

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

**SILFIA NURUL PUTRY**

**20.023.22.201.194**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ANDI DJEMMA**

**PALOPO**

**2023**

## **ABSTRAK**

Naskah ini proposal awal dari penelitian yang dilakukan di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Andi Djemma Palopo.

**KATA KUNCI** : Jute, E-glass, Epoksi, Beton, Komposit Hybrid Laminat.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air.

Biasanya dipercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan peletakan. Sebenarnya, beton tidak menjadi padat karena air menguap, tetapi semen berhidrasi, mengrekatkan komponen lainnya bersama dan akhirnya membentuk material seperti-batu. Beton digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, fondasi, jalan, jembatan penyeberangan, struktur parkir, dasar untuk pagar/gerbang, dan semen dalam bata atau tembok blok. Nama lama untuk beton adalah batu cair.

Dalam perkembangannya banyak ditemukan beton baru hasil modifikasi, seperti beton ringan, beton semprot (eng: shotcrete), beton fiber, beton berkekuatan tinggi, beton berkekuatan sangat tinggi, beton mampat sendiri (eng: self compacted concrete) dll. Saat ini beton merupakan bahan bangunan yang paling banyak dipakai di dunia.

Setiap konstruksi beton memiliki umur desain dan akan kehilangan kekuatan seiring berjalannya waktu. Selanjutnya pengaruh lingkungan, perubahan fungsi struktur, atau perubahan pelaksanaan beban yang tidak direncanakan akan menyebabkan kerusakan struktur beton lebih cepat terjadi. Jika hal ini terjadi, salah satu dari dua hal harus dilakukan: membongkar struktur lama yang rusak dan kemudian menggantinya dengan struktur baru, atau memperkuat struktur dengan bahan komposit laminasi hybrid.

Bahan komposit hibrid terdiri dari banyak lapisan penguat serat yang berbeda yang ditempatkan dalam jumlah dan urutan tertentu dan diikat dengan

matriks epoksi, dengan masing-masing serat memiliki sifat mekanik yang berbeda. Pemanfaatan komposit hybrid belum optimal, sehingga berpotensi untuk penelitian lebih lanjut untuk tambahan aplikasi struktur secara lebih luas lagi. Serat alami dan serat sintesis keduanya dapat digunakan sebagai penguat dalam produksi komposit hibrida.

Serat alam memiliki kelebihan yaitu melimpah, lebih murah, terbarukan, dan dapat didaur ulang, serta tidak mencemari lingkungan. Serat goni adalah serat alami yang bermanfaat bagi lingkungan yang mengandung komponen biodegradable. Kulit pohon digunakan untuk mendapatkan serat dari tanaman jute.

Serat *e-glass* merupakan jenis serat sintesis. *E-glass* adalah material penguat yang paling umum digunakan dalam struktur sipil. *E-glass* terbuat dari *lime-alumina-borosilicate* yang dapat dengan mudah diperoleh dari kelimpahan bahan baku seperti pasir. Kekuatan dan modulus *glass fiber* dapat menurun dengan meningkatnya suhu. Oleh karena itu, material glass dapat mengalami *creep* pada beban berkelanjutan. *Glass fiber* sendiri dianggap sebagai material isotropik dan memiliki koefisien ekspansi termal yang lebih rendah dibandingkan dengan baja.

## **1.2. Batasan Masalah.**

Dari permasalahan yang diteliti 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 hybrid 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 specimen 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 specimen 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 Hibridlaminat 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.
3. Menyediakan pedoman.

## **BAB II**

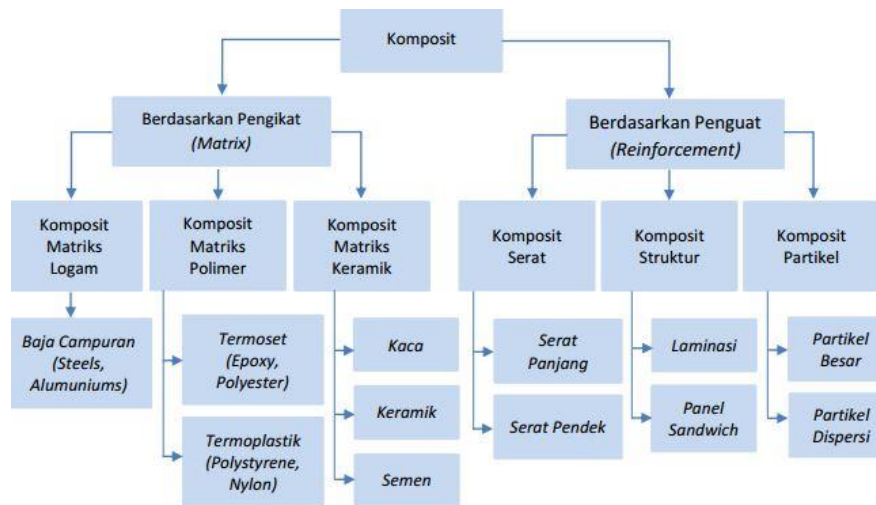
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Umum**

