

**ANALISIS KEKUATAN TEKAN BAHAN KOMPOSIT
LAMINAT JUTE EPOKSI SEBAGAI PENGUAT STRUKTUR
BETON**

SKRIPSI

OLEH :

DONI ALFIAH SIREGAR
168130054



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/6/22

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)15/6/22

ANALISIS KEKUATAN TEKAN BAHAN KOMPOSIT LAMINAT JUTE EPOKSI SEBAGAI PENGUAT STRUKTUR BETON

SKRIPSI

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



OLEH :
DONI ALFIAH SIREGAR
168130054

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

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : ANALISIS KEKUATAN TEKAN BAHAN KOMPOSIT
LAMINAT JUTE EPOKSI SEBAGAI PENGUAT
STRUKTUR BETON.

Nama Mahasiswa : DONI ALFIAH SIREGAR

NPM : 168130054

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 : 0007127307

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

NIDN : 0122078003

Dosen Pembimbing I, Medan, 14 April 2022
Dosen Pembimbing II,

(Zulfikar, ST, MT)
NIDN : 0007127307

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

Dekan Fakultas Teknik

Ditandatangani Oleh :
Program Studi Teknik Mesin



(M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, S. Kom, M. Kom)
NIDN : 0122078003



(M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, S. Kom, M. Kom)
NIDN : 0122078003

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 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, 14 April 2022



(Doni Alfiah Siregar)
(168130054)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Doni Alfiah Siregar

NPM : 168130054

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

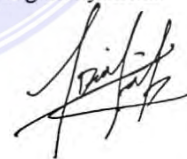
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Nin-exclusive Royalty-FreeRight*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :ANALISIS KEKUATAN TEKAN BAHAN KOMPOSIT LAMINAT JUTE EPOKSI SEBAGAI PENGUAT STRUKTUR BETON. Dengan Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih mediakan/formatkan, mengelola 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, 14 April 2022

Yang menyatakan



(Doni Alfiah SIREGAR)
(168130054)

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini ialah analisis perubahan massa dan ukuran diameter rata-rata spesimen beton silinder yang dilapisi oleh komposit laminat jute (KLJ), analisis jenis bahan yang dihasilkan berdasarkan grafik hasil uji tekan dan pola kerusakan spesimen beton silinder yang dilapisi KLJ, dan analisis perubahan kekuatan tekan struktur beton yang diperkuat KLJ. Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah metode *vacuum baging*. Hasil yang diperoleh ialah pemberian selubung KLJ pada spesimen 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 jumlah selubung KLJ sebanyak 3 lapis, yaitu 23.84 MPa atau mengalami peningkatan kekuatan tekan rata-rata hingga 40 % terhadap spesimen tanpa selubung. Dengan demikian, selubung KLJ baru bisa memberikan peningkatan kekuatan yang signifikan pada jumlah selubung lebih dari 1 lapis.

Kata kunci : analisis kekuatan tekan bahan komposit laminat jute epoksi sebagai penguat struktur beton

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze changes in mass and the average diameter of cylindrical concrete specimens coated with laminated jute composite (KLJ), analysis of the type of material produced based on the graph of the results of the compression test and the pattern of damage to the cylindrical concrete specimens coated with KLJ, and analysis of changes in strength. compress the KLJ reinforced concrete structure. The method used in this research is the vacuum bagging method. The results obtained are that the application of the KLJ sheath on the specimen 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 number of KLJ sheaths as much as 3 layers, which was 23.84 MPa or an increase in the average compressive strength of up to 40% of the specimens without sheathing. Thus, the new KLJ sheath can provide a significant increase in strength in cases of more than 1 layer of sheath.

Keywords : *analysis of the compressive strength of the composite jute epoxy laminate as a reinforcement for concrete structures*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Doni Alfiah Siregar dilahirkan di Rimbasoping pada tanggal 11 Januari 1997. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, pasangan dari Jabangun, dan Masbulan Siregar. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 200307, Rimbasoping Kecamatan Angkola Julu, dan Tamat pada tahun 2009. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 7 Padangsidempuan dan Tamat pada Tahun 2012. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMK Swasta Teruna Padangsidempuan. Jurusan Teknik Sepeda Motor (TSM) dan Tamat pada tahun 2015. 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 syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat, rahmat, dan karunia-Nya, sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Proposal penelitian ini berjudul :“ANALISIS KEKUATAN TEKAN BAHAN KOMPOSIT LAMINAT JUTE EPOKSI SEBAGAI PENGUAT STRUKTUR BETON” yang merupakan salah satu syarat untuk melaksanakan penelitian dan seminar hasil pada Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

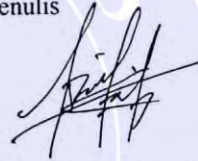
1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom., M.Kom., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Muhammad Idris, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area
4. Bapak Zulfikar ST, MT selaku pembimbing I dan Bapak Muhammad Yusuf Rahmansyah Siahaan ST, MT selaku pembimbing II
5. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin dan Pegawai Teknik Mesin Universitas Medan Area
6. Teristimewa untuk Ayahanda JABANGUN dan Ibunda MASBULAN SIREGAR yang selalu memberikan semangat, motivasi dan membiayai semua keperluan penulis selama kuliah serta kepada saudari-saudariku yang tercinta RINI ANDIKA SIREGAR dan IRNA yang selalu memerikan dukungan kepada penulis.

7. Kepada NURDIYAH HARAHAHAP yang selalu memberi semangat dan dukungan kepada penulis
8. Teman-teman yang ikut membantu penulis selama melakukan penelitian/riset
9. 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, 14 April 2022

Penulis



DONI ALFIAH SIREGAR
NIM 168130054



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	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. komposit	4
2.1.1. Material Penyusun Komposit	5
2.1.2. Klarifikasi Komposit	5
2.1.3. Faktor Yang Mempengaruhi Performa Komposit	7
2.2. Serat Jute	9
2.3. Resin <i>Epoxy</i> dan Katalis	10
2.4. Beton	12
2.5. Kuat Tekan	14
2.6. Kerusakan Beton	16
2.6.1. Retak (<i>cracks</i>)	16
2.6.2. Voids	17
2.6.3. <i>Scalling/ spalling/erosion</i>	17
2.7. Hasil Penelitian Sebelumnya	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1. Tempat dan Waktu	20
3.2. Alat dan Bahan	20
3.2.1. Alat	20
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	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	30

4.1. Sifat Fisik Spesimen Uji	30
4.2. Data Pengujian Tekan	35
4.3. Analisis Kekuatan Tekan	36
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1. Kesimpulan	40
5.2. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN 1	44



