

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Beton merupakan bahan bangunan yang memiliki kelebihan yakni kuat tekan yang tinggi namun memiliki kuat tarik yang rendah. Oleh karena itu, bahan tambah dapat digunakan untuk memperbaiki kelemahan dan meningkatkan kualitas dari beton. Salah satu solusi untuk menangani permasalahan kuat tarik rendah pada beton ialah dengan penambahan bahan tambah berupa serat yang selanjutnya dinamakan beton serat. (Haekal. D. F 2022)

Menurut Tjokrodinuljo (1996), beton serat merupakan komposit yang terbuat dari beton biasa dan bahan lain yakni serat. Serat tersebut dapat berupa serat asbestos, serat tumbuhan, serat plastik, atau potongan kawat baja. Berdasarkan ACI *Committe 544-1984*, dalam Astama, (2016), serat plastik dapat berupa, *Acrylic, Aramid nylon, polyester, polyethylene, dan polypropylene*.

FMW *fiberglass mesh waterproofing* adalah bahan lunak yang terbuat dari serat kaca yang ditarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 5 mm - 5 mm. Bahan ini memiliki struktur cair yang mengeras ketika terpapar udara atau panas. Kelebihan utama *fiberglass mesh waterproofing* adalah kekuatan, tahan lama, dan tahan korosi. Fleksibilitasnya memungkinkan pembentukan berbagai macam perabotan rumah tangga dan industry.

Beberapa keuntungan beton yang ditambahkan serat *fiberglass mesh waterproofing* yaitu dapat menghambat terbentuknya retak beton pada umur muda, mengurangi kebutuhan air, mempunyai konsistensi campuran dan ketahanan tumbukan yang baik, meningkatkan deformasi saat runtuh, kemudahan perawatan karena tidak menyerap air, dapat berfungsi sebagai mengontrol retak yang lebih ekonomis dibandingkan serat sintetis lainnya, kedap air, memiliki workabilitas tinggi, serta mempunyai masa layan tinggi dan biaya life cycle rendah ditinjau dari aspek finansial dan lingkungan (Richardson, 2006).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Wahyu Tri Utomo, Talitha Zhafira, Purwanto. Pada tahun (2023), tentang “Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Beton Campuran Fiberglass” Dalam penelitian penambahan serat fiberglass di dalam campuran beton mempengaruhi nilai slump, terjadi peningkatan nilai slump pada penambahan 0,5%, 1% dan 2%. Menambahkan serat fiberglass kedalam beton dapat mengakibatkan pengurangan lekatan antar butiran agregat yang dapat mempengaruhi kuat tekan beton tersebut, sehingga mengakibatkan penurunan dalam kuat tekan pada beton yang di tambahkan serat fiberglass. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran serat 1% dalam usia 28 hari memiliki nilai kuat tekan yang paling tinggi dengan nilai 22,01 Mpa, sedangkan beton dengan campuran 2% memiliki kuat tekan yang paling rendah dengan hasil 18,35 MPa

Dari hasil perhitungan di dapatkan hasil penurunan dari penambahan serat, dimana pada penambahan serat 0,5% mengalami penurunan kuat tekan dengan rata-rata sebesar 20,70 MPa, serta terjadi penguatan di penambahan serat 1% dengan nilai 22,01 MPa dan mengalami penurunan kembali di penambahan 2% dengan nilai

18,35 MPa. Kuat tekan maksimal dimiliki oleh beton murni tanpa menggunakan tambahan serat fiberglass dengan nilai kuat tekan 22,50 MPa. Penambahan serat dapat mengakibatkan pengurangan lekatan antara butiran agregat dan mengurangi kepadatan beton sehingga kemampuan dalam mendistribusikan gaya kuat tekan berkurang (Apriyatno, 2005). Dalam penelitian sebelumnya juga di dapatkan hasil dimana penambahan serat kedalam adukan beton dapat menurunkan workability (Mohammad Syarif Al Huseiny Rosi Nursani, 2020).

Oleh karena itu penulis mengangkat permasalahan dengan judul “**Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Potongan *Fiberglass Mesh Waterproofing***”.

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, penelitian ini mengajukan sebuah pertanyaan, yakni;

1. Bagaimana pengaruh penambahan potongan *Fiberglass Mesh Waterproofing* terhadap workability beton segar ?
2. Apakah penambahan potongan *Fiberglass Mesh Waterproofing* dapat memperbaiki kuat tarik belah pada beton keras ?

### **C. Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan latar belakang dan rumusan masalah, adapun tujuan penelitian ini adalah;

1. Penelitian ini bertujuan untuk menilai workability beton segar ketika dicampur dengan serat potongan *Fiberglass Mesh Waterproofing*.

2. Mengetahui karakteristik beton terhadap penambahan serat potongan *Fiberglass Mesh Waterproofing*.

#### **D. Batasan Masalah**

Berikut merupakan batasan masalah penelitian ini:

1. Penuli ini hanya mencakup workability beton segar dan karakteristik serta ....(kuat tekan dan kuat tarik belah beton).
2. Mutu beton yang direncanakan yaitu K-300 (setara dengan  $f_c$  25 Mpa).
3. Besar variasi proporsi potongan serat *Fiberglass Mesh Waterproofing* yang digunakan dalam campuran beton yaitu sebesar 0%, 0,5%,1,0%,1,5% dan 2,0%.
4. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur perendaman 7 hari, 14 hari, dan 28 hari (SNI 1974-2011)
5. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur perendaman 28 hari (SNI 249-2014).
6. Serat potongan *Fiberglass Mesh Waterproofing* yang digunakan berukuran lebar 1 cm dan panjang 3 cm

#### **E. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mampu memberikan nilai ekonomi terhadap serat *Fiberglass Mesh Waterproofing*
2. Mampu memberikan informasi bahwa serat *Fiberglass Mesh Waterproofing* dapat digunakan dalam campuran pembuatan beton
3. Mampu memberikan informasi tentang seberapa besar variasi proporsi perbandingan serat *Fiberglass Mesh Waterproofing* untuk mendapatkan hasil

kuat tekan dan kuat tarik beton yang maksimal dengan persentase yang berbeda-beda.

#### **F. Sistematika penulisan**

Adapun sistematika penulisan ini dapat dijelaskan secara umum sebagai berikut:

1. **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang gambaran secara umum dan hal yang melatar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini dijelaskan tentang teori-teori yang berhubungan dan mendukung secara ilmiah dengan penelitian yang dilakukan serta sebagai landasan teori dalam penelitian.

3. **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi penjelasan tentang metode yang akan digunakan dalam penelitian seperti jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, serta bagan alir penelitian.

4. **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan melalui uji laboratorium yang dijabarkan dalam bentuk tabel, grafik, maupun gambar.

5. **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang berupa sumbangan pikiran terkait dengan permasalahan penelitian yang dilakukan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Beton

Beton merupakan campuran antara semen *portland* atau semen *hidrolis* lainnya, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), serta air, dengan bahan tambahan yang membentuk massa padat. seiring dengan penambahan umur beton, akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada usia perendaman 28 hari.

supaya beton berkualitas baik, agregat harus kuat, tahan lama , serta bebas dari lumpur, bahan organik, serta minyak. Jika tidak harus dicuci sebelum dipergunakan, sebab salah satu asal kotoran ini bisa memperlambat atau mencegah semen menghidrasi atau mengurangi ikatan antara pasta semen serta partikel agregat. Sedangkan agregat, semen, serta air artinya bahan primer pembuatan beton.

bertenaga tarik beton jauh lebih kecil asal bertenaga tekannya, sehingga perlu adanya perkuatan beton di daerah tarik. Beton diperkuat dengan batang baja (beton bertulang). oleh sebab itu, material komposit alternatif seperti serat menjadi semakin populer karena fleksibilitas dan elastisitasnya. mirip disebutkan sebelumnya, beton sangat lemah pada tarik, perlu adanya perkuatan beton. Industri konstruksi sangat tertarik buat menghasilkan bobot beton menjadi seringan mungkin menggunakan tetap menawarkan kekuatan yang memadai, mirip dalam masalah ferro-cement. (Thariq Al Faridzi, A. S., Ali, I. W., Gaus, A., & Sultan, M. A. 2023)

berdasarkan (Mulyono. T, 2004) beton mempunyai kelebihan serta kekurangan (Ichsan, M., Tanjung, D., & Hasibuan, M. H. M. 2021):

#### 1. Kelebihan

- a) bisa menggunakan praktis dibuat sesuai menggunakan kebutuhan konstruksi
- b) mampu memikul beban yang berat
- c) Tahan terhadap temperatur tinggi
- d) biaya pemeliharaan yang kecil
- e) Tahan terhadap air asin.

