

**ANALISIS METODE SPLIT TENSILE TEST KOMPOSIT
LAMINAT HYBRID JUTE E-GLASS TERHADAP KEKUATAN
TARIK BELAH BETON KOLOM SILINDER**

SKRIPSI

OLEH :

**MUHAMMAD IBNU TAMBUSAY
188130077**



**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 26/6/23

Access From (repository.uma.ac.id)26/6/23

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS METODE SPLIT TENSILE TEST KOMPOSIT LAMINAT
HYBRID JUTE E-GLASS TERHADAP KEKUATAN TARIK BELAH
BETON KOLOM SILINDER**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

MUHAMMAD IBNU TAMBUSAY

188130077

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/6/23

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

Access From (repository.uma.ac.id)26/6/23

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Analisis metode split tensile test komposit laminat Hybrid jute e-glass terhadap kekuatan tarik belah beton kolom silinder

Nama Mahasiswa : Muhammad Ibnu Tambusay

NIM : 188130077

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Zulfikar, ST, MT
Pembimbing I


Dr. Iswandi, ST, MT
Pembimbing II



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



Muhammad Ibnu Tambusay, S.T., M.T.
Ka. Krom WD 1

Tanggal Lulus: 21 Maret 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 norma, 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, 21 Maret 2023



Muhammad Ibnu T

188130077

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 : Muhammad Ibnu Tambusay

NPM : 188130077

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi

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 Metode Split Tensile Test Komposit Laminat Hybrid Jute Eglass Terhadap Kekuatan Tarik Belah Beton Kolom Silinder 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 (*database*), merawat, dan mempublikasikan 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 : Universitas Medan Area

Pada Tanggal : 21 Maret 2023

Yang menyatakan



(Muhammad Ibnu Tambusay)

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala karunia Yang telah diberikan sehingga penulisan skripsi ini bisa diselesaikan. Tema yang dalam penelitian ini adalah material komposit dengan judul "analisis metode split tensile test komposit laminat hybrid e-glass terhadap kekuatan tarik beton kolom silinder". Terimakasih penulis sampaikan kepada bapak Zulfikar, ST., MT dan Dr. Iswandi ST., MT selaku pembimbing 1 dan 2 saya 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 terimakasih juga di sampaikan kepada ayah ibu 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 terimakasih.

Medan, 21 Maret 2023

Penulis

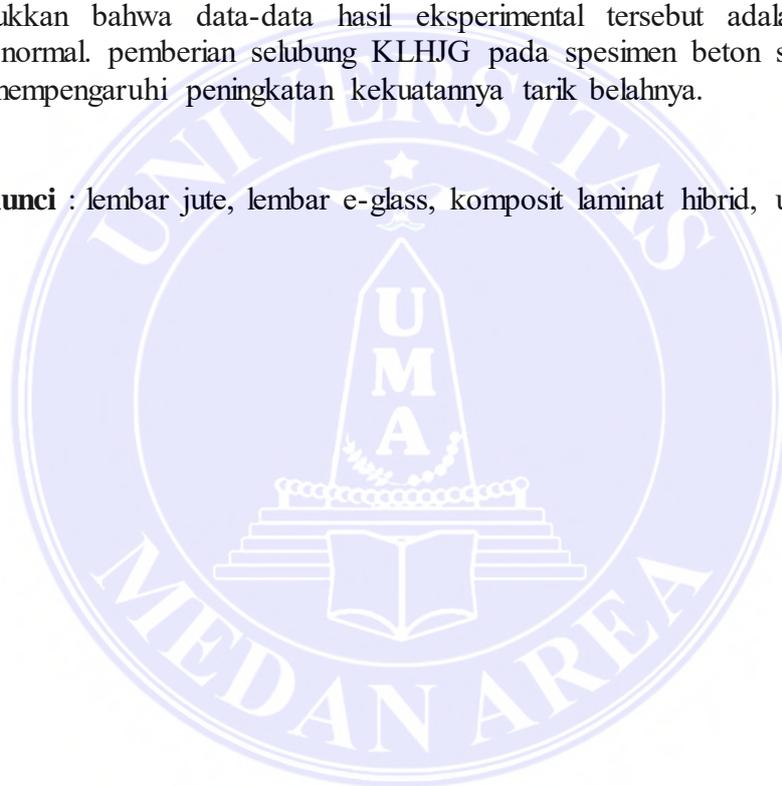


MUHAMMAD IBNU TAMBUSAY
NPM 188130077

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini ialah untuk Mengetahui kekuatan tarik beton kolom silinder (BKS) dengan metode uji tarik belah (*split tensile test*) akibat pemberian selubung komposit laminat hibrid jute e glass (KLHJG), Analisis validitas data dengan metode data terdistribusi normal (DTN) terhadap hasil uji kekuatan geser selubung KLHJG sebagai penguat BKS, Analisa pengaruh pemberian selubung KLHJG terhadap kekuatan tarik BKS. Metode yang digunakan adalah *split tensile test* dan Data terdistribusi Normal. Alat yang digunakan yaitu Universal Testing Machine, dan bahan baku yang digunakan lembar jute dan lembar e-glass, resin epoxy dan hardener, semen, pasir, air dan krikil. Hasil penelitian ini ialah kekuatan tarik belah maksimum rata-rata diperoleh pada selubung KLHJG variasi (JGJG) yaitu 8,333 MPa hasil analisis terhadap fungsi kerapatan variasi terhadap seluruh data uji menunjukkan bahwa data-data hasil eksperimental tersebut adalah terdistribusi secara normal. pemberian selubung KLHJG pada spesimen beton silinder terbukti dapat mempengaruhi peningkatan kekuatannya tarik belahnya.

Kata kunci : lembar jute, lembar e-glass, komposit laminat hibrid, uji tarik belah



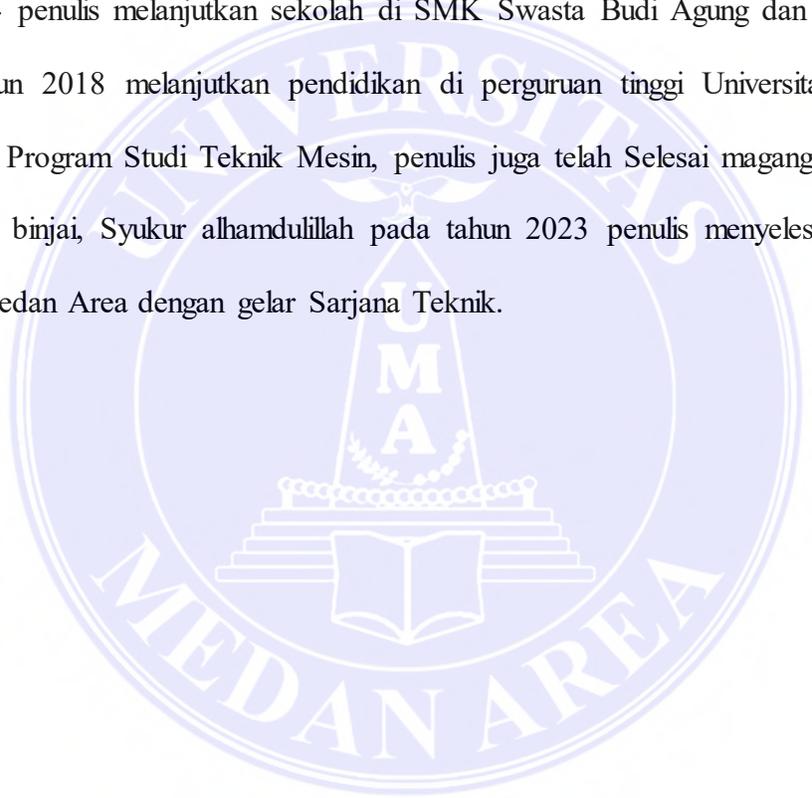
ABSTRACT

In this study, reinforcement of the concrete structure was done by coating it with a laminate composite material from a combination of reinforcement from natural materials (woven jute cloth sheets) and synthetic materials (woven e-glass fiber sheets). The purpose of this study was to determine the split tensile strength of cylindrical column concrete (BKS) using the split tensile test method due to the application of e-glass laminate hybrid composite sheath (KLHJG), to analyze the validity of the data using the normally distributed data method (DTN). on the results of the shear strength test of the KLHJG sheath as reinforcement for BKS, and analysis of the effect of applying KLHJG's sheath on the tensile strength of BKS. Specimens were printed based on the ASTM C496 test standard by immersion in clean water for 28 days and drying in the open air for 28 days. The KLHJG variation consists of JGJ, JJG, JJJG, JGJG, and GJGJ. Each variation consists of 3 repetitions of the test. The process of providing KLHJG casings to BKS uses the Vacuum Bagging method. Data validity uses the probability density function method. The results of the study show that the provision of KLHJG can increase the split tensile strength by up to 800%. Thus, the KLHJG application has the potential to be applied as a BKS booster.

Keywords: KLHJG, BKS, Splitting Tensile Strength, Probability Density Function

RIWAYAT HIDUP

Muhammad Ibnu Tambusay lahir di Medan, Kec. Medan labuhan Prov. Sumatra Utara pada tanggal 9 July 1999, anak pertama, dari pasangan ayah bernama Basrah Tambusay dan ibu bernama Saodah. Pada tahun 2005 penulis masuk sekolah dasar di SD swasta Washliyani lulus pada tahun 2011. Pada tahun 2011 melanjutkan sekolah di SMP Negeri 45 Medan dan Lulus Pada tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan sekolah di SMK Swasta Budi Agung dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2018 melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi Universitas Medan Area, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin, penulis juga telah Selesai magang/kerja praktek di PDAM tirta sari binjai, Syukur alhamdulillah pada tahun 2023 penulis menyelesaikan pendidikan di Universitas Medan Area dengan gelar Sarjana Teknik.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Hipotesis Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kuat tarik	6
2.1.1 Kuat Tarik Belah	6
2.2.Tegangan	8
2.3. Regangan	8
2.4. Kain Jute	9
2.5. Beton	10
2.6. Resin epoxy dan katalis/hardener	12
2.7. Material Komposit	14
2.5.1. Material penyusun komposit	15
2.5.2. Jenis komposit	15

2.5.3.	Faktor yang mempengaruhi performa komposit	16
2.8.	Komposit laminat	18
2.9.	Komposit Hybrid.....	19
2.10.	E-glass	19
2.11.	Data Terdistribusi Normal	21
BAB 3 METODE PENELITIAN		24
3.1.	Waktu dan Tempat.....	24
3.2.	Alat dan Bahan	24
3.2.1.	Alat.....	25
3.2.2.	Bahan.....	27
3.3.	Metode Penelitian.	30
3.3.1.	Pembuatan Spesimen Uji	30
3.3.2.	Prosedur Pengolahan Data	33
3.4.	Diagram alir	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1.	Hasil	36
3.1.	Analisis kekuatan tarik BKS yang diperkuat KLHJG	39
3.2.	Pembahasan	39
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN		41
5.1.	Simpulan.....	41
3.3.	Data Terdistribusi Normal	42

5.2. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN 1	50



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Komposisi serat jute	10
Tabel 2. 2. kelas dan mutu beton.....	11
Tabel 3. 1. Jadwal penelitian.....	24
Tabel 4. 1. Hasil pengujian.....	37



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Tampak isometri.....	7
Gambar 2. 2. Penampang pembebanan	7
Gambar 2. 3. Resin Epoxy dan katalis/Hardener	14
Gambar 2. 4. Material penyusun komposit	15
Gambar 2. 5. Jenis-jenis material komposit	16
Gambar 2. 6. Komposit hybrid.....	19
Gambar 2. 7. Probabilitas sebuah data uji sample.....	23
Gambar 3. 1. Cetakan spesimen uji tarik belah	25
Gambar 3. 2. Timbangan digital.....	26
Gambar 3. 3. Universal Testing Machine	27
Gambar 3. 4. Kain jute	28
Gambar 3. 5. bahan matric komposit resin epoxy dan katalis (hardener)	28
Gambar 3. 6. Semen Portland Komposit.....	29
Gambar 3. 7. Pasir	30
Gambar 3. 8. Krikil	30
Gambar 3. 9. Pengadukan campuran agregat beton.....	31
Gambar 3. 10. Agregat beton yang dituangkan ke dalam cetakan.....	31
Gambar 3. 11. Diagram Alir Penelitian.....	35
Gambar 4. 1 Data mentah hasil uji.....	36
Gambar 4. 2. Grafik kekuatan tarik belah rata-rata spesimen hybrid	38
Gambar 4. 3. sketsa kerusakan spesimen	38
(f) JGJG Gambar 4. 4. (a) S0, (b) JGJ, (c) JJG, (d) JJJG, (e) GJGJ, (f) JGJG ...	45

