

**ANALISIS KEKUATAN TEKAN BAHAN KOMPOSIT HIBRID
LAMINAT JUTE E-GLASS EPOKSI SEBAGAI PENGUAT
STRUKTUR BETON**

SKRIPSI

OLEH :

NAMA : AJI TYAS MUZAKIR

NPM : 168130002



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

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 4/8/22

Access From (repository.uma.ac.id)4/8/22

**ANALISIS KEKUATAN TEKAN BAHAN KOMPOSIT HIBRID
LAMINAT JUTE E-GLASSEPOKSI SEBAGAI PENGUAT
STRUKTUR BETON**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik



OLEH :

NAMA : AJI TYAS MUZAKIR

NPM : 168130002

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul tugas akhir : ANALISIS KEKUATAN TEKAN BAHAN KOMPOSIT HIBRID LAMINAT JUTE E-GLASS EPOKSI SEBAGAI PENGUAT STRUKTUR BETON.

Nama Mahasiswa : AJI TYAS MUZAKIR

NPM : 168130002

Bidang Keahlian : Material Manufaktur

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Nama Dosen Pembimbing I : Zulfikar, ST, MT.

NIDN : 007127307

Nama Dosen Pembimbing II : M. Yusuf R. Siahaan, ST, MT.

NIDN : 0122078003

Medan, 24 Mei 2022

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I

(M. Yusuf R. Siahaan, ST, MT.)
NIDN : 0122078003

(Zulfikar, ST, MT.)
NIDN : 007127307

Diketahui Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ka. Prodi Teknik Mesin

(Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom.)
NIDN : 0105058804

(Muhammad Idris, ST, MT.)
NIDN : 0106058104

Tanggal Lulus : 24 Mei 2022

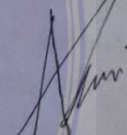
HALAMAN PERNYATAAN

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 dengan norma, kaidah, dan etika penulis 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 24 Mei 2022


(Aji Tyas Muzakir)

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

Sebagai civitasi akademik Universitas Medan Area, Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aji Tyas Muzakir
Npm : 168130002
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 eksklusif : ANALISIS KEKUATAN TEKAN BAHAN KOMPOSIT HIBRID LAMINAT JUTE E-GLASS EPOKSI SEBAGAI PENGUAT STRUKTUR BETON. Dengan Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih mediakan/formatkan, mengelolah dalam bentuk perangkat data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Medan 24 Mei 2022

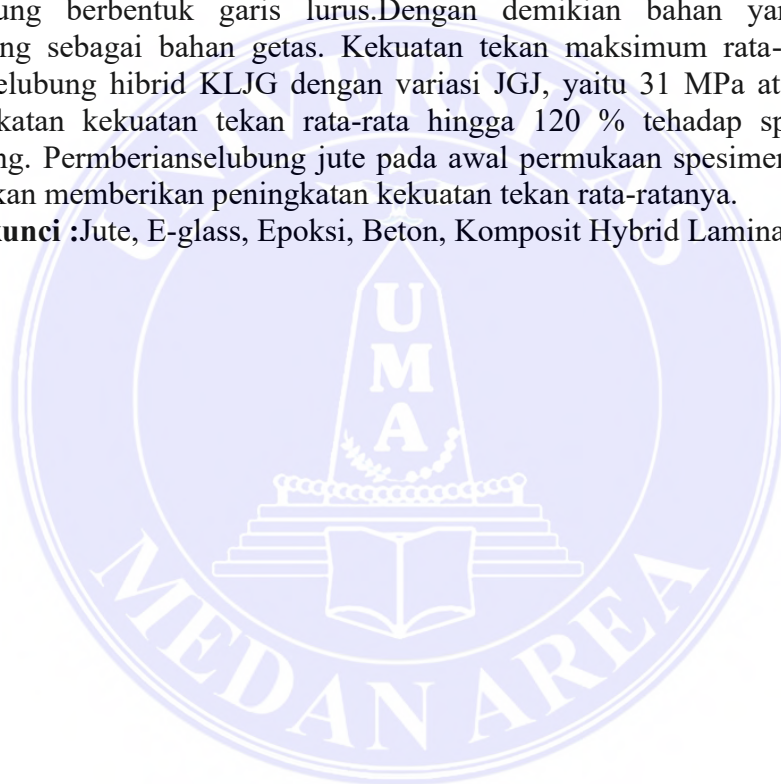
Yang menyatakan

(Aji Tyas Muzakir)

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini ialah analisis perubahan massa dan ukuran diameter rata-rata spesimen beton silinder yang dilapisi oleh komposit hibrid laminat jute glass (KLJG), analisis jenis bahan yang dihasilkan berdasarkan grafik hasil uji tekan dan pola kerusakan spesimen beton silinder yang dilapisi oleh KLJG, dan analisis kekuatan tekan struktur beton yang diperkuat oleh KLJG. Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah metode *vacuum baging*. Hasil dari penelitian ini ialah pemberian selubung hibrid KLJG pada spesimen juga tidak menyebabkan perubahan ukuran diameter yang signifikan terhadap spesimen kolom beton silinder. Dari bentuk grafik yang dihasilkan tidak memperlihatkan titik proporsional, titik luluh dan bahkan titik kepatahan/kerusakan yang jelas dan cenderung berbentuk garis lurus. Dengan demikian bahan yang dihasilkan tergolong sebagai bahan getas. Kekuatan tekan maksimum rata-rata diperoleh pada selubung hibrid KLJG dengan variasi JGJ, yaitu 31 MPa atau mengalami peningkatan kekuatan tekan rata-rata hingga 120 % terhadap spesimen tanpa selubung. Pemberian selubung jute pada awal permukaan spesimen beton secara signifikan memberikan peningkatan kekuatan tekan rata-ratanya.

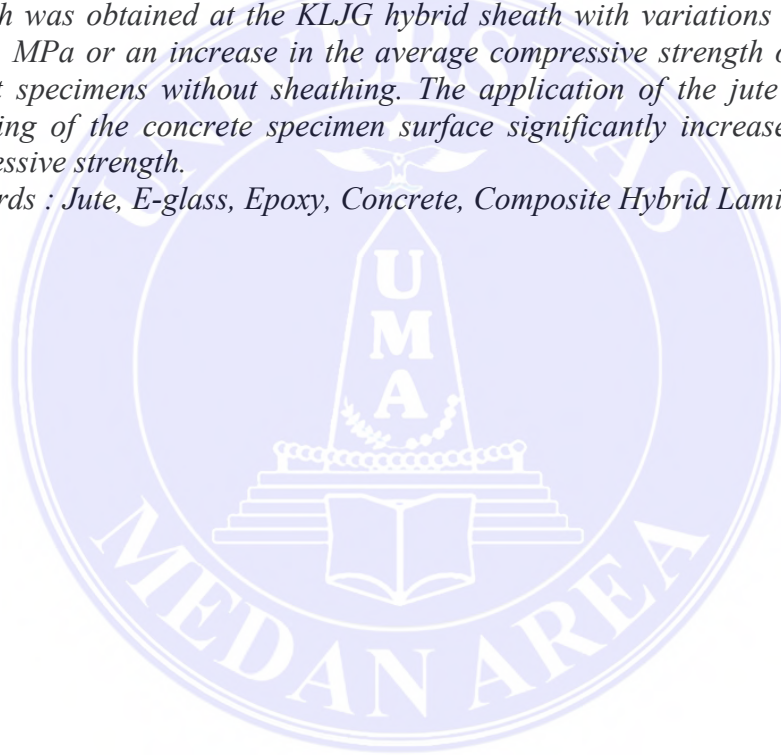
Kata kunci : Jute, E-glass, Epoksi, Beton, Komposit Hibrid Laminat



Abstract

The purpose of this study is to analyze changes in mass and average diameter of cylindrical concrete specimens coated with a hybrid laminated jute glass (KLJG) composite, analysis of the type of material produced based on the graph of compression test results and damage patterns of cylindrical concrete specimens coated by KLJG, and analysis of the compressive strength of reinforced concrete structures by KLJG. The method used in this research is the vacuum bagging method. The result of this research is that the application of the KLJG hybrid sheath on the specimen also did not cause a significant change in the diameter size of the cylindrical concrete column specimen. From the resulting graph, it does not show a clear proportional point, yield point and even the point of failure/damage and tends to be in the form of a straight line. Thus the resulting material is classified as a brittle material. The average maximum compressive strength was obtained at the KLJG hybrid sheath with variations of JGJ, which was 31 MPa or an increase in the average compressive strength of up to 120% against specimens without sheathing. The application of the jute sheath at the beginning of the concrete specimen surface significantly increased its average compressive strength.

Keywords : Jute, E-glass, Epoxy, Concrete, Composite Hybrid Laminate



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Aji Tyas Muzakir dilahirkan di Tg Kubah pada tanggal 15 Mei 1998. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, pasangan dari Bapak Sugianto, dan Ibu Siti Absah. Penulis menyelesaikan pendidikan di Madrasah Ibtidaiyah Mis Guppy, Tg Kubah, Kabupaten BatuBara. dan Tamat pada tahun 2010. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMP Swasta Al-Washliyah 6 Air Putih, dan Tamat pada Tahun 2013. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMK Negeri 1 Air Putih, Kabupaten BatuBara. Jurusan Teknik Kendaraan Ringan (TKR) dan Tamat pada tahun 2016. Penulis melanjutkan pendidikan menjadi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area pada tahun 2016 dan selesai pada tahun 2022.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kesehatan dan hikmah kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik sesuai dengan waktu yang telah direncanakan.