#### 2. Kekurangan

- a) Bentuk yang dirancang sulit untuk diubah
- b) aplikasi pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
- c) Berat
- d) Daya pantul suara yang akbar.

### 1. Bahan penyusun beton

Intinya bahan utama penyusun beton ialah semen, pasir serta kerikil. akan tetapi banyak juga bahan-bahan tambahan yang dapat kita jumpai seperti bahan tambahan serat dan yang lainnya.

#### a) Semen Portland (SNI-15-2049-2004)

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesi (adhesive) serta kohesif (cohesive) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Fungsi primer semen ialah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membuat suatu massa yang kompak atau padat serta mengisi rongga-rongga pada antara butiran agregat Semen Portland dirancang



dari bubuk halus mineral kristalin yg komposisi utamanya adalah kalsium dan alumunium silikat. Penambahan air pada mineral ini membentuk pasta yg Bila mengering akan memiliki kekuatan seperti batu (Nawy, 1998).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia *SNI-15-2049-2004*, semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*clinker*) *portland* terutama yang terdiri dari kalsium silikat ( $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) yang bersifat hidrolis dan di giling bersama – sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

#### 1) Bahan baku pembuatan semen *portland*

Semen *Portland* terbentuk dari oksida-oksida utama yaitu : Kapur ( $\text{CaO}$ ), Silika ( $\text{SiO}_2$ ), Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Bahan baku oksida-oksida tersebut diperoleh dari:

- a) Batu kapur kalsium ( $\text{CaCO}_3$ ), setelah proses pembakaran terjadi akan menghasilkan kapur oksida ( $\text{CaO}$ ).
- b) Tanah liat yang mengandung oksida Silika ( $\text{SiO}_2$ ), Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).
- c) Pasir kuarsa atau batu silica untuk menambah kekurangan  $\text{SiO}_2$ .
- d) Pasir besi untuk menambah kekurangan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

#### 1) Jenis-jenis semen *Portland*

Menurut standar yang diterbitkan oleh BSN berikut ini adalah standar semen portland beserta nomor SNI nya:

- a) Semen portland

SNI 15 2049 2004

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| b) Semen masonry           | SNI 15 3758 2004 |
| c) Semen portland putih    | SNI 15 0129 2004 |
| d) Semen portland pozzolan | SNI 15 0302 2004 |
| e) Semen portland komposit | SNI 15 7064 2004 |
| f) Semen portland campur   | SNI 15 3500 2004 |

Sedangkan SNI 15 2049 2004 semen portland dan ASTM C150 membagi kembali semen menjadi beberapa tipe, yaitu:

- a) Semen tipe I, yaitu semen untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan- persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b) Semen tipe II, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c) Semen tipe III, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikat terjadi.
- d) Semen tipe IV, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- e) Semen tipe V, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat. (Samekko Wuriyani, 2001).



**Gamabar 2. 1 Semen**  
(Sumber: Dokumentasi Bahan Penelitian)

a. Air

Air yang digunakan untuk membuat beton harus bersih, tawar dan dapat diminum. Tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, zat organik atau bahan-bahan lain yang bersifat merusak beton dan baja tulangan. Nilai banding berat air dan semen untuk suatu adukan beton dinamakan “*water cement ratio* (W.C.R)”.

Agar terjadi proses hidrasi yang sempurna dalam adukan beton, pada umumnya dipakai nilai w.c.r antara 0,40 - 0,60 tergantung mutu beton yang hendak dicapai. Semakin tinggi mutu beton yang ingin dicapai umumnya menggunakan nilai w.c.r semakin rendah. Persyaratan air untuk campuran beton yang lebih lengkap mengacu pada pedoman beton 1989 pasal 3.4.

b. Agregat

Umumnya penggunaan bahan agregat dalam adukan beton mencapai jumlah 70% -75% dari seluruh massa padat beton. Untuk mencapai kekuatan beton sesuai persyaratan, perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya. Karena semakin padat dan keras massa agregat akan makin tinggi kekuatan dan durabilitynya. Untuk membentuk massa padat diperlukan susunan gradasi butiran agregat yang baik.

Disamping bahan agregat harus mempunyai cukup kekerasan, sifat kekal, tidak bersifat reaktif terhadap alkali, dan tidak mengandung bagian-bagian kecil (< 70 micron) atau lumpur. Prinsipnya nilai kuat beton yang dicapai sangat ditentukan oleh mutu bahan agregat tersebut.

1) Agregat halus (SNI S – 04 – 1989 – F)

Agregat halus (pasir) adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi pada pembuatan beton yang berupa pasir alami atau pasir buatan yang diperoleh dari mesin pemecah batu, dengan ukuran butiran maksimal 4,8 mm (Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, 2021). Agregat halus yang layak dimanfaatkan untuk campuran beton yaitu agregat yang terbebas dari bahan-bahan yang dapat merusak campuran beton, seperti bahan organik, lempung, dan lain-lain.

Syarat mutu agregat halus (pasir) untuk campuran beton menurut *SK SNI S – 04 – 1989 – F*, yaitu sebagai berikut:

- 1) Bentuknya tajam, kuat dan keras.
- 2) Bersifat kuat, tidak mudah pecah atau hancur karena efek dari cuaca
- 3) Sifat kuat, apabila diuji dengan larutan garam sulfat adalah sebagai berikut:
  - a) Jika diuji dengan Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 12%
  - b) Jika diuji dengan Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 10%.
- 4) Kadar lumpur pada agregat kasar harus lebih kecil dari 5 %. Apabila lebih dari 5 % maka kerikil harus dicuci.
- 5) Agregat halus harus bebas dari kandungan zat organik dan bahan alkali yang dapat merusak beton. Pada saat dilakukan perendaman larutan 3% NaOH, warna cairan di atas endapan harus lebih cerah dari cairan pembanding.
- 6) Harus mempunyai variasi gradasi yang baik, sehingga dapat mengurangi rongga dalam campuran. Interval modulus kehalusan yaitu antara 1,5 – 3,8 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut:
  - a) Agregat yang tertahan pada ayakan 4,8 mm, maksimal 2 % dari berat.
  - b) Agregat yang tertahan pada ayakan 1,2 mm, maksimal 10 % dari berat

- c) Agregat yang tertahan pada ayakan 0,30 mm, maksimal 15 % dari berat
- d) Agregat harus bebas dari kandungan garam.