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Komposit serat.....	6
Gambar 2.2. Komposit laminat.....	6
Gambar 2.3. Komposit partikel	7
Gambar 2.4. Lamina dan laminate.....	9
Gambar 2.5. Kain jute	10
Gambar 2.6. Resin dan katalis	12
Gambar 2.7. Skematik uji tekan	15
Gambar 2.8. Retak akibat reaksi alkali-agregat.....	16
Gambar 2.9. <i>voids-honey combing</i>	17
Gambar 2.10. Scalling.....	18
Gambar 3.1. Cetakan spesimen uji tekan	21
Gambar 3.2. Timbangan digital.....	21
Gambar 3.3. Mesin uji tekan	22
Gambar 3.4. Kain jute	22
Gambar 3.5. Perekat komposit laminat jute: (a) Epoxy, dan (b) pengerasnya	23
Gambar 3.6. Semen Portland komposit	23
Gambar 3.7. Agregat beton: (a) pasir, dan (b) kerikil	24
Gambar 3.8. Pencampuran agregat beton	24
Gambar 3.9. Pengadukan campuran agregat beton	25
Gambar 3.10. Agregat beton yang telah dituangkan ke dalam cetakan	25
Gambar 3.11. 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	31
Gambar 4.4. Proses pelapisan spesimen dengan KLJ: (a) pelapisan lembaran jute, (b) proses <i>vacuum baging</i> , (c) kondisi vakum, dan (d) lembaran jute telah mengeras	33
Gambar 4.5. Penampang spesimen beton yang telah dilapisi KLJ: (a) 1 lapis KLJ, (b) 2 lapis KLJ, dan (c) 3 lapis KLJ	35
Gambar 4.6. Pola kerusan pada spesimen J1	37
Gambar 4.7. Pola kerusan spesimen beton hasil uji tekan: (a) J2 dan (b) J3	38

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal kegiatan penelitian	20
Tabel 4.1. Stabilitas massa spesimen (toleransi 2 %)	32
Tabel 4.2. Massa spesimen beton yang telah dilapisi KLJ	33
Tabel 4.3. Hasil pengukuran diameter luas spesimen beton yang dilapisi dengan KLJ	35
Tabel 4.4. Data hasil pengujian kekuatan tekan spesimen beton dilapisi KLJ	36



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Secara umum bahwa pertumbuhan dan perkembangan industri konstruksi di Indonesia cukup pesat. Hampir 60 % material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton (*concrete*) yang dipadukan dengan baja (*composite*) atau jenis lainnya. Konstruksi beton dapat di jumpai dalam pembuatan gedung-gedung, jalan, bendungan, saluran air, dan lain-lain. Dalam pembangunan rumah, saya selalu melihat menggunakan struktur beton untuk pembuatan tiang rumah, maupun dinding rumah. Setelah rumah tersebut selesai di bangun saya melihat ada sedikit banyaknya kerusakan-kerusakan pada dinding tersebut seperti retak. Kalau dari segi ekonomis beton relatif murah dikarenakan menggunakan bahan-bahan lokal. Melihat kondisi tersebut saya ingin menguji beton tersebut dengan melapisi laminat jute epoksi pada kerusakan beton tersebut, dikarenakan beton mempunyai kekuatan tarik yang rendah dan mudah retak.

Serat Jute diperoleh dari dua tanaman tahunan *herbaceous*, yaitu *chorchorus capsularis* (jute putih) dan *Chorchorus olitorius* (Jute Tosia). Serat ini termasuk serat kulit dari pohon dengan ketinggian 3-4 meter. Oleh karena itu tenunan jute mudah diketahui sebagai salah satu serat alam yang telah lama dikenal, Jute telah terbukti keunggulannya. Jute merupakan serat alami (natural fibres) yang digunakan nomor dua terbanyak sesudah kapas (*cotton*) sebagai bahan keperluan hidup manusia. Jute sendiri pada perkembangannya diolah menjadi berbagai jenis bahan tekstil. Yaitu sebagai pelapis permadani, isolasi listrik, tali-temali, terpal, dan bahan untuk atap. Salah satu hasil dari pengolahan

serat Jute adalah karung goni. Karung goni (*gunny sack*) biasanya dimanfaatkan untuk mengepak barang-barang berat maupun biji-bijian.

1.2. Batasan Masalah

Dari permasalahan yang di teliti maka perlu batasan untuk mempermudah dalam memahami dan menganalisis masalah yang timbul. Adapun batasan masalah dalam penelitian sebagai berikut :

1. Analisis yang dilakukan terhadap struktur beton dengan variasi letak sudut serat meliputi kekuatan tekan bahan komposit.
2. Metode pengujian hanya menggunakan uji kekuatan tekan beton.
3. Modeling analistis 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 laminat jute (KLJ).
2. Analisis jenis bahan yang dihasilkan berdasarkan grafik hasil uji tekan dan pola kerusakan spesimen beton silinder yang dilapisi KLJ.
3. Analisis perubahan kekuatan tekan struktur beton yang diperkuat KLJ.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari proses penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Untuk menambah wawasan dalam bidang pengujian tarik yang menggunakan simulasi computer.

2. Bagi universitas, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi tambahan untuk penelitian tentang komposit epoksi serat jute.
3. Agar dapat di kembangkan dan menjadi acuan di bidang teknologi industri yang menggunakan material komposit serat jute.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komposit

Komposit merupakan struktur yang tersusun atas beberapa bahan pembentuk tunggal yang digabungkan menjadi struktur baru dengan sifat yang lebih baik dibandingkan dengan masing-masing pembentuknya, bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda digabung atau dicampur secara (*makroskopis*) menjadi suatu bahan yang berguna sesuai keinginan pembuatnya dan masing-masing bahan tersebut mempertahankan sipat aslinya. [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:

2.1.1. Material penyusun komposit

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

a. Penguat (*Reinforcement*),

Penguat adalah bagian dari komposit yang berfungsi sebagai penguat contohnya serat. Bahan ini biasanya diberikan pada matriks tidak lebih dari 50 % jika terlalu banyak ikatan antara penguat dan matriks maka komposit yang dihasilkan tidak akan maksimal dan dapat menurunkan sifat komposit yang dihasilkan,

b. Matriks,

Matriks adalah bagian terbesar dari sebuah bahan komposit yang akan ditingkatkan mechanical propertiesnya biasanya matriks memiliki persentase volume lebih besar dari 50 % dari bahan komposit, selain sebagai bahan utama matriks diharapkan juga memiliki kemampuan mengikat dengan baik, dengan begitu maka matriks serat yang berperan sebagai *reinforcement* akan lepas.