Skripsi berjudul “ **Analisis Kekuatan Tekan Bahan Komposit Hibrid Laminat jute E-glass Epoksi Sebagai Penguat Struktur Beton** “disusun untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Teknik Universitas Medan Area UMA.

Alhamdulillah dalam menyusun skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menentukan judul, penyusunan proposal hingga menjadi sebuah skripsi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- a. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
- b. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom., M.Kom., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area Medan.
- c. Bapak Muhammad Idris, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
- d. Bapak Zulfikar, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak M Yusuf Rahmansyah Siahaan, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing II.
- e. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin dan Pegawai Teknik Mesin Universitas Medan Area.
- f. Teristimewa untuk Ayahanda Sugianto dan Ibunda Siti Absah yang selalu memberikan semangat, motivasi dan membiayai semua keperluan penulis selama kuliah serta kepada saudari-saudariku yang tercinta Ayuning Tyas

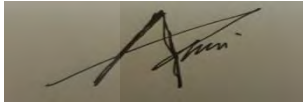
Sugita S.Sos, dan Ibrahim Syah yang selalu memerikan dukungan kepada penulis.

- g. Kepada Aidil Safitri S.Sos, yang selalu memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
- h. Teman-teman yang ikut membantu penulis selama melakukan penelitian/riset.
- i. Terimakasih untuk seluruh teman-teman jurusan Teknik Mesin Stambuk 2016 di Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Medan, 24 Mei 2022

Penulis



Aji Tyas Muzakir
NIM 168130002

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Material Komposit	4
2.2.1. Material penyusun komposit	4
2.2.2. Klarifikasi komposit	5
2.2.3. Faktor yang mempengaruhi performa	6
2.2. Serat Jute	8
2.3. Resin <i>Epoxy</i> dan Katalis	9
2.4. Beton	11
2.5. Kuat Tekan.....	133
2.6. Kerusakan Beton	15
2.6.1. Retak (cracks).....	15
2.6.2. Voids.....	15
2.6.3. Scalling/spalling/erosion	16
2.7. Hasil Penelitian Sebelumnya	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1. Tempat dan Waktu	19
3.2. Alat dan Bahan.....	19
3.2.1. Alat	19
3.2.2. Bahan.....	22
3.3. Metode Penelitian.	24
3.3.1. Pembuatan spesimen uji	24
3.3.2. Pengujian tekan spesimen.....	27
3.3.3. Pengolahan data.....	27
3.4. Diagram Alir Penelitian.	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1. Perubahan Massa dan Diameter Spesimen	30
4.2. Data Pengujian Tekan	36
4.3. Analisis Kekuatan Tekan	37

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1. Kesimpulan	39
5.2. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN 1.....	43

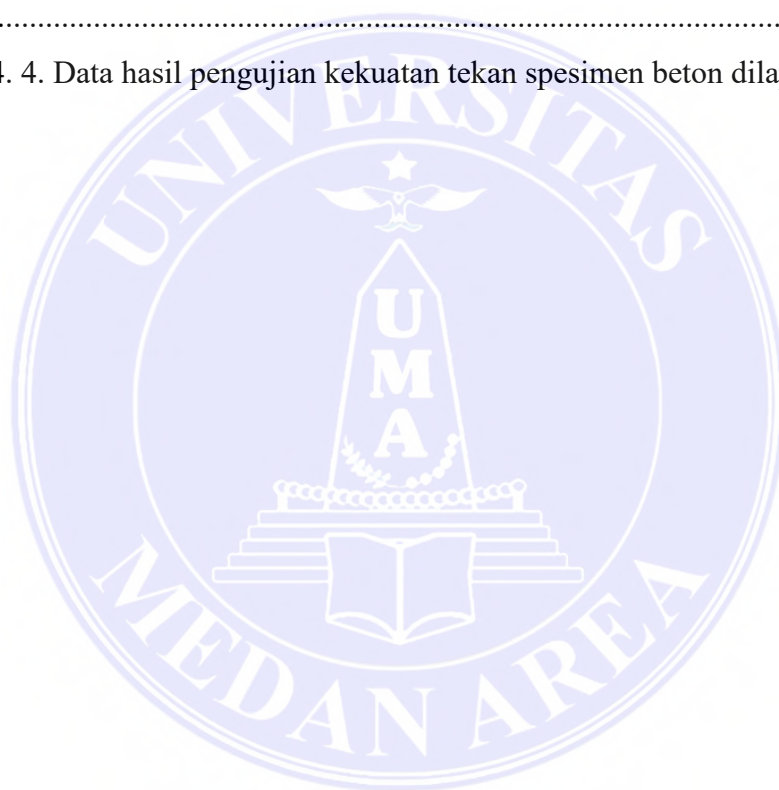


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1. Material penyusun komposit	5
Gambar 2. 2. Jenis-jenis struktur material komposit	6
Gambar 2. 3. Klarifikasi dan bahan material komposit	6
Gambar 2. 4. Lamina dan laminate	8
Gambar 2. 5. . Resin dan katalis/Hardener	11
Gambar 2. 6. Skematik ui tekan	14
Gambar 2. 7. Retak akibat reaksi alkali –agregat	15
Gambar 2. 8. <i>Voids-Honey combing</i>	16
Gambar 2. 9. <i>Scalling</i>	17
Gambar 3. 1. Cetakan spesimen uji tekan	20
Gambar 3. 2. Timbangan digital	20
Gambar 3. 3. Mesin uji tekan	21
Gambar 3. 4. Kain jute	22
Gambar 3. 5. Lembaran serat kaca	22
Gambar 3. 6. Perekat komposit laminat Jute: (a) Epoxy, dan (b) pengerasnya	23
Gambar 3. 7. Semen Portland komposit	23
Gambar 3. 8. Agregat beton: (a) pasir, dan (b) kerikil	24
Gambar 3. 9. Pencampuran agregat beton	24
Gambar 3. 10. Pengadukan campuran agregat beton	25
Gambar 3. 11. Agregat beton yang telah dituangkan ke dalam cetakan	25
Gambar 3. 12. Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 4.1. Proses pembuatan spesimen beton: (a) pencampuran semen, pasir, krikil, (b) pengadukan, (c) pencetakan, dan (d) pembongkaran	30
Gambar 4.2. Perendaman spesimen uji dalam air bersih selama 7 hari	31
Gambar 4.3. Hasil pengukuran massa spesimen	32
Gambar 4.4. Proses pelapisan spesimen dengan selubung hibrid KLJG: (a) pelapisan lembaran jute dan serat kaca, (b) proses <i>vacuum baging</i> , (c) kondisi vakum, dan (d) lembaran jute dan serat kaca telah mengeras	33
Gambar 4.5. Penampang spesimen beton yang telah dilapisi KLJG: (a) GGJ, (b) JGJ, dan (c) JJG	35
Gambar 4.6. Pola kerusakan pada spesimen beton akibat beban tekan: (a) GGJ, (b) JGJ, dan (c) JJG	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kelas Data Mutu Beton	12
Tabel 3. 1. Jadwal Kegiatan Penelitian	19
Tabel 4. 1. Stabilitas massa spesimen (toleransi 2 %)	32
Tabel 4. 2. Massa spesimen beton yang telah dilapisi selubung hibrid KLJG	34
Tabel 4. 3. Hasil pengukuran diameter luar spesimen beton yang dilapisi dengan KLJG	35
Tabel 4. 4. Data hasil pengujian kekuatan tekan spesimen beton dilapisi KLJG .	36



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Beton merupakan material yang paling sering digunakan pada konstruksi bangunan, hal ini dikarenakan beton mempunyai kelebihan bila dibandingkan dengan material lain seperti kayu dan baja. Kelebihan tersebut diantaranya kuat tekan beton yang sangat tinggi, lebih mudah dibentuk, serta mudah dalam pengerjaan dan perawatan.

Kalau dari segi ekonomis beton relatif murah dikarenakan menggunakan bahan-bahan lokal. Melihat kondisi tersebut saya ingin menguji beton tersebut dengan melapisi bahan komposit hibrid laminat jute e-glass epoksi pada kerusakan beton tersebut, dikarenakan beton mempunyai kekuatan tarik yang rendah dan mudah retak.

Sekarang ini struktur beton yang sering kita jumpai banyak yang mengalami kerusakan. Kerusakan struktur tersebut dapat disebabkan oleh kualitas bahan yang tidak memenuhi spesifikasi, pembebanan yang berlebih, kriteria perencanaannya yang tidak sesuai.

Setiap struktur beton memiliki umur rencana dan akan mengalami penurunan kekuatan. Selain itu pengaruh lingkungan, perubahan fungsi struktur atau perubahan pelaksanaan beban yang tidak sesuai rencana mengakibatkan beton tersebut mengalami kerusakan struktur yang lebih cepat. Jika hal itu terjadi, ada dua hal yang perlu dilakukan, yaitu membongkar struktur lama yang telah rusak lalu mengganti dengan struktur baru, atau memberikan perkuatan pada struktur tersebut dengan menggunakan material komposit laminat hibrid.

Material komposit hibrid merupakan gabungan dari beberapa lapisan penguat serat berbeda yang disusun dengan jumlah dan urutan tertentu dan diikat dengan matrik epoksi, dimana sifat mekanis dari masing-masing serat berbeda. Belum optimalnya penggunaan komposit hibrid merupakan peluang yang baik untuk diteliti lebih lanjut untuk pemakaian aplikasi struktur komposit secara lebih luas. Serat yang dapat dijadikan penguat dalam pembuatan komposit hibrid bisa berupa serat alam dan serat sintetis.

Serat alam memiliki keunggulan jumlahnya melimpah, lebih murah, dapat diperbaharui dan didaur ulang serta tidak mencemari lingkungan. Serat *jute* merupakan salah satu serat alam yang mengandung material *biodegradable* sehingga ramah lingkungan. Serat dari tanaman *jute* ini diperoleh dari kulit batang pohon. Dari sifat-sifat tersebut, serat *jute* bisa digunakan sebagai penguat dalam komposit *hibrid laminat*.

Serat *e-glass* merupakan jenis serat sintetis. Penambahan serat *e-glass* diharapkan dapat meningkatkan ikatan serat dengan matriks dan kekuatan mekanik komposit. Resin *epoxy* adalah plastik *termoseting* yang secara kimia mempunyai daya tahan. *Epoxy* ini tahan lama, lemas dan liat, dapat dibuat lapisan pelindung yang baik. *Epoxy* memiliki beberapa kelebihan diantaranya ringan, mudah dibentuk, tahan korosi dan harganya relatif murah. Sebagai bahan perekat epoksi ini sangat menonjol. Juga telah semakin meningkat pemakaiannya untuk mencetak, mengecor, dan melaminasi.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan sebuah penelitian berjudul: "*Analisis Kekuatan Tekan Bahan Komposit Hibrid Laminat Jute E-glass Epoksi Sebagai Penguat Struktur Beton*".

1.2. Batasan Masalah.

Dari permasalahan yang di teliti maka perlu batasan untuk mempermudah dalam memahami dan menganalisa masalah yang timbul. Ada pun batasan masalah dalam penelitian adalah :

1. Penelitian dilakukan pengujian material komposit hibrid secara manual.
2. Metode pengujian hanya menggunakan uji kekuatan.
3. Modeling analitis menggunakan persamaan yang sudah ada.

1.3. Tujuan Penelitian.

Berdasarkan judul, latar belakang dan lingkup yang telah dipaparkan, maka tujuan penelitian ini ialah:

1. Analisis perubahan massa dan ukuran diameter rata-rata spesimen beton silinder yang dilapisi oleh komposit hibrid laminat jute glass (KLJG).
2. Analisis jenis bahan yang dihasilkan berdasarkan grafik hasil uji tekan dan pola kerusakan spesimen beton silinder yang dilapisi oleh KLJG.
3. Analisis kekuatan tekan struktur beton yang diperkuat oleh KLJG.

1.4. Manfaat Penelitian.

Adapun manfaat dari analisis kekuatan komposit Hibrid laminat jute e-glass epoksi sebagai penguat struktur beton terhadap beban statik tekan dan lentur ini adalah:

1. Untuk mengetahui seberapa kuat struktur beton ketika dilapisi dengan Hibrid laminat jute E-glass Epoksi.
2. Untuk mengetahui kegagalan struktur beton dalam proses pengujian beban statik tekan dan lentur.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Material Komposit.

Komposit adalah material yang tersusun atas dua campuran atau lebih material dengan sifat kimia dan fisika berbeda, dan menghasilkan sebuah material baru yang memiliki sifat-sifat berbeda dengan material-material penyusunnya[1]. 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.

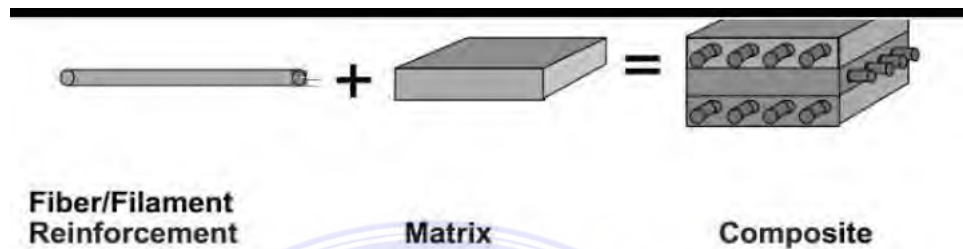
Jika sistem resin dikombinasikan dengan serat penguat akan di peroleh sifat-sifat yang jauh lebih diterima kedalam setiap individu serat dan juga melindungi serat dari kerusakan karena abrasi dan benturan, sedangkan serat akan meningkatkan kekuatan dan kekakuan matriks. Penggunaan sistem resin diperkuat serat memudahkan percetakan bentuk-bentuk yang rumit, juga mempunyai ketahanan terhadap lingkungan korosif dengan berat jenis yang rendah, sehingga komposit di perkuat serat lebih unggul terhadap logam dalam banyak aplikasi teknik. Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakannya, yaitu:

2.2.1. Material penyusun komposit

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

- a. Penguat (*Reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang elastis tetapi lebih kaku serta lebih kuat dan berfungsi untuk menahan pembebanan

- b. Matriks, umumnya lebih elastis tetapi mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah dan berfungsi untuk menyokong dan melindungi serat serta mendistribusikan dan mentransmisikan beban ke semua serat-serat (penguat). Material penyusun komposit diperlihatkan pada gambar 2.1.



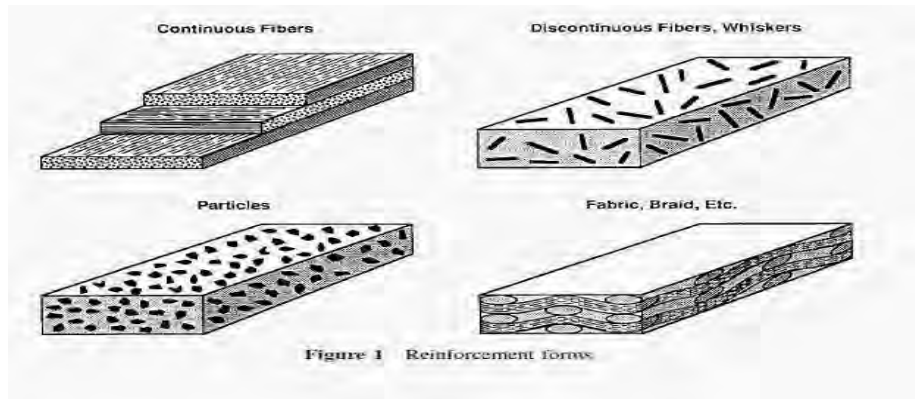
Gambar 2.1. Material penyusun komposit

2.2.2. Klarifikasi komposit

Secara umum, terdapat 3 macam jenis komposit yaitu:

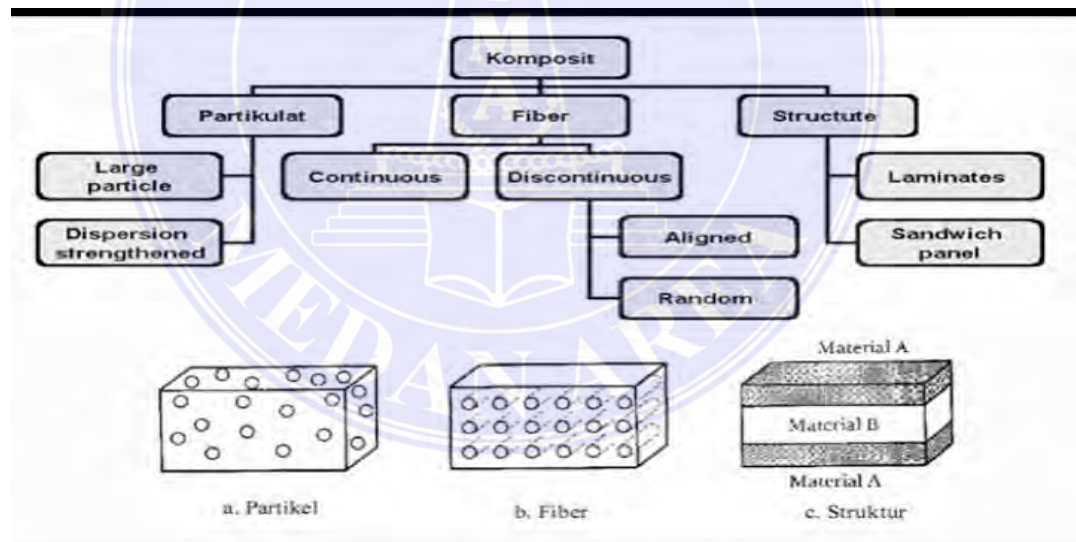
- a. Komposit serat (*fibrous composites*). Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari fiber dalam matriks. Fiber yang digunakan bisa berupa glass fiber, carbon fibers, aramid fiber. Fiber ini bisa di susun secara acak (*chopped strand mat*) maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam 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 2.2.



Gambar 2.2. Jenis-jenis struktur material komposit

Sesuai dengan definisinya, maka bahan material komposit terdiri dari unsur-unsur penyusun. Komponen ini dapat berupa unsur organik, anorganik ataupun metalik dalam bentuk serat, serpihan, partikel dan lapisan. Klarifikasi bahan material komposit diperlihatkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Klarifikasi dan bahan material komposit

2.2.3. Faktor yang mempengaruhi performa komposit

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

a. 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.

b. 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:

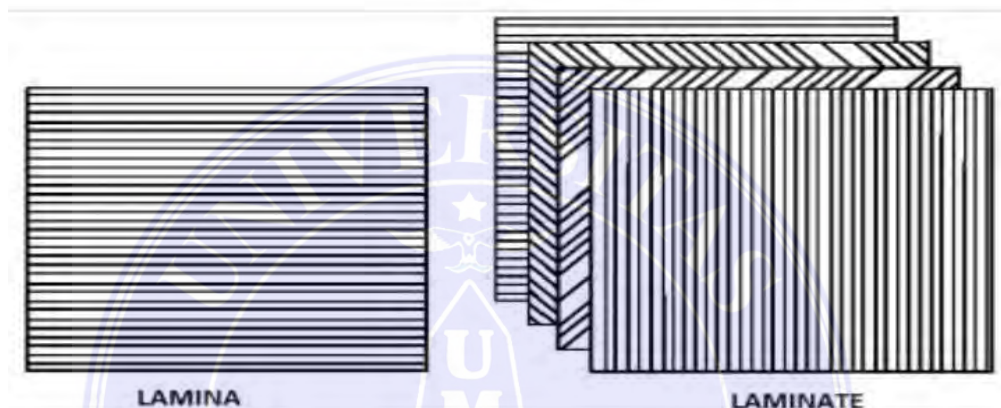
- 1). *One Dimensional Reinforcement*, kekuatan pada arah axis serat.
- 2). *Two Dimensional Reinforcement (plapar)*, mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing masing arah orientasi serat.
- 3). *Three Dimensional Reinforcement*, mempunyai sipat isotropic kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan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

c. 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.

d. 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 *laminat* adalah gabungan dari dua atau lebih *lamina* dengan arah serat bervariasi. Bentuk serat laminadan laminat diperlihatkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4.Lamina dan laminat

hibrid adalah suatu hal, benda atau teknologi yang menggabungkan dua buah hal, benda atau teknologi yang berbeda. namun dengan tetap mempertahankan baik sifat, maupun karakteristik dari kedua unsur tersebut.

Komposit laminat (*laminat composites*). Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.

2.2. Serat Jute

Serat kain jute berasal dari afrika dan telah digunakan sejak jaman mesir. Penanaman jute berkembang ke asia terutama ke India dan Pakistan. Serat jute berasal dari kulit batang tanaman *Corchorus capsularis* dan *Corchorus olitorius*[2].

Ciri fisik dari serat jute adalah memiliki kekuatan serta berkilau sedangkan permukaannya terasa kasar. Jute dapat ditanam di daerah tropis maupun subtropis dengan kondisi cuaca yang hangat dan lembab kadang tumbuh baik dipinggiran sungai. Serat jute biasa digunakan untuk pelapis permadani dan pembuatan karung.

Serat merupakan bahan yang kuat, kaku, getas. Karena serat yang terutama menahan gaya luar, ada dua hal yang membuat serat menahan gaya yaitu:

- a. Perekatan (*bonding*) antara serat dan matriks (*interfacial bonding*) sangat baik dan kuat. Sehingga tidak mudah lepas dari matriks (*debonding*)
- b. Kelangsingan (*aspect ratio*) yaitu perbandingan antara panjang serat dengan diameter serat cukup besar [3].

2.3. Resin Epoxy dan Katalis/Hardener

Resin epoxy atau secara umum di pasaran dikenal dengan bahan epoksi adalah salah satu dari jenis polimer yang berasal dari kelompok termoset. Resin termoset adalah polimer cair yang di ubah menjadi bahan padat secara polimerisasi jaringan silang dan juga secara kimia, membentuk pormasi rantai polimer tiga dimensi [4].

Thermoset memiliki sifat isotropis dan peka terhadap suhu, mempunyai sifat tidak bisa meleleh, tidak bisa diolah kembali, atomnya berikatan dengan kuat sekali, tidak bisa mengalami pergeseran rantai. Bentuk resin epoksi sebelum pengerasan berupa cairan seperti madu dan setelah pengerasan akan berbentuk padatan yang sangat getas.

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 epoksi sangat baik digunakan sebagai matriks pada komposit dengan penguat serat gelas. Pada beton penggunaan resin epoksi dapat mempercepat pengerasan [5].

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. Tahan 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 reaksi 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 2.5.



Gambar 2.5. Resin Epoxy dan katalis/Hardener

2.4. Beton

Beton adalah bahan konstruksi yang berbasis perekat semen, sedangkan agregatnya berupa pasir, batu atau kerikil. Beton pada umumnya banyak dipergunakan dalam bidang konstruksi pembangunan rumah, gedung, jembatan, konstruksi jalan dan lain lain [6].

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni dekoratif yang bagus jika pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus, misalnya dengan menampilkan agregatnya, yaitu agregat yang mempunyai bentuk yang bertekstur seni tinggi diletakkan di bagian luar, sehingga nampak jelas pada permukaan betonnya.

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 bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0 [7].

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 bahan-bahan 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.

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. Adapun tabel beton seperti dibawan ini;

Tabel 2.1. Kelas dan Mutu Beton

Kelas	Mutu	σ'_{bk} (kg/cm ²)	σ'_{bm} (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:

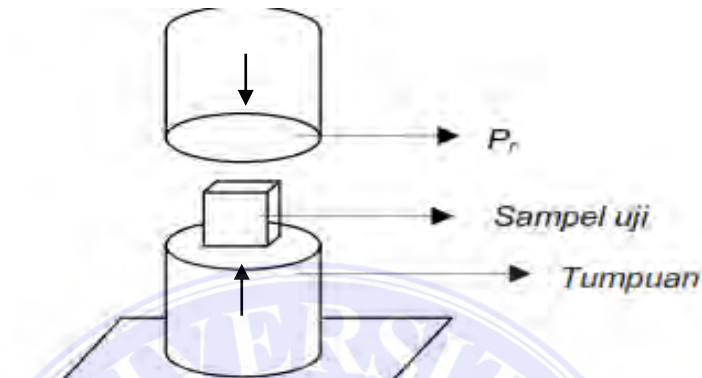
1. Beton termasuk material yang mempunyai berat jenis 2400 kn/cm²
2. Kuat tariknya kecil (9% - 15%) dari kuat tekan.

2.5. Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan mesin tekan [8]. 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 untuk melihat seberapa besarkah kekuatan tekannya.

Pada dasarnya, kuat tekan beton menjadi sifat yang paling penting dalam kualitas beton dibandingkan dengan sifat lainnya. Hal ini karena banyak sifat-sifat fisik utama beton bisa ditentukan dari berbagai kuat tekan beton seperti kuat geser beton, modulus elastisitas beton, kuat tarik belah beton, syarat kedap air, syarat keawetan beton dan lain sebagainya.

Pengujian kuat tekan beton ini menggunakan mesin UTM dengan meletakkan sampel uji pada tumpuan/landasan. Lalu sampel uji di beri beban secara vertikal. Secara ilustrasi proses ini diperlihatkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Skematik uji tekan

Universal testing machine (UTM), yaitu mesin atau alat pengujian yang memiliki fungsi untuk menguji ketahanan dan mengetahui struktur suatu bahan atau material. 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 cara, bahan yang akan di uji di ambil sampelnya lalu sampel tersebut dikompresi/ditekan sampai sampel tersebut retak. Maka dari penekanan ini akan diketahui berapa hasil kekuatan bahan yang di dapatkan. Rumus kekuatan tekan diperlihatkan pada persamaan 2.1.

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

keterangan:

σ = Kekuatan Tekan (MPa)

F =Beban Maksimum (N)

A =Luas Penampang (mm²)

2.6. Kerusakan Beton

Kerusakan yang terjadi umumnya dapat dikelompokkan dalam tiga katagori yaitu:

2.6.1. Retak (*cracks*)

Retak (*racks*) adalah pecah pada beton dalam garis-garis yang relatif panjang dan sempit, retak ini dapat ditimbulkan oleh berbagai sebab: diantaranya : evaporasi air dalam campuran beton terjadi dengan cepat akibat cuaca yang panas, kering atau berangin. Retak akibat keadaan ini disebut *plastic cracking*, *Bleeding* yang berlebihan pada beton, biasanya akibat proses *curing* yang tidak sempurna. Retakan bersifat dangkal dan saling berhubungan pada seluruh permukaan pada plat, retak jenis ini disebut *crazing*. Pergerakan struktur, sambungan yang tidak baik pada pertemuan kolom dengan balok atau plat, atau tanah yang tidak stabil. Retakan bersifat dalam atau lebar, retak jenis ini disebut *random cracks* Reaksi antara alkali dan agregat, retakan yang terbentuk sekitar 10 tahun atau lebih setelah pengecoran dan selanjutnya menjadi lebih dalam dan lebar. Adapun gambar retak (*cracks*) seperti di bawah ini;

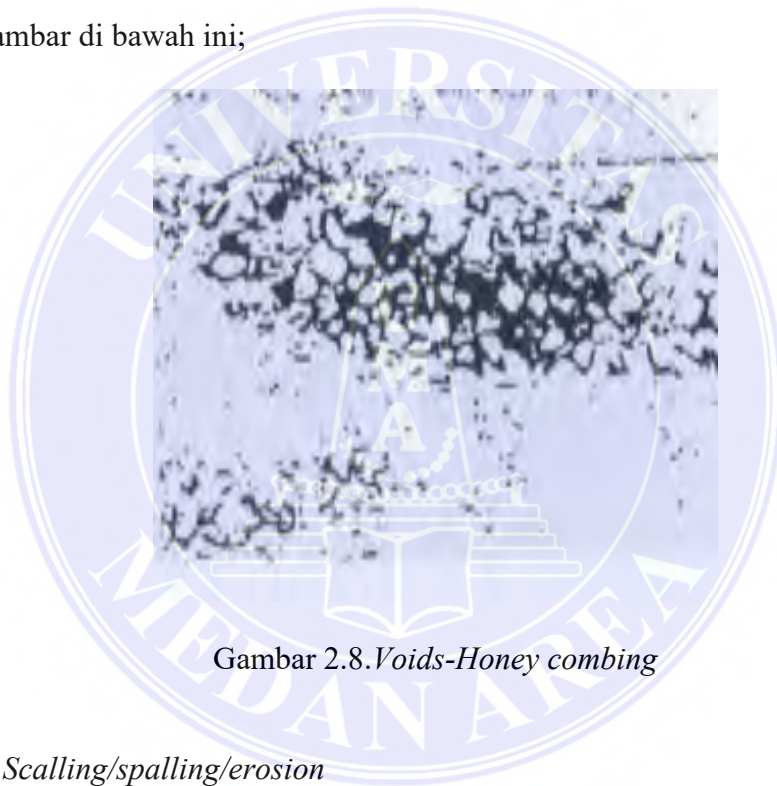


Gambar 2.7. Retak akibat reaksi alkali – agregat

2.6.2. *Voids*

Voids adalah lubang-lubang yang relatif dalam dan lebar pada beton. *Void* pada beton dapat ditimbulkan oleh berbagai sebab: diantaranya : Pematatan yang

dilakukan dengan vibrator kurang baik, karena jarak antar bekisting dengan tulangan atau jarak antar tulangan terlalu sempit sehingga bagian mortar tidak dapat mengisi rongga antara agregat kasar dengan baik. Void yang terjadi berupa lubang-lubang tidak teratur yang disebut *honey combing*. Bocor pada bekisting yang menyebabkan air atau pasta semen keluar, akan lebih parah jika campuran banyak mengandung air, atau banyak pasta semen atau gradasi agregat yang kurang baik. Keadaan ini disebut *sand streaking*. Adapun gambar voids seperti pada gambar di bawah ini;



Gambar 2.8. *Voids-Honey combing*

2.6.3. *Scalling/spalling/erosion*

Scalling/spalling/erosion adalah kelupasan dangkal pada permukaan, yang dapat ditimbulkan oleh beberapa sebab, diantaranya: Eksposisi yang berulang-ulang terhadap pembekuan dan pencairan sehingga permukaan terkelupas, keadaan ini disebut *scalling*. Melekatnya material pada permukaan bekisting sehingga permukaan beton terlepas dalam kepingan atau bongkah kecil, keadaan ini disebut *spalling*. Terlepasnya partikel-partikel sehalus debu yang dapat terdiri

dari semen yang sangat halus atau agregat yang sangathalus, terlepas akibat abrasi misalnya saat lantai disapu, hal semacam ini disebut *dusting*. Adapun gambar scalling / spalling / erosion seperti pada gambar di bawah ini;



Gambar 2.9. Scalling

2.7. Hasil Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian tentang pengaruh pemberian serat jute pada struktur beton telah dikerjakan dan dilaporkan pada kurun waktu 10 tahun terakhir. Kim dkk (2012) telah melakukan penyelidikan terhadap perilaku mekanik beton yang dicampur dengan jute komersial berukuran 9 mm. Pada penyelidikan tersebut, digunakan dua jenis beton, yaitu beton dari semen normal dan beton dari semen dengan fluiditas tinggi (dicampur dengan fly ash). Hasilnya menunjukkan kekuatan tekan maksimum diperoleh pada campuran 0,5 % serat jute dengan semen fluiditas tinggi, yaitu mencapai kisaran nilai 40 hingga 45 MPa [9]. Liu dkk (2013) telah melakukan penyelidikan terhadap perilaku kekuatan mekanik semen yang dicampurkan dengan serat jute berukuran panjang 10 hingga 50 mm. Hasilnya diperoleh kekuatan tekan maksimum diperoleh pada pada panjang serat 30 mm dengan besaran nilai 45,26 MPa [10]. Parvathy dan Kumar (2015) telah melakukan penyelidikan tentang pengaruh campuran jute terhadap kekuatan tekan

beton. Dalam penyelidikan ini, serat jute terbaik ukuran 6 cm dicampurkan pada agregat beton dengan komposisi 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, dan 1 % terhadap rasio volumenya. Hasilnya diperoleh peningkatan kekuatan tekan maksimum terjadi pada rasio 0,6 % volume serat jute dalam agregat, yaitu 40,14 MPa [11]. Dayananda dkk (2018) telah melakukan penyelidikan mengenai pengaruh pemberian serat jute dalam agregat beton terhadap kekuatan tekannya. Serat jute yang digunakan berukuran 10 mm dan dicampurkan berdasarkan variasi volume mulai 0.2 %, 0.4 %, 0.6 %, 0.8 %, 1 %, 1.2 %, 1.4 %, 1.6 % dan 1.8 % pada campuran agregat beton. Hasilnya diperoleh kekuatan tekan maksimum ialah 44,44 MPa pada komposisi volume serat jute 0,4 % [12].

Penyelidikan tentang kekuatan tekan beton yang diperkuat komposit laminat juga telah dikerjakan dan dilaporkan selama 10 tahun terakhir. Ghernouti dkk (2012) telah melakukan penyelidikan tentang perbaikan kolom beton dengan menggunakan lembaran serat karbon. Spesimen dibagi atas 3 jenis berdasarkan kapasitas kekuatan tekannya, yaitu Kelas 1 = 20 MPa, Kelas 2 = 35 MPa, dan Kelas 3 = 50 MPa. Proses perbaikan dilakukan dengan merekatkan lembaran karbon dengan menggunakan resin Sikadur-330. Hasilnya diperoleh kekuatan kolom beton pada masing-masing kapasitas tersebut mengalami peningkatan akibat pemberian lapisan karbon. Peningkatan kekuatan maksimum terjadi pada kelas 1 yaitu 23 % [13].

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu.

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

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		I	II	III	VI	V	VI
1	Persiapan alat dan bahan	■					
2	Pembuatan spesimen uji		■	■	■		
3	Pengujian spesimen			■	■	■	
4	Analisis data hasil pengujian				■	■	■
5	Pembuatan laporan penelitian					■	■
6	Seminar hasil						■

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan penyelidikan kekuatan tekan spesimen beton yang diperkuat komposit hibrid laminat jute *glass* (KLJG).

3.2.1. Alat

a. Cetakan Spesimen ASTM C39

Cetakan spesimen beton mengikuti standar uji ASTM C39 dengan ukuran diameter dalam 50 mm dan tinggi 150 mm. Bentuk cetakan spesimen diperlihatkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Cetakan spesimen uji tekan

b. Timbangan Digital

Timbangan digital dipergunakan untuk mengukur massa bahan-bahan yang dipergunakan selama penelitian ini berlangsung. Jenis timbangan digital yang digunakan ialah AND GX-30K dengan kapasitas maksimum 31 kg dan presisi 0,1 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 ketahanan 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. Mesin uji tekan

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. Lembar Serat Kaca

Serat kaca (*glass fiber*) yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah dalam bentuk lembaran dan berfungsi untuk menyelubungi spesimen beton silinder yang divariasikan dengan kain jute. Bentuk lembaran serat kaca yang dipergunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Lembaran serat kaca

c. 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 3.6. Perekat komposit laminat Jute: (a) Epoxy, dan (b) pengerasnya

d. Semen

Semen yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah dari jenis semen Portland Komposit SNI 7064 : 2014. Bentuk semen yang dipergunakan diperlihatkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Semen Portland komposit

e. Agregat Beton

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



Gambar 3.8. Agregat beton: (a) pasir, dan (b) kerikil

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. Proses ini diperlihatkan pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Pencampuran agregat beton

- b. Aduk hingga seluruh agregrat tercampur dengan merata. Proses ini diperlihatkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Pengadukan campuran agregrat beton

- c. Agregrat yang telah tercampur merata selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan seperti diperlihatkan pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Agregrat beton yang telah 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* (KLJG). Prosedur pelapisan tersebut ialah sebagai berikut:

- a. Bersihkan permukaan spesimen dengan menggunakan kertas pasir (amplas) 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. Pengujian Tekan Spesimen

Prosedur pengujian tekan spesimen beton selubung hibrid KLJG adalah sebagai berikut:

- a. Meletakkan spesimen uji pada landasan mesin UTM secara sentris.
- b. Memasukkan data-data spesimen pada input program mesin UTM. Data-data yang dimasukkan antara lain: ukuran dan massa spesimen, kecepatan pembebanan (0,1 mm/detik), dan jenis pengujian yang dilakukan.
- c. Menjalankan mesin UTM dengan kecepatan pembebanan 0,1 mm/detik.
- d. Proses pembebanan berlangsung hingga spesimen mengalami kerusakan.
- e. Data pengujian direkam secara otomatis oleh komputer dan disimpan dalam bentuk file CSV.
- f. Mendokumentasikan semua kegiatan selama proses pengujian.

3.3.3. Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, jumlah spesimen yang akan diuji adalah sebanyak 12 buah yang terdiri dari: 3 (tiga) spesimen uji tanpa selubung hibrid KLJG, 3 (tiga) spesimen dengan variasi GGJ, 3 (tiga) spesimen dengan variasi JGJ, dan 3 (tiga) spesimen dengan variasi JJG. Data-data yang diperoleh antara lain: massa rata-rata spesimen sebelum dan sesudah diberi selubung hibrid KLJG, perubahan diameter spesimen, dan gaya hasil uji tekan pada masing-masing spesimen.

Lebih lanjut, data-data tersebut dihitung rata-ratanya berdasarkan pada masing-masing variasi dengan menggunakan persamaan 3.1.

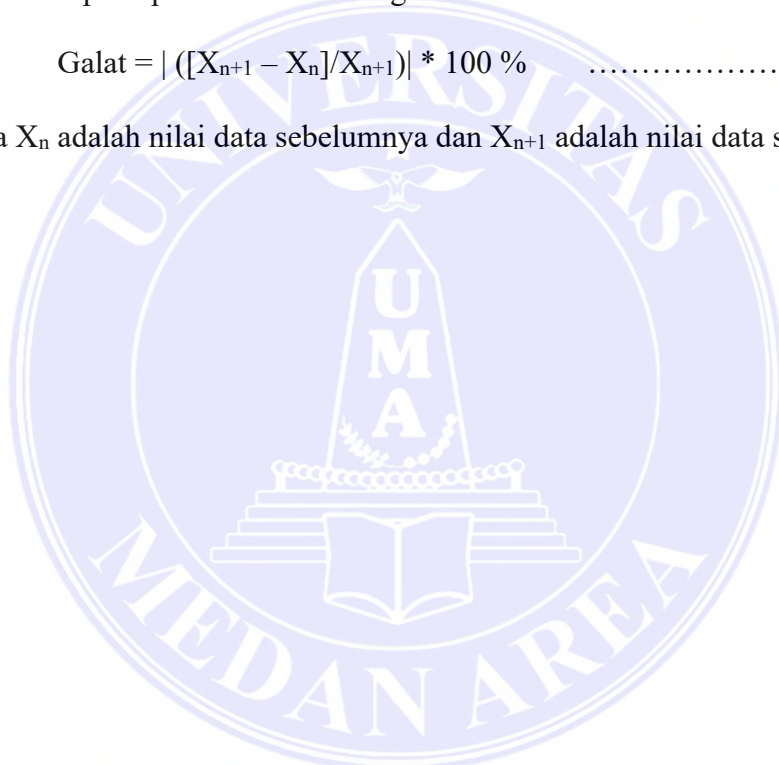
$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana \bar{X} ialah nilai rata-rata data hasil pengukuran, $\sum X$ ialah jumlah dari nilai data pengukuran, dan N ialah jumlah data yang diukur/diuji.

Dalam penelitian ini, perbedaan massa akibat proses pengeringan spesimen akan diukur dan dicatat. Perbedaan massa tersebut selanjutnya dihitung perbedaan pembacaannya menggunakan persamaan galat semu seperti diperlihatkan pada persamaan 3.2 dengan toleransi dibawah 2 %.

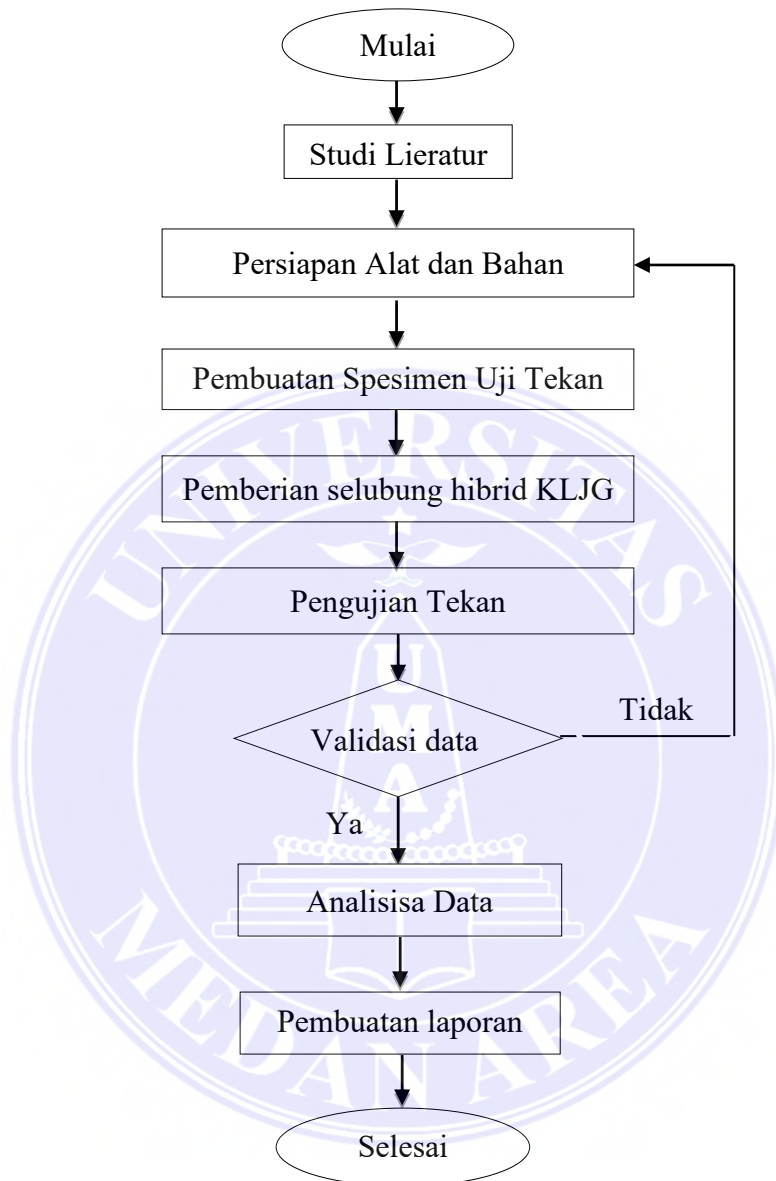
$$\text{Galat} = | ([X_{n+1} - X_n]/X_{n+1}) | * 100 \% \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana X_n adalah nilai data sebelumnya dan X_{n+1} adalah nilai data saat ini.



3.4. Diagram Alir Penelitian.

Secara ringkas, alur penelitian ini diperlihatkan pada gambar 3.11.



Gambar 3.12. Diagram Alir Penelitian

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Pemberian selubung hibrid KLJG menyebabkan terjadinya perubahan massa dan ukuran spesimen kolom beton silinder. Pada variasi GGJ dan JGJ diperoleh penambahan massa sebesar 14 %. Selanjutnya pada variasi JJG terjadi penambahan massa sebesar 17 %. Dengan demikian, pemberian selubung hibrid KLJG tidak menyebabkan perubahan massa yang signifikan terhadap spesimen kolom beton silinder ($< 20\%$). Selanjutnya, perubahan ukuran diameter spesimen dengan pemberian selubung hibrid KLJG untuk variasi GGJ, JGJ, dan JJG ialah berturut-turut 15 %, 16 % dan 16 %. Dengan demikian, pemberian selubung hibrid KLJG pada spesimen juga tidak menyebabkan perubahan ukuran diameter yang signifikan terhadap spesimen kolom beton silinder.
2. Grafik hasil pengujian tekan pada spesimen kolom beton silinder yang telah dilapisi dengan selubung hibrid KLJG diperlihatkan pada Lampiran 1. Berdasarkan grafik-grafik tersebut diperoleh kekuatan tekan pada masing-masing pengujian yang diperlihatkan tabel 4.4. Dari bentuk grafik yang dihasilkan tidak memperlihatkan titik proporsional, titik luluh dan bahkan titik kepatahan/kerusakan yang jelas dan cenderung berbentuk garis lurus. Dengan demikian bahan yang dihasilkan tergolong sebagai bahan getas.

3. Kekuatan tekan maksimum rata-rata diperoleh pada selubung hibrid KLJG dengan variasi JGJ, yaitu 31 MPa atau mengalami peningkatan kekuatan tekan rata-rata hingga 120 % terhadap spesimen tanpa selubung. Kekuatan ini tidak jauh berbeda dengan peningkatan kekuatan tekan rata-rata pada variasi selubung GGJ dan JGJ, yaitu hingga 100 %. Akan tetapi, pada spesimen dengan lapisan jute sebagai lapisan pertama yang menyelubungi spesimen beton diperoleh kekuatan tekan rata-rata yang lebih tinggi. Dengan demikian, pemberian selubung jute pada awal permukaan spesimen beton secara signifikan memberikan peningkatan kekuatan tekan rata-ratanya.

5.2. Saran

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

1. Dalam analisis kekuatan bahan komposit, diharapkan mempelajari ilmu yang berkaitan dengan material komposit.
2. Melakukan pertimbangan dalam pemilihan bahan dan material, komponen yang di rencanakan.
3. Melakukan pengecekan alat uji agar saat pengujian mudah mengetahui data pada bahan yang di uji.
4. Sebelum melakukan pengujian tekan ada baiknya terlebih dahulu mempersiapkan beton yang sudah dilapisin KLJG. Sebanyak yang di inginkan, guna agar waktu pengujian lebih optimal.
5. Meluangkan waktu pada saat pengambilan data perubahan massa spesimen, guna agar memperoleh berat rata-rata specimen uji pada kondisi massa stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] X. Y. Shanyi, D. Litong, and C. Materials, *Composite Materials Engineering*, vol. 1. Beijing: Chemical Industry Press, 2018.
- [2] S. Dixit, R. Goel, A. Dubey, P. R. Shivhare, and T. Bhalavi, “Natural Fibre Reinforced Polymer Composite Materials - A Review,” *Polym. from Renew. Resour.*, vol. 8, no. 2, pp. 71–78, 2017.
- [3] E. J. Barbero, *Introduction to Composite Materials Design*, 3rd Editio. New York: CRC Press, 2018.
- [4] H. Abramovich, *Introduction to composite materials*. Elsevier Ltd, 2017.
- [5] M. Y. Yuhazri, A. J. Zulfikar, and A. Ginting, “Fiber Reinforced Polymer Composite as a Strengthening of Concrete Structures : A Review Fiber Reinforced Polymer Composite as a Strengthening of Concrete Structures : A Review,” in *Materials Science and Engineering*, 2020, p. 13.
- [6] R. D. Woodson, *Concrete Portable Handbook*. .
- [7] M. Alexander and H. Beushausen, “Cement and Concrete Research Durability , service life prediction , and modelling for reinforced concrete structures – review and critique,” *Cem. Concr. Res.*, vol. 122, no. February, pp. 17–29, 2019.
- [8] J. Esmaeili and N. Ahooghalandary, “Introducing an easy-install precast concrete beam-to-column connection strengthened by steel box and peripheral plates,” *Eng. Struct.*, vol. 205, no. July 2019, p. 110006, 2020.
- [9] Y. K. Kim, “Natural fibre composites (NFCs) for construction and automotive industries,” in *Handbook of natural fibres*, no. 2000, Woodhead

Publishing Limited, 2012, pp. 254–279.

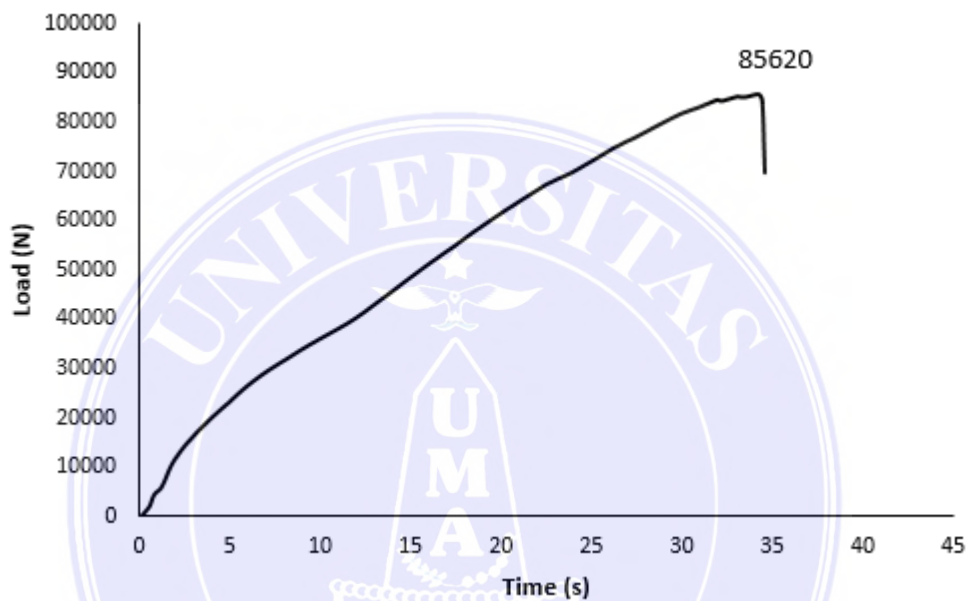
- [10] B. Liu, L. Zhang, Q. Liu, and T. Ji, “Study on behaviors of jute fiber reinforced cement based materials,” vol. 255, pp. 508–511, 2013.
- [11] G. Parvathy and R. V Kumar, “Experimental Investigation of Jute Fibre Reinforced Concrete Composites,” vol. 3, no. 29, pp. 1–5, 2015.
- [12] D. N, K. G. B S, and G. L. E. Prasad, “A Study on Compressive Strength Attributes of Jute Fiber Reinforced Cement Concrete Composites A Study on Compressive Strength Attributes of Jute Fiber Reinforced Cement Concrete Composites,” in *Materials Science and Engineering*, 2018, pp. 1–5.
- [13] Y. Ghernouti, A. Li, and B. Rabehi, “Effectiveness of repair on damaged concrete columns by using fiber-reinforced polymer composite and increasing concrete section,” 2012.

LAMPIRAN 1

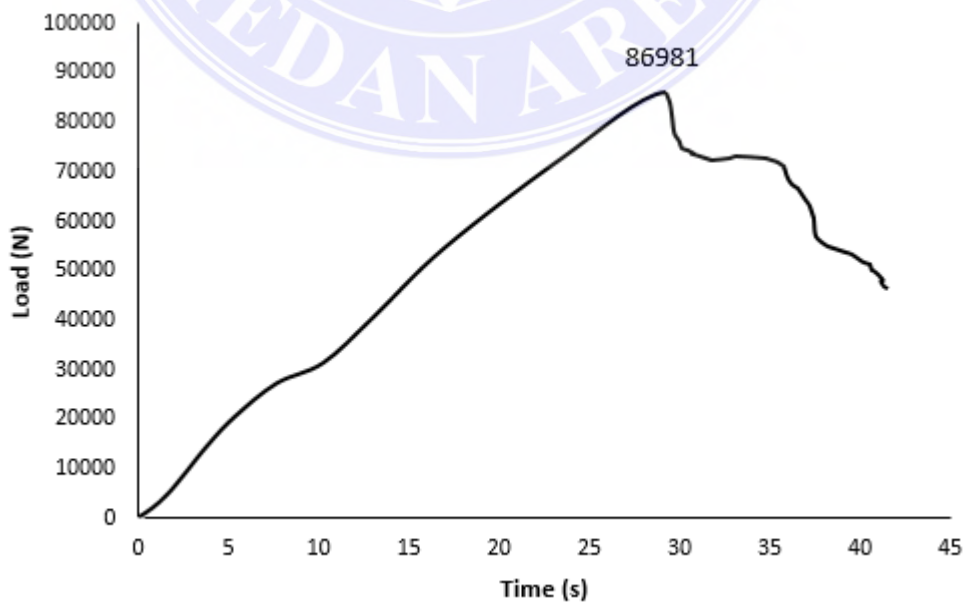
Grafik Hasil Pengujian Tekan Spesimen Kolom Beton Silinder Diperkuat Komposit Hibrid Laminat Jute Glass (KLJG)

A. Spesimen dengan variasi GGJ

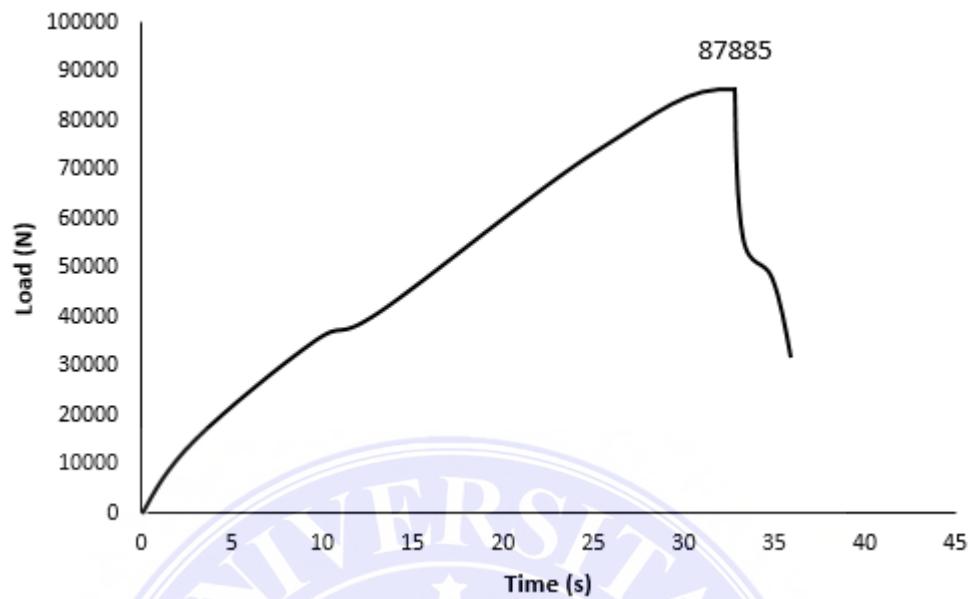
1. Pengujian pertama



2. Pengujian kedua

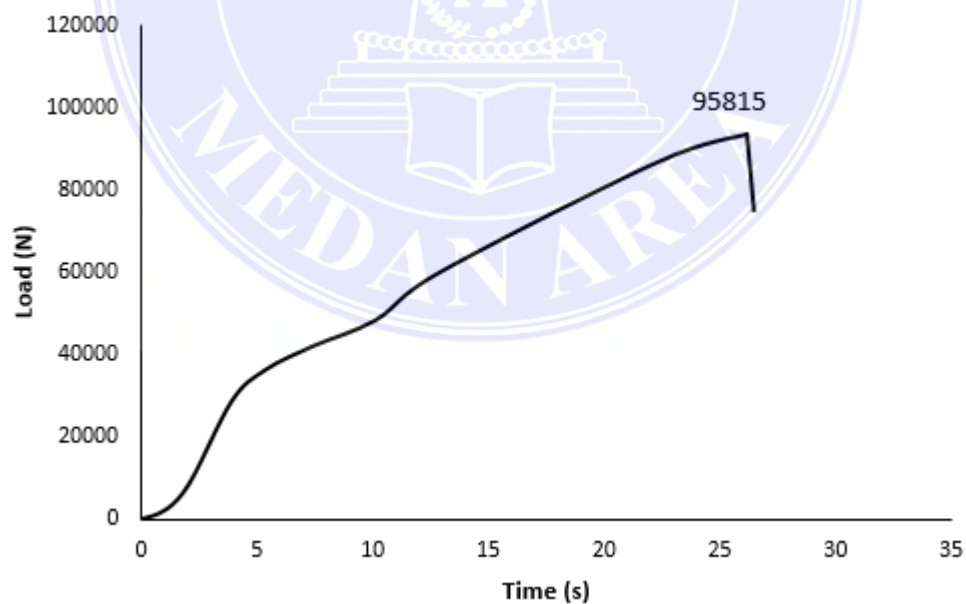


3. Pengujian ketiga

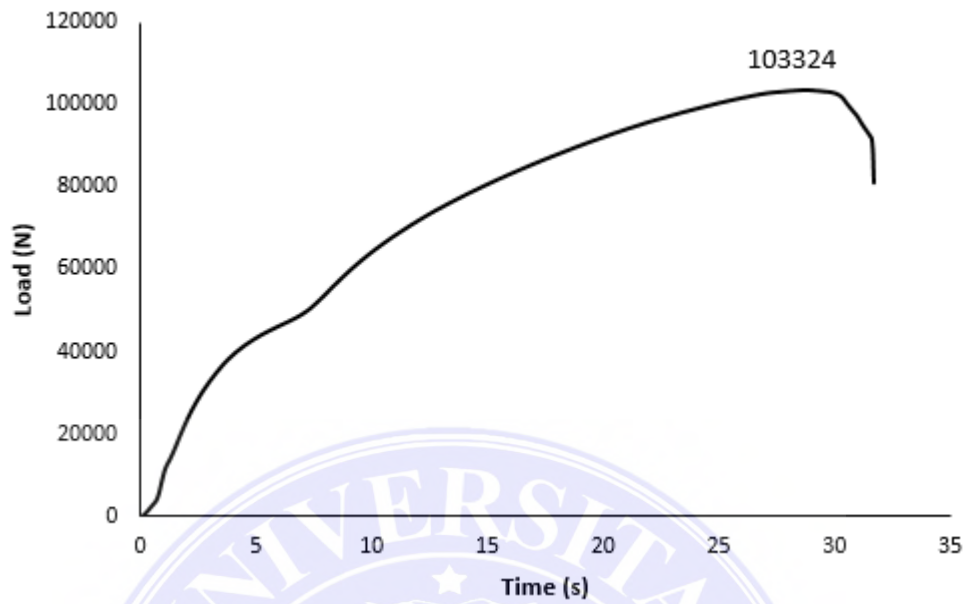


B. Spesimen dengan variasi JGJ

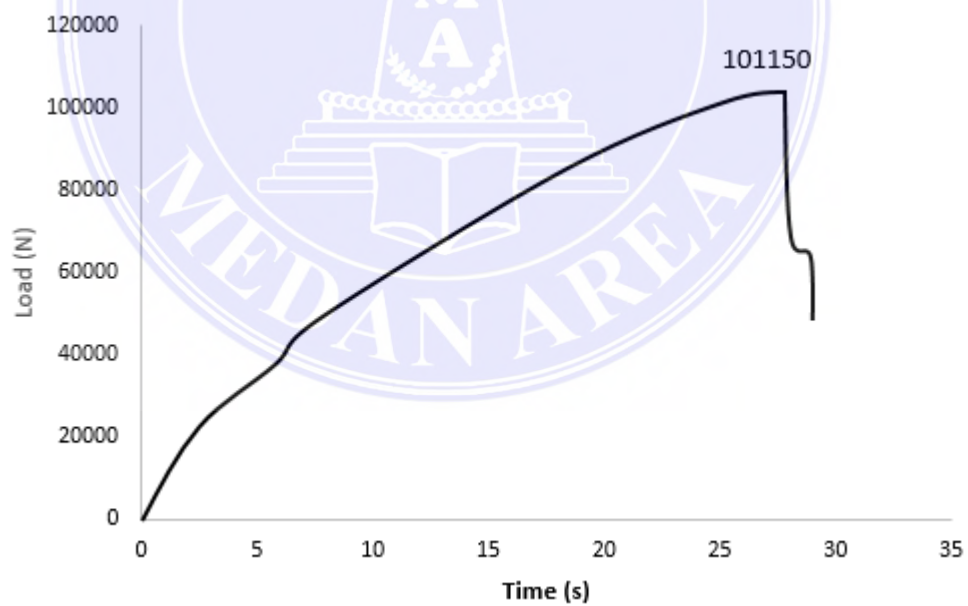
1. Pengujian pertama



2. Pengujian kedua

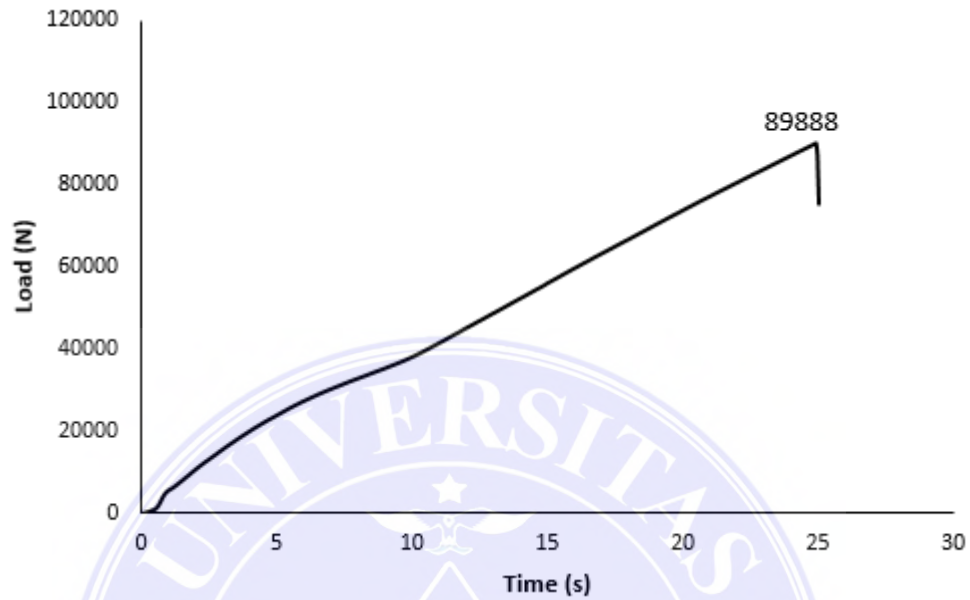


3. Pengujian ketiga

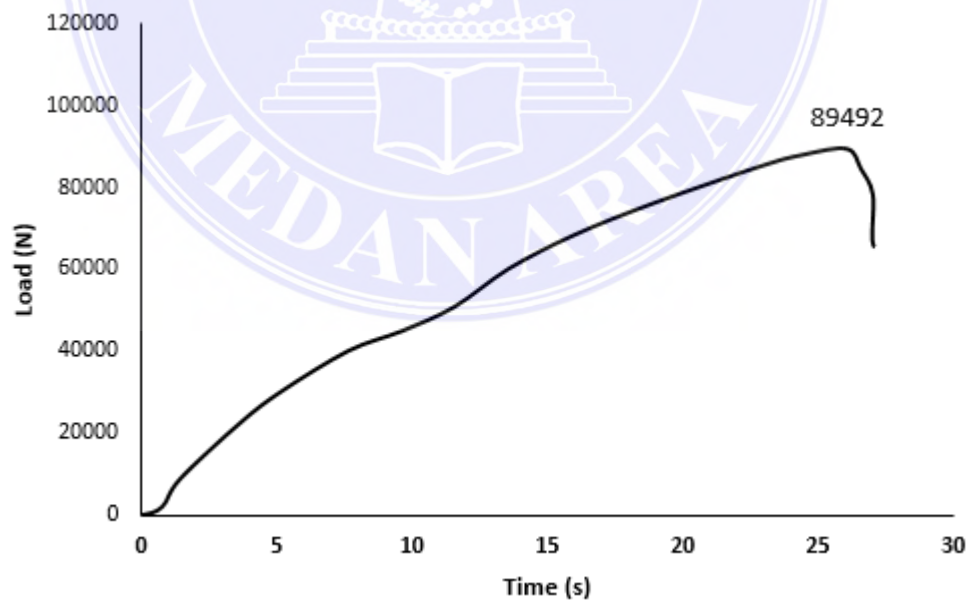


C. Spesimen dengan variasi JJG

1. Pengujian pertama



2. Pengujian kedua



3. Pengujian ketiga