**Tabel 1. 1** Syarat Mutu Agregat Halus (*Sumber : Christa Anjelica, Dkk 2024*)

| Lubang<br>ayakan (mm) | Presentasi lolos |           |            |           |
|-----------------------|------------------|-----------|------------|-----------|
|                       | Daerah I         | Daerah II | Daerah III | Daerah IV |
| 10                    | 100              | 100       | 100        | 100       |
| 4,8                   | 90-100           | 90-100    | 90-100     | 95-100    |
| 2,4                   | 60-95            | 75-100    | 85-100     | 95-100    |
| 1,2                   | 30-70            | 55-90     | 75-100     | 90-100    |
| 0,6                   | 15-34            | 35-59     | 60-79      | 80-100    |
| 0,3                   | 5-20             | 8-30      | 12-40      | 15-50     |
| 0-15                  | 0-10             | 0-10      | 0-10       | 0-15      |



**Gamabar 2. 2** Agregat Halus (Pasir)  
(*Sumber :Dokumentasi Bahan Penelitian*)

## 2) Agregat kasar (SK SNI S – 04 – 1989 – F)

Agregat kasar (kerikil) adalah agregat dengan ukuran butiran lebih besar dari 4,75 mm . Agregat kasar merupakan nama lain dari kerikil ataupun batu pecah, ukuran kerikil yang umum dihasilkan dari industri pemecah batu yaitu 5 mm - 40 mm (Bintoro et al., 2018). Syarat mutu agregat kasar (kerikil) untuk campuran beton menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F, yaitu sebagai berikut:

- a) Bentuknya tajam, kuat dan keras.
- b) Bersifat kuat, tidak mudah pecah atau hancur karena efek dari cuaca.

- c) Sifat kuat, apabila diuji dengan larutan garam sulfat adalah sebagai berikut:
  - a) Jika diuji dengan Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 12%.
  - b) Jika diuji dengan Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 10%.
- d) Kadar lumpur pada agregat kasar harus lebih kecil dari 1 %. Apabila lebih dari 1 % maka kerikil harus dicuci.
- e) Agregat harus bebas dari kandungan zat organik dan bahan alkali yang dapat merusak beton.
- f) Harus mempunyai variasi gradasi yang baik, sehingga dapat mengurangi rongga dalam campuran. Interval modulus kehalusan yaitu antara 6 – 7,10 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut:
  - a) Agregat yang tertahan pada ayakan 38 mm dan harus 0 % dari berat.
  - b) Agregat yang tertahan pada ayakan 4,8 mm, 90 % - 98 % dari berat.
  - c) Selisih antara agregat yang tertahan kumulatif pada dua ayakan yang berurutan, maksimal 60 % dan minimal 10 % dari berat.
- g) Agregat harus bebas dari kandungan garam.

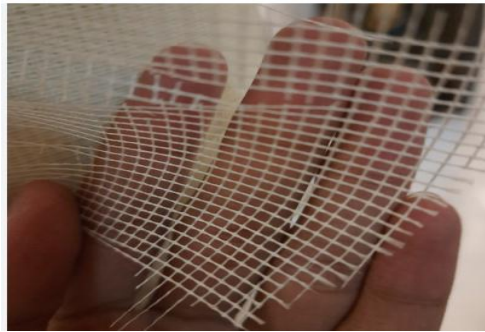


**Gamabar 2. 3** Agregat Kasar (Kerikil)  
(Sumber :Dokumentasi Bahan Penelitian)

#### c. *Fiberglass mesh waterproofing*

*Fiberglass mesh waterproofing* adalah bahan lunak yang terbuat dari serat kaca yang ditarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 5 mm - 5 mm.

Bahan ini memiliki struktur cair yang mengeras ketika terpapar udara atau panas. Kelebihan utama fiberglass adalah kekuatan, tahan lama, dan tahan korosi. Fleksibilitasnya memungkinkan pembentukan berbagai macam perabotan rumah tangga dan industri



**Gamabar 2. 4** Potongan *fiberglass mesh waterproofing*  
(Sumber :Dokumentasi Bahan Penelitian)

## 2. Beton serat

Menurut Ahadi (2011) beton serat merupakan beton yang ditambahkan serat (fiber) kedalam campurannya. Serat tersebut dapat berupa serat kayu, serat tali, serat kelapa, serat baja, dan zat- zat tambahan lainnya yang dapat menambah mutu beton. Beton serat ini sangat berguna untuk memperbaiki atau menaikkan sifat mekanik beton. Sifat mekanik beton yang dimaksud adalah kuat tarik, dan, kuat lentur beton.

### a. Konsep beton serat

Dalam pemakaian beton serat, ada dua istilah yang sering digunakan untuk memudahkan perencanaan dan pengenalan kuantitas dan kualitas yang dihasilkan oleh penambahan serat:

#### 1) *Fiber Volume Fraction (V<sub>f</sub>)*

*Fiber Volume Fraction* ( $V_f$ ) adalah presentase volume serat (fiber) yang ditambahkan pada setiap volume beton. Dalam kenyataannya, 14 persentase yang digunakan adalah berat seratnya. Ini dapat diketahui dari berat jenis serat. Umumnya semakin besar *volume fraction* ( $V_f$ ) akan meninggikan kualitas beton, tetapi *volume fraction* juga mempengaruhi *workabilitas* adukan beton serat, sehingga *volume fraction* mempunyai nilai yang optimal jika meninjau *workabilitas*-nya.

## 2) *Fiber Aspect Ratio* ( $l/d$ )

*Fiber aspect ratio* ( $l/d$ ) merupakan rasio antara panjang serat ( $l$ ) dan diameter serat ( $d$ ). Rasio perbandingan panjang dan diameter juga mempengaruhi kekuatan beton serat dan *workabilitas*-nya.

### a) Mekanisme Kerja Serat dalam Beton

Teori yang dipakai sebagai pendekatan untuk dapat menjelaskan mekanisme kerja serat di dalam beton sehingga dapat memperbaiki sifat atau perilaku beton menurut Soroushian dan Bayasi (1987) ada dua teori, yaitu:

#### 1) *Spacing Concept*

Dalam teori ini dengan mendekatkan jarak antar serat didalam campuran beton maka beton akan lebih mampu membatasi ukuran retak dan mencegah berkembangnya retak menjadi lebih besar. Serat bekerja lebih efektif jika berjajar secara urut dan seragam tanpa adanya *overlapping*. Tetapi keadaan sesungguhnya dari susunan tersebut tidak teratur dan saling *overlapping*,

#### 2) *Composite Material Concept*



Konsep material komposit merupakan salah satu pendekatan yang cukup populer untuk memperkirakan kuat tarik ataupun kuat lentur dari *fiber reinforced concrete*. Konsep ini dikembangkan untuk memperkirakan kekuatan material komposit pada saat timbul retak pertama (*first crack strength*). Dalam konsep ini diasumsikan bahan penyusun saling melekat sempurna. Bentuk serat menerus (*continous fiber*) dan angka poisson dianggap sama dengan nol.

Karena serat yang digunakan dalam fiber reinforced concrete adalah ukuran pendek (*short fiber*) dan bukan continous fiber, maka dari persamaan tersebut perlu dikoreksi berdasarkan pertimbangan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Orientasi dari *short fiber* yang random akan mengurangi efisiensi penulangan serat terhadap material komposit.
- b. Lekatan yang tidak sempurna serta ukuran serat yang pendek dapat menyebabkan alur retakan yang tidak melewati serat.
- c. Distribusi alur retak yang tidak sembarang menyebabkan alur retak tidak selalu memotong serat tepat ditengah-tengah.

### 3. Berat Jenis Beton

Menurut Tjokrodimaljo (1992), jenis-jenis beton dapat dikelompokkan berdasarkan berat jenis beton tersebut. Untuk pengelompokkannya secara jelas dapat dilihat pada tabel 1. 2.