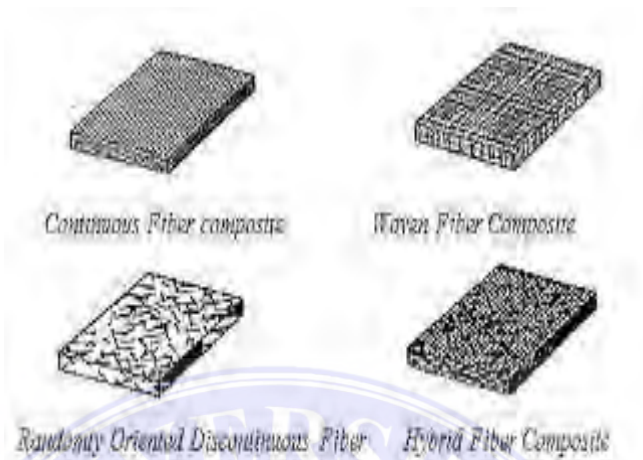
2.1.2. Klarifikasi komposit

Bahan komposit memiliki ciri-ciri yang berbeda dan komposisi untuk menghasilkan suatu bahan yang mempunyai sifat dan ciri-ciri tertentu yang berbeda dari sifat dan ciri kontituen asalnya [2]. 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.

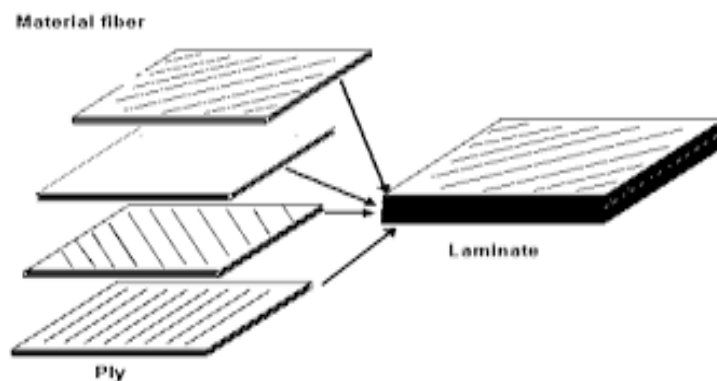
Gambar 2.1 menunjukkan bahwa komposit serat disusun secara searah memanjang dan bisa juga disusun secara acak.



Gambar 2.1 komposit serat.

b. Komposit laminat (*laminated composites*).

komposit laminat merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri. Komposit laminat dibentuk berbagai lapisan-lapisan berbagai macam arah penyusunan serat yang ditentukan yang disebut lamiant sedangkan istilah laminasi komposit adalah rakitan lapisan material komposit yang berserat yang dapat di gabungkan untuk memberikan sifat teknik yang diperlukan termasuk kekakuan dalam bidang kekakuan lentur. Bentuk komposit laminat dapat dilihat pada gambar 2.2.

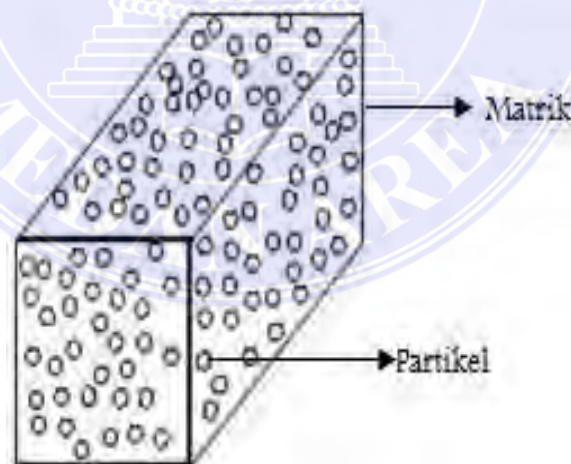


Gambar 2.2. komposit laminat

c. Komposit partikel (*particulate composites*).

Komposit yang menggunakan partikkel atau serbuk sebagai penguatnya yang sangat menentukan sifat mekanik dari komposit dan didistribusikan secara merata dalam matriks disebut komposit partikel. Contoh komposit partikel ini adalah butiran (pasir, debu,) yang diperkuat semen yang biasa dijumpai sebagai beton.

Komposit jenis ini adalah produk yang dihasilkan dengan cara mendapatkan partikel-partikel dan diikat dengan matriks bersama-sama dengan satu atau lebih unsur-unsur perlakuan seperti panas, tekan, kelembapan, katalisator atau sesuatu yang menyebabkan terjadinya perubahan dan menimbulkan kejadian baru dan lain-lain. Komposit partikel tidak sama dengan komposit jenis serat acak sehingga bersifat isotropis atau keseragaman bentuk komposit yang tersusun partikel dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 1. Komposit partikel

2.1.3. 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:

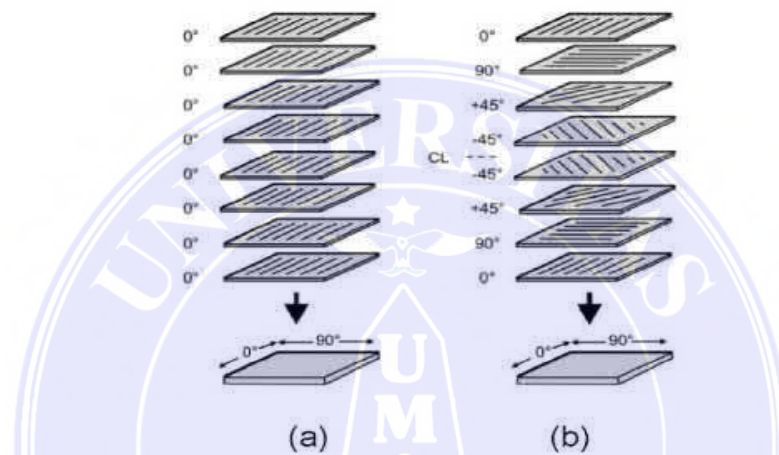
- 1). *One Dimensional Reinforcement*, kekuatan pada arah axis serat.
- 2). *Two Dimensional Reinforcement (plapar)*, mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing masing arah orientasi serat.
- 3). *Three Dimensional Reinforcement*, mempunyai sipat isotropic kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan 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 berapis berdasarkan arah serat lapisan yaitu *lamina* dan *laminata*. *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. Bentuk serat lamina diperlihatkan pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4. Lamina dan laminate

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 *Corchoruscapsularis* dan *Corchorusolitorius* [3]. Ciri fisik dari serat jute adalah memiliki kekuatan serta berkilau sedangkan permukaannya terasa kasar. Jute dapat ditanam didaerah 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:

1. Perekatan (*bonding*) antara serat dan matriks (*intervarsial bonding*) sangat baik dan kuat. Sehingga tidak mudah lepas dari matriks (*debonding*)
2. Kelangsingan (*aspect ratio*) yaitu perbandingan antara panjang serat dengan diameter serat cukup besar [4]. Gambar serat jute dapat di lihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 kain jute

2.3. Resin Epoxy dan Katalis

Resin epoxy atau secara umum di pasaran dikenal dengan bahan epoksi adalah salah satu dari jenis polimer yang berasal dari kelompok thermoset. Resin thermoset adalah polimer cair yang di ubah menjadi bahan padat secara polimerisasi jaringan silang dan juga secara kimia, membentuk pormasi rantai polimer tiga dimensi 5].

Thermoset memiliki sifat isotropis dan peka terhadap suhu, mempunyai sipat 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 [6].

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 2.6.



Gambar 2. 2. Resin dan katalis

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 [7].

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 bahanbahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0 [8].

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.

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	
					Ringan	Tanpa
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.

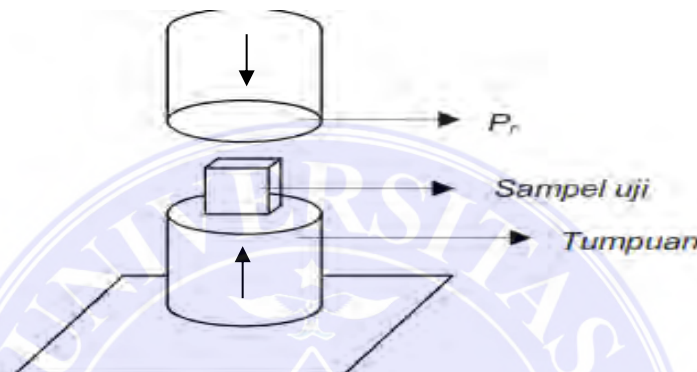
2.5. Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan mesin tekan [9]. 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 2.7.



Gambar 2. 3. 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:

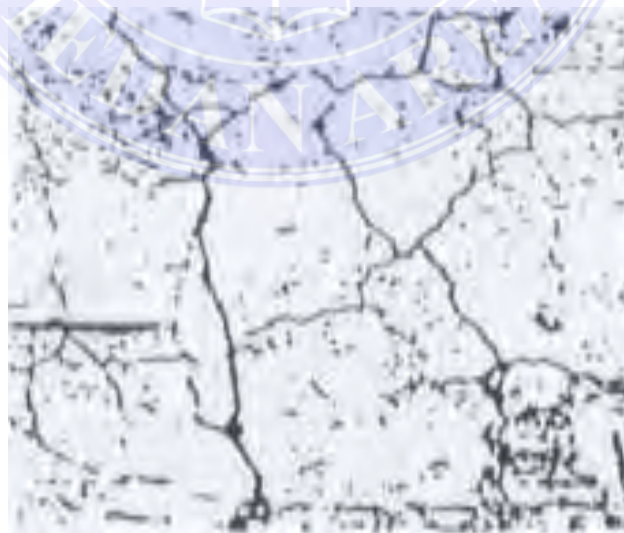
- σ = Kekuatan Tekan (MPa)
- F = Beban Maksimum (N)
- A = Luas Penampang (mm²)

2.6. Kerusakan Beton

Kerusakan yang terjadi umumnya dapat dikelompokkan dalam tiga katagori yaitu:

2.6.1. Retak (*cracks*)

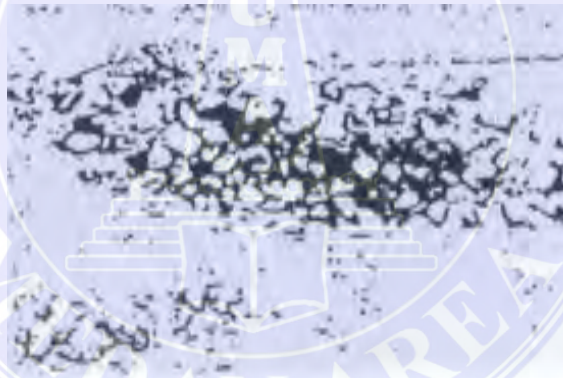
Retak (*racks*) adalah pecah pada beton dalam garis-garis yang relatif panjang dan sempit, retak ini dapat ditimbulkan oleh berbagai sebab: diantaranya : evaporasi air dalam campuran beton terjadi dengan cepat akibat cuaca yang panas, kering atau berangin. Retak akibat keadaan ini disebut *plastic cracking*, *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. 4. 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 :Pemadatan 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;

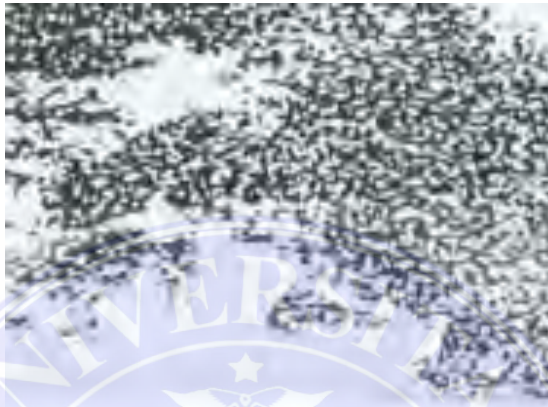


Gambar 2. 5. Voids-Honey combing

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 sangat halus, 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. 6. *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 [10]. 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 [11]. 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 [12]. 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 % [13].

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 % [14].

BAB 3

METODOLOGI 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	Sidang						█

3.2. Alat dan Bahan

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

3.2.1. Alat

a. Cetakan Spesimen

Cetakan spesimen beton mengikuti standar uji 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, 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. 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 3.5.



Gambar 3. 5. Perekat komposit laminat Jute: (a) Epoxy, dan (b) pengerasnya

c. Semen

Semen yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah dari jenis semen Portland Komposit SNI 7064 2014. Bentuk semen yang dipergunakan diperlihatkan pada gambar 3.6.



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 3.7.



(a) (b)
Gambar 3. 7. 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:

3.4. Campurkan agregat beton dengan komposisi semen, pasir, dan krikil ialah

1:2:3. Proses ini diperlihatkan pada gambar 3.8.



Gambar 3. 8. Pencampuran agregat beton

3.5. Aduk hingga seluruh agregrat tercampur dengan merata. Proses ini diperlihatkan pada gambar 3.9.



Gambar 3. 9. Pengadukan campuran agregrat beton

3.6. Agregrat yang telah tercampur merata selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan seperti diperlihatkan pada gambar 3.10.



Gambar 3. 10. 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.

Proses selanjutnya ialah membersihkan permukaan spesimen dan melapisi permukaan spesimen dengan selubung komposit laminat jute (KLJ). 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 pemakuman 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 KLJ 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 KLJ, 3 (tiga) spesimen dengan jumlah selubung KLJ sebanyak 1 (satu) lapis, 3 (tiga) spesimen dengan jumlah selubung KLJ sebanyak 2 (dua) lapis, dan 3 (tiga) spesimen dengan jumlah selubung 3 (tiga) lapis. Data-data yang diperoleh antara lain: massa rata-rata spesimen sebelum dan sesudah diberi selubung KLJ, 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, ΣX 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 %.

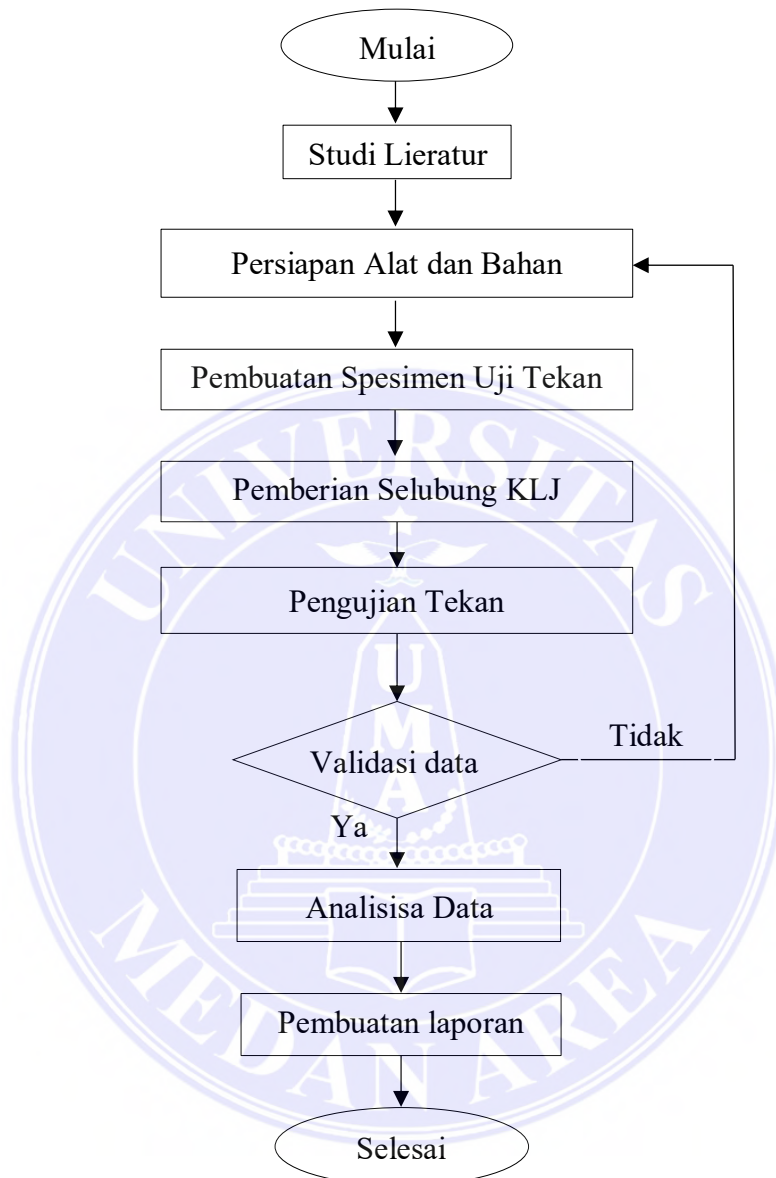
$$\text{Galat} = |([X_{n+1} - X_n]/X_{n+1})| * 100 \% \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

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



3.4. Diagram Alir

Secara ringkas, alur penelitian ini diperlihatkan pada gambar 3.11.



Gambar 3. 11. 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 KLJ menyebabkan terjadinya perubahan massa dan ukuran spesimen kolom beton silinder. Pada jumlah 1 lapis selubung KLJ diperoleh penambahan massa sebesar 7 %. Selanjutnya pada masing-masing 2 dan 3 lapis KLJ berturut-turut terjadi penambahan massa sebesar 14 % dan 21 %. Dengan demikian, pemberian selubung KLJ tidak menyebabkan perubahan massa yang signifikan terhadap spesimen kolom beton silinder. Selanjutnya, perubahan ukuran diameter spesimen dengan pemberian selubung KLJ 1, 2, dan 3 lapis ialah berturut-turut 5 %, 15 %, dan 24 %. Dengan demikian, pemberian selubung KLJ 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 KLJ 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 jumlah selubung KLJ sebanyak 3 lapis, yaitu 23.84 MPa atau mengalami peningkatan kekuatan tekan rata-rata hingga 40 % terhadap spesimen tanpa selubung. Kekuatan ini tidak jauh berbeda dengan kekuatan tekan rata-rata pada jumlah selubung KLJ sebanyak 2 lapis., yaitu 23.82 MPa. Sementara pada spesimen tanpa selubung dan jumlah selubung KLJ sebanyak 1 lapis memiliki kekuatan tekan rata-rata yang hampir sama, yaitu berturut-turut 13 MPa dan 11 MPa. Dengan demikian, selubung KLJ baru bisa memberikan peningkatan kekuatan yang signifikan pada jumlah selubung lebih dari 1 lapis.

5.2. Saran

Berdasarkan dari pengkajian hasil penelitian ini, maka kepada peneliti selanjutnya disarankan untuk:

1. Dalam pembuatan beton dengan mutu baik diperlukan material yg baik pula. Di samping itu ketelitian dalam pencampuran serta ketelitian dalam penimbangan bahan sangat menentukan kualitas beton yang dihasilkan.
2. Dalam penelitian ini, perlu diperhatikan dalam penambahan air pada saat pencampuran agregat karena bisa mempengaruhi terhadap daya lekat semen dengan agregat.
3. Sebelum alat cetak digunakan sebaiknya di beri pelumas secukupnya agar pada waktu membuka cetakan tidak merusak benda uji
4. Bagian atas dan bawah benda uji ini di usahakan benar-benar rata. Supanya dalam melakukan pengujian ini mendapatkan tekanan yang sama

DAFTAR PUSTAKA

- [1] DIANA, Lohdy; SAFITRA, Arrad Ghani; ARIANSYAH, Muhammad Nabel. Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 2020, 4.2: 59-67.
- [2] KURNIAWAN, Fadly Ahmad. Penyelidikan Karakteristik Mekanik Tarik Komposit Serbuk Kasar Kenaf. *Jurnal Inotera*, 2017, 2.1: 1-8.
- [3] DJIWO, Soeparno; HIUNSIUSTIO, Fredy. PENGGUNAAN SERAT JUTE (CHORCORUS CAPSULARIS) SEBAGAI BAHAN PENGUAT KOMPOSIT Matrik POLYESTER. *Jurnal Flywheel*, 2010, 3.2: 1-7.
- [4] SEPTIYANTO, Rahmat Firman; ABDULLAH, Akbar Hanif Dawam. Perbandingan Komposit Serat Alam dan Serat Sintetis melalui Uji Tarik dengan Bahan Serat Jute dan e-Glass. *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 2015, 1.1.
- [5] LESTARI, Aminah; MORA, Mora. Pengaruh Variasi Massa Batang Pisang dan Cangkang Kelapa Sawit terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Papan Partikel Menggunakan Perekat Resin Epoksi. *Jurnal Fisika Unand*, 2018, 7.2: 124-129.
- [6] 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.
- [7] MANUAHE, Riger; SUMAJOUW, Marthin DJ; WINDAH, Reky S. Kuat tekan beton geopolimer berbahan dasar abu terbang (fly ash). *Jurnal Sipil*

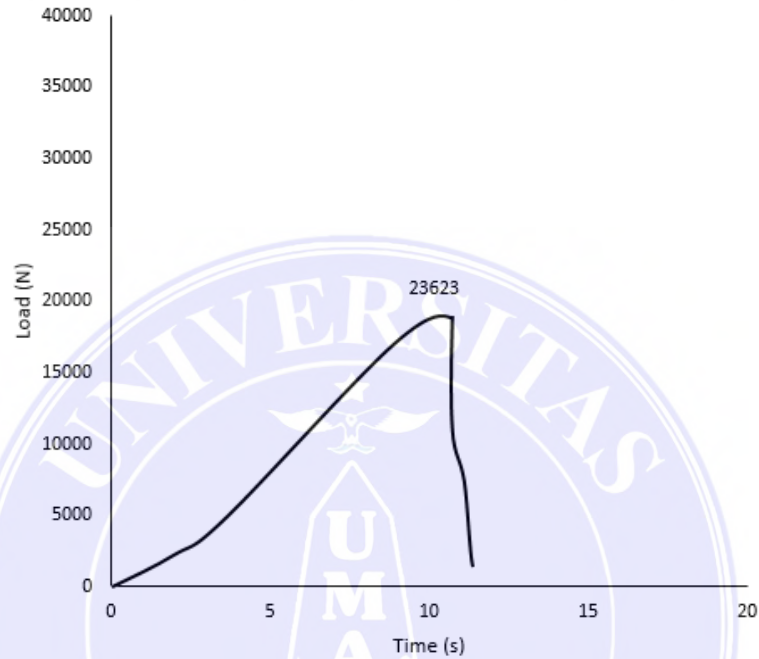
- Statik*, 2014, 2.6.
- [8] M. Alexander and H. Beushausen, "Cement and Concrete Research Durability , service life prediction , and modelling for reinforced concrete structures – review and critique," *Cem. Concr. Res.*, vol. 122, no. February, pp. 17–29, 2019.
- [9] SASONGKO, Januar; IQBAL, Iqbal. EKSPERIMEN KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI MENGGUNAKAN FLY-ASH DAN WATER REDUCER AND RETARDER DIGUNAKAN PADA BANGUNAN GEDUNG. *JURNAL KONSTRUKSI*, 2017, 5.1.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] G. Parvathy and R. V Kumar, "Experimental Investigation of Jute Fibre Reinforced Concrete Composites," vol. 3, no. 29, pp. 1–5, 2015.
- [13] 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.
- [14] 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

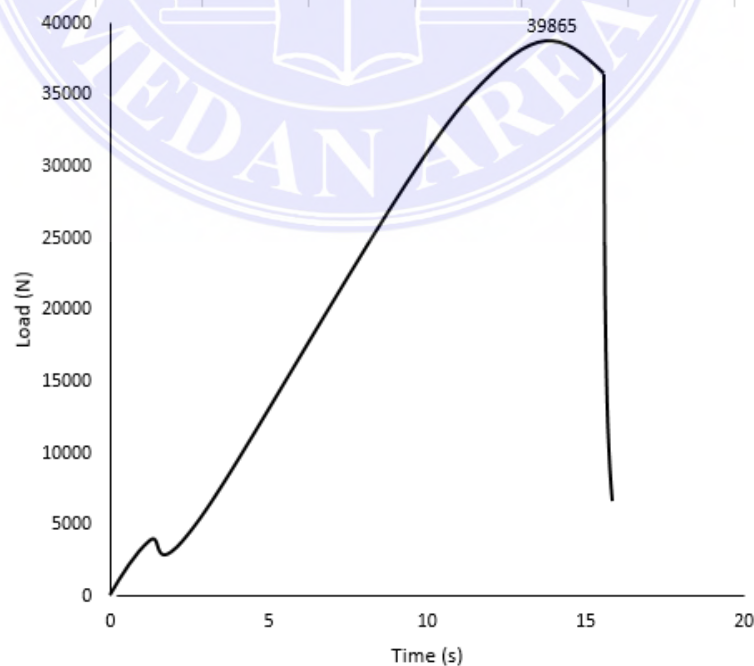
Grafik Hasil Pengujian Tekan Spesimen Kolom Beton Silinder Diperkuat Komposit Laminat Jute (KLJ)

1.1. Spesimen Tanpa Selubung KLJ

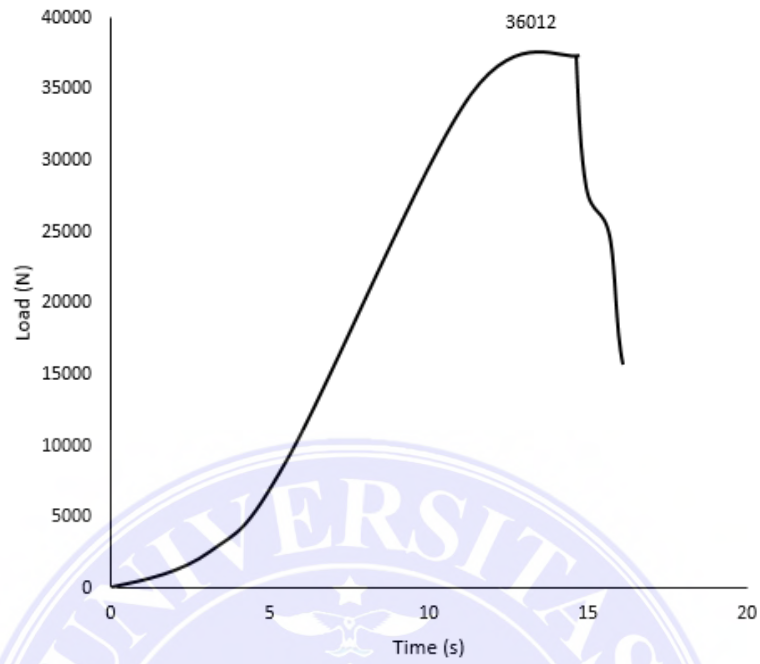
1. Pengujian pertama



2. Pengujian kedua

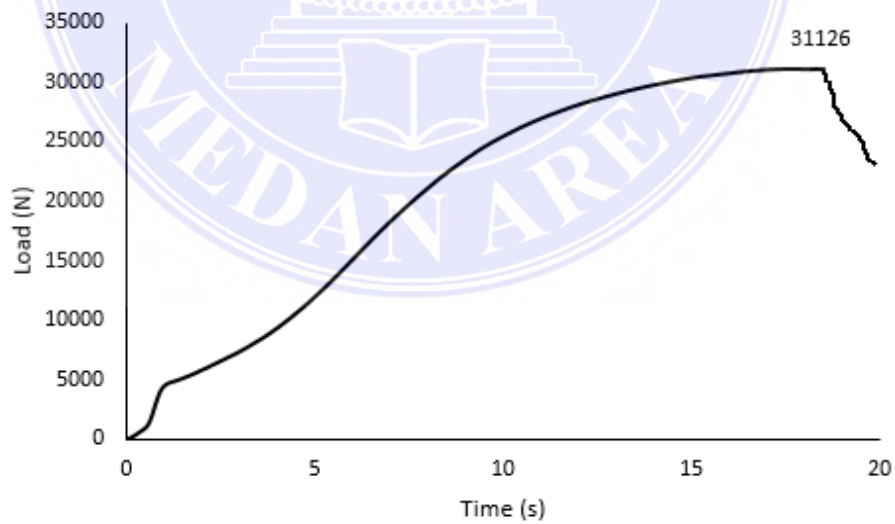


3. Pengujian ketiga

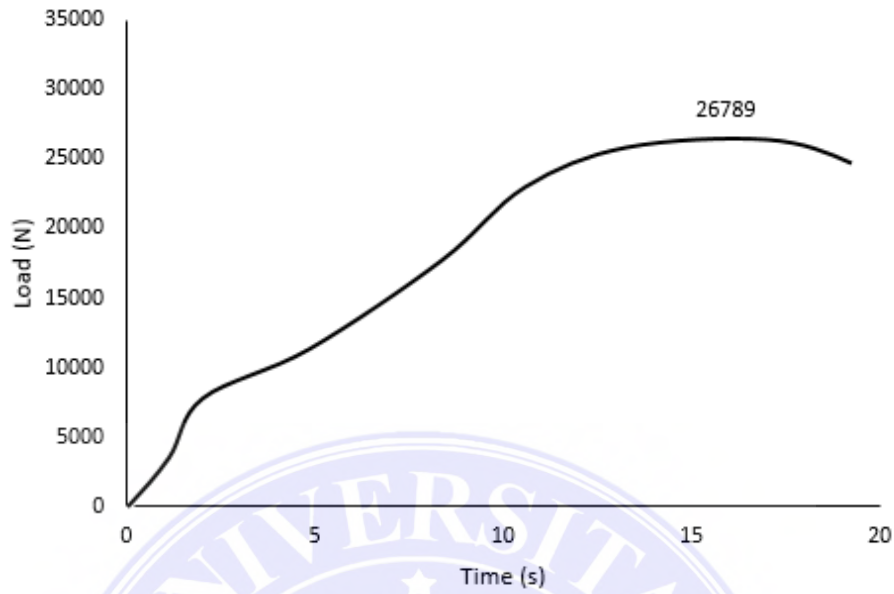


1.2. Spesimen dengan 1 Lapis Selubung KLJ

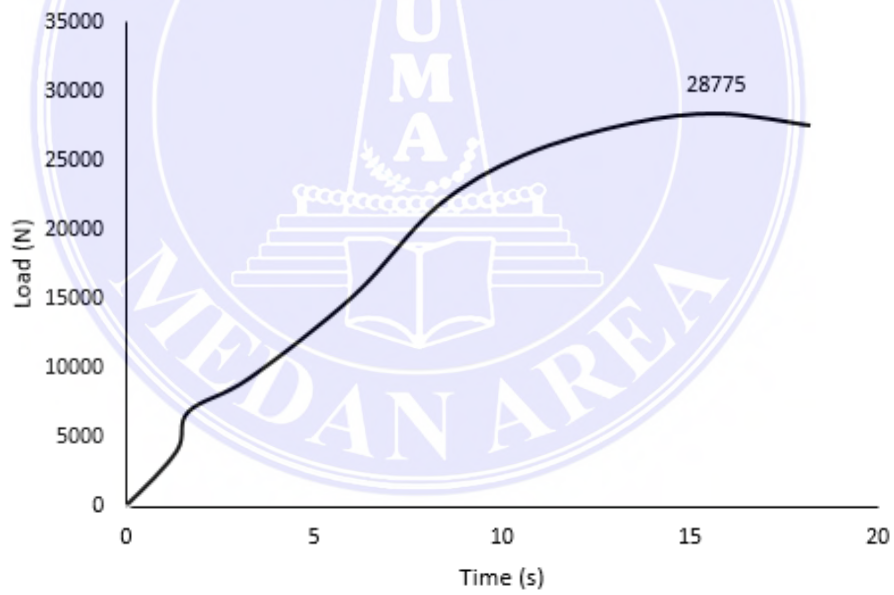
1. Pengujian pertama



2. Pengujian Kedua

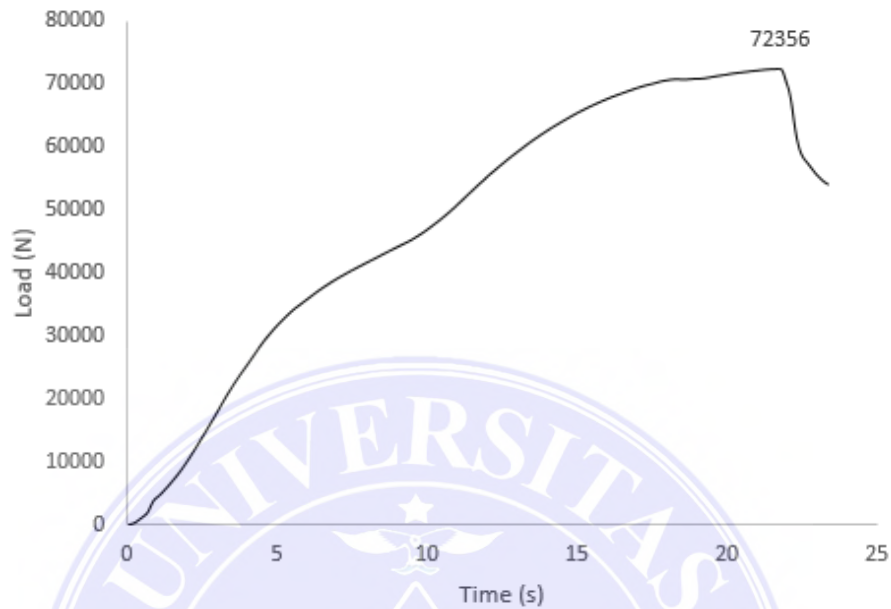


3. Pengujian Ketiga

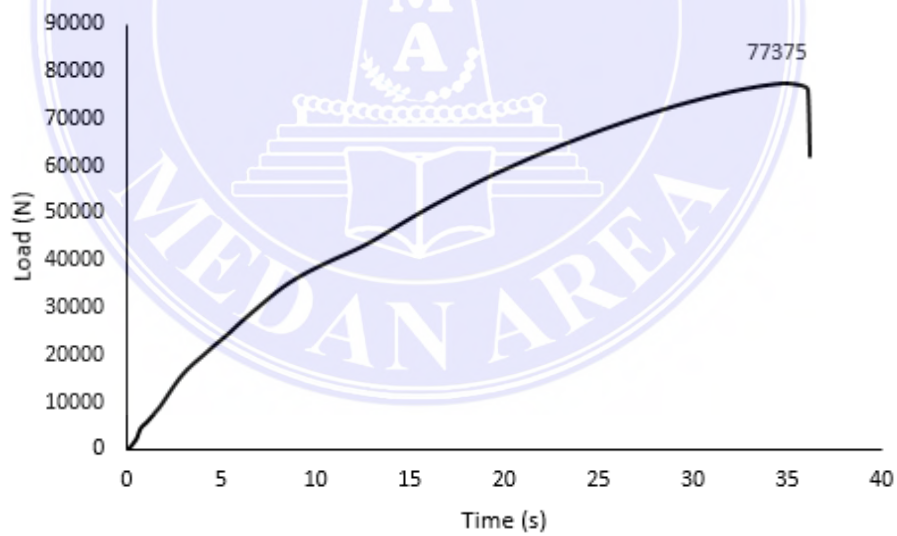


1.3. Spesimen dengan 2 Lapis Selubung KLJ

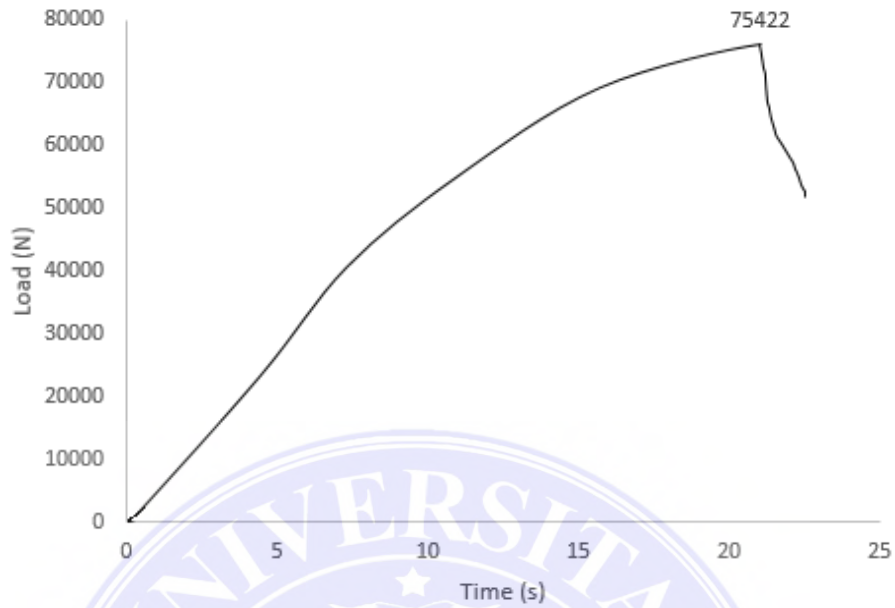
1. Pengujian pertama



2. Pengujian kedua

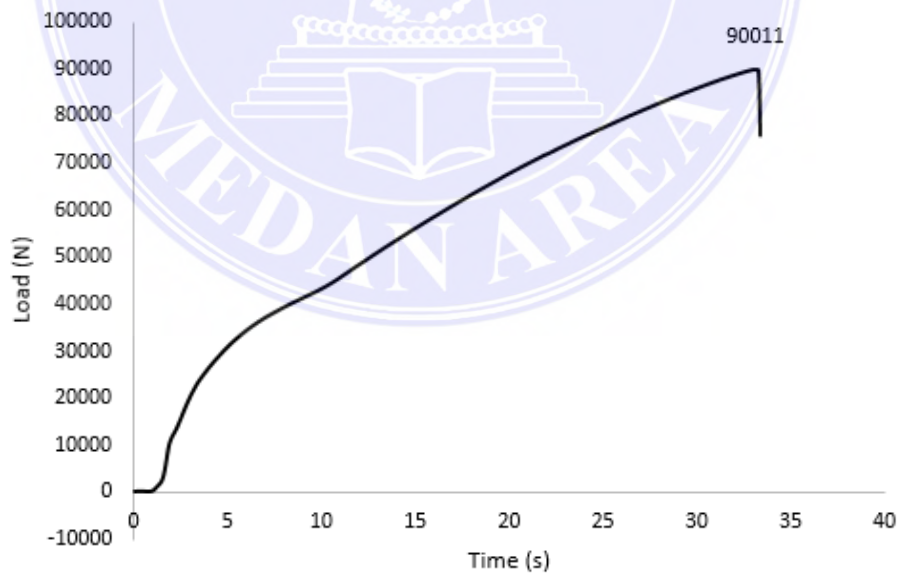


3. Pengujian ketiga

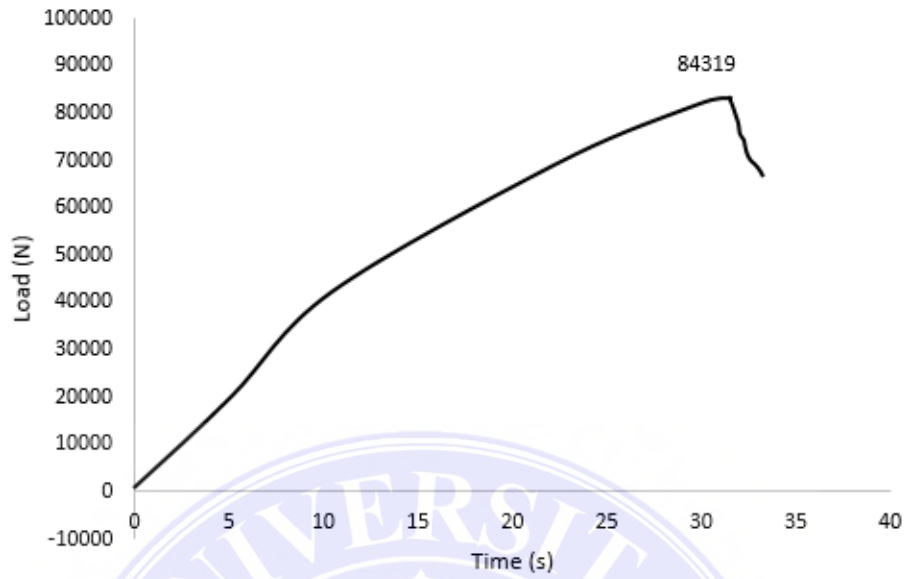


1.4. Spesimen dengan 3 Lapis Selubung KLJ

1. Pengujian pertama



2. Pengujian Kedua



3. Pengujian ketiga