DAFTAR NOTASI

- σ = kekuatan tarik belah, (MPa)
F = beban, (N)
L = panjang, (mm)
D = diameter, (mm)
 σ = Tegangan (MPa)
F = Gaya yang bekerja (N)
A = Luas penampang (mm)
 ε = Regangan
 ΔL = Pertambahan panjang (mm)
L_o = Panjang mula-mula (mm)
KLHJG = Komposit Laminat Hibrid Jute E-glass
BKN = Beton Kolom Silinder
DTN = Data Terdistribusi Normal



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Beton digunakan sebagai material konstruksi sudah dikenal lama sejak ribuan tahun yang lalu. Pada masa sekarang ini beton sudah banyak diteliti untuk diperkuat agar lebih tahan lama. Beton merupakan suatu bahan konstruksi yang banyak digunakan pada pekerjaan struktur bangunan di Indonesia karena banyak keuntungan yang diberikan, antara lain bahan pembentuknya yang relatif mudah diperoleh, mudah dibentuk, mampu memikul beban berat, relatif tahan terhadap temperature yang tinggi, serta biaya pemeliharaan yang kecil dibanding umur pemakaiannya. Beton dibentuk dari campuran agregat halus, agregat kasar, semen dan air dengan perbandingan tertentu (Supit et al., 2016). Beton pada dasarnya lemah terhadap tegangan tarik dan kuat terhadap tegangan tekan dengan meneliti kuat tarik belah. Beton yang lemah terhadap kuat tarik dapat ditingkatkan kekuatannya dengan menambahkan bahan komposit, seperti komposit laminat, bahan komposit yang dimaksud adalah kain jute dan e glass yang disebut sebagai komposisi laminat hybrid. melihat kondisi tersebut saya ingin menguji beton terhadap melapisi laminan hybrid jute-e glass pada kerusakan beton tersebut dikarenakan beton mempunyai kekuatan tarik yang rendah dan mudah retak.

Komposit terbentuk dari campuran dua atau lebih material yang akan sifat dan karakteristik material yang baru. Terdapat tiga jenis komposit yaitu komposit serat, laminat dan partikel. Dalam penelitian ini menggunakan bahan komposit laminat hybrid yaitu kain jute dan e glasss, yang akan di selubungkan ke specimen beton kolom silinder

Kain Jute (kain jut) memiliki tekstur yang kasar bahan kain burlap ini terbuat dari serat yang kuat serat jute, dimana serat jute merupakan serat yang banyak digunakan nomor dua setelah kapas. Asal mula serat jute ini diperoleh dari kulit batang pohon tanaman jute. Tanaman jute hampir banyak ditemukan di seluruh dunia, yang memiliki alam trofis dan sub trofis namun pusat keberagaman tanaman ini terdapat di benua afrika. Kain jute yang terbuat dari tanaman jute di tenun menggunakan bahan dasar serat yang tebal sehingga tidak mudah putus, kain jute termasuk kain yang ramah lingkungan karena terbuat dari serat tanaman yang bersifat bio degradabel (Murwanti, 2009). Serat alam memiliki keunggulan dibandingkan serat sintetis antara lain bersifat renewable, bisa didaur ulang (recyclable), tidak berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan, dan harganya lebih murah (Zulkifli et al., 2018)

e-glass adalah bentuk serat kaca dari kaca cair yang sengaja ditarik agar menjadi serat tipis yang kuat. Ini pula yang menjadi alasan mengapa *e-glass* dikenal sebagai plastik yang diperkuat dengan serat kaca. Biasanya serat kaca diratakan menjadi lembaran, disusun secara acak, atau ditenun menjadi kain. Berdasarkan penggunaan *e-glass* serat kaca dapat dibuat dari berbagai jenis kaca sebagai bahan dasar. Sifat *e-glass* yang kuat, ringan, dan tidak mudah rapuh cukup menjelaskan mengapa *e-glass* banyak digunakan untuk bak mandi, atap, hingga kapal dan pesawat terbang. Setelah mengetahui apa itu *e-glass*. (Aditama et al., 2017) Oleh karena itu saya akan menguji kekuatan tarik struktur beton yang telah diperkuat komposit laminat hibrid jute *e-glass* dengan menggunakan metode Split Tensile Test.

Beberapa penelitian tentang kuat tarik belah pada struktur beton telah dikerjakan dan dilaporkan salah satunya. Fransiska dkk (2016) telah melakukan penelitian terhadap kuat tarik belah beton dengan variasi agregat kasar dan agregat halus. Hasilnya menunjukkan kekuatan tarik belah maksimum diperoleh 3,4 Mpa untuk beton agregat kasar dan 2,6 Mpa untuk agregat halus (Supit et al., 2016). Guzmansyah dkk (2018) telah melakukan penelitian kuat tarik belah beton dengan tambahan serat rami, yang membantu atau menghambat laju retakan, Penambahan serat rami paling optimum terjadi pada penambahan serat rami sebesar 0,5% dari berat semen dimana pada umur 28 hari memiliki kuat tarik belah sebesar 3,268 Mpa (YUDHA KUSUMA, 2018). Islam dkk (2018) telah melakukan penyelidikan tentang penerapan serat jute pada beton dengan perlakuan pengeringan 7, 28, dan 90 hari. Hasilnya diperoleh dari analisis faktorial menunjukkan bahwa panjang dan volume serat memberikan pengaruh positif terhadap sifat beton yang diperkeras pada umur perawatan awal dan umur perawatan diperpanjang (Islam & Ahmed, 2018). beberapa penelitian lainnya yang berhubungan dengan aplikasi bahan komposit sebagai penguat beton juga telah dilaporkan, antara lain Analisis Kekuatan Tekan Beton Kolom Silinder Diperkuat Komposit Hibrid Laminat Jute E-Glass Epoksi dengan hasil peningkatan kekuatan hingga 100 % (rata-rata 15 MPa) dari spesimen tanpa komposit (Muzakir et al., 2022).

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengetahui kekuatan tarik beton kolom silinder (BKS) yang diperkuat komposit laminat hybrid jute e-glass (KLHJG) dengan metode *split tensile test*?

2. Bagaimana menganalisis validitas data hasil uji dengan metode data terdistribusi normal (DTN)?
3. Bagaimana menganalisis kekuatan tarik BKS yang diperkuat KLHJG berdasarkan hasil uji metode *split tensile test* ?

1.3. Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah Permasalahan dalam perencanaan penelitian hanya menguji kuat tarik belah beton kolom silinder, sehingga penulis membatasi permasalahan pada:

1. Penelitian ini hanya memnguji kuat tarik belah beton kolom silinder di perkuat komposit hybrid jute e glass
2. Pengaruh suhu, udara, dan faktor lain diabaikan
3. Pengujian dilakukan saat beton berumur 28 hari
4. Pengujian berdasarkan penampang silinder.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kekuatan tarik beton kolom silinder (BKS) dengan metode uji tarik belah (*split tensile test*) akibat pemberian selubung komposit laminat hibrid jute e-glass (KLHJG).
2. Analisis validitas data dengan metode data terdistribusi normal (DTN) terhadap hasil uji kekuatan geser selubung KLHJG sebagai penguat BKS.
3. Analisa pengaruh pemberian selubung KLHJG terhadap kekuatan tarik BKS.

1.5. Hipotesis Penelitian

Dalam penelitian ini spesimen beton kolom silinder yang di lapisi komposite laminat jute e glass dengan epoksi dan hardner sebagai penguat nya maka

spesimen beton kolom silinder mengalami peningkatan kekuatan tarik belah, untuk membuktikan nya maka dilakukan pengujian tarik belah dengan metode splite tensile test.

1.6. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh komposit laminat hybrid jute e glass terhadap kuat tarik belah beton.

1. Untuk Menambah pengetahuan tentang sifat mekanik beton yang dilapisi dengan komposit laminat hybrid jute e glass, terutama pengaruhnya terhadap kuat tarik beton tersebut.
2. Diharapkan bisa memanfaatkan teknologi komposit dibidang industri material Untuk Dapat digunakan sebagai bahan acuan dan pertimbangan dalam pengembangan penelitian ilmu yang sejenis.
3. Hasil penelitian ini diharapkan mampu menambah perkembangan ilmu pengetahuan dibidang komposit laminat yang akan terus berkembang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

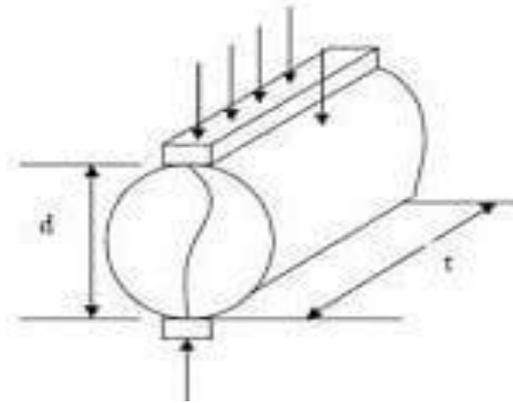
2.1 Kuat tarik

Kuat tarik beton biasanya 8%-15% dari kuat tekan beton, kekuatan tarik adalah suatu sifat yang penting yang mempengaruhi perambatan dan ukuran dari retak didalam struktur. Kekuatan tarik biasanya ditentukan dengan menggunakan percobaan pembebanan silinder (Pane et al., 2015)

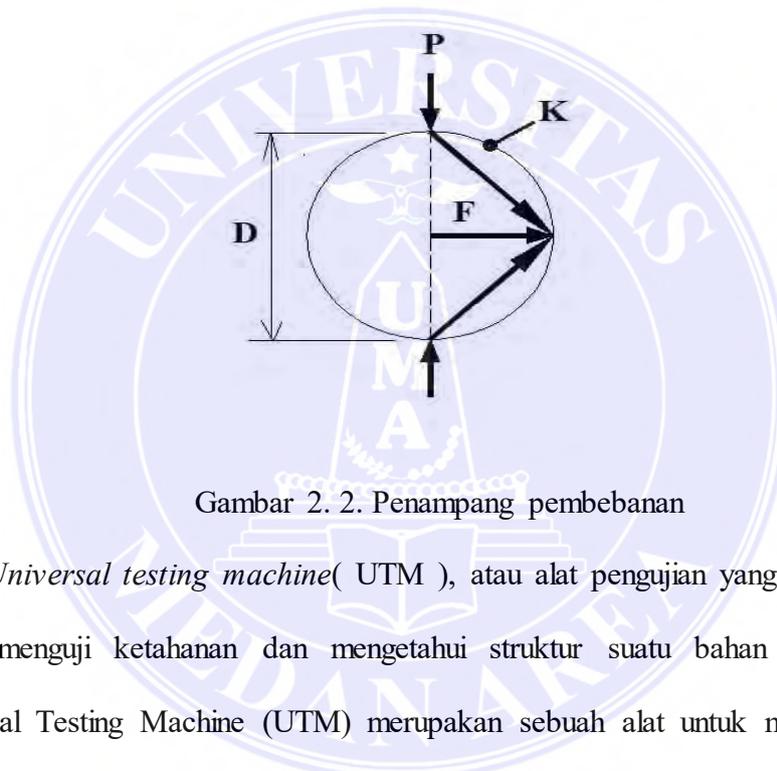
2.1.1 Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah merupakan salah satu parameter penting kekuatan beton, nilai kuat tarik belah diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai pada kekuatan maksimumnya, Pengujian dapat dilakukan pada skala tertentu dengan berbagai kondisi, jenis, beban maupun ukuran benda uji (Regar, Renaldo Glantino; Sumajouw, Marthin D J; Dapas, 2014). Jadi dalam proses pengujiannya, benda yang berasal dari beton dengan ukuran silinder diameter 50 mm dan tinggi 150 mm akan di tekan menggunakan mesin uji tekan dengan posisi horizontal untuk melihat seberapa besarkah kekuatan tarik belahnya.