**Tabel 1. 2** Berat Jenis Beton dan Pemakaiannya (Tjokrodimaljo, 1992)

| Jenis beton         | Berat Jenis Beton(gr/cm <sup>3</sup> ) | pemakaian         |
|---------------------|----------------------------------------|-------------------|
| Beton sangat ringan | < 1.00                                 | Non struktural    |
| Beton ringan        | 1.00-2.00                              | Struktural ringan |
| Beton normal        | 2.30-2.50                              | Struktural        |
| Beton berat         | >3.00                                  | Perisai sinar     |

Untuk mendapat berat jenis beton, dilakukan penimbangan berat rerata beton dan pengukuran dimensi silinder beton. Perhitungan yang digunakan yaitu berat silinder beton dibagi dengan volume silinder beton sehingga diperoleh berat jenis beton

#### 4. Kuat Tekan Beton (*SNI 1974-2011*)

Kuat tekan adalah kemampuan suatu beton dalam menerima beban gaya tekan yang diberikan persatuan luas (Bintoro et al., 2018). Kuat tekan beton adalah beban gaya tekan yang diberikan pada beton yang dihasilkan oleh alat tekan tekan beton dengan standar tertentu yang dapat menghancurkan beton.

Kuat tekan menjadi penentu mutu dan kualitas beton, yang dihasilkan dari pencampuran antara agregat, semen, dan air. Pembuatan beton baru dikatakan berhasil apabila beton mencapai kuat tekan yang telah ditentukan atau direncanakan dalam mix design (Wimaya et al., 2020).

Menurut *SNI 1974-2011* mengenai Cara Uji Kuat Tekan Beton, perhitungan kuat tekan beton untuk benda uji berbentuk silinder ditetapkan dengan persamaan sebagai berikut : (Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, 2021).

$$F_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

$F_c$  : Kuat Tekan Beton ( $\text{kg/cm}^2$ )

$P$  : Beban yang bekerja (kg)

$A$  : Luas penampang benda ( $\text{cm}^2$ )



**Gamabar 2. 5** Pengujian Kuat Tekan Pada Beton  
(Sumber : Dokumntasi contoh pengujian kuat tekan beton)

### 5. Kuat Tarik Belah Beton (SNI 249-2014)

Nilai kuat tarik beton hanya berkisar 9%-15% dari kuat tekannya. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang menahan gaya tarik (Dipohusodo, 1994). Pengujian menggunakan uji silinder berdiameter 150 mm dan panjang 300 mm, diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Apabila kuat tarik terlampaui, benda uji terbelah menjadi dua bagian dari ujung ke ujung.

Menurut SNI 249-2014 persamaan untuk menentukan nilai kuat tarik pada beton, yaitu sebagai berikut (Dewi et al., 2020) :

$$f_{sp} = \frac{2 P}{\pi L D} \dots\dots\dots (2)$$

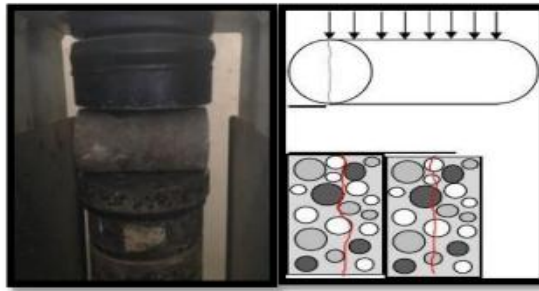
Keterangan:

$f_{sp}$  : Kuat Tarik Belah (N/mm<sup>2</sup>)

P : Beban maksimum pada waktu belah (N)

L : Panjang benda uji silinder (mm)

D : Diameter benda uji silinder (mm)



**Gamabar 2. 6** Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Pola Retak  
(Sumber :Dokumentasi contoh pengujian tarik belah)

### **B. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu**

Agar penelitian ini menjadi lebih terfokus pada suatu masalah penelitian dan dapat menghasilkan kebaruan penelitian, serta memetakan posisi penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti, maka peneliti perlu melakukan studi terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang sejenis dengan tema penelitian yang akan dilakukan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian melakukan studi literatur terhadap hasil penelitian terdahulu dan hasilnya dijabarkan sebagai berikut;

1. Penelitian yang dilakukan Dani Fikri Haekal pada tahun 2022, dengan judul “Analisis kuat tarik belah dan kuat tekan beton dengan bahan tambah serat potongan limbah banner”. Melalui pendekatan kuantitatif, penelitian ini menyimpulkan beberapa hal diantaranya adalah Pada penelitian ini digunakan bahan tambah serat potongan limbah banner berukuran panjang 100 mm dan lebar 3 mm sebanyak 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% dari berat beton normal. Metode perencanaan campuran beton yang dilaksanakan mengacu pada SNI 03-2834-2000 dengan kuat tekan beton rencana sebesar 20 MPa. Sementara itu, pengujian dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dan telah melalui proses perendaman.

2. Penelitian tentang beton serat dengan bahan tambah spanduk diantaranya dilakukan oleh jeronimo de deus pada tahun 2022 dengan judul “pengaruh penambahan limbah serat spanduk plastik terhadap kuat tekan dan kuat tarik pada mutu beton ( $f_c' = 19,3 \text{ mpa}$ )”. Melalui pendekatan kuantitatif, penelitian ini menyimpulkan beberapa hal diantaranya adalah Dalam penelitian ini dibuat 24 buah benda yang akan diuji kuat dari tekanan dan kuat saat di tarik beton dengan variasi masing-masing 3 buah benda uji kuat tekan dan kuat tarik beton yang dicetak dari silinder yang berdiameter 15 x 30 cm. hasil riset, nilai yang kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari tanpa penambahan limbah banner dengan nilai rata-rata dari 0% (beton normal) sebesar 18,284 MPa, penambahan limbah serat banner dengan variasi 1%, 3%, dan 5% adalah sebagai berikut. Pada penambahan limbah serat banner 1% menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 15,338 MPa, untuk penambahan limbah serat banner 3% memperoleh nilai kuat tekan rata-rata 13,947 MPa, serta penambahan limbah serat banner 5% memperoleh nilai rata-rata 5,420 MPa, untuk nilai kuat tarik belah rata-rata dengan variasi 0% sebesar 10,345 MPa, variasi 1% dengan nilai sebesar 7,381 MPa, variasi 3% dengan nilai sebesar 7,839 MPa, dan variasi 5% dengan nilai sebesar 4,881 MPa.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Ghifari Nur A, Ester Priskasari, Vega Aditama pada tahun 2023, dengan judul “pemanfaatan limbah banner atau spanduk berbahan dasar pvc yang digunakan sebagai bahan tambah material serat untuk beton mutu rendah pada umur 28 hari”. melalui pendekatan kuantitatif, penelitian menyimpulkan beberapa hal diantaranya adalah Nilai

rata-rata untuk kuat tekan beton penggunaan serat banner dengan variasi 0%, 0,4%, 0,5%, 0,6% dan 0,7% pada umur 28 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berurut-turut adalah 20,08 MPa, 21,16 MPa, 20,59 MPa, 19,31 MPa dan 17,32 MPa. Nilai rata-rata untuk kuat tarik belah beton penggunaan serat banner dengan variasi 0%, 0,4%, 0,5%, 0,6% dan 0,7% pada umur 28 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berurut-turut adalah 1,70 MPa, 2,35 MPa, 2,29 MPa, 2,19 MPa dan 2,03 MPa. Nilai rata-rata untuk kuat lentur beton penggunaan serat banner dengan variasi 0%, 0,4%, 0,5%, 0,6% dan 0,7% pada umur 28 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berurut-turut adalah 5,44 MPa, 5,54 MPa, 5,39 MPa, 5,20 MPa dan 4,91.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Anis Rahmawati, Roemintoyo, Aryanti Nurhidayati, Ida Nugroho Saputro, Langgeng Setyo Pramono pada tahun 2019, dengan judul “pengaruh penambahan serat limbah banner terhadap kuat lekat dan mikrostruktur beton serat pasca bakar sebagai suplemen bahan ajar mata kuliah teknologi beton”. Melalui pendekatan kuantitatif, penelitian ini dapat menyimpulkan beberapa hal diantaranya adalah penambahan panjang serat limbah banner mengakibatkan penurunan pada suhu 300°C dan kenaikan pada suhu 400°C, perubahan mikrostruktur beton dengan penambahan serat limbah banner pada beberapa variasi panjang serat dan variasi suhu pembakaran dapat dilihat dari pori-pori dan retakan mikro pada beton pasca bakar yang terlihat lebih banyak daripada beton pra bakar, penambahan panjang serat limbah banner yang menghasilkan nilai maksimal kuat lekat beton pasca bakar terjadi

pada penambahan panjang serat limbah banner 3 cm dengan suhu pembakaran 200°C.