Komposit berasal dari Bahasa Inggris “Composite” yang berarti gabungan. Menurut Gibson (1994), komposit adalah material yang terdiri dari dua atau lebih material yang berbeda yang digabungkan dalam skala makroskopis. Material-material tersebut memiliki keunggulan masing-masing dan menyatu membentuk material baru yang memiliki karakteristik berbeda dari material penyusunnya. Sebagai tambahan, Akovali & Uyanik (2001) menyatakan bahwa dua atau lebih material penyusun komposit tersebut harus memiliki ikatan interface yang baik diantara mereka.

Beton cor, yang terbuat dari pasir, karang, semen, besi, dan air, adalah contoh sederhana dari bahan komposit. Unsur-unsur penyusunnya tampaknya memiliki sifat yang berbeda, tetapi ketika dicampur dalam rasio dan proses tertentu, mereka menghasilkan beton yang sangat kuat, tahan lama, dan tahan terhadap berbagai kondisi cuaca.

Pada umumnya, komposit terdiri dari dua konstituen yaitu matrix yang berfungsi sebagai pengikat dan reinforcement sebagai penguat. Namun demikian, material komposit diklasifikasikan berdasarkan jenis penguat dan pengikatnya seperti dapat dilihat pada gambar berikut ini:

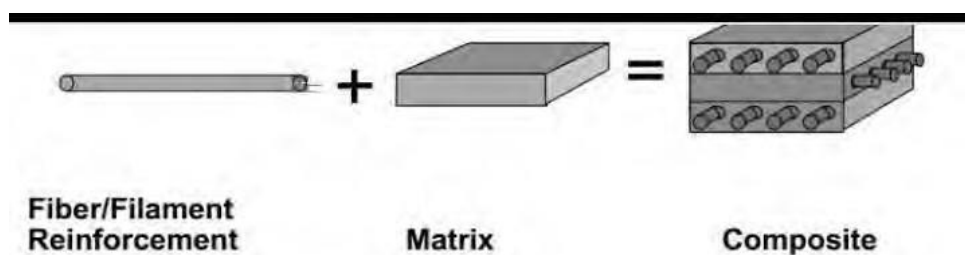


**Gambar 1.** Klasifikasi komposit berdasarkan jenis pengikat dan penguatnya

Seperti dapat dilihat pada gambar diatas, komposit tidak hanya sebatas resin dan fiber saja sebagaimana umumnya orang pahami akan tetapi lebih dari luas dari pada itu. Secara umum, komposit memiliki keunggulan di properti mekanik yang lebih lebih tinggi, densitas yang lebih rendah, tahan bekerja pada suhu tinggi dan beberapa keunggulan lainnya.

### 2.2.1 Berdasarkan pengikat (matrix)

Matriks, umumnya lebih elastis tetapi mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah dan berfungsi untuk menyokong dan melindungi serat serta mendistribusikan dan mentransmisikan beban kesemua serat-serat (penguat). Material penyusun komposit diperlihatkan pada gambar 2.



**Gambar 2.** Material penyusun komposit

Berdasarkan sifat penguatannya, maka komposit dibagi menjadi dua:

- 1 Komposit isotropic, merupakan komposit yang penguatnya memberikan penguatan yang sama untuk berbagai arah sehingga segala pengaruh tegangan atau regangan dari luar akan mempunyai nilai kekuatan yang sama baik arah transversal maupun longitudinal.
- 2 Komposit anisotropik, merupakan komposit yang penguatnya memberikan penguatan tidak sama terhadap arah yang berbeda, sehingga segala pengaruh tegangan atau regangan dari luar akan mempunyai nilai kekuatan yang tidak sama baik arah transversal maupun longitudinal.

Sedangkan menurut matriks penyusunnya, komposit dapat dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu [3]:

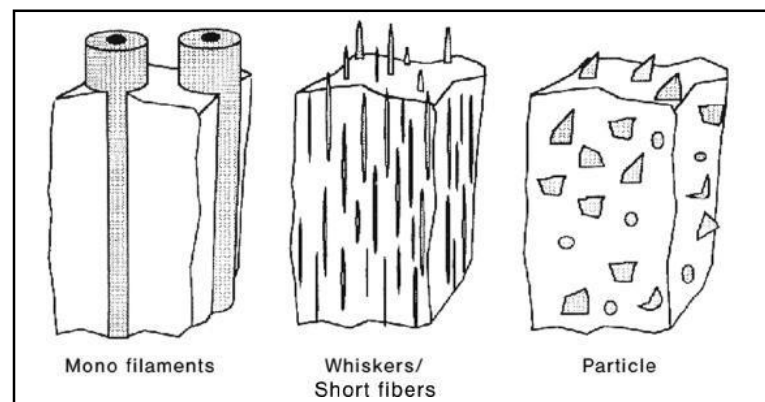
- 1) Komposit berbasis logam (*Metal Matrix Composite/MMC*)
- 2) Komposit berbasis polimer (*Polymer Matrix Composite/PMC*)
- 3) Komposit berbasis keramik (*Ceramic Matrix Composite/CMC*)

sifat-sifat komposit secara umum bila dibandingkan dengan komponen-komponen penyusunnya antara lain memiliki kekuatan dan ketangguhan yang lebih baik, lebih ringan, ketahanan aus dan ketahanan korosi yang lebih baik, ketahanan temperatur tinggi dan *creep* yang lebih baik, ketahanan impak serta konduktivitas listrik dan termal yang lebih baik, serta umur fatik yang lebih lama. Hal ini disebabkan oleh sifat-sifat komponen penyusunnya yang saling menutupi kekurangan satu dengan yang lain.



a) Komposit Matriks Logam

Komposit dengan matriks logam atau metal disebut sebagai *metal-matrix composite* (MMC) atau komposit berbasis logam. Pada MMC, penguat dapat berbentuk partikel, *whiskers* atau serat pendek, dan *mono filaments* [1], seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



**Gambar 3.** Klasifikasi MMC Berdasarkan Bentuk Penguat

Material MMC memiliki beberapa keuntungan yang sangat penting untuk material struktural. Dibandingkan dengan logam monolitik, MMC memiliki sifat- sifat [3]:

1. Kombinasi kekuatan & modulus yg baik
2. Berat jenis cenderung lebih rendah
3. Rasio kekerasan dengan berat dan modulus dengan berat lebih baik dari logam.
4. Nilai koefisien muai termalnya lebih rendah dari logam
5. Mempunyai *internal dumping* yg tinggi
6. Kekuatan fatik cukup baik
7. Konduktivitas panas dan listrik baik

Pemilihan logam yang sesuai sebagai matriks ditentukan oleh aplikasi dari material komposit tersebut. Logam yang biasa digunakan sebagai matriks adalah aluminium dan paduannya yang secara umum disebut sebagai *Aluminium Matrix Composite (AMC)*. Hal ini dikarenakan keunggulan aluminium yang memiliki densitas rendah sehingga dapat menghasilkan produk yang lebih ringan. Selain itu, aluminium juga memiliki keunggulan lain seperti harganya yang cukup ekonomis, memiliki keuletan yang tinggi dan mudah dibentuk. Untuk meningkatkan kekuatannya, maka ditambahkan penguat. Material yang biasa digunakan sebagai penguat biasanya dari golongan keramik, antara lain alumina, silikon karbida, dan partikel grafit.

#### b) Komposit Laminat Hibrid

Dalam dunia komposit, dikenal istilah komposit hibrid (*hybrid composite*). Pada komposit hibrid ini, dalam satu matriks memungkinkan adanya dua atau lebih partikel penguat. Sehingga memungkinkan juga terjadinya interaksi maupun proses penguatan yang lebih kompleks, baik terhadap matriks itu sendiri maupun kepada penguat lain dalam satu matriks tersebut. Pada komposit hibrid, perubahan yang signifikan akan sangat terlihat ketika material komposit tersebut dilakukan pembebanan. Kerusakan pada komposit hibrid ini biasanya terjadi secara bertahap (*noncatastrophic*).

Seperti yang terlihat pada Gambar 1, komposit laminat merupakan salah satu jenis komposit berdasarkan strukturnya, yaitu merupakan komposit yang terdiri dari lembaran atau lamina (*ply*) yang membentuk elemen struktur secara integral. Komposit laminat hibrid merupakan salah satu jenis komposit laminat dimana komposit ini tersusun dari lamina-lamina dengan kombinasi yang berbeda dari segi material (jenis penguat dan matriks) serta arah penguat.