Pengujian kuat tarik belah beton ini menggunakan mesin UTM dengan meletakkan sampel uji pada tumpuan/landasan. Lalu sampel uji di beri beban secara vertikal namun posisi spesimen horizontal. Secara ilustrasi proses ini diperlihatkan pada gambar 2.1 dan 2.2.



Gambar 2. 1. Tampak isometri



Gambar 2. 2. Penampang pembebanan

Universal testing machine (UTM), atau alat pengujian yang memiliki fungsi untuk menguji ketahanan dan mengetahui struktur suatu bahan atau material. Universal Testing Machine (UTM) merupakan sebuah alat untuk menguji material logam atau material lainnya agar tercapainya standarisasi yang diinginkan (Prasetya, 2018). Mesin UTM ini dapat melakukan pengujian bahan atau material seperti, besi, logam, dan baja. Alat pengujian ini menggunakan metode kompresi/penekanan bahan yang akan di uji dengan posisi vertical atau horizontal.

seperti spesimen beton silinder. bahan yang akan di uji di ambil sampelnya lalu sampel tersebut dikompresi/ditekan sampai sampel tersebut retak dengan posisi horizontal atau vertical. Maka dari penekanan ini akan diketahui berapa hasil

kekuatan tarik belah bahan yang di dapatkan. Rumus kekuatan tarik belah diperlihatkan pada persamaan 2.1

$$\sigma = \frac{2F}{\pi LD} \quad (2.1)$$

Keterangan :

σ = kekuatan tarik belah, (Mpa)

F = beban, (N)

L = panjang, (mm)

D = diameter (mm)

2.2. Tegangan

Tegangan adalah jumlah perbandingan gaya (P) atau reaksi dengan luas penampang (a), maka persamaan yang digunakan dapat dilihat pada persamaan 2.2.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.2)$$

Keterangan

σ = Tegangan (MPa)

F = Gaya yang bekerja (N)

A = Luas penampang (mm²)

Tegangan normal dianggap positif jika menimbulkan suatu tarikan (tensile) dan dianggap negatif jika menimbulkan penekanan (compression)

2.3. Regangan

Regangan adalah perubahan ukuran dari panjang awal sebagai hasil dari gaya yang menarik atau menekan pada material. Batasan sifat elastis perbandingan tegangan regangan akan linier dan akan berakhir pada titik mulur.

Rumus untuk memperoleh satuan deformasi atau regangan yaitu dengan perbandingan antara pertambahan panjang benda dengan panjang benda mula-mula. hal ini sesuai dengan persamaan 2.3.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots(2.3)$$

keterangan

ε : Regangan

ΔL : Pertambahan panjang (mm)

L_0 : Panjang mula-mula (mm)

2.4. Kain Jute

Jute atau goni sebagai bahan pengangkut atau pembawa barang (carrier) adalah serat yang berusia sangat tua, di temukan sejak lebih dari 2000 tahun dan telah di kenal dengan zaman mesir kuno . jute berasal dari daerah laut tengah , yang kemudian meluas ke asia terutama india, Pakistan dan Bangladesh(Murwanti, 2009). Serat jute di pakai sebagai bahan kantong sejak masa penjajilan di mediterinia dan di india, di buktikan dengan ditemukannya beberapa manuskrip kuno india. Dalam salah satu syair india klasik, di sebutkan bahwa wanita india memakai saree (sarung wanita india) berbahan jute. kain jute termasuk serat alam yang ramah lingkungan karena terbuat dari serat tanaman. serat alam memiliki keunggulan dibandingkan serat sintetis antara lain bersifat renewable, bisa didaur ulang (recyclable), tidak berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan, memiliki sifat mekanis lebih baik, tidak menyebabkan abrasi pada alat, dan harganya lebih murah

serta densitas yang lebih rendah. Perbedaan utama antara jute dengan serat-serat batang yang lain ialah kadar lignin yang sangat tinggi(Suliyanthini et al., 2014).

Tabel 2. 1. Komposisi serat jute

Category	Standard
Selulosa	71%
Lignin	13%
Hemiselulosa	13%
Pektin	0.20%
zat-zat lain yang larut dalam air	2.30%
lemak dan lilin	0.50%

2.5. Beton

Beton merupakan bagian dari konstruksi yang mempunyai peranan penting dalam pembangunan. Beton adalah campuran semen, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil/split) serta ditambahkan bahan tambahan yang bervariasi (Asrullah, 2019). pembuat beton ada beberapa hal yang yang harus dipertimbangkan antara lain jenis agregat (agregat halus ataupun agregat kasar), gradasi agregat, kehausan agregat, tempat pengambilan agregat, jenis semen serta cara pembuatannya dan lain sebagainya. Agregat untuk pencampuran beton biasanya terdiri dari pasir dan krikil

Kualitas dan mutu beton terbagi menjadi beberapa tingkatan dimulai dengan K- 100 sampai K- 500 yaitu :

1. Beton kelas I

Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahanbahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I ini terdiri dari K-100, K-125, K-150, K-175, K-200.

2. Beton kelas II

Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi 6 dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahanbahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.

3. Beton kelas III

Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu

Berikut ini adalah tabel dari kualitas dan mutu beton:

Tabel 2. 2. kelas dan mutu beton

Kelas	Mutu	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	Tujuan	Pengawasan terhadap kekuatan mutu agregat tekan	
I	B_0	-	-	Non Struktural	Ringan	Tanpa
	B_1	-	-	Struktural	Sedang	Tanpa
II	K 125	125	200	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 225	225	200	Struktural	Ketat	Kontinu
III	K>225	> 225	> 300	Struktural	Ketat	Kontinu

Beton mempunyai beberapa keuntungan antara lain ;

1. Kekuatannya tinggi dan dapat di sesuaikan dengan kebutuhan.
2. Mudah di bentuk.
3. Tahan terhadap temperatur tinggi jadi aman jika terjadi kebakaran.
4. Lebih murah dibandingkan dengan baja.
5. Bahan bakunya mudah di dapat.
6. Mempunyai kuat tekan yang tinggi.
7. Umurnya tahan lama.

Selain beton memiliki kelebihan, beton juga memiliki kekurangan antara lain:

1. Beton termasuk material yang mempunyai berat jenis 2400 kg/cm²
2. Kuat tariknya kecil (9% - 15%) dari kuat tekan.

2.6. Resin epoxy dan katalis/hardener

Resin epoxy di pasaran dikenal dengan bahan epoksi merupakan salah satu dari jenis polimer yang berasal dari kelompok termoset. Resin Epoxy adalah sebuah bahan kimia resin dari hasil polimerisasi epoxyda. Resin polimerisasi tersebut kemudian dikenal dengan nama resin termoset yang membentuk ikatan molekul yang erat dalam suatu struktur antar polimer(Rohmawati & Setyarsih, 2014). Rangkaian yang membentuk epoxy tersebut memiliki proses pembentukan awal berupa cairan seperti madu dan setelah pengerasan akan berbentuk padatan yang sangat getas. Polimer epoxy ini sangat kuat secara mekanis. Polimer epoxy memiliki sifat tahan terhadap perubahan yang biasanya di miliki unsur-unsur kimia padat pada umumnya. Sifat rekatnya yang tinggi dihasilkan selama proses konversi dari cair ke padat.

Polimer epoxy memiliki banyak varian sifat yang berbeda tergantung bahan kimia dasar dalam resin. Karena itu epoxy memiliki kelebihan dan fungsi yang berbeda-beda. Resin epoksi banyak digunakan untuk bahan komposit di beberapa bagian structural, resin ini juga di pakai sebagai bahan campuran pembuatan kemasan, bahan cetakan dan perekat.

Resin *epoxy* memiliki keuntungan yaitu:

1. Mempunyai sifat *adhesive* yang baik untuk *fiber* dan resin.
2. Memiliki tingkat penyusutan yang rendah dan kestabilan dimensi yang baik.
3. terhadap zat kimia dan stabil terhadap zat asam.
4. Fleksibilitas dan kekuatan tinggi.
5. Tahan terhadap korosi.

Resin *epoxy* membutuhkan penambahan zat pengawet saat proses *curing*, yang biasa disebut *hardener*. Mungkin jenis *Curing agent* adalah berbasis amina. tidak seperti resin poliester atau ester vinil dimana resin dikatalis dengan tambahan katalis kecil. Resin *epoxy* biasanya membutuhkan penambahan bahan pengawet pada rasio resin dan pengeras yang jauh lebih tinggi 1:1 atau 2:1

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tetapi tidak mengalami perubahan dan pengurangan jumlah. Laju reaksi katalis terjadi di permukaan luas pada fluida padat sehingga diterapkan pada material padat yang berpori. Dalam rekasi kimia, katalis tidak berperan sebagai pereaksi kimia maupun produk. Katalis yang umum digunakan ialah ion logam dengan metode impregnasi untuk menghasilkan valensi nol dan situs-situs asam selama proses reduksi. Peran katalis adalah meningkatkan unjuk kerja katalistik material padat. Bentuk resin dan katalis diperlihatkan pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3. Resin Epoxy dan katalis/Hardener

2.7. Material Komposit

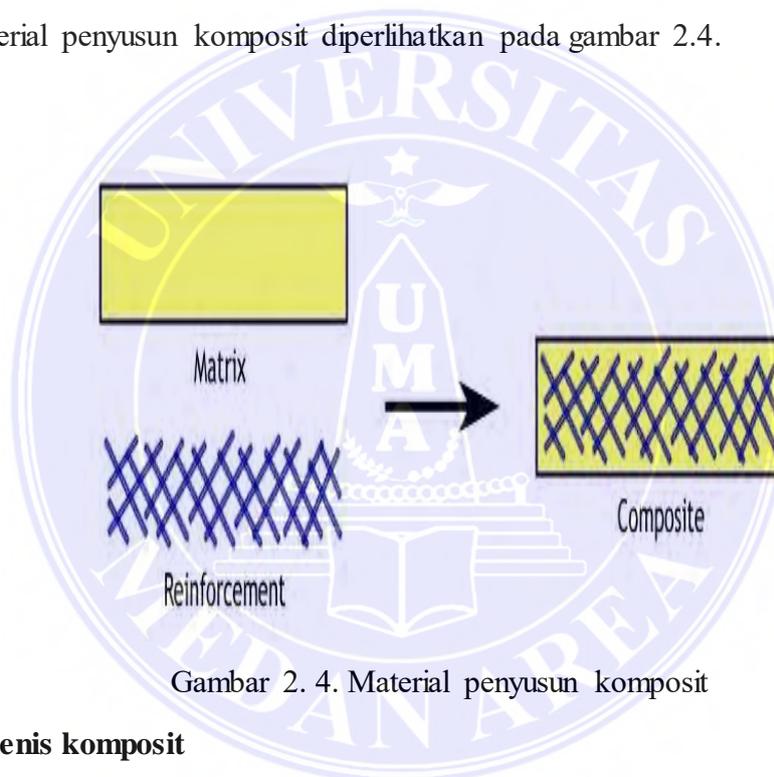
Komposit adalah sistem material multi fasa yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material dengan sifat yang berbeda. Komposit terdiri dari serat dan matriks (Diana et al., 2020). Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matrik (Susanto & Purkuncoro, 2019). Penggunaan serat sendiri yang utama untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekuatan, kekakuan, serta sifat mekanik yang lainnya. Sebagai bahan pengisi serat digunakan untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit, matrik sendiri mempunyai fungsi melindungi dan mengikat serta agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi (Susanto & Purkuncoro, 2019). Salah satu contoh paling mudah dari material komposit adalah beton cor yang tersusun atas campuran dari pasir, batu koral, semen, besi, serta air. Nampak bahwa material-material penyusun tersebut memiliki sifat-sifat yang berbeda-beda, namun ketika dicampurkan dengan perbandingan serta teknik tertentu akan menghasilkan beton yang sangat kuat, keras, dan tahan terhadap berbagai cuaca.

2.5.1. Material penyusun komposit

Komposit di bentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu:

1. Penguat (*Reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang elastis tetapi lebih kaku serta lebih kuat dan berfungsi untuk menahan pembebanan
2. Matriks, umumnya lebih elastis tetapi mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah dan berfungsi untuk menyokong dan melindungi serat serta mendistribusikan dan mentransmisikan beban kesemua serat-serat (penguat).

Material penyusun komposit diperlihatkan pada gambar 2.4.



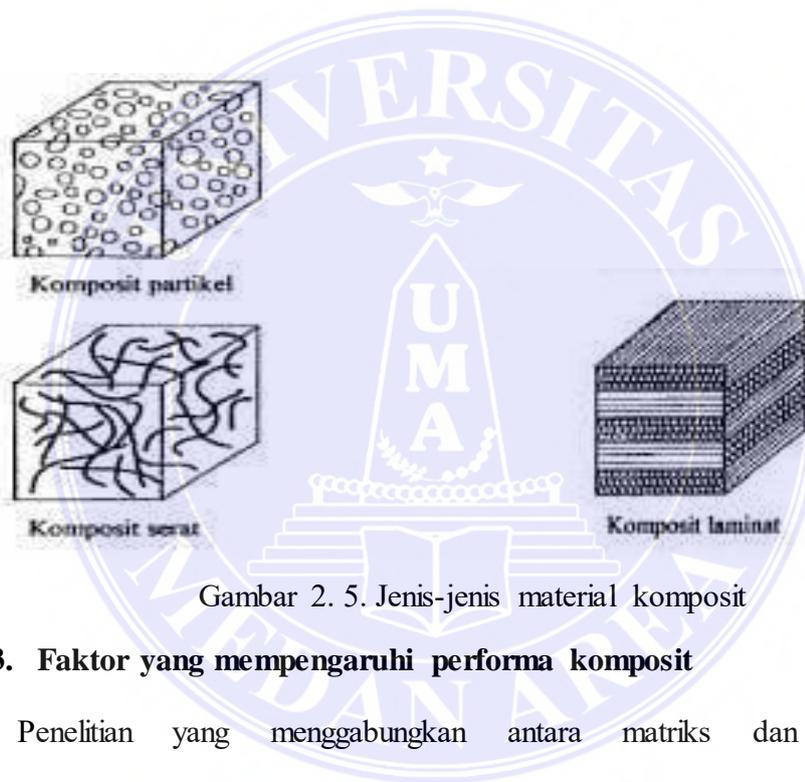
Gambar 2. 4. Material penyusun komposit

2.5.2. Jenis komposit

Secara umum, terdapat 3 macam jenis komposit yaitu:

- a. Komposit serat (*fibrous composites*). Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari fiber dalam matriks. Fiber yang digunakan bisa berupa glass fiber, carbon fibers, aramid fiber. Fiber ini bisa di susun secara acak (*chopped strand mat*) maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Fungsi utama dari serat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit.

- b. Komposit laminat (*laminated composites*). Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.
- c. Komposit partikel (*particulate composites*). merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya. Struktur material komposit diperlihatkan pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5. Jenis-jenis material komposit

2.5.3. Faktor yang mempengaruhi performa komposit

Penelitian yang menggabungkan antara matriks dan serat harus memperhatikan beberapa factor yang mempengaruhi performa *fiber matriks composite* antara lain:

1. Faktor serat

Serat adalah bahan yang digunakan yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

2. Letak serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut.

Menurut tata letak dan arah serat diklarifikasikan menjadi 3 bagian yaitu:

- a). *One Dimensional Reinforcement*, kekuatan pada arah axis serat.
- b). *Two Dimensional Reinforcement (plapar)*, mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing masing arah orientasi serat.
- c). *Three Dimensional Reinforcement*, mempunyai sipat isotropic kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya.

3. Panjang serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat pada matriks sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Ada 2 tipe penggunaan serat dalam campuran komposit yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Serat alami jika di bandingkan dengan serat sintetis mempunyai panjang dan diameter yang tidak seragam pada setiap jenisnya. Bentuk serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi.

4. Jenis serat

Terdapat dua jenis lapisan komposit berlapis berdasarkan arah serat lapisan yaitu *lamina* dan *laminat*. *Lamina* adalah suatu lembar komposit atau kumpulan

beberapa serat dengan arah serat tertentu sedangkan *laminata* adalah gabungan dari dua atau lebih *lamina* dengan arah serat bervariasi.

2.8. Komposit laminat

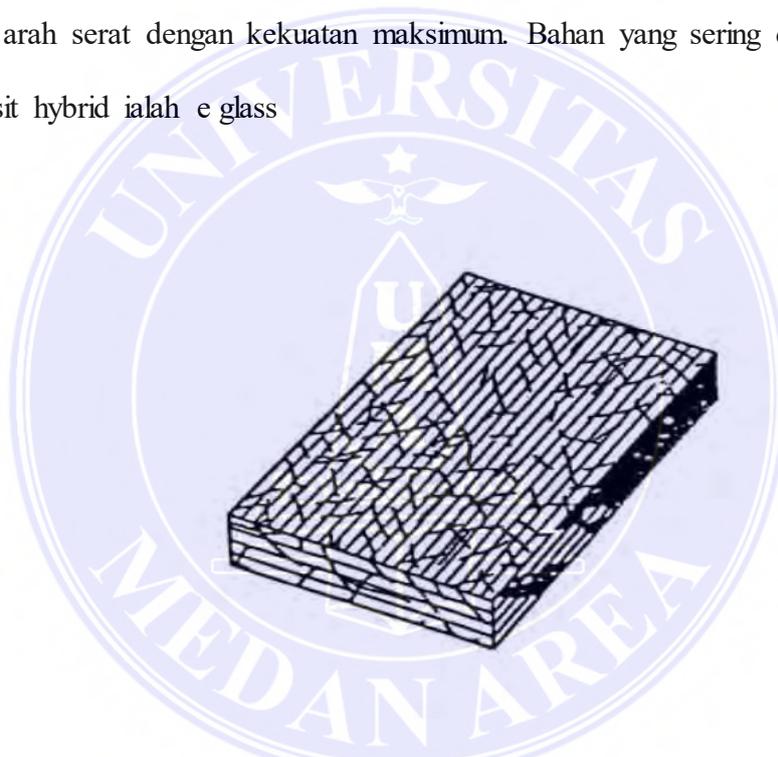
Laminata merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat sendiri. Komposit laminat ini terdiri dari empat jenis yaitu komposit serat kontinyu, komposit serat anyam, komposit serat acak dan komposit serat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

Bentuk dari komposit laminat adalah:

- a. Bimetal adalah lapis dari dua buah logam yang mempunyai koefisien ekspansi termal yang berbeda. Bimetal akan melengkung seiring dengan berubahnya suhu sesuai dengan perancangan, sehingga jenis ini cocok untuk alat ukur suhu.
- b. Pelapisan logam yang satu dengan yang lain dilakukan untuk mendapatkan sifat terbaik dari keduanya.
- c. Kaca yang dilapisi konsep ini sama dengan pelapisan logam. kaca yang dilapisi akan lebih tahan terhadap cuaca.
- d. Komposit lapis serat dalam hal ini lapisan dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat. Komposit jenis ini biasa digunakan untuk panel sayap pesawat dan badan pesawat.

2.9. Komposit Hybrid

komposit hybrid merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak(Sari et al., 2012) Tipe ini digunakan supaya dapat menganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya. Faktor faktor yang mempengaruhi kekuatan dan ketegaran dari komposit hybrid adalah fraksivolume serat,arah serah dalasm matriks, penampang lintang serat,sifat mekanis serat maupun matriks.arah serat penguat menentukan kekuatan komposit hybrid, arah serat dengan kekuatan maksimum. Bahan yang sering di pakai dalam komposit hybrid ialah e glass



Gambar 2. 6. Komposit hybrid

2.10. E-glass

Salah satu jenis glass fiber yang paling banyak diproduksi dan digunakan adalah jenis E-glass. E-glass adalah tipe serat yang relatif murah dan memiliki kinerja mekanik yang baik. E-glass memberikan sifat kekuatan yang baik dengan biaya yang terjangkau, serta memiliki kekuatan tarik dan tekan yang baik (Aditama et al., 2017). E glass adalah bahan yang tidak mudah terbakar, Serat jenis ini

biasanya digunakan sebagai penguat matrik jenis polymer (Susanto & Purkuncoro, 2019). Komposisi kimia e glass sebagian besar adalah SiO₂ dan sisanya adalah oksidaoksida alumunium (Al), kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), dan unsur unsur lainnya. Berdasarkan bentuknya serat gelas dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain:

1. Chopped Strand Mat (CSM)

Jenis serat kaca dengan anyaman yang diproduksi secara acak kebarbagai arah dan tidak beraturan. Serat kaca inilah yang paling banyak digunakan oleh pengrajin fiberglass karena harga yang relatif murah dan mudah digunakan. Chopped strand mat artinya adalah helaian handuk cincang. Dikarenakan jenis serat kaca ini memang seperti kumpulan serat-serat yang dicincang dan dibentuk menjadi satu helai atau lembaran baru. Jenis serat ini sangat cocok sebagai penguat resin type polyester dan epoxy karena sudah mengandung bubuk pengikat yang akan bereaksi apabila terkena resin. Kapasitas serap yang bisa mencapai 1½ ukuran beratnya membuat jenis serat kaca ini cukup kuat digunakan untuk menopang beban besar. Ketebalan serat ini pun diproduksi berbeda-beda dari yang tipis hingga yang tebal dan kadang dipadukan dengan serat yang lebih baik yaitu Woven Roving Mat.

2. Woven Roving Mat (WRM)

Jenis serat kaca yang diproduksi dengan anyaman yang rapi dari dua arah yaitu horizontal dan vertikal dengan kekuatan beban yang sama. Jenis serat kaca ini sering juga disebut type (0°/90°) mengikuti sudut horizontal dan sudut vertikal yang dibentuk anyamannya yang berarti kuat menahan beban kedua arah tersebut dan lemah ke arah diagonal atau 45°. Tetapi jenis serat kaca ini tetap banyak digunakan dan telah diuji kekuatannya dalam perkapalan terutama yang banyak disebut

dengan WR600 (Woven Roving 600gram / m²) yang cukup tebal untuk 1 lapis / meternya. Kelebihan lain serat ini adalah pemakaian resin yang relatif lebih kecil dibanding CSM yaitu 1:1 dan hal ini menjadi pertimbangan bagi produsen peralatan dan kapal berbahan fiberglass untuk tujuan komersial.

3. Biaxial Mat (BX)

Disebut juga biax fiberglass, jenis serat ini adalah ibarat perpaduan antara Woven Roving Mat (WRM) dan Chopped Strand Mat (CSM) yang dijahit hingga membentuk kekuatan yang maksimal. Jenis serat Biaxial ini disebut (+/- 45°) sesuai dengan arah untaian serat yang dibentuk membuat penggunaan jenis serat fiber yang satu ini sangat mudah karena mampu mengikuti lekukan permukaan yang dilapisi dengan jauh lebih baik. • Carbon Fiber (CF) Serat karbon (Carbon Fiber) atau sering disebut, dengan Fiber atau Graphite Fibre. Sejak tahun 70an serat ini sudah mulai populer dan diproduksi seiring meningkatnya kebutuhan pasar yang menuntut kedua karakteristik tersebut yaitu kuat tetapi ringan. Kelebihan lain serat karbon ini adalah sifat kaku lenturnya, ketahanan terhadap suhu panas dingin yang ekstrim dan ketahanannya terhadap reaksi kimia yang besar. Serat karbon banyak digunakan dalam pembuatan pesawat terbang, pertahanan persenjataan, teknologi tinggi, olah raga profesioanal seperti mobil balap, sepeda balap, alat pancing, dan lain sebagainya.

2.11. Data Terdistribusi Normal

Dalam setiap percobaan ataupun pengujian suatu parameter tertentu, meskipun pengambilan data dilakukan pada objek dan prosedur yang sama, maka akan selalu ada perbedaan variasi data hasil yang diperoleh dari proses pengujian tersebut. Hal ini tidak bisa dihindari disebabkan oleh faktor-faktor lain yang

mungkin mempengaruhi hasil pengukuran sehingga variasi tersebut terjadi. Variasi data selalu ada dan berdasarkan variasi tersebut dibuat penilaian terhadap data-data hasil pengujian yang diperoleh (D. C. Montgomery and G. C. Runger, 2008)

Percobaan yang dapat menghasilkan hasil yang berbeda, meskipun diulang dengan cara yang sama setiap waktu, disebut percobaan acak (*random experiment*). Himpunan semua hasil yang mungkin dari suatu percobaan acak disebut ruang sampel (*sample space*) pada percobaan tersebut. Ruang sampel dilambangkan dengan S. Pada kenyataannya, ruang sampel sering ditentukan berdasarkan tujuan analisis.

Data hasil dari suatu pengujian/pengukuran selalu tersebar (terdistribusi) membentuk fungsi distribusi tertentu. Sekumpulan data dikatakan dapat mewakili populasinya apabila variasi data hasil pengujian/pengukuran tersebut terdistribusi dalam jangkauan yang cukup dekat dengan rata-ratanya. Distribusi data jenis ini disebut dengan data terdistribusi normal(R. Peck, C. Olsen, 2008).

Probability Density Function (PDF) atau kepadatan dari suatu variabel acak kontinu adalah fungsi yang menggambarkan kemungkinan relatif untuk variabel acak ini untuk mengambil nilai yang diberikan(Gorontalo, 2017). Probabilitas distribusi data dari variabel acak dapat ditentukan secara matematis dengan menggunakan suatu fungsi $f(x)$ yang disebut dengan fungsi kerapatan (*density function*). Fungsi kerapatan dapat digunakan dalam bidang ilmu rekayasa untuk menjelaskan suatu sistim fisik. Rumus fungsi kerapatan pada suatu variabel acak X diperlihatkan pada persamaan 2.2.(D. C. Montgomery and G. C. Runger, 2008)

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi s}} e^{-\frac{(X-\mu)^2}{2\sigma^2}} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana μ ialah rata-rata data uji, S ialah standar deviasi, dan S^2 ialah variasi.

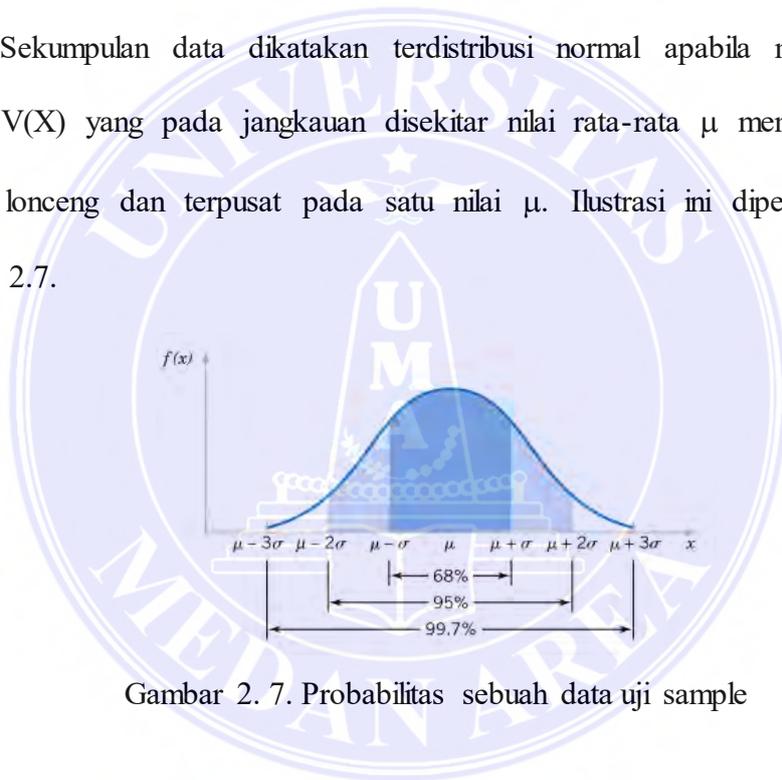
Nilai μ dan S dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.3 dan 2.4 secara berturut-turut.

$$\mu = \bar{X} = \frac{\sum X}{N} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$S = \sqrt{S^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana \bar{X} ialah nilai rata-rata data, X ialah nilai data uji, N ialah jumlah data uji, dan S^2 ialah variasi data.

Sekumpulan data dikatakan terdistribusi normal apabila memiliki fungsi variasi $V(X)$ yang pada jangkauan disekitar nilai rata-rata μ membentuk kurva seperti lonceng dan terpusat pada satu nilai μ . Ilustrasi ini diperlihatkan pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7. Probabilitas sebuah data uji sample

3.2.1. Alat

a. Cetakan Spesimen ASTM C496

Cetakan spesimen beton mengikuti standar uji ASTM C496 dengan ukuran diameter dalam 50 mm dan tinggi 150 mm. Bentuk cetakan spesimen diperlihatkan pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1. Cetakan spesimen uji tarik belah

b. 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 3.2.



Gambar 3. 2. Timbangan digital

c. Universal Testing Machine

Universal Testing Machine (UTM) ialah mesin atau alat pengujian yang memiliki fungsi untuk menguji Kuat tarik belah 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 3.3



Gambar 3. 3. Universal Testing Machine

3.2.2. Bahan

a. Kain jute

Kain jute ini dalam penelitian ini berfungsi sebagai penguat struktur beton silinder. Serat jute juga biasa digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4. Kain jute

b. Resin Epoxy dan Pengerasnya

Resin epoxy dan pengerasnya dalam penelitian ini adalah dari jenis *Bisphenol A-Epichlorohydrin*. Bentuk resin Epoxy dan pengerasnya diperlihatkan pada gambar 3.6



Gambar 3. 5. bahan matric komposit resin epoxy dan katalis (hardener)

c. Semen

Semen yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah dari jenis semen Portland Komposit SNI 7064 2014. Semen portland merupakan bahan pengikat hidroli berbentuk bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, (bahan utama ialah terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan (Sutrisno & Widodo, 1900). Untuk spesifikasi

semen sesuai SNI 7064 2014 dapat dilihat pada tabel 3.2. Bentuk semen yang dipergunakan diperlihatkan pada gambar 3.7

Tabel 3. 2. Spesifikasi semen portland SNI 7064 2014

No	Uraian	satuan	Persyaratan
1	Kehalusan	M ² / Kg	Min. 280
	Kekekalan bentuk dengan autoclave		
2	- Pemuaiian	%	Maks 0,80
	- Penyusutan	%	Maks 0,20
	Waktu pengikat dengan alat vicat		
3	- Pengikat awal	Menit	Min 45
	- Pengikat akhir	menit	Maks 375
	Kuat tekan		
4	- Umur 3 hari	Kg/cm ²	Min 130
	- Umur 7 hari	Kg/cm ²	Min 200
	- umur 28 hari	Kg/cm ²	Min 280
5	Pengikat semu		
	- penetrasi akhir	%	Min 50
6	Kandungn udara dalam mortar	% volume	Maks 12



Gambar 3. 6. Semen Portland Komposit

d. Agregat Beton

Agregat beton terdiri dari semen, pasir, kerikil, dan air. Bentuk pasir dan krikil yang dipergunakan diperlihatkan pada gambar 3.8.



Gambar 3. 7. Pasir



Gambar 3. 8. Krikil

3.3. Metode Penelitian.

3.3.1. Pembuatan Spesimen Uji

Langkah pertama persiapkan alat dan bahan untuk membuat spesimen uji, yang berukuran diameter 50 mm dan panjang 150 mm. Setelah semua bahan dan alat cetak dipersiapkan, selanjutnya dilakukan pencetakan spesimen beton silinder dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Campurkan agregat beton dengan komposisi semen, pasir, dan krikil ialah 1:2:3.
- b. Aduk hingga seluruh agregat tercampur dengan merata. Proses ini diperlihatkan pada gambar 3.8



Gambar 3. 9. Pengadukan campuran agregat beton

- c. Agregat yang telah tercampur merata selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan seperti diperlihatkan pada gambar 3.10.



Gambar 3. 10. Agregat beton yang dituangkan ke dalam cetakan

Proses selanjutnya ialah pengerasan spesimen hingga 7 hari dan dilanjutkan dengan pembongkaran cetakan. Spesimen yang dihasilkan selanjutnya direndam ke

dalam air bersih selama 7 hari. Setelah itu baru kemudian dikeringkan di udara terbuka selama 28 hari. Proses ini merupakan standar perlakuan spesimen uji sesuai ASTM C39.

Proses selanjutnya ialah membersihkan permukaan spesimen dan melapisi permukaan spesimen dengan selubung komposit hibrid laminat jute*glass* (KLHJG). Prosedur pelapisan tersebut ialah sebagai berikut:

- a. Bersihkan permukaan spesimen dengan menggunakan kertas pasir (ampas) dan kain lap.
- b. Campur resin epoxy dan hardener-nya dengan perbandingan komposisi 1:1 lalu aduk hingga merata. Campuran ini diberi kode C1.
- c. Oleskan permukaan spesimen dengan C1 secara keseluruhan.
- d. Tempelkan kain jute yang telah disediakan sebelumnya ke permukaan spesimen sehingga seluruh permukaannya tertutupi.
- e. Oleskan kembali C1 ke permukaan kain jute hingga merata.
- f. Persiapkan pompa vakum dan wadah vakum-nya.
- g. Oleskan bagian dalam permukaan wadah vakum dengan minyak pelumas untuk memudahkan pemisahan spesimen dan wadah ketika proses pembongkaran.
- h. Masukkan spesimen yang telah dilapisi dengan kain jute ke wadah vakum.
- i. Ikat rapat wadah vakum dengan menggunakan isolasi untuk proses pemukiman udara.
- j. Hidupkan pompa vakum sehingga udara di dalam wadah vakum dikeluarkan.
- k. Setelah kondisi wadah dalam keadaan vakum yang ditunjukkan oleh tekanan pada alat ukur manometer pompa 0 bar, maka ikat wadah vakum dengan rapat dan

lepaskan pompa vakum. Proses pengeringan spesimen memakan waktu selama 1 (satu) hari dan spesimen sudah siap untuk dibongkar.

3.3.2. Prosedur Pengolahan Data

Adapun prosedur pengolahan data pada penelitian ini sebagai berikut

A. Analisis Kekuatan Tarik Belah

Berikut ini adalah prosedur perhitungan untuk analisis kekuatan tarik spesimen beton silinder yang diberi penguat dari selubung KLHJG, sebagai berikut:

1. Input data- data hasil pengujian ke dalam spread sheet Ms. Excel. Input data uji berdasarkan perlakuan dan jumlah pengulangan pada tiap perlakuannya. Data- data tersebut antara lain: kode spesimen, diameter luar (mm), dan beban tekan (N) yang dihasilkan pada proses pengujian.
2. Hitung luas penampang pembebanan dengan menggunakan rumus luas lingkaran.
3. Hitung tegangan tarik yang diperoleh berdasarkan persamaan 2.1. Hitung nilai maksimum kekuatan tarik pada masing-masing perlakuan

B. Data Terdistribusi Normal

Berikut ini adalah prosedur perhitungan fungsi kerapatan variasi data untuk menentukan distribusi data analisis kekuatan tekan spesimen beton silinder yang diberi penguat dari selubung KLHJG, sebagai berikut:

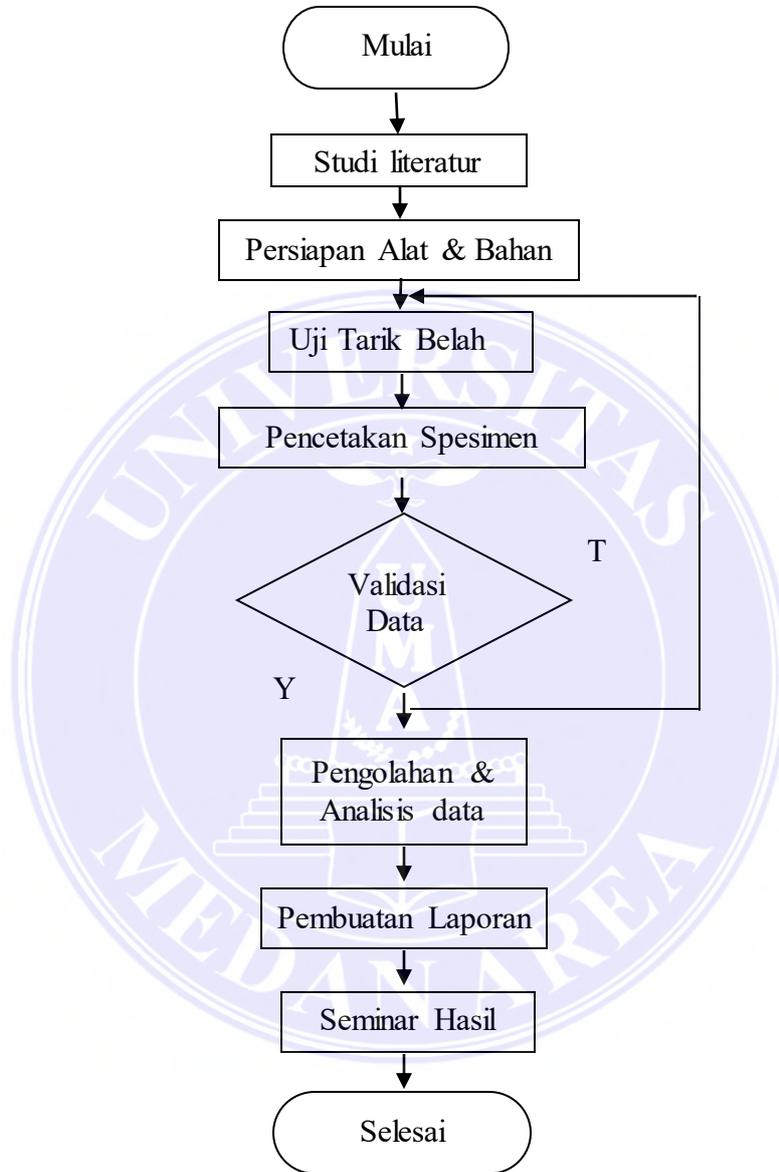
1. Mengurutkan data-data hasil uji dari nilai terendah hingga ke nilai tertinggi.
2. Menghitung nilai rata-rata keseluruhan data dengan menggunakan persamaan 2.3.
3. Menghitung nilai standar deviasi keseluruhan data dengan menggunakan persamaan 2.4.

4. Menghitung fungsi kerapatan variasi data pada masing-masing data uji dengan menggunakan persamaan 2.2.
5. Menggambarkan grafik fungsi kerapatan tersebut menggunakan software Ms. Excel sehingga diperoleh kondisi distribusi variasi data apakah terdistribusi secara normal atau tidak.



3.4. Diagram alir

Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir pada gambar 3.11.



Gambar 3. 11. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

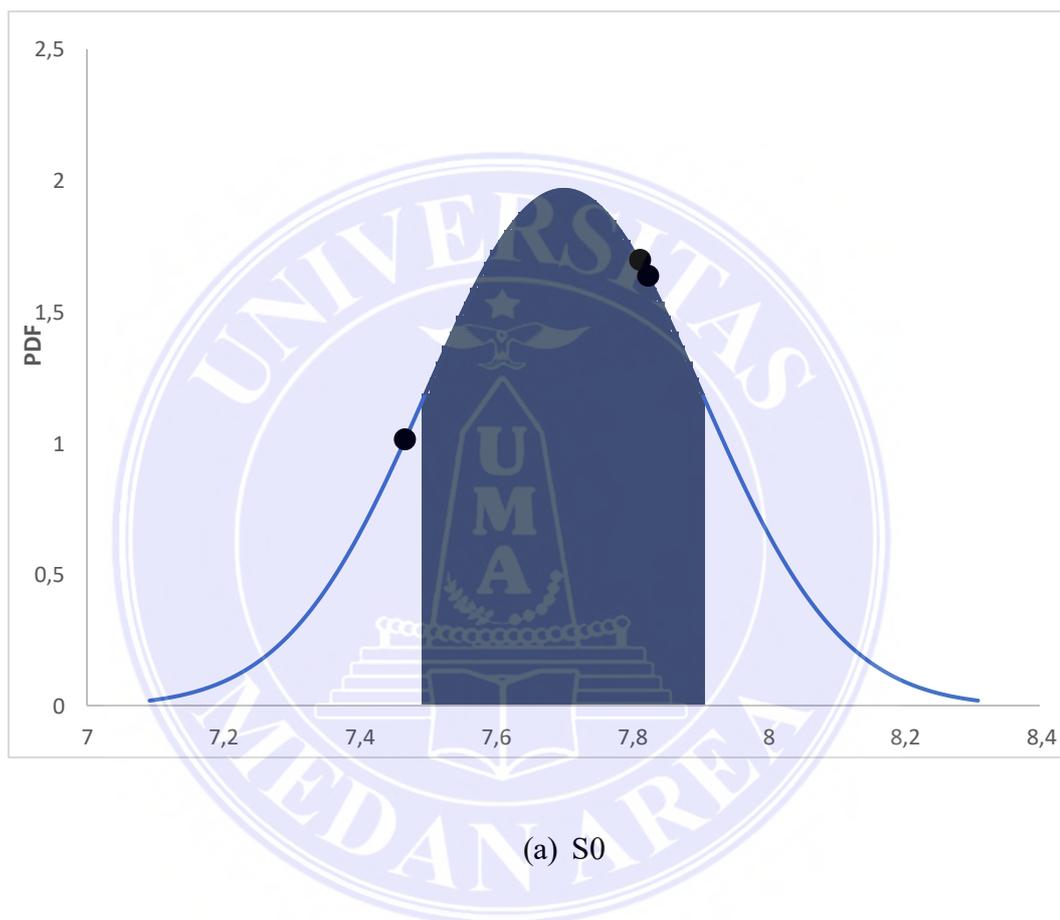
5.1. Simpulan

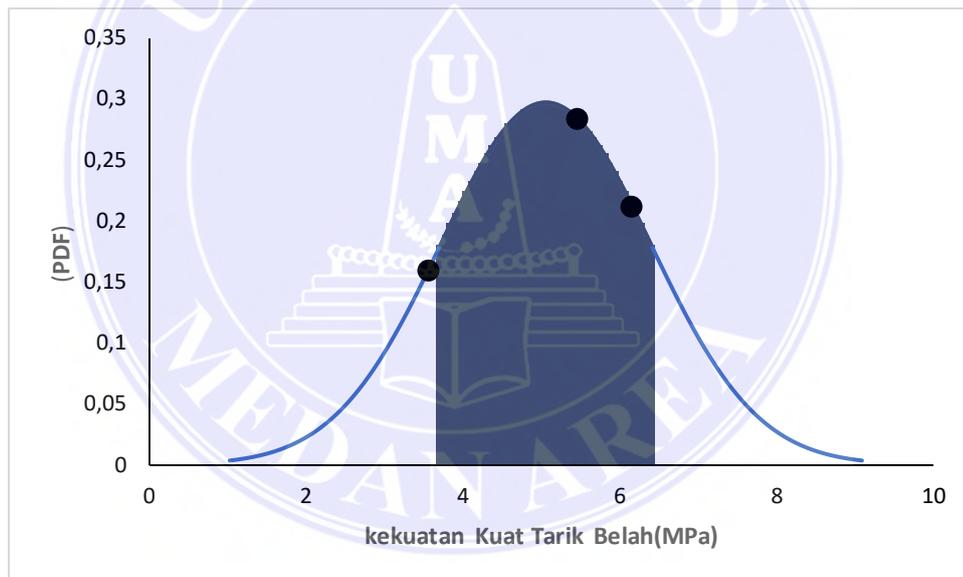
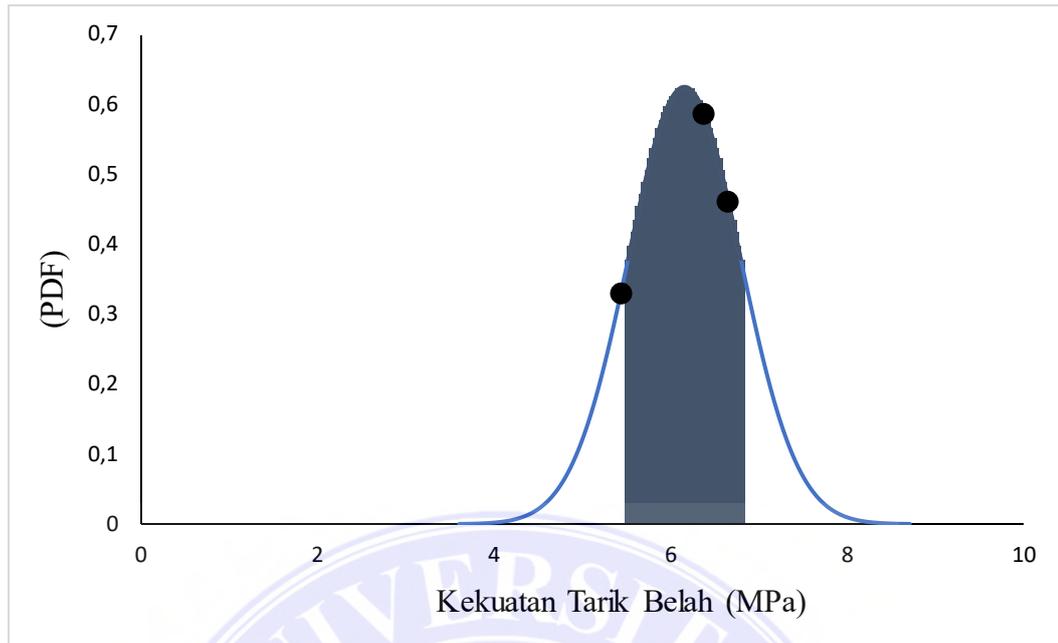
Berdasarkan hasil penyelidikan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

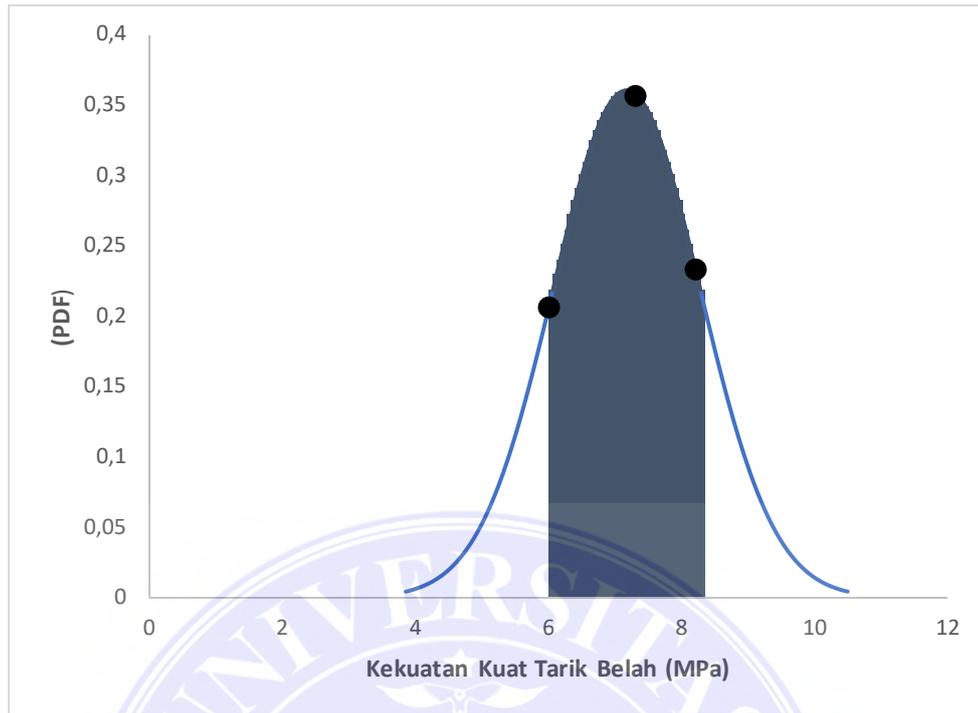
1. Kekuatan tarik belah rata-rata pada variasi JGJ, JG, JGG, JGGG, dan GGGG ialah 6,166 MPa, 5,067 MPa, 7,183 MPa, 7,430 MPa, dan 8,333 MPa secara berturut-turut.
2. Pada uji validitas data menggunakan metode kerapatan probabilitas, dari semua grafik uji kerapatan probabilitas bahwa semua data uji KLG dapat dikatakan terdistribusi normal karena data tersebut tidak terlalu jauh dari data rata-rata.
3. Berdasarkan analisis kekuatan tarik BKS yang diperkuat KLG dengan metode *split tensile test*, . Pada variasi tanpa laminat hybrid nilai rata rata dari tiga spesimen pengulangan yaitu 1,123 MPa. Kemudian untuk nilai rata rata dari variasi dengan laminat hybrid JGJ yaitu 6,166 Mpa meningkat sebesar 449%. Kekuatan tarik belah untuk variasi JG ialah rata-rata 5,607 MPa mengalami peningkatan sebesar 400 %. Kekuatan tarik belah rata-rata untuk variasi JGG ialah 7,190 MPa mengalami peningkatan sebesar 540 %. Kekuatan tarik belah rata-rata variasi GGG ialah 7,700 MPa mengalami peningkatan sebesar 585 %. Akhirnya, kekuatan tarik belah rata-rata variasi JGGG ialah 8,333 MPa mengalami peningkatan sebesar 642 %. Peningkatan kekuatan tarik belah ini didasarkan pada kekuatan spesimen tanpa selubung komposit laminat hybrid.

3.3. Data Terdistribusi Normal

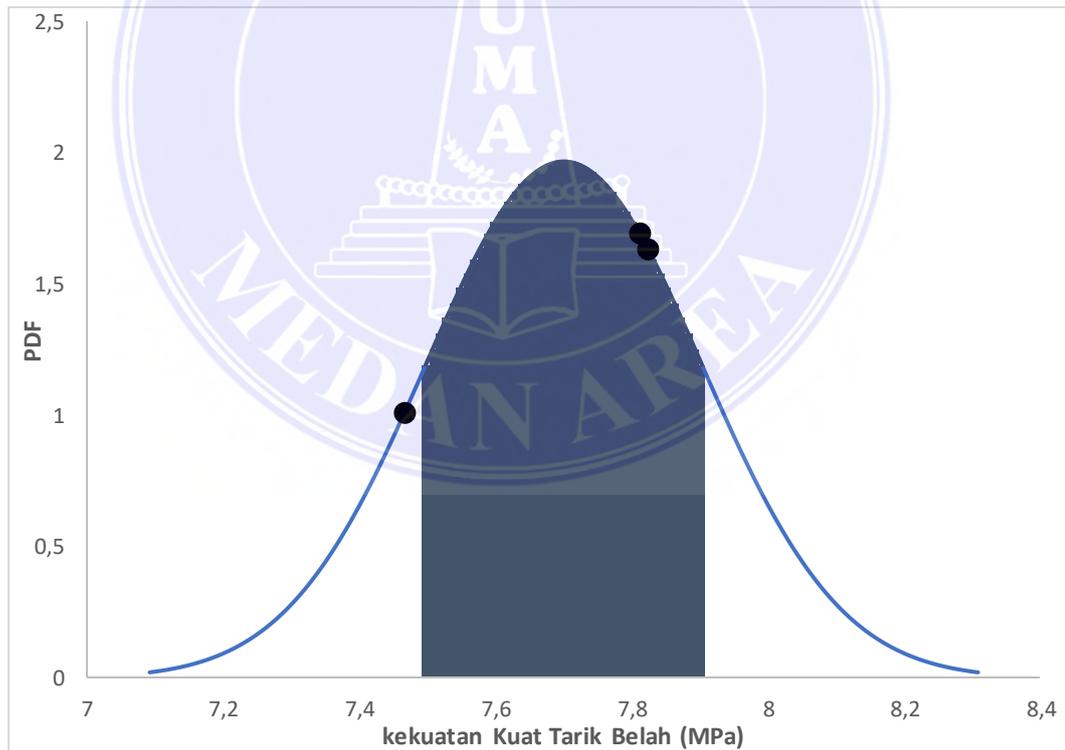
Data hasil uji kekuatan tarik belah untuk masing-masing variasi tersebut diuji validitas datanya menggunakan metode kerapatan probabilitas. Grafik hasil uji validitas data diperlihatkan pada gambar 4.3.



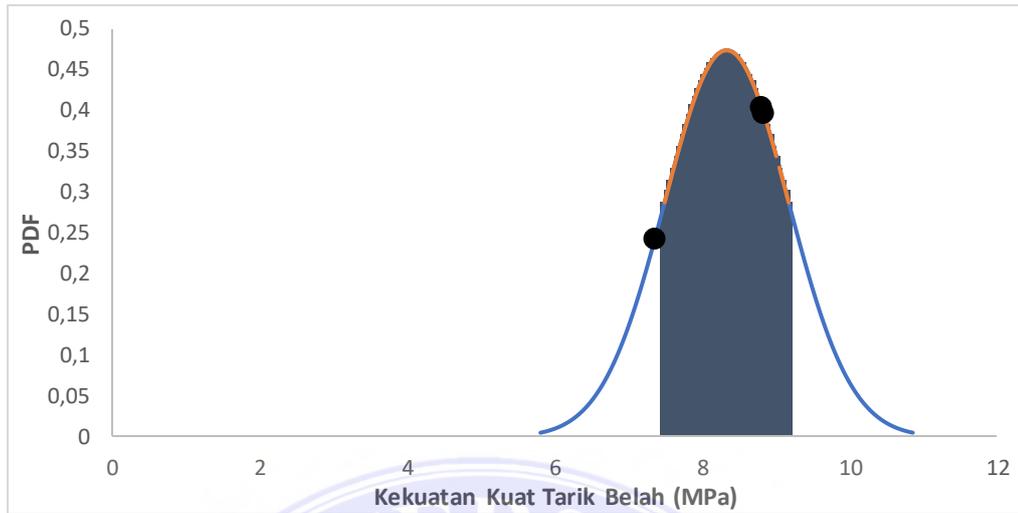




(d) JJJG



(e) GJGJ



(f) JGJG

Gambar 4. 4. (a) S0, (b) JGJ, (c) JJG, (d) JJJG, (e) GJGJ, (f) JGJG

Berdasarkan gambar 4.3, data-data hasil pengujian terbukti bahwa data-data tersebut terdistribui secara normal. Hal ini berarti bahwa data-data hasil pengujian tersebut dapat mewakili populasi kekuatan tarik belah spesimen beton diperkuat dengan KLHJG sebab nilai hasil pengujian sangat dekat sekali dengan nilai rata-rata keseluruhan data dan data tersebut tidak keluar jauh dari grafik lonceng tersebut. Data hasil uji kekuatan tarik belah untuk masing-masing variasi tersebut diuji validitas datanya menggunakan metode kerapatan probabilitas.

5.2. Saran

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

1. Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan menambahkan variasi hybrid dengan lapisan e-glass yg lebih banyak dengan lapisan jute agar hasil pengujian semakin maksimal.

2. Menurut grafik kekuatan tarik belah di rekomendasikan untuk menggunakan lapisan JJG karena pada tabel kekuatan tarik belah lapisan jjg mempunyai kekuatan tarik belah paling rendah.
3. Pada lapisan JJG 1 menurut gambar lapisan yang di gunakan kurang maksimal dalam penyelubungan sehingga kekuatan tarik belah lebih rendah di banding JGJG 2 dan 3 yang menghasilkan kekuatan tarik belah lebih tinggi padahal lapisan yang di gunakan sama dan mesin pengujian juga sama.

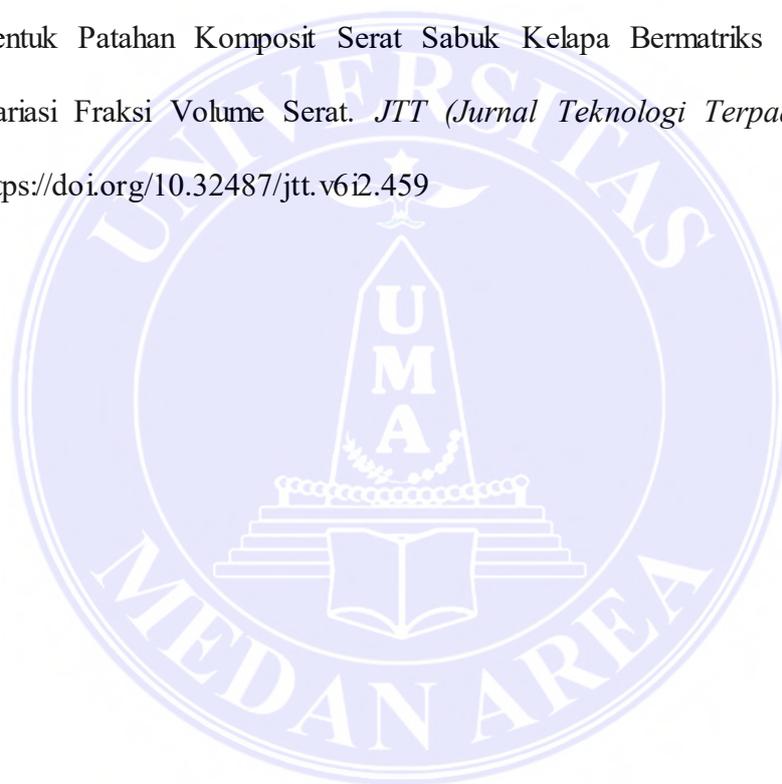


DAFTAR PUSTAKA

- ZAditama, P., Sugiarno, E., & Nuryanto, M. R. T. (2017). Pengaruh volumetrik e-glass fiber terhadap kekuatan transversal reparasi plat gigi tiruan resin akrilik. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*, 2(1), 40. <https://doi.org/10.22146/majkedgiind.10734>
- Asrullah. (2019). Analisa Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Sika Concrete Refair Mortar dan Tempurung Kelapa pada Campuran Beton K 300. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 10–15.
- D. C. Montgomery and G. C. Runger. (2008). *Applied Statistics and Probability for Engineers* (3rd ed.).
- Diana, L., Ghani Safitra, A., & Nabel Ariansyah, M. (2020). Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer. 4(2), 59–67.
- Gorontalo, U. I. (2017). Penentuan Threshold Citra Mulut Dengan Metode Normal Probability Density Function (NPDF) Guna Mendeteksi Mulut Pemelajar. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9(2), 137–144.
- Islam, M. S., & Ahmed, S. J. (2018). Influence of jute fiber on concrete properties. *Construction and Building Materials*, 189, 768–776. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.048>
- Murwanti, A. (2009). *SERAT JUTE DENGAN OLAHAN KRIYA SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKUN TAS*.
- Muzakir, A. T., Zulfikar, A. J., & Siahaan, M. Y. R. (2022). Analisis Kekuatan Tekan Beton Kolom Silinder Diperkuat Komposit Hibrid Laminat Jute E-Glass Epoksi. *JCEBT (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation)*, 6(1), 12–19.

- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & R.S. Windah. (2015). Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.
- Prasetya, J. A. (2018). *Sistem Human Machine Interface Pada Universal Testing Machine*. 30.
- R. Peck, C. Olsen, J. D. (2008). *Introduction to Statistics and Data Analysis* (3rd ed.). Thomson Higher Education.
- Regar, Renaldo Glantino; Sumajouw, Marthin D J; Dapas, S. O. (2014). Nilai Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Ukuran Dimensi Benda Uji. *Nilai Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Ukuran Dimensi Benda Uji*, 2(5), 269–276.
- Rohmawati, L., & Setyarsih, W. (2014). Studi Kekuatan Mekanik Komposit Serat Alam/Resin Epoxy. *Berkala Fisika Indonesia: Jurnal Ilmiah Fisika, Pembelajaran Dan Aplikasinya*, 6(2), 40–46.
- Sari, N. H., Taufan, A., & Yudhyadi, I. (2012). Ketahanan Bending Komposit Hybrid Serat Batang Kelapa/Serat Gelas Dengan Matrik Urea Formaldehyde. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 5(1), 91–97.
- Suliyanthini, D., Riza, W., Tinuk, & Aam. (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>), 1–13.
- Supit, F. V., Pandaleke, R., & Dapas, S. O. (2016). Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 6(2), 476–484.
- Susanto, M. A., & Purkuncoro, A. E. (2019). Aplikasi Material Komposit Pada

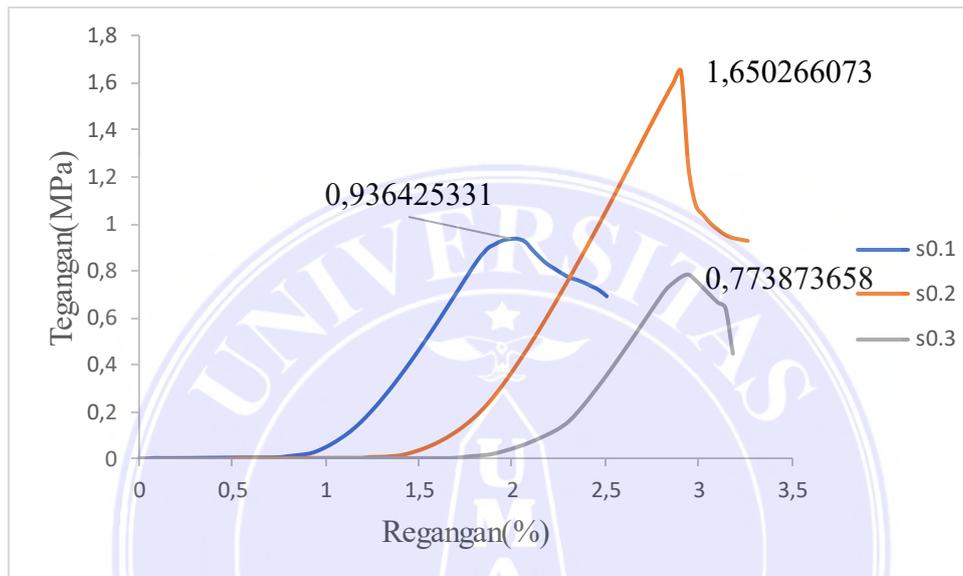
- Body Pesawat Remote Control Berbahan Dasar Polyfoam. *Ejournal Itn*, 1–9.
- Sutrisno, A., & Widodo, S. (1900). Analisis variasi kandungan semen terhadap kuat tekan beton ringan struktur agregat pumice. *Jurnal Teknik Sipil*, 286.
- YUDHA KUSUMA, G. (2018). Pemanfaatan Serat Rami Pada Pembuatan Beton Normal Terhadap Kemampuan Uji Sifat Mekanis. *Rekayasa Teknik Sipil*, 3(3), 1–5.
- Zulkifi, Z., Hermansyah, H., & Mulyanto, S. (2018). Analisa Kekuatan Tarik dan Bentuk Patahan Komposit Serat Sabuk Kelapa Bermatriks Epoxy terhadap Variasi Fraksi Volume Serat. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 6(2), 90. <https://doi.org/10.32487/jtt.v6i2.459>



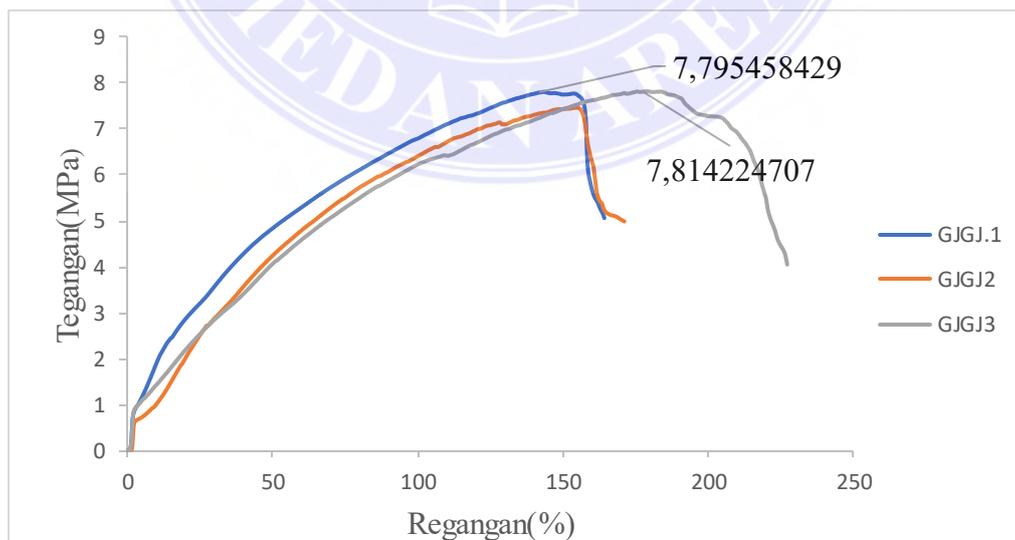
LAMPIRAN 1

Grafik Hasil Pengujian kekuatan Tarik belah Spesimen Beton Silinder Diperkuat Komposit Laminat Hybrid Jute E glass (KLHJG)

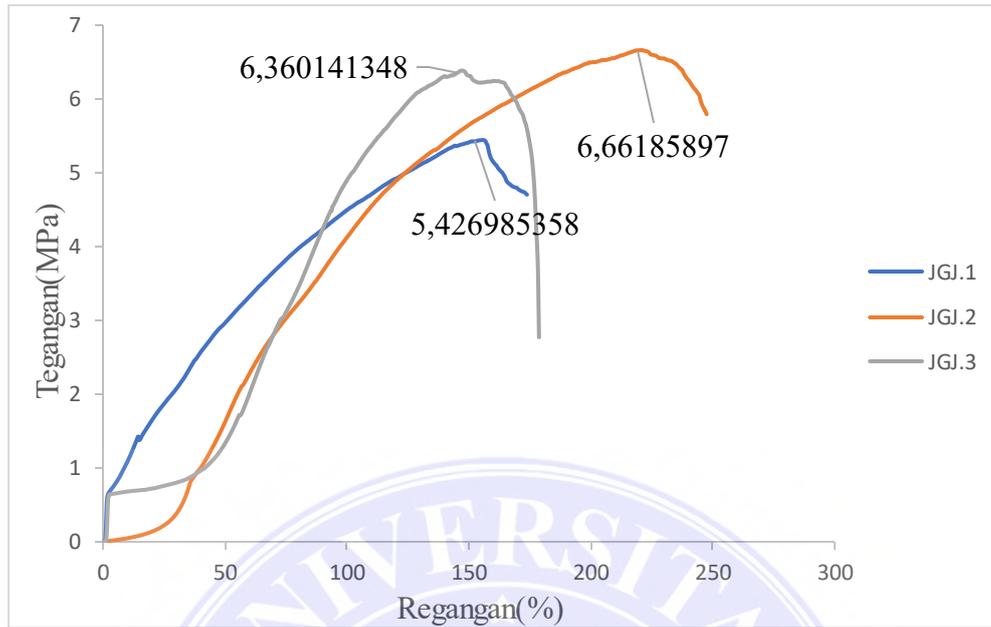
1. Spesimen tanpa selubung



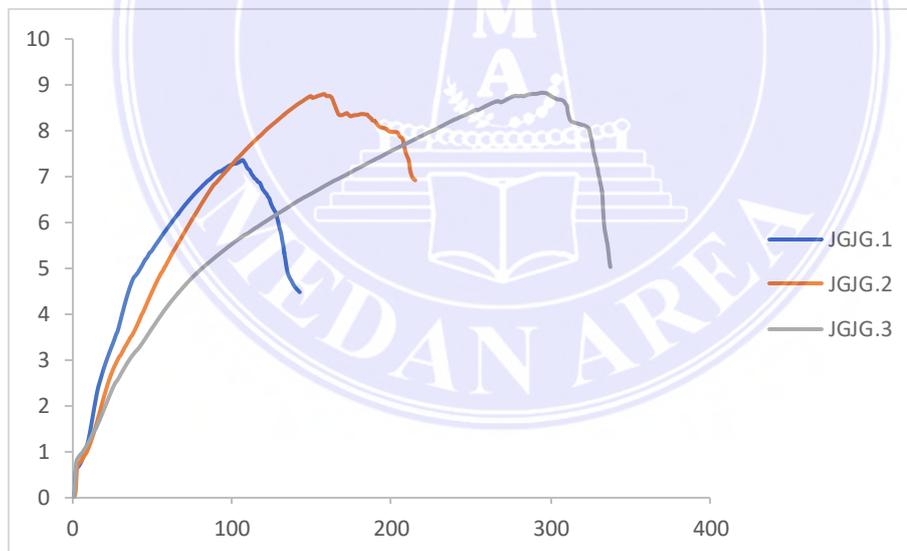
2. Spesimen gjg 3 kali perulangan



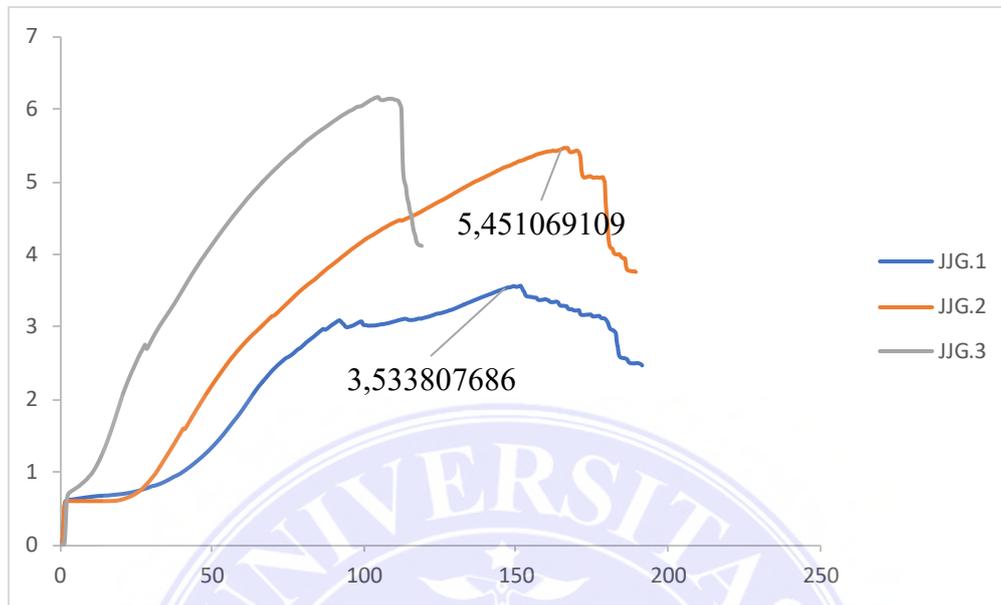
3. Spesimen jgj 3 kali perulangan



4. Spesimen jgg 3 kali perulangan



5. Spesimen jjg 3 kali perulangan



6. Spesimen jjjg 3 kali perulangan