5. Penelitian yang dilakukan oleh ahmad bayu pamungkas pada tahun 2019, dengan judul “kajian penambahan serat banner dan penggantian semen dengan abu ampas tebu terhadap kuat tekan dan berat isi beton”. Melalui pendekatan secara kuantitatif, dengan metode eksperimen penelitian ini dapat menyimpulkan beberapa hal diantaranya adalah pengujian beton dilakukan pada hari ke 56. hasil penelitian menunjukkan, kuat tekan beton menurun seiring dengan bertambahnya serat limbah *banner* dan abu ampas tebu, kombinasi pengganti semen dengan abu ampas tebu dan penambahan serat limbah *banner* yang paling optimum menghasilkan kuat tekan sebesar 22.80 Mpa pada variasi 0,4% abu ampas tebu dan 0,25% serat limbah *banner*, berat isi beton semakin menurun seiring dengan bertambahnya serat limbah *banner* dan abu ampas tebu, berat isi seluruh variasi masih tergolong beton normal, semakin banyak penambahan serat ke dalam beton maka akan menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan beton dan terjadinya penurunan berat isi beton.
6. Rosdiyani, T., dkk (2023). Dalam pembangunan ruang kelas baru gedung Madrasah Tsanawiyah Negeri 5 Lebak Provinsi Banten tentunya terdapat bekisting. Bekisting yang digunakan terbuat dari kayu multiplek dan kayu balok. Seiring berkembangnya kemajuan teknologi khususnya pada pengaplikasian pencetak beton atau bekisting, terciptalah bekisting fiberglass yang terbuat dari plastik. Bekisting fiberglass memiliki beberapa keunggulan dibanding bekisting konvensional diantaranya tidak memerlukan tenaga kerja

yang banyak dan juga dapat mengurangi limbah sampah sisa pengecoran beton (kayu dan papan). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pelaksanaan pekerjaan pada struktur kolom dan pelat lantai pada proyek pembangunan ruang kelas di tinjau terhadap kekuatan, kekakuan dan stabilitas, serta dapat membandingkan penggunaan bekisting konvensional dengan bekisting fiberglass. Data yang diperlukan terdiri dari data primer dan data skunder, data primer diperoleh secara langsung melakukan wawancara terhadap pihak terkait sedangkan data skunder berupa peta, spektek, time schedule, dan gambar. Hasil deviasi perbandingan dari kedua jenis bekisting ditinjau kekuatan terdapat selisih berat sebesar 32,5 kg/cm<sup>2</sup> , kekakuannya 0,087 cm. Selanjutnya pada hasil perhitungan kekuatan struktur pelat lantai terdapat 1,98 kg/cm, kekakuan 0,018 cm. Kemudian perhitungan kontrol reaksi perletakan berat sebesar 1902,04 kg, dan gaya lintang 1056,69 kg dan kontrol perancah 1611,55 kg/cm<sup>2</sup>.

7. Utomo, W. T., & Zhafira, T. (2023). Kebutuhan infrastruktur terus mengalami peningkatan seperti bangunan gedung, jembatan, jalan, bendungan dan lain sebagainya. Biasanya bangunan tersebut menggunakan beton sebagai bahan utama, sehingga memiliki ketahanan yang baik. Di era modern yang semakin meningkat yang di iringi oleh perkembangan teknologi, banyak di temukan beberapa bahan yang dapat di manfaatkan sebagai salah satu campuran beton. Salah satunya dengan menambahkan serat Fiberglass ke dalam campuran beton dengan komposisi tertentu. Beton menggunakan serat (fiber) merupakan beton dengan penambahan campuran potongan-potongan fiber yang di masukan ke



dalam campuran beton tersebut. dapat di ketahui bahwa penambahan serat fiberglass dapat mengakibatkan pengurangan lekatan antar butiran agregat yang dapat mempengaruhi kuat tekan beton tersebut. Penurunan kuat tekan beton dapat di lihat dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran serat fiber 1% dalam usia 28 hari memiliki nilai kuat tekan yang paling tinggi dengan nilai 22,01 Mpa, sedangkan beton dengan campuran 2% memiliki kuat tekan yang paling rendah dengan hasil 18,35 MPa.

8. Aulia, T. B., dkk. (2020). Beton mutu tinggi rentan terhadap suhu tinggi akibat densitas strukturnya yang tinggi. Penggunaan serat polypropylene dapat mencegah peledakan struktur dengan membentuk kanal-kanal akibat pelelehan serat saat kebakaran sehingga tegangan thermal keluar dari struktur beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan serat polypropylene terhadap kuat tekan beton mutu tinggi pasca bakar pada suhu 400°C selama lima jam. Beton mutu tinggi dibuat dengan faktor air semen 0,3 dengan jumlah semen 550 kg/m<sup>3</sup> yang ditambahkan silica fume 8% dan superplasticizer 4% dari berat semen dengan variasi serat polypropylene 0%, 0,2% dan 0,4% dari volume beton. Pengujian kuat tekan dilakukan pada silinder standar Ø15/30 cm yang dibakar dan tanpa bakar, diuji pada umur 7 dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton mutu tinggi tanpa penggunaan serat polypropylene mengalami penurunan kuat tekan pada kondisi pasca bakar dibandingkan dengan beton tanpa bakar, yaitu 0,81% pada umur 7 hari dan 23,42% pada umur 28 hari. Sebaliknya, penambahan serat polypropylene dapat meningkatkan kuat tekan pasca bakar dengan persentase peningkatan

maksimum terjadi pada penambahan 0,2% serat polypropylene yaitu 25,52% dan 10,44% pada umur 7 dan 28 hari. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan serat polypropylene efektif untuk mencegah penurunan kuat tekan beton mutu tinggi yang dibakar pada suhu tinggi.

9. Pranata, D. R., dkk. (2022, October). Permasalahan yang sering ditemui pada pelaksanaan dan perawatan pekerjaan struktur bangunan yaitu desain seperti perubahan fungsi bangunan, pada saat pelaksanaan tidak sesuai dengan desain perencanaan. kebakaran, gempa bumi, dimensi berkurang, dan mutu beton tidak sesuai dengan persyaratan (SNI) atau perencanaan. Sehingga diperlukan perkuatan struktur .Perkuatan tersebut menimbulkan biaya pada pelaksanaanya. Sehingga perlu memilih jenis perkuatan yang sesuai aspek kekuatan, kemudahan dalam pelaksanaan, waktu pelaksanaan, biaya Pelaksanaan dan estetika. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis (1) Kekuatan struktur beton menggunakan CFRP, dan GFRP (2) Biaya dari CFRP, dan GFRP. Metode yang dilakukan yaitu analisis perkuatan struktur (1) Pemodelan struktur menggunakan SAP 2000 v 22 disesuaikan dengan gambar As Built Drawing disesuaikan dengan kondisi eksisting Gedung Pasar Pon Trenggalek (2) analisis perhitungan struktur balok untuk lentur dan geser (dengan adanya perkuatan) CFRP dan GFRP, (3) analisis balok menggunakan finite element untuk mengetahui lendutan dan pola kekuatan CFRP dan GFRP (4) analisis biaya perkuatan struktur dengan menghitung biaya pada perkuatan balok beton bertulang dari CFRP dan GFRP menggunakan analisa harga satuan pekerjaan. Dari hasil analisis perkuatan struktur beton menggunakan CFRP dan GFRP

meningkatkan kekuatan lentur dan geser balok yaitu momen nominal yang dihasilkan CRFP lebih besar daripada GRFP yaitu 34,421 kNm (1 strip) sedangkan, GRFP yaitu 20,078 kNm (1 strip). Rengangan efektif yang CRFP lebih besar daripada GRFP yaitu 368,587 Mpa sedangkan, GRFP yaitu 215,557 Mpa. Peningkatan tersebut mempengaruhi beban maksimum yang mampu dipikul yaitu menurunkan angka lendutan dari 52,2 mm (balok biasa) menjadi 40,6 mm (perkuatan CRFP) dan 31,5 mm (perkuatan GRFP). Analisa biaya penggunaan CFRP dan GRFP didapatkan selisih biaya perkuatan GRFP lebih besar daripada CRFP dengan selisih biaya Rp. 17.409.149,72 dengan prosentase 22,695 % dari total biaya.