#### 2.2.2. Berdasarkan Penguat (reinforcement)

Penguatan (reinforcement) adalah respon positif yang diberikan guru kepada siswa dalam proses pembelajaran, dengan tujuan untuk memberikan informasi atau umpan balik (feedback), memantapkan dan meneguhkan hal-hal

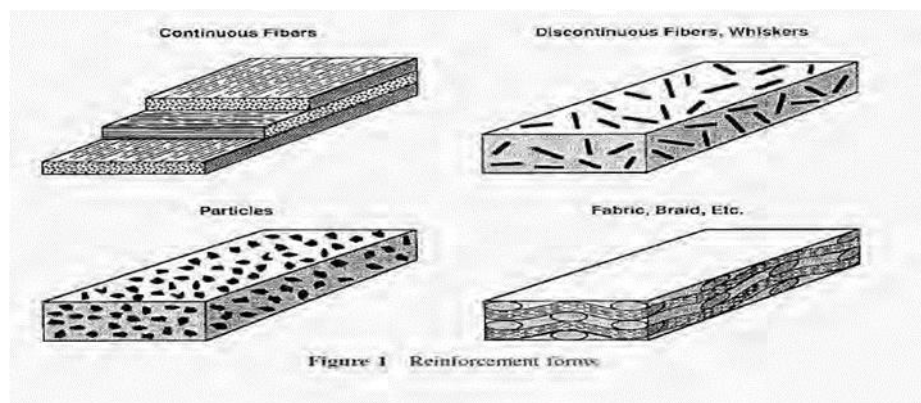
tertentu yang dianggap baik sebagai suatu tindakan dorongan maupun koreksi sehingga siswa dapat mempertahankan atau meningkatkan perilaku baik tersebut.

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

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 4.



**Gambar 5.** Jenis-jenis struktur material komposit

### 2.2.1. 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.

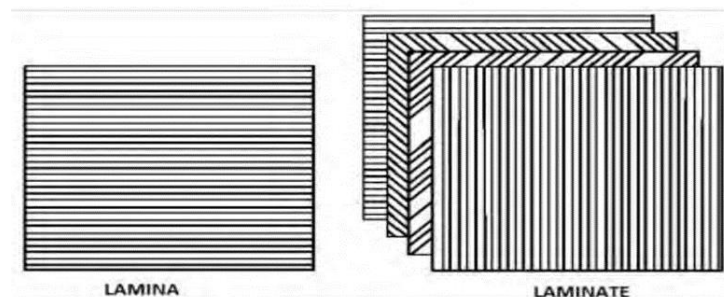
#### c. Panjang serat

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 laminate. Lamina adalah suatu lembar komposit atau kumpulan beberapa serat dengan arah serat tertentu sedangkan laminate adalah gabungan dari dua atau lebih lamina dengan arah serat bervariasi. Bentuk serat laminadan laminate diperlihatkan pada gambar 6.



**Gambar 6.** Lamina dan laminate

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.

## 2.2. Serat Jute

Serat jute adalah serat yang dihasilkan dari batang tumbuhan *Corchorus Capsularis* dan *Corchorus Olitorius*. Serat ini banyak ditemukan dan dihasilkan di negara Afrika dan digunakan Mesir sejak lama. Serat ini juga banyak ditanam di India dan Pakistan.

Serat jute memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Memiliki kelenturan yang sedang
- Berkilau warnanya
- Seratnya bertekstur kasar.

Tanaman Jute bisa ditanam di daerah tropis maupun subtropis asalkan dengan kondisi cuaca yang hangat dan lembab. Tanaman ini biasanya tumbuh di pinggiran sungai.

## Manfaat Serat Jute

Serat jute bisa dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan karung dan pembungkus. Serat ini juga digunakan sebagai bahan kerajinan industri tekstil, tali-temali, terpal, isolasi listrik, dan bahan pembuatan atap.

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:

- a. Perekatan (bonding) antara serat dan matriks (intervarsial 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.

### **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.

Epoxy adalah suatu bahan kimia yang merupakan salah satu jenis resin yang diperoleh dari proses polimerisasi dari epoksida. Epoxy resin bereaksi dengan beberapa bahan kimia lainnya seperti amina polifungsi, asam sera fenol dan alcohol, umumnya di kenal sebagai bahan pengeras atau haldener. Setelah di campur, epoxy dan haldener akan berubah dari cair ke padat dan menjadi sangat kuat, tahan suhu tinggi tertentu dan memiliki kekuatan kimia yang tinggi.

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.

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 7.



**Gambar 7.** Resin Epoxy dan katalis/Hardener

### 3.1. Beton

Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air. Beton pada umumnya banyak dipergunakan dalam bidang kontruksi pembangunan rumah, gedung, jembatan, kontruksi jalan dan lain lain.

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.

Tabel 2.1. Kelas dan Mutu Beton.



Kelas	Mutu	$\sigma'_{bk}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_{bm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	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/cm<sup>2</sup>
- 2 Kuat tariknya kecil ( 9% - 15% ) dari kuat tekan.

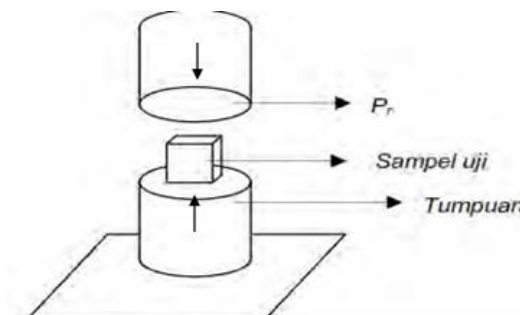
## 2.5. Kuat Tekan

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.

Kuat tekan beton merupakan pengukuran untuk menentukan beban maksimum yang bisa ditahan oleh suatu objek uji sebelum terjadi kerusakan atau kehancuran pada objek tersebut karena tekanan tertentu. Kuat tekan beton dinyatakan dalam satuan Mpa (megapascal). 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 8.** 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:

$\sigma$  = Kekuatan Tekan ( MPa )

$F$  =Beban Maksimum ( N )

$A$  =Luas Penampang ( mm<sup>2</sup> )

## 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 dalamcampuran beton terjadi dengan cepat akibat cuaca yang panas, kering atau berangin, beban berlebih, karbonasi, benturan, penurunan fondasi, serta gaya prategang berlebih. Selain itu, tanaman liar yang tumbuh di badan beton juga berpotensi menimbulkan keretakan.

### 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.

### 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 dalamkepingan 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.

## 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 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 kekuatannya, 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 %.

## **BAB III**

### **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 hasi						

#### **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 9



**Gambar 9.** 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 10



**Gambar 10.** 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 11.



Gambar 11. 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 12,



Gambar 12. 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 lembar serat kaca yang dipergunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada gambar 13.



Gambar 13. 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 14.



Gambar 14. 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 15.



gambar 15. Semen Portland komposit

e. Agregat Beton

Agregat beton terdiri dari semen, pasir, kerikil, dan air. Bentuk pasir dan krikil yang dipergunakan diperlihatkan pada gambar 16.



(a)



(b)

Gambar 16. Agregat beton: (a) pasir, dan (b) kerikil

### 3.3. Metode Penelitian.

#### 3.3.1. Pembuatan Spesimen Uji

Langkah pertama mempersiapkan 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 17



Gambar 17. Pencampuran agregat beton

- b. Aduk hingga seluruh agregat tercampur dengan merata. Proses ini diperlihatkan pada gambar 18.



Gambar 18. Pengadukan campuran agregat beton

- c. Agregat yang telah tercampur merata selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan seperti diperlihatkan pada gambar 19.



Gambar 19. Agregat 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 juteglass (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 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 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.

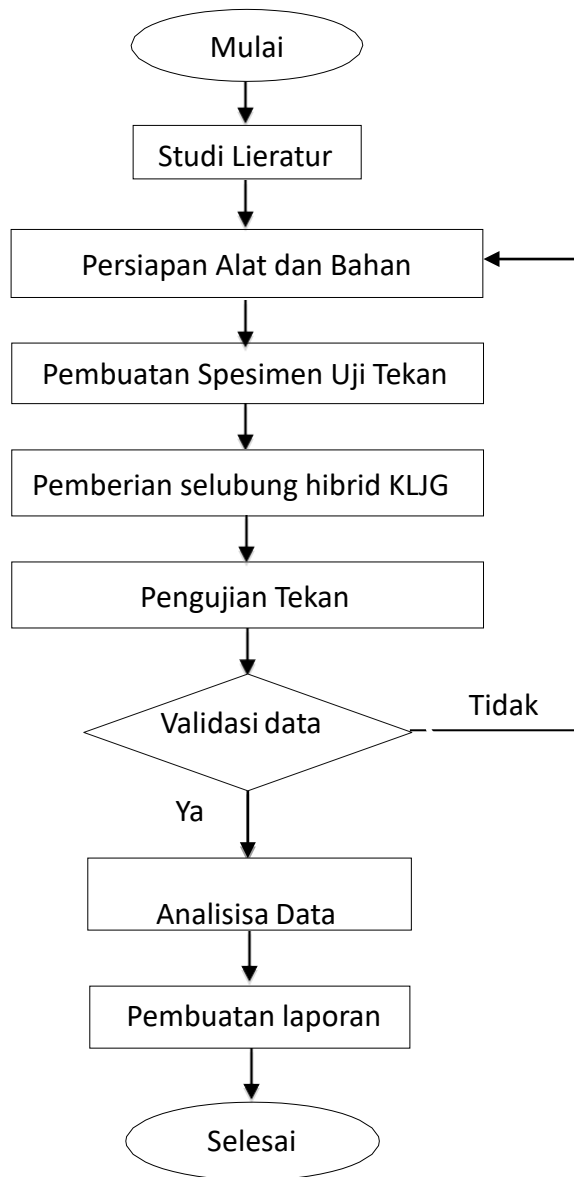
Dalam penelitian ini, perbedaan massa akibat proses pengeringan spesimen akan diukur dan dicatat. Perbedaan massa tersebut selanjutnya dihitung perbedaan pembacaannya menggunakan persamaan galat semu seperti diperlihatkan pada persamaan 3.2 dengan toleransi dibawah 2 %.

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

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

### 3.1. Diagram Alir Penelitian.

Secara ringkas, alur penelitian ini diperlihatkan pada gambar 3.11.



Gambar 3.12. Diagram Alir Penelitian

- 1) <https://id.wikipedia.org/wiki/Beton>
- 2) <https://yudiprasetyo53.wordpress.com/2012/03/24/glass-fiber-reinforced-polymer-dan-aplikasinya-komponen-struktural/#:~:text=Dari%20ketiga%20serat%20tersebut%2C%20E,dapat%20menurun%20dengan%20meningkatnya%20suhu>
- 3) [https://mechanical.uui.ac.id/mengenal-material-komposit/#:~:text=Menurut%20Gibson%20\(1994\)%2C%20komposit,karakteristik%20berbeda%20dari%20material%20penyusunnya](https://mechanical.uui.ac.id/mengenal-material-komposit/#:~:text=Menurut%20Gibson%20(1994)%2C%20komposit,karakteristik%20berbeda%20dari%20material%20penyusunnya)
- 4) <https://lib.ui.ac.id/file?file=digital/124975-R040850-Pengaruh%20waktu-Literatur.pdf>
- 5) <https://www.kajianpustaka.com/2021/04/penguatan-reinforcement-pengertian.html>
- 6) <https://kumparan.com/berita-hari-ini/serat-tumbuhan-pengertian-jenis-dan-manfaatnya-1uh8WE6NalG/full>
- 7) <https://www.klopmart.com/article/detail/kuat-tekan-beton-adalah>
- 8) <https://tirto.id/jenis-kerusakan-beton-penyebab-dan-metode-perbaikannya-gy3n>
- 9) <https://id.wikipedia.org/wiki/Beton>
- 10) <https://www.abadigemilang.com/epoxy/>
- 11) Fisur, A. A. (2018). Analisis Lokasi Pada Perencanaan Terminal Topoyo Mamuju Tengah. PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik, 3(1), 1-12.
- 12) Fisur, A. A. (2016). Potensi Demand Terhadap pengembangan Kanal Jongaya & Panampu Sebagai Moda Transportasi (Waterway) di Kota Makassar. Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik, 3(3), 285-298.



- 13) Fisur, A. A. (2016). Analisis dan Konsep Perencanaan Kawasan Pelabuhan Kota Penajam Sebagai Pintu Gerbang Kab. Penajam Paser Utara Kalimantan Timur. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 1(2), 125-136.
- 14) Fisur, A. A. (2019). Merawat Nilai Membangun Kota
- 15) Fisur, A. A., & Didiharyono, D. (2020, April). Economic & Financial Feasibility Analysis of Tarakan Fishery Industrial Estate Masterplan. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 469, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.
- 16) Hafid, Z., Fisur, A. A., Humang, W. P., & Natsir, R. (2022). Application of The PPP Scheme on The Tourism-Transportation, Case Study: The Concept Of Palopo City Tourism. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 7(1), 35-52.