat oleh manusia dari hasil riset dan pengembangan dalam industri petrokimia dan tekstil (Resmi, 2020). Serat sintetis merupakan serat yang terbentuk dari bahan anorganik berbentuk seperti *e-glass*, karbon dan aramid.

Serat *E-glass* merupakan isolator yang baik, akan tetapi material dengan menggunakan serat *E-glass* merupakan material yang cukup getas dan serat *E-glass* ini juga mempunyai kekuatan tarik sekitar 3,44 GPa dan mempunyai modulus elastisitas 72,3 GPa (Nugroho, 2016). Serat *E-glass* adalah salah satu jenis serat yang dikembangkan sebagai penyekat atau bahan isolasi dan jenis serat ini mempunyai kemampuan bentuk yang baik (Kosanke, 2019). *E-glass* merupakan bahan sintetis yang paling banyak ditemui dan memiliki harga jual yang relatif lebih murah dibandingkan dengan jenis sintetis lainnya (Siregar, , Achmad Jusuf Zulfikar and Siregar, 2022). Serat penguat borosilicate dengan ketahanan terhadap air dan zat kimia yang baik, dan merupakan jenis serat penguat yang sering digunakan pada pembuatan kapal (Akbar, Yudo and Mulyanto, 2020). Oleh karena itu penulis akan analisis efektifitas komposit laminat hibrid jute *E-glass* berdasarkan kekuatan lenturnya dengan metode anova

1.2. Perumusan Masalah

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian komposit laminat *hybird* jute *e-glass* berdasarkan kuat lenturnya. Adapun rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Metode apakah yang digunakan untuk menghitung nilai kuadrat dari perlakuan, error, dan total?
2. Apakah nilai rata- rata dari kuadrat jumlah perlakuan dan error terdistribusi dengan baik?
3. Bagaimana efektifitas selubung komposit laminat jute *e-glass* berdasarkan kekuatan lenturnya?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menghitung nilai Total Data Keseluruhan (TDK) dan Rata-rata Data Keseluruhan (RDK) dari data kekuatan lentur komposit laminat hibrid jute e- glass.
2. Menghitung nilai Jumlah Kuadrat Keseluruhan (JKS) dan Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) dari data kekuatan lentur komposit laminat hibrid jute e- glass.
3. Analisis efektifitas selubung komposit laminat jute e- glass berdasarkan kekuatan lenturnya dengan metode Anova.

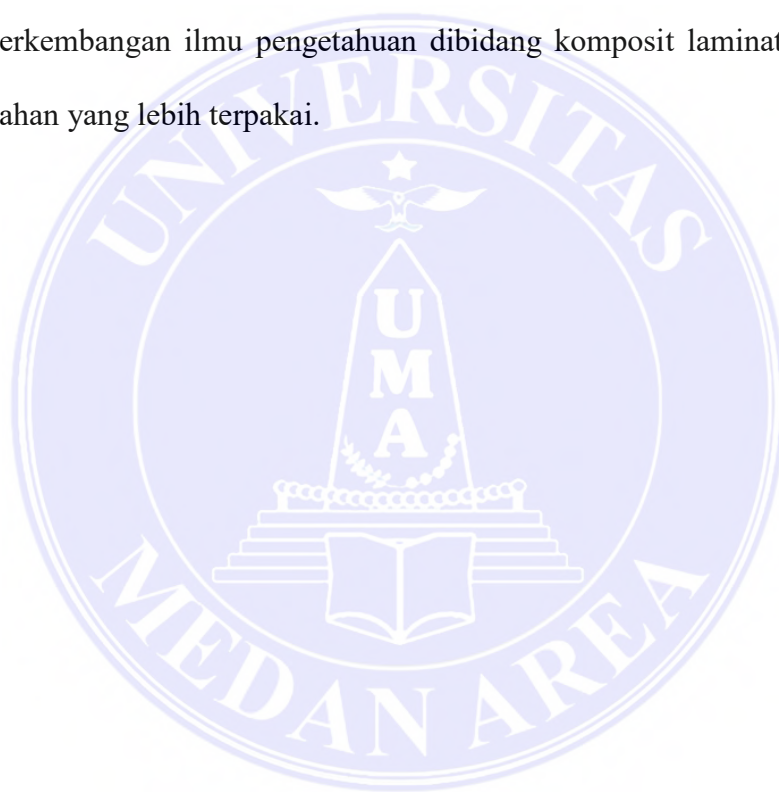
1.4. Hipotesis Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, dasar atau landasan dalam proses penelitian ini didapat dari buku dan jurnal yang terkait. Maka dari itu hipotesis penelitian ini adalah pemberian serat hybrid jute e-glass dapat meningkatkan kekuatan lentur bahan komposit laminat. Untuk membuktikan dugaan tersebut, maka perlu dilakukan serangkaian pengujian dan analisis.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh komposit laminat *hybird* jute *e-glass* terhadap kekuatan lenturnya dan manfaat yang berpengaruh sebagai berikut.

1. Mendapatkan pengetahuan tentang sifat material komposit laminat *hybird* jute *e-glass*, terutama pengaruhnya terhadap kekuatan lentur.
2. Diharapkan bisa memanfaatkan dan mengembangkan teknologi komposit dibidang industri material dengan menggunakan serat, untuk dapat digunakan sebagai bahan acuan dan pertimbangan dalam pengembangan penelitian ilmu yang sejenis.
3. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memanfaatkan serat dalam perkembangan ilmu pengetahuan dibidang komposit laminat agar menjadi bahan yang lebih terpakai.

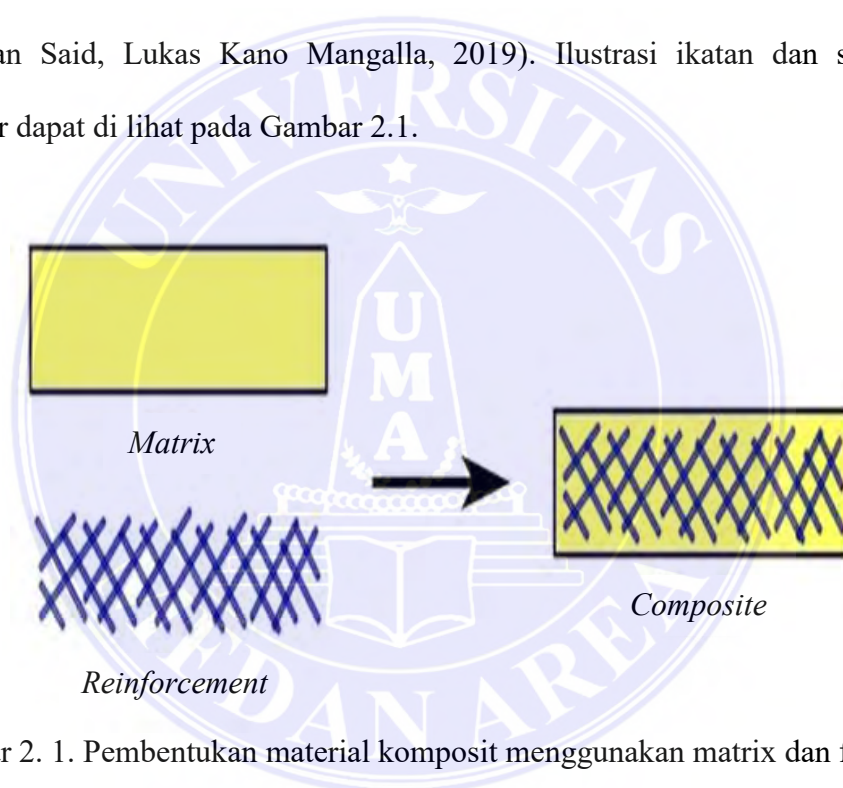


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komposit

Komposit adalah bahan yang terbentuk apabila dua atau lebih komponen yang berlainan di gabung. Komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer di perkuat dengan serat, menggabungkan sifat- sifat mekanik dan fisik (Harman Said, Lukas Kano Mangalla, 2019). Ilustrasi ikatan dan sifat fisik polimer dapat di lihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Pembentukan material komposit menggunakan matrix dan filler

Material komposit terdiri lebih dari satu tipe material dan dirancang untuk mendapatkan kombinasi karakteristik terbaik dari setiap komponen penyusunnya. Dibanding dengan material konvensional, bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya memiliki kekuatan yang dapat diatur, berat yang lebih ringan, kekuatan dan ketahanan yang lebih tinggi, tahan korosi, dan tahan terhadap keausan. Material komposit terdiri dari unsur-unsur penyusun dan komponen dapat

berupa unsur organik, anorganik ataupun metalik dalam bentuk serat, partikel serbuk dan lapisan.

2.1.1. Komposit Laminat *Hybird*

Material komposit terdiri dari unsur- unsur penyusun dan komponen dapat berupa unsur organik, anorganik ataupun metalik dalam bentuk serat, partikel serbuk dan lapisan seperti komposit laminat *hybrid*. Komposit laminat *hybird* merupakan komposit gabungan antara serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat-sifat kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya (MV Al Fazar, 2020).

Komposit laminat merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat sendiri. Komposit laminat ini terdiri dari empat jenis yaitu komposit serat kontinyu, komposit serat anyam, komposit serat acak dan komposit serat hibrid. Komposit lamina yang serat penguatnya hanya searah pada umumnya tidak menguntungkan karena memiliki sifat yang buruk. Untuk itulah struktur komposit dibuat dalam bentuk laminat yang terdiri dari beberapa macam lapisan yang diorientasikan dalam arah yang diinginkan dan digabungkan bersama sebagai sebuah unit struktur.

2.2. Serat Jute

Serat jute mempunyai kekuatan dan kilau sedang, tetapi mulur saat putus rendah hanya 1,7% dan getas. Seratnya kasar sehingga membatasi kehalusan benang yang dapat dihasilkan. Sifat penting yang lain dari jute ialah sifat

higroskopisnya lebih tinggi dibanding dengan serat-serat selulosa yang lain (Muranti, 2009). Adapun serat jute dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2. Serat Jute

Serat jute merupakan salah satu material biodegradable sehingga ramah lingkungan (Septiyanto and Abdullah, 2015). Tanaman jute (*Corchorus capsularis*) tumbuh hingga 15-20 cm dalam 4 bulan, dan serat diekstraksi setelah panen yaitu sekitar 4 bulan sejak penanaman dan proses retting dilakukan baik dengan bantuan bahan kimia (Habibie *et al.*, 2021). Sifat- sifat dan komposisi yang terdapat pada serat jute dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Sifat dan Komposisi Serat Jute

Spesifikasi	Satuan	Nilai
<i>Density</i>	g/cm ³	1,23
<i>Tensile strength</i>	Mpa	325 – 770
<i>Young's Modulus</i>	Gpa	37,5 - 55
<i>Elongation at break</i>	%	2,5
<i>Selulosa</i>	%	60 – 65
<i>Hemiselulosa</i>	%	6 -8
<i>Lignin</i>	%	5 - 10
Kadar air	%	10 -15

2.3. Serat *E-glass*

Komposit *e-glass epoxy* merupakan komposit polimer matriks komposit atau biasa dikenal sebagai *glass fiber reinforced polymer* (GFRP). GFRP memiliki kualitas yang sangat baik seperti rasio kekuatan dan kekuatan yang hampir mendekati logam. Selain itu, komposit ini juga ringan, transparan, tidak berwarna, dan tidak ada batas ukuran objek dalam pembuatan. Oleh karena itu, penggunaan GFRP sering digunakan untuk aplikasi industri (Amirin Kusmiran , Akbar Sukman Pradhipta, 2020). Adapun serat *e-glass* dapat terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3. Serat *E-Glass* Anyam

Serat *E-Glass* adalah salah satu jenis serat yang dikembangkan sebagai penyekat atau bahan isolasi, jenis ini mempunyai kemampuan bentuk yang baik (Kosanke, 2019). Bahan ini memiliki sifat tahan cuaca, tahan panas, tahan air, rapat masa yang sangat rendah, dan modulus elastisitas yang tinggi (Siregar, , Achmad Jusuf Zulfikar and Siregar, 2022). Adapun karakteristik mekanik serat kaca jenis *e-glass* terlihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2. Karakteristik mekanik serat kaca jenis e-glass.

Parameter	Satuan	Besaran
Diameter	μm	12
Rapat Massa	g/cm ³	-2.54
Koefisien Ekspansi Thermal	x 10 ⁻⁶ K	-5.0
<i>Young's modulus</i>	GPa	72.4 – 76
Kekuatan Tarik	GPa	3.6
<i>Poisson's ratio</i>		0.21

2.4. Kekuatan Lentur

Kuat lentur adalah besarnya nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar di atas permukaan meja penekan mesin uji lentur atau juga didefinisikan sebagai hasil bagi antara momen lentur terhadap momen inersia benda uji (Gunawan, Budi and Wicaksono, 2014). Kuat lentur merupakan kemampuan benda uji yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (Pane, Tanudjaja and R.S. Windah, 2015). Standar uji lentur berdasarkan ASTM D790 (ASTM D790 – 17, 2002),serta rumus tegangan lentur terlihat pada persamaan 2.1. dan rumus regangan lentur terlihat pada persamaan 2.2.

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd^2} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

σ_f = Tegangan lentur (MPa)

P = Beban pada titik tertentu pada kurva beban lendutan, (N)

L = Bentang tumpuan (mm)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Kedalaman balok uji (mm)

$$\epsilon_f = \frac{6Dd}{L^2} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

- ϵ_f = Regangan lentur (mm)
- D = Lendutan Maksimum (mm)
- d = Kedalaman (mm)
- L = Bentang Tumpuan (mm)

2.5. Statistik

Kata “statistik” secara etimologis berasal dari kata status (bahasa Latin) yang sama dengan arti kata *state* (bahasa Inggris) atau kata staat (bahasa Belanda), yang bahasa Indonesianya diterjemahkan menjadi negara (Nasution, 2019). Statistik adalah kata yang digunakan untuk menyatakan sekumpulan fakta, umumnya berbentuk angka-angka yang disusun dalam tabel atau diagram yang melukiskan atau menggambarkan suatu kumpulan data yang mempunyai arti (Arisena, 2018). Statistik dapat terbagi seperti berikut (Bardja, 2017).

a. Rata- Rata

Mean (rata-rata) adalah jumlah seluruh nilai data dibagi dengan seluruh kejadian dengan persamaan 2.3.

$$x = (\sum x) / N \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

- x = notasi nilai rata-rata sebelum
- X = nilai data dari X1 ... Xn
- N = jumlah kejadian atau jumlah frekuensi

b. Median

Median adalah nilai tengah dan rangkaian data yang telah tersusun secara teratur atau sebagai ukuran letak, karena median membagi distribusi menjadi 2 bagian yang sama dengan persamaan 2.4.

$$Md = N + 1 \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

Md = nilai median

N = jumlah data

c. Standar Deviasi

Standar deviasi adalah nilai statistik yang dimanfaatkan untuk menentukan bagaimana sebaran data dalam sampel, serta seberapa dekat titik data individu ke mean atau rata-rata nilai sampel (Hidayat, Sabri and Awaluddin, 2019). Adapun standar deviasi terlihat pada persamaan 2.5.

$$S = \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{x})^2}{n}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

S = Standar deviasi

f_i = frekuensi kelompok

x_i = nilai tengah x ke-i

\bar{x} = nilai rata-rata data

n = jumlah data

2.6. Metode Anova

Metode anova adalah bentuk khusus dari analisis statistik yang banyak digunakan dalam penelitian eksperimen, metode analisis ini dikembangkan oleh R.A Fisher dan metode anova juga adalah bentuk uji hipotesis statistik dimana kita mengambil kesimpulan berdasarkan data atau kelompok statistik inferentif (Septiadi and Ramadhani, 2020). Dalam perhitungan Anova, beberapa variabel penting yang harus dihitung antara lain:

- a. Jumlah kuadrat perlakuan ($SS_{treatment}$) yang dihitung melalui persamaan 2.6.

$$SS_{Treatment} = n \sum_{i=1}^a (\bar{y}_{L_i} - \bar{y}_{..})^2 \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana a ialah jumlah *treatment* (perlakuan) dan $(\bar{y}_{L_i} - \bar{y}_{..})^2$ ialah kuadrat selisih antara nilai rata-rata perlakuan dengan grand total rata-rata.

- b. Jumlah kuadrat error data (SS_E) yang dihitung menggunakan persamaan 2.7.

$$SS_E = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{L_i})^2 \dots\dots\dots (2.7)$$

- c. Rasio jumlah kuadrat treatment ($MS_{Treatment}$) terhadap jumlah derajat kebebasannya. Demikian juga dengan rasio error (MS_E) terhadap jumlah derajat kebebasannya.

- d. Jumlah total dari jumlah kuadrat (SS_T) adalah penjumlahan antara $SS_{treatment}$ dengan SS_E .

- e. Menghitung nilai F-Distribusi dengan membandingkan antara $MS_{Treatment}$ dengan MS_E . Hasil perhitungan F-Distribusi tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai data pada tabel F-Distribusi dengan toleransi

hingga 5 %. Hasil perbandingan tersebut menentukan dampak pengaruh komposit *hybird*.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan selama 6 bulan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Medan Area. Jadwal pelaksanaan kegiatan penelitian diperlihatkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Rapat Koordinasi penelitian	█															
2	Persiapan alat dan bahan		█	█	█												
3	Pencetakan komposit laminat			█	█	█	█										
4	Pengujian kekuatan lentur					█	█										
5	Pengolahan data							█	█	█	█						
6	Analisis hasil uji									█	█	█	█				
7	Pembuatan laporan											█	█	█	█		
8	Seminar hasil																█

3.2. Bahan dan Alat

Alat dan bahan yang dipergunakan dalam proses penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan penyelidikan kekuatan lentur komposit laminat hibrid jute e-glass.

3.2.1. Bahan

Adapun bahan- bahan yang dipergunakan dalam proses penelitian ini sebagai berikut.

a. Kain jute

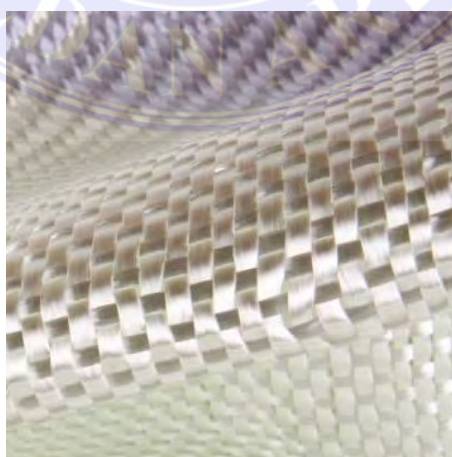
Kain jute ini dalam penelitian ini berfungsi sebagai penguat struktur komposit laminat. Serat jute yang digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1. Kain Jute

b. Serat *E- Glass*

Serat *E-glass* dalam penelitian ini berfungsi sebagai penguat struktur komposit laminat. Serat *E-glass* yang digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2. Serat E- Glass

c. Resin *Epoxy* dan Pengeras

Resin *epoxy* dan pengeras dalam penelitian ini adalah dari jenis *Bisphenol A-Epichlorohydrin*. Bentuk resin *Epoxy* dan pengerasnya diperlihatkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3. bahan matric komposit resin epoxy dan katalis (hardener)

3.2.2. Alat

Adapun alat- alat yang dipergunakan dalam proses penelitian ini sebagai berikut.

a. Gunting

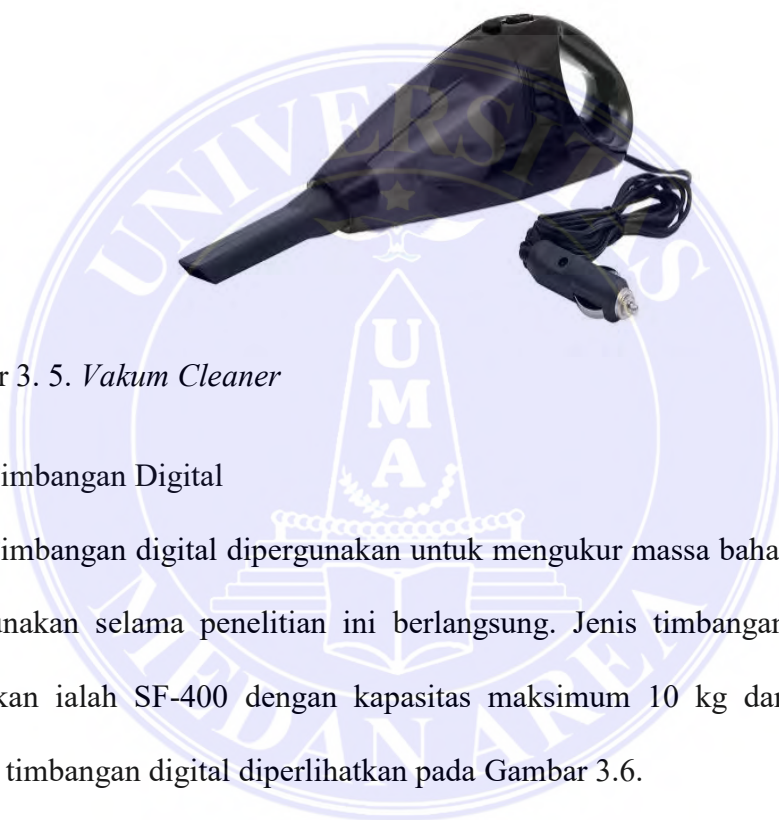
Gunting didalam penelitian ini digunakan untuk memotong lembar jute anyaman dan *e-glass* anyaman. Adapun gunting yang dipakai didalam penelitian ini diperlihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4. Gunting

b. *Vacum Cleaner*

Vacum cleaner merupakan suatu perangkat yang bekerja dengan menggunakan pompa udara untuk menciptakan *vacum* parsial sebagai penghisap debu dan kotoran yang menempel dikarpet atau di lantai (Nurlaili, Bela Veronika, Orizha Cantika, 2018). Didalam penelitian ini *vacum cleaner* digunakan untuk menghisap udara didalam wadah, *vacum cleaner* dapat terlihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5. *Vakum Cleaner*

c. Timbangan Digital

Timbangan digital dipergunakan untuk mengukur massa bahan- bahan yang dipergunakan selama penelitian ini berlangsung. Jenis timbangan digital yang digunakan ialah SF-400 dengan kapasitas maksimum 10 kg dan presisi 1 g. Bentuk timbangan digital diperlihatkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6. Timbangan Digital

d. *Universal Testing Machine*

Universal Testing Machine (UTM) ialah mesin atau alat pengujian yang memiliki fungsi untuk menguji kekuatan lentur bahan terhadap jenis pembebanan yang diberikan. Alat ini dapat digunakan untuk beberapa jenis pembebanan pengujian, antara lain: beban tekan, tarik, lentur, dan fatik. Alat uji UTM yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah dari jenis *Hydraulic* UTM model WEW-300D kapasitas 300 kN. Foto alat uji UTM tersebut diperlihatkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7. *Universal Testing Machine*

a. Laptop

Laptop berfungsi sebagai mesin untuk menjalankan aplikasi-aplikasi yang diperlukan untuk analisis data hasil pengujian. Bentuk dan spesifikasi laptop yang dipergunakan diperlihatkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8. Laptop

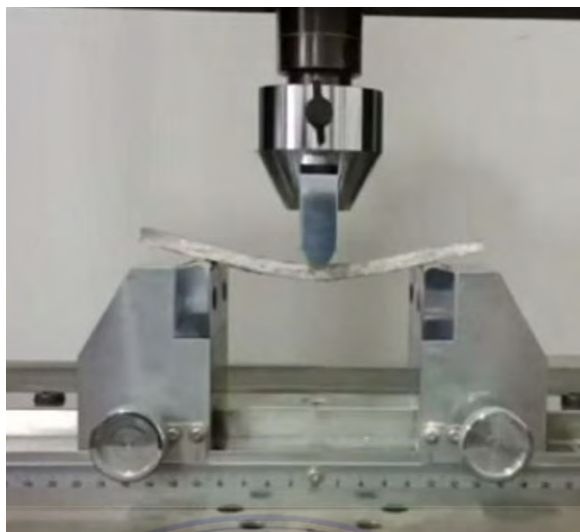
3.3. Metode Penelitian

Adapun Adapun metode penelitian ini prosedur pengujian lentur dan pengolahan data hasil uji.

3.3.1. Pengujian Lentur

Berikut ini adalah prosedur pengujian kekuatan lentur spesimen komposit laminat hybrid jute e-glass, sebagai berikut:

- a. Persiapan spesimen dan alat UTM. Spesimen dibersihkan dari kotoran yang menempel dipermukaannya. Parameter-parameter pengujian di-input ke komputer UTM melalui software khusus pengujian.
- b. Peletakkan spesimen pada 2 (dua) buah dudukan yang berjarak 100 mm.
- c. Menempelkan ujung batang pembebanan tepat ditengah- tengah specimen, terlihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3. 9. Proses Pengujian Beban Lentur

- d. Proses pembebanan lentur dengan kecepatan pembebanan 0.05 mm/menit.
- e. Perubahan beban dan defleksi dicatat secara otomatis oleh komputer UTM.
- f. Proses pengujian berakhir apabila spesimen uji telah mengalami kerusakan (patah).

3.3.2. Prosedur Pengolahan Data

Berikut ini adalah prosedur perhitungan Anova berdasarkan data- data uji kekuatan lentur spesimen komposit laminat hybrid jute e-glass, sebagai berikut:

- a. Menyusun data-data kekuatan lentur berdasarkan jumlah level (*treatment*) dengan jumlah perulangan (*replicates*).
- b. Menghitung nilai total dan rata-rata data uji berdasarkan treatment-nya.
- c. Menghitung nilai grand total dari nilai total dan rata-rata data uji.
- d. Menghitung jumlah kuadrat dari data treatment ($SS_{\text{Treatment}}$) dan derajat kebebasannya ($DoF_{\text{Treatment}}$).
- e. Menghitung jumlah kuadrat dari error (SS_E) pada masing- masing dan derajat kebebasannya (DoF_E).

- f. Menghitung jumlah kuadrat keseluruhan (SS_T) dengan menjumlahkan $SS_{Treatment}$ dengan SS_E .
- g. Menghitung rasio data treatment ($MS_{Treatment}$) dengan membagikan $SS_{Treatment}$ dengan $DoF_{Treatment}$.
- h. Menghitung rasio data error (MS_E) dengan membagikan SS_E dengan DoF_E .
- i. Menghitung nilai F-Distribusi eksperimental (F_0) dengan membagikan antara $MS_{Treatment}$ dengan MS_E .
- j. Membandingkan nilai F-Distribusi antara F_0 dengan tabel F-Distribusi dengan toleransi hingga 5 % dan menentukan keputusan signifikansi atau tidak pengaruh Treatment yang diberikan pada peningkatan kekuatan tekan spesimen beton silinder.

3.4. Populasi dan Sampel

Dalam penelitian ini populasi yang digunakan adalah jenis serat *hybrid*. Jumlah populasi sebanyak 18 populasi. Jenis serat *hybrid* yang digunakan dalam penelitian ini spesimen JGG sebanyak 3 populasi, spesimen JJJG sebanyak 3 populasi dan spesimen GJJG sebanyak 3 populasi, spesimen JJJG sebanyak 3 populasi, spesimen JJJG sebanyak 3 populasi, spesimen GJJG sebanyak 3 populasi. Populasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2, Spesimen uji lentur dalam penelitian ini dibentuk berdasarkan standar pengujian ASTM D790, huruf J adalah untuk lembaran jute anyaman dan G adalah untuk lembaran *e-glass* anyaman.

Tabel 3. 2. Populasi Spesimen

No	Kombinasi Bahan	Jumlah
1	JJG	3
2	JGJ	3
3	GJG	3
4	JJG	3
5	JGJG	3
6	GJGJ	3
Total Spesimen:		18

Teknik pengambilan sampel yang dilakukan dari masing- masing populasi menggunakan sampel dengan data populasi sama, kemudian disimpulkan bahwa jumlah sampel yang diperoleh adalah 6 sampel.

3.5. Prosedur Kerja

Adapun prosedur kerja dalam penelitian ini ialah pembuatan spesimen dan diagram alir proses penelitian

3.5.1 Proses Pembuatan Bahan

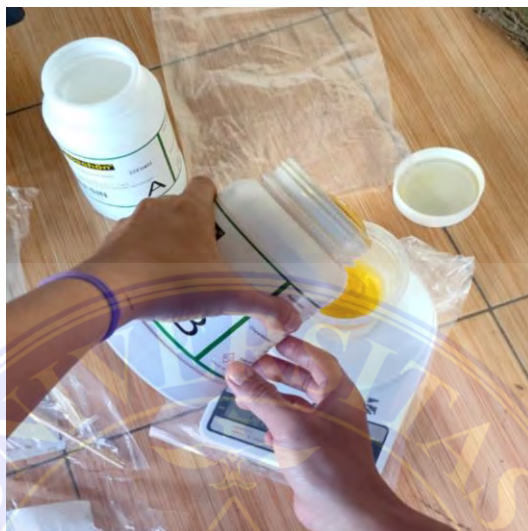
Prosedur pembuatan spesimen uji lentur adalah sebagai berikut:

- a. Potong lembaran jute dan e-glass anyaman dengan ukuran panjang ialah 150 mm dan lebar ialah 100 mm, adapun proses pemotongan lembar jute dan e-glass anyaman seperti terlihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 10. Pemotongan Lembar Jute

- b. Oleskan alas cetakan dengan menggunakan Wax.
- c. Campurkan cairan epoksi dengan hardenernya dengan komposisi 1:1 dan aduk hingga merata seperti pada Gambar 3.10.



Gambar 3. 11. Proses Pencampuran Epoksi dan Hardener

- d. Tuangkan cairan campuran epoksi ke atas alas cetakan dan ratakan.
- e. Letakkan lembaran jute anyaman yang telah dipotong diatas alas cetakan dan tuangkan kembali cairan campuran epoksi di atasnya, lalu ratakan, terlihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3. 12. Pemberian Epoksi pada Jute Anyaman

- f. Letakkan lembaran kedua di atasnya tergantung dari susunan komposisi yang telah ditentukan pada Tabel 3.2. dan terlihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3. 13. Pelapisan Susunan Komposisi Laminat

- g. Setelah susunan lapisan tercapai, oleskan kembali campuran epoksi di atasnya dan diratakan.
- h. Masukkan kedalam wadah tertutup dan keluarkan semua udara dalam wadah tersebut dengan menggunakan pompa vacuum, terlihat pada Gambar 3.13.

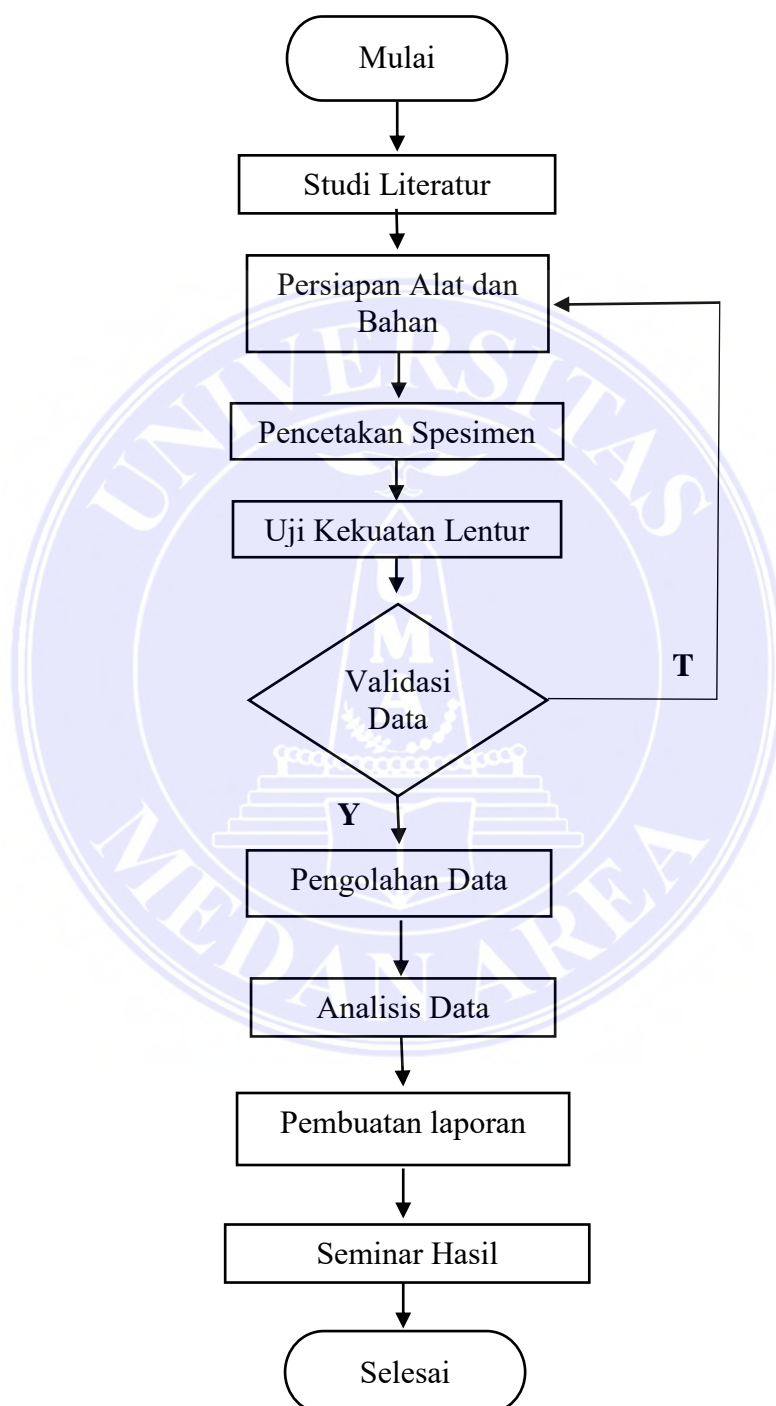


Gambar 3. 14. Proses *Vacum Baging*

- i. Biarkan hingga spesimen mengeras.

3.5.2 Diagram Alir Penelitian

Tahapan proses prosedur kerja yang dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3.15. sebagai berikut :



Gambar 3. 15. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data- data hasil eksperimental yang telah dikerjakan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Total Data Keseluruhan (TDK) pada kekuatan lentur komposit laminat hybrid jute e-glass sebesar 729.16 MPa dan Rata- rata Data Keseluruhan (RDK) komposit laminat *hybrid jute e-glass* sebesar 40.51 MPa.
2. Nilai Jumlah Kuadrat Seluruhnya (JKS) pada kekuatan lentur komposit laminat *hybird jute e-glass* sebesar 5122 MPa dan Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) sebesar 3726 MPa dari data kekuatan lentur komposit laminat hibrid jute *e-glass*.
3. Berdasarkan kekuatan lentur komposit laminat hybrid jute e-glass dengan metode anova nilai kuadrat perlakuan komposit laminat *hybrid jute e-glass* sebesar 3726 MPa, *error* sebesar 116.3 MPa dan nilai total sebesar 5122 MPa. Sehingga diperoleh nilai *p-value* lebih kecil dari alpha, hal ini menunjukkan bahwa pemberian serat hibrid mempengaruhi peningkatan kekuatan lentur komposit laminat

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan dalam penelitian ini, maka kepada penelitian selanjutnya disarankan untuk

1. Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan untuk menambahkan variasi lapisan laminat lebih dari 2 variasi untuk hasil yang lebih maksimal.
2. Menambahkan atau mencoba lapisan yang berbeda pada penelitian selanjutnya.



DAFTAR PUSTAKA

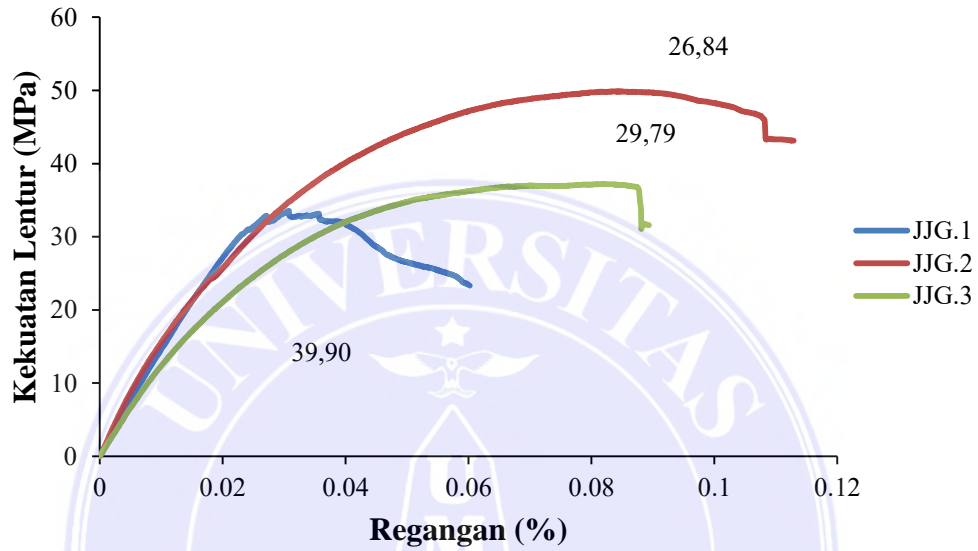
- Akbar, I.F., Yudo, H. and Mulyanto, I.P. (2020) „Jurnal teknik perkapalan“, *Teknik Perkapalan*, 8(2), pp. 96–104.
- Amirin Kusmiran , Akbar Sukman Pradhipta, R.D. (2020) „Pengaruh Orientasi Serat Komposit E-Glass Epoxy Terhadap Sifat Mekanik Pegas Daun Tunggal Dengan Metode Elemen Hingga“, 4(1), pp. 57–62.
- Arisena, G.M.K. (2018) „Buku Ajar Pengantar Statistika“, 2018, pp. 1–46.
- ASTM D790 – 17 (2002) „Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. D790“, *Annual Book of ASTM Standards*, i, pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1520/D0790-17.2>.
- Azwar, E. (2017) *Aplikasi Selulosa Sebagai Filler Pada Komposit Beton*. Yogyakarta: TEKNOSAIN.
- Bardja, S. (2017) „Pengaruh Penerapan Senam Hook Ups Terhadap Tingkat Percaya Diri Anak Kelas Dua MIN Guwa Kidul“, *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 2(12), pp. 112–122.
- Gunawan, P., Budi, A.S. and Wicaksono, K.D. (2014) „Kuat Lentur, Toughness, Dan Stiffness Pada Beton Ringan“, *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 2(2), pp. 109–116.
- Habibie, S. *et al.* (2021) „Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan, Suatu Kajian Pustaka“, *Jurnal Inovasi dan Teknologi Material*, 2(2), pp. 1–13.
- Harman Said, Lukas Kano Mangalla, B.S. (2019) „Analisa Mampu Redam Suara Komposit Serat Sabut Kelapa Dengan Matriks Polyvinyl Acetate (Lem Fox)“, *Fibres, Films, Plastics and Rubbers*, 4(1), pp. 66–71. Available at: <https://doi.org/10.1016/b978-0-408-15960-9.50013-9>.
- Hidayat, R.N., Sabri, L.M. and Awaluddin, M. (2019) „Analisis Desain Jaring Gns Berdasarkan Fungsi Presisi (Studi Kasus : Titik Geoid Geometri Kota Semarang)“, *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), pp. 48–55.
- Huda, R.N. (2018) „Pengaruh variasi volume serat pelepah pisang pada kekuatan dampak komposit“, *Journal of Chemical Information and Modeling*, pp. 5–18. Available at: <http://eprints.umm.ac.id/38988/1/PENDAHULUAN.pdf>.
- Iskandar Fajri, R. and Sugiyanto, dan (2013) „1) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung 2) Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung Jln“, *Prof.Sumantri Brojonegoro*, 1(2), p. 704947.
- Kosanke, R.M. (2019) „Material komposit“, pp. 8–30.

- Muranti, A. (2009) „Serat Jute dengan Olahan Kriya Sebagai Alternatif Bahan Baku Tas“. Universitas Negeri Jakarta.
- MV Al Fazar (2020) „Komposit Material“, *Material Komposit*, 5, pp. 4–22.
- Nasution, L.M. (2019) „Dasar Statistika“, *Jurnal Al-Fikru Thn. XIII, No. 2, Juli – Desember 2019 • ISSN 1978-1326 yang*, 13(16), pp. 141–145.
- Nugroho, Y.D. (2016) „Karakteristik Komposit Serat Glass Dengan Variasi Jumlah Lapisan Serat“, *Thesis, Dept. Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia* [Preprint].
- Nurlaili, Bela Veronika, Orizha Cantika, D.M. (2018) „Daya Hisap Vacuum Cleaner Sederhana“, *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, (1), pp. 24–26.
- Pane, F.P., Tanudjaja, H. and R.S. Windah (2015) „Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton“, *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), pp. 313–321.
- Resmi, S. (2020) „Tugas Akhir Tugas Akhir“, *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 201*, 2(1), pp. 41–49.
- Septiadi, A. and Ramadhani, W.K. (2020) „Penerapan Metode Anova untuk Analisis Rata-rata Produksi Donat, Burger, dan Croissant pada Toko Roti Animo Bakery“, *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 1(2), pp. 60–64.
- Septiyanto, R.F. and Abdullah, A.H.D. (2015) „Perbandingan Komposit Serat Alam Dan Serat Sintetis Melalui Uji Tarik Dengan Bahan Serat Jute Dan E-Glass“, *Gravity : Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 1(1), pp. 1–4.
- Siregar, D.A., Achmad Jusuf Zulfikar, M.Y.R.S. and Siregar, R.A. (2022) „FT-UMSU FT-UMSU“, 5(1), pp. 20–25.
- Suliyanthini, D. *et al.* (2014) „Modification Recycle Jute Fibre Waste For Bullet Proof Vests By. Dewi Suliyanthini, Dr. Riza. W. Jonathan MM, Dr Tinuk, and Aam. MSi. *)“, *Jurnal Green Growth Dan Manajemen Lingkungan*, 3(1)(<http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jgg/issue/view/224>), pp. 1–13.
- Watanabe, Y., Abe, H. and Oka, Y. (2014) „Materials“, *Supercritical-Pressure Light Water Cooled Reactors*, 9784431550, pp. 321–345. Available at: https://doi.org/10.1007/978-4-431-55025-9_4.
- Xaveria, M.S., Perdinan, S. and M, S. (2013) „Pembuatan Dan Karakterisasi Komposit Serat Palem Saray Dengan Matriks Poliester“, *Jurnal Saintia Fisika*, 2(November), p. 1998.

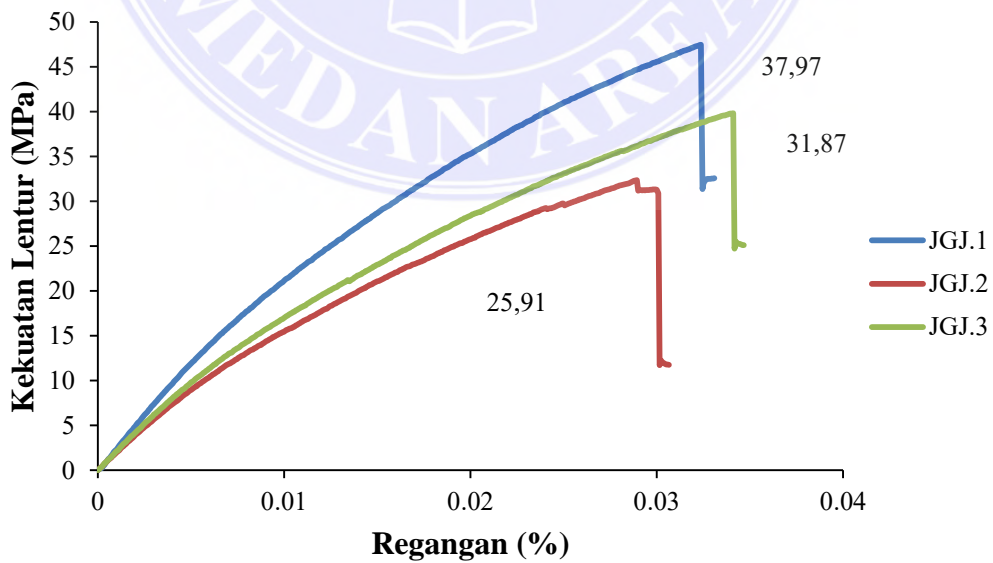
DAFTAR LAMPIRAN

Grafik Hasil Pengujian Kekuatan Lentur Spesimen Komposit Laminat Hibrid Jute *E-Glass*

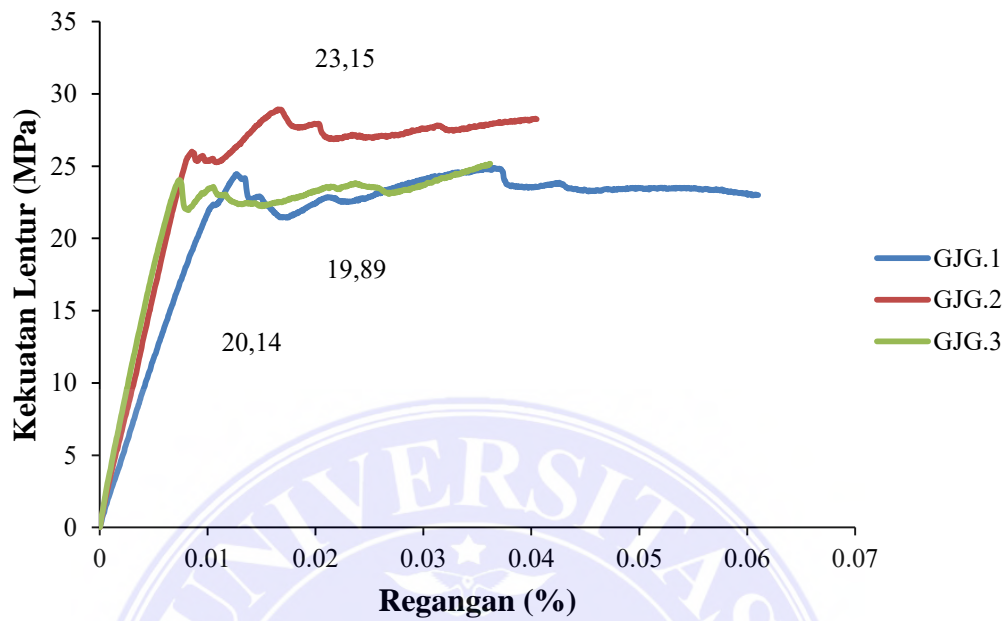
1. Spesimen JJG



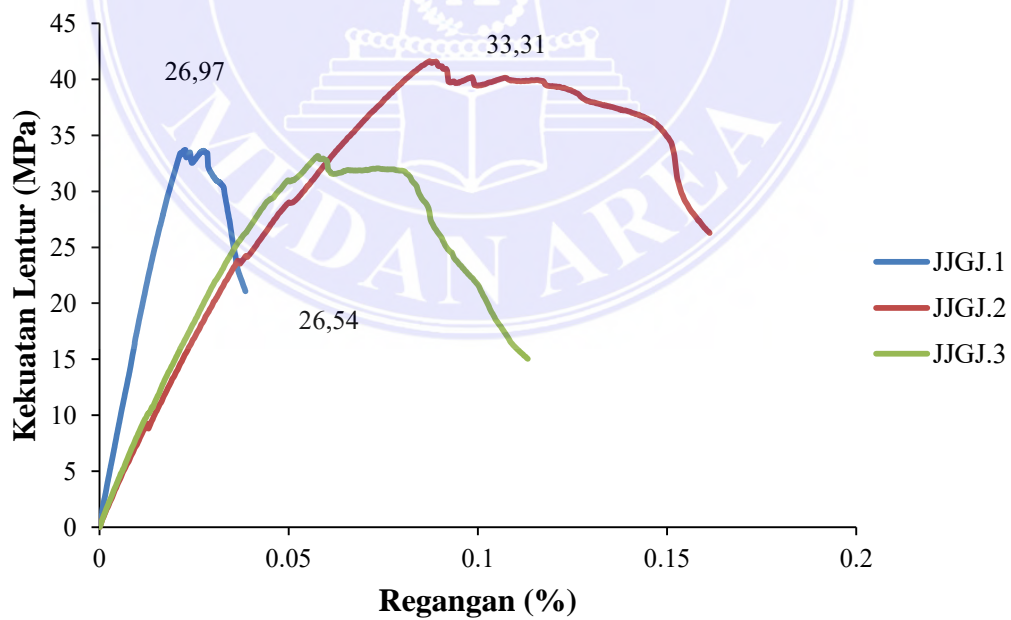
2. Spesimen JGJ



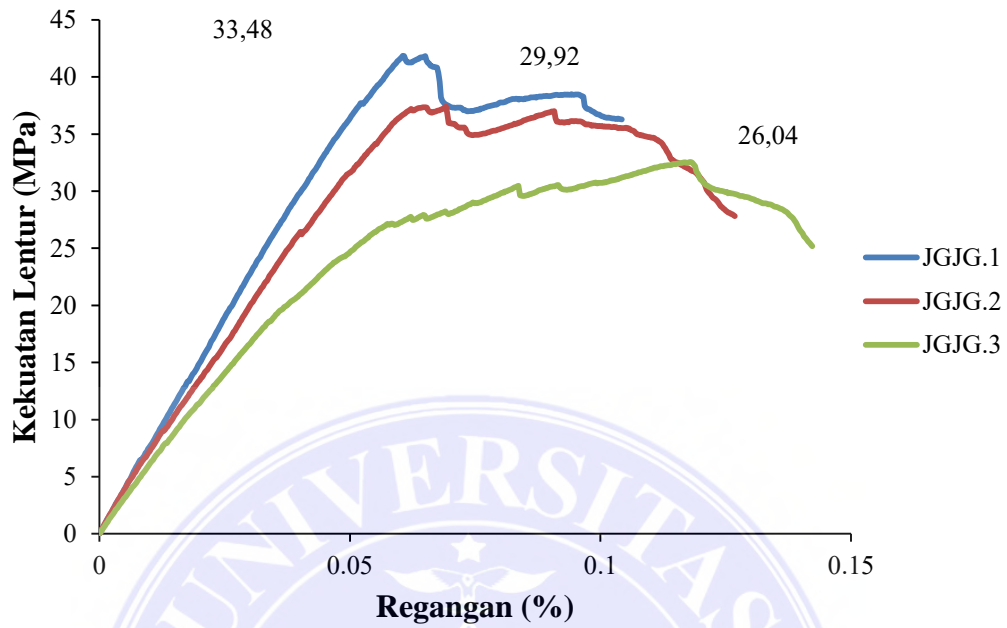
3. Spesimen GJG



4. Spesimen JJGJ



5. Spesimen JGJG



6. Spesimen GJGJ