10. Wibowo, P. H., & Hendi, H. (2020). Pertumbuhan penduduk yang meningkat menyebabkan kebutuhan penduduk terhadap sarana hunian pun semakin meningkat. Perkembangan sarana hunian akan meningkatkan kebutuhan bahan bangunan. Solusi untuk permasalahan ini adalah meningkatkan penggunaan sumber daya lokal untuk meningkatkan produksi bahan bangunan yang diperlukan. Salah satu bahan bangunan dalam penelitian ini adalah bata beton (batako) yang merupakan penyusun dinding yang relatif murah dan kuat. Fibreglass adalah bahan material industri yang digunakan dalam konstruksi sebagai bagian dari waterproofing yang memiliki nilai kekuatan, ekonomis dan fleksibel dalam pemakaiannya. Diketahui nilai – nilai kegunaan fibreglass maka penulis melakukan penelitian dengan penambahan fibreglass sebagai pengganti agregat halus dalam batako untuk mempengaruhi nilai berat volume serta kuat tekan batako yang dihasilkan. Hasil penelitian dari penulis menunjukkan

penambahan fibreglass sebesar 0%, 2.5%, 5% & 7.5% pada batako dengan hasil nilai berat volume yaitu 2208 kg/m<sup>3</sup>, 2149.037 kg/m<sup>3</sup>, 2130.568 kg/m<sup>3</sup> & 2125.63 kg/m<sup>3</sup>. Nilai berat volume pada penambahan fibreglass pada batako mempunyai nilai berat volume yang lebih kecil dibandingkan batako normal. Hasil penelitian dari penulis menunjukkan penambahan fibreglass sebesar 0%, 2.5%, 5% & 7.5% pada batako mempunyai hasil nilai kuat tekan rata - rata yaitu 436.025 kg/cm<sup>2</sup>, 236.805 kg/cm<sup>2</sup>, 230.176 kg/cm<sup>2</sup> & 289.129 kg/cm<sup>2</sup>. Penelitian ini menyatakan nilai kuat tekan rata - rata pada penambahan fibreglass pada batako lebih kecil dibandingkan batako normal.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan adalah *Laboratory Research* (Penelitian Laboratorium), dimana menggunakan metode eksperimen melalui pendekatan kuantitatif yang merupakan metode penelitian yang banyak menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya disertai dengan gambar, table, grafik, atau tampilan lainnya.

Kemudian data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian dilaboratorium.

#### **B. Lokasi dan Waktu**

##### **1. Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare, Jl. Jend. Ahmad Yani No. Km. 6, Kel. Bukit Harapan, Kec. Soreang kota parepare.

##### **2. Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dilakukan selama 4 (empat) bulan dimulai dari bulan Agustus sampai bulan November, Adapun lokasi waktu untuk setiap tahapan penelitian diuraikan dalam time skedjule sebagai berikut:

**Tabel 1. 3** Jadwal Pelaksanaan Kegiatan

| NO | Uraian Kegiatan         | Alokasi waktu |          |          |         |
|----|-------------------------|---------------|----------|----------|---------|
|    |                         | Agu 2024      | Sep 2024 | Okt 2024 | Nov2024 |
| 1  | Studi literature        |               |          |          |         |
| 2  | Persiapan laboratorium  |               |          |          |         |
| 3  | Pengujian bahan dasar   |               |          |          |         |
| 4  | Pembuatan benda uji     |               |          |          |         |
| 5  | Uji kuat tarik beton    |               |          |          |         |
| 6  | Uji kuat lentur beton   |               |          |          |         |
| 7  | Analisa hasil pengujian |               |          |          |         |

### C. Alat dan Bahan

#### 1. Alat

Penelitian ini menggunakan alat-alat yang tersedia di Laboratorium Struktur dan Bahan Prodi Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare. Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

##### a) Saringan

- 1) Saringan dengan nomor berturut-turut 4,75 mm (No. 4), 2,40 mm (No. 8), 1,2 mm (No. 16), 0,60 mm (No. 30), 0,30 mm (No. 50), 0,15 mm (No. 100), No. 200 yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar untuk mengetahui gradasi agregat halus (pasir).
- 2) Saringan dengan nomor berturut-turut No.  $\frac{3}{4}$ , No.  $\frac{1}{2}$ , No.  $\frac{3}{8}$ , No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200 yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar untuk mengetahui gradasi agregat kasar (kerikil).

##### b) Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang bahan susun adukan beton.

##### c) Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur banyaknya air yang digunakan dalam pembuatan beton.

d) Piknometer

Piknometer dengan kapasitas 500 gr digunakan untuk mencari  $B_j$  agregat halus.

e) Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur semua dimensi benda uji

f) Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian kadar air,  $B_j$ , dan gradasi agregat.

g) Mesin aduk beton

Mesin aduk beton digunakan untuk mengaduk bahan penyusun beton

h) Kerucut abrams.

Kerucut abrams digunakan untuk mengukur kelecakan adukan beton (nilai slump).

i) Penggaris

Penggaris digunakan untuk mengukur nilai slump.

j) Cetakan beton

Cetakan beton yang digunakan adalah bentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm.

k) Batang baja

Batang baja digunakan untuk memadatkan adukan beton.

l) Mesin uji tekan

Mesin uji tekan digunakan untuk menguji kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas benda uji beton.

m)Mesin Los Angeles

Mesin Los Angeles digunakan untuk menguji ketahanan aus agregat yang dilengkapi dengan bola-bola baja.

## 2. Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan yang terdiri dari:

a) Portland Composit Cement (PCC).

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Tonasa (50 kg) atau Semen Tipe I.

b) Agregat halus

Agregat halus yang digunakan berasal dari Sungai Saddang desa pincara Kabupaten Pinrang.

c) Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan berasal dari pabrik batu CV. Anato Group kabupaten pinrang, Sulawesi selatan.

d) Air

Air yang digunakan untuk pencampuran dan perendaman benda uji adalah air yang berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Prodi Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare.

e) *Fiberglass Mesh Waterproofing*

*Fiberglass Mesh Waterproofing* yang digunakan berasal dari limbah-limbah *fiberglass mesh waterproofing* yang sudah tidak digunakan, dengan ukuran potongan, panjang 3cm, lebar 1cm.



## **D. Prosedur Rencana Penelitian**

### **1. Tahap I (persiapan)**

Tahap ini meliputi, studi literatur dari penelitian sebelumnya, mempersiapkan bahan, form data dan alat pengujian penelitian.

### **2. Tahap II (uji bahan)**

Persiapan serta pemeriksaan bahan yang akan digunakan untuk campuran beton dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Proses pemeriksaan bahan tersebut meliputi:

#### **a) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat**

Langkah-langkah untuk pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat, yaitu sebagai berikut:

- 1) Agregat di timbang dengan berat yang telah ditentukan (pasir seberat 1000 gram dan kerikil seberat 2000 gram).
- 2) Agregat kemudian di rendam selama  $\pm 24$  jam.
- 3) Setelah direndam selama  $\pm 24$  jam, agregat kemudian dikeringkan hingga mencapai keadaan kering permukaan.
- 4) Untuk mengetahui apakah kondisi sudah tercapai pada pasir dilakukan dengan cara pasir dimasukkan kedalam kerucut yang diletakkan ditempat rata, kemudian dimasukkan 1/3 bagian, kemudian padatkan dengan cara ditumbuk sebanyak 8 kali begitu pula dengan lapisan ke 2 (dua), dan untuk lapisan ke 3 (tiga) ditumbuk sebanyak 7 kali.
- 5) Untuk pasir (pasir dengan kondisi kering permukaan tadi dimasukkan kedalam piknometer sebanyak 1000 gram dan ditambahkan air sampai

90 % penuh, kemudian dikocok selama  $\pm 5$  menit). Kemudian untuk kerikil (kerikil dengan kondisi kering permukaan tadi seberat 2000 gram ditimbang di udara, kemudian ditimbang di dalam air).

- 6) Agregat dikeluarkan dari wadah kemudian di oven selama  $\pm 24$  jam
- 7) Agregat di keluarkan dari oven kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat kering.

b) Pemeriksaan kadar organik agregat halus

Langkah-langkah untuk pemeriksaan kadar organik agregat halus, yaitu sebagai berikut:

- 1) Pasir dimasukkan kedalam botol bening sebanyak 1/3 bagian kemudian ditambahkan juga NaOH sebanyak 1/3 bagian, kemudian botol dikocok selama  $\pm 10$  menit,
- 2) Setelah itu botol di diamkan selama 24 jam, kemudian diamati perubahan warna yang terjadi dan dibandingkan dengan menggunakan standar warna kandungan organik.

c) Pemeriksaan keausan agregat kasar

Langkah-langkah untuk pemeriksaan keausan agregat kasar, yaitu sebagai berikut:

- 1) Kerikil ditumbang seberat 2000 gram, kemudian dicuci dan dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$ .
- 2) Masukkan kerikil kedalam mesin *Los Angeles Abrassion Machine* beserta bola baja kemudian tekan tombol start.

- 3) Keluarkan agregat dari dalam mesin, kemudian saring menggunakan saringan No. 12.

d) Pemeriksaan kadar air agregat

Langkah-langkah untuk pemeriksaan kadar air agregat, yaitu sebagai berikut:

- 1) Timbang agregat menggunakan timbangan dengan (pasir seberat 500 gram dan kerikil seberat 1000 gram).
- 2) Kemudian agregat di oven selama 24 jam dengan suhu tetap 100°C.
- 3) Setelah di oven agregat ditimbang untuk mendapatkan berat kering.

e) Pemeriksaan kadar lumpur agregat

Langkah-langkah untuk pemeriksaan kadar lumpur agregat, yaitu sebagai berikut

- 1) Timbang agregat menggunakan timbangan dengan (pasir seberat 500 gram dan kerikil seberat 1000 gram), kemudian oven selama 24 jam.
- 2) Agregat kemudian dicuci diatas saringan No. 200 sampai lumpurnya hilang.

Setelah dicuci agregat kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu 100°C, kemudian di timbang lagi untuk mendapatkan berat kering.

### **3. Tahap III (pembuatan benda uji)**

a) Pemeriksaan material campuran beton

- 1) Timbang material campuran beton, yaitu semen, agregat (halus dan kasar), dan air sesuai dengan berat yang telah ditentukan dalam rancangan campuran beton.

2) Sediakan *fiberglass mesh waterproofing* lalu potonglah sesuai potongan yang sudah ditentukan.

3) Mempersiapkan peralatan-peralatan yang dibutuhkan dalam pencampuran beton.

b) Pencampuran beton

1) Masukkan air kedalam mesin *mixer* sebanyak 80 % dari yang telah ditentukan kemudian masukkan juga semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), material tambahan (*fiberglass mesh waterproofing*).

2) Lalu nyalakan mesin *mixer* agar adonan tercampur merata.

3) masukan sedikit demi sedikit sisa air kedalam mesin *mixer* yang putar dengan tidak kurang dari 3 menit sampai air yang tersisah habis.

4) Jika campuran sudah matang (tercampur merata), mesin *mixer* kemudian dimatikan dan campuran beton dituang ke wadah.

5) Setiap variasi percobaan dilakukan pengadukan sebanyak 1 (satu) kali dan setiap pengadukan dilakukan pengujian nilai slump.

c) Pemeriksaan nilai slump

1) Masukkan campuran beton segar kedalam kerucut abrams sebanyak 1/3 bagian dengan 3 lapisan, setiap lapisan ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali.

2) Setelah lapisan terakhir selesai ditusuk, tunggu selama 30 detik kemudian angkat kerucut ke atas, nilai slump yaitu selisih tinggi antara kerucut abrams dengan permukaan atas beton setelah ditarik.

- 3) Setiap pencampuran beton dilakukan sebanyak 2 kali uji nilai slump kemudian dirata-ratakan hasilnya.

d) Pembuatan benda uji

- 1) Campuran beton segar dimasukkan kedalam cetakan silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm, yang sebelumnya telah diberi minyak pelumas pada bagian dalam.
- 2) Cetakan diisi dengan campuran beton segar sebanyak 3 (tiga) lapis, setiap lapisan ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali secara merata dan cetakan penuh
- 3) Kemudian bagian atas permukaan campuran beton diratakan hingga rata dengan bagian atas cetakan dengan menggunakan tongkat perata.

**4. Tahap IV (perawatan benda uji)**

Setelah 24 jam beton dibuka dari cetakan, kemudian diberi tanda untuk selanjutnya dilakukan perendaman didalam bak air selama periode waktu yang telah ditentukan.

**5. Tahap V (pengujian benda uji)**

a) Kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan pada beton memiliki tujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai kuat tekan pada beton dengan umur beton rencana yaitu 7,14, dan 28 hari.

Langkah-langkah yang harus dilalui dalam pengujian kuat tekan beton, adalah sebagai berikut:

- 1) Benda uji terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.

- 2) Benda uji diletakkan pada Universal Testing Machine.
- 3) Mesin Universal Testing Machine dihidupkan kemudian benda uji akan mendapatkan beban gaya untuk mengetahui besarnya nilai kekuatan tekan pada benda uji.

Pada saat benda uji mencapai beban maksimum benda uji akan retak atau bahkan pecah, jarum manometer akan berhenti.

b) Kuat tarik belah beton

Pengujian kuat tarik belah pada beton bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai kuat tarik belah pada beton dengan umur beton rencana yaitu 28 hari.

Pada pengujian kuat tarik belah beton, langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Benda uji terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.
- 2) Benda uji diletakkan secara horizontal di atas pelat mesin Universal Testing Machine.
- 3) Mesin Universal Testing Machine dihidupkan kemudian benda uji akan mendapatkan beban gaya untuk mengetahui besarnya nilai kekuatan tarik pada benda uji
- 4) Pada saat benda uji mencapai beban maksimum benda uji akan retak atau bahkan pecah, jarum manometer akan berhenti.

c) Kuat lentur beton

Pengujian kuat lentur pada beton bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai kuat tarik belah pada beton dengan umur beton rencana yaitu 28 hari.

Pada pengujian kuat tarik lentur beton, langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Siapkan benda uji yang telah direndam selama 28 hari
- 2) Cuci benda uji dengan air mengalir
- 3) Lap permukaan benda uji sampai kering
- 4) Ukur panjang, kedua sisi yang rata dan kedua sisi yang lainnya kemudian diberi tanda setiap  $\frac{1}{3} L$  bagian dari bentangan
- 5) Timbang benda uji
- 6) Letakkan benda uji pada tumpuan dimana jarak antara tumpuan max  $\frac{8}{10}$  panjang balok
- 7) Nyalakan mesin lenur dengan kecepatan konstan setiap menitnya
- 8) Baca beban max yaitu beban pada saat balok tersebut patah
- 9) Hitung kekuatan lentur dan kekuatan lentur rata rata
- 10) Pada saat benda uji mencapai beban maksimum benda uji akan retak atau bahkan pecah, jarum manometer akan berhenti.

Jumlah sampel untuk semua variasi campuran beton yang direncanakan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 30 buah. Setiap variasi campuran akan dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton. Dapat dilihat pada tabel 1.4 dan 1.5 berikut:

**Tabel 1. 4** Jumlah Dan Kode Benda Uji Kuat Tekan

| No | Kadar serat potongan<br><i>Fiberglass mesh</i><br><i>waterproofing</i> | Kode benda uji | Jumlah benda<br>uji | Umur benda<br>uji (Hari) |    |    |
|----|------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|--------------------------|----|----|
| 1  | 0%                                                                     | KT PET-0%      | 3                   | 7                        | 14 | 28 |
| 2  | 0,5%                                                                   | KT PET-0,25%   | 3                   |                          |    |    |
| 3  | 1%                                                                     | KT PET-0,5%    | 3                   |                          |    |    |

|   |      |              |   |  |  |  |
|---|------|--------------|---|--|--|--|
| 4 | 1,5% | KT PET-0,75% | 3 |  |  |  |
| 5 | 2%   | KT PET-1%    | 3 |  |  |  |

**Tabel 1. 5** Jumlah Dan Kode Benda Uji Kuat Tarik Belah

| No | Kadar serat potongan<br><i>Fiberglass mesh</i><br><i>waterproofing</i> | Kode benda uji | Jumlah benda<br>uji | Umur benda<br>uji |
|----|------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| 1  | 0%                                                                     | KTB PET-0%     | 2                   | 28 Hari           |
| 2  | 0,5%                                                                   | KTB PET-0,25%  | 2                   |                   |
| 3  | 1%                                                                     | KTB PET-0,5%   | 2                   |                   |
| 4  | 1,5%                                                                   | KTB PET-0,75%  | 2                   |                   |
| 5  | 2%                                                                     | KTB PET-1%     | 2                   |                   |

## E. Teknik Pengumpulan Data

### 1. Pengumpulan data sekunder

Tahap awal dari pekerjaan ini ialah mengumpulkan data sekunder berupa standar mutu, serta mencari literatur-literatur terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Data tersebut dipergunakan untuk menentukan mutu beton yang akan diteliti, serta menentukan langkah kerja lebih lanjut dalam tahap penelitian yang akan dilakukan.

### 2. Pengumpulan data primer

Tahap selanjutnya dari pekerjaan ini ialah mengumpulkan data primer berupa potongan *fiberglass mesh waterproofing* secara langsung sebagai bahan tambah penelitian untuk mencari kekuatan tekannya pada beton, apakah layak untuk digunakan.

## F. Teknik Analisis Data

### 1. Evaluasi karakteristik bahan



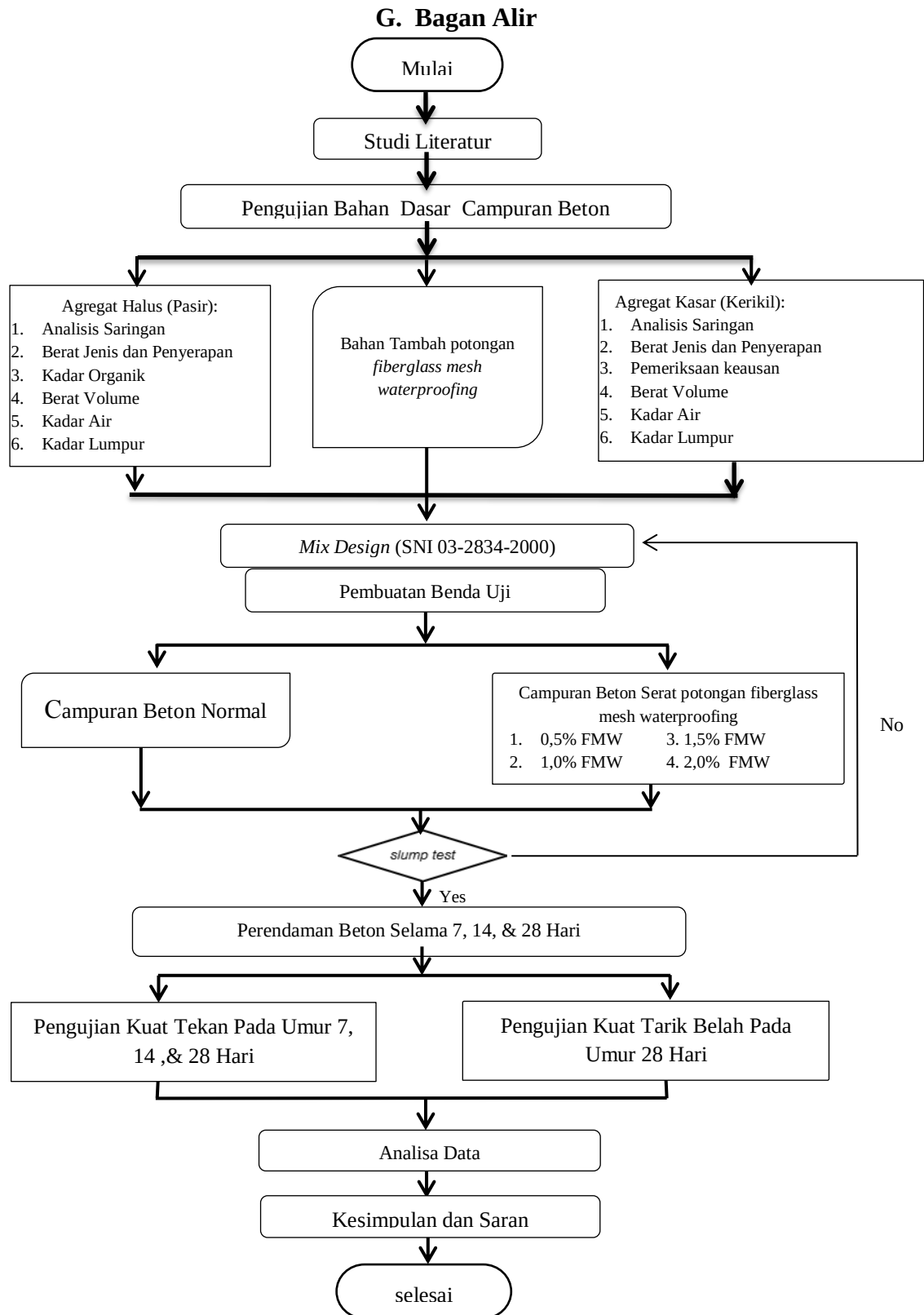
Evaluasi bahan-bahan penyusunan beton seperti semen, agregat (kerikil), denda Agregate (pasir) dan air. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari tahu apakah bahan yang digunakan untuk membentuk beton dalam penelitian ini memiliki nilai sesuai dengan persyaratan standar yang telah didirikan.

## **2. Analisa kuat tarik dan kuat lentur beton**

Analisis yang dilakukan dengan membandingkan hasil data dari kekuatan kompresive dari setiap variasi campuran melalui grafik, sehingga kita dapat menentukan efek yang dihasilkan di setiap grafik usia beton.

Untuk menghitung besarnya kuat tekan dipergunakan persamaan matematis, sebagai berikut:

- a. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (*SNI 249-2014*)
- b. Pengujian kuat Lentur Beton (*SNI 03-4431-1997*)



**Gambar 3.1** Diagram Alir

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat kasar dan agregat halus. Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut:

##### 1. Agregat Halus

**Tabel 1. 6** Rekapitulasi Pengujian Agregat Halus (*Sumber : Hasil Olah Data labolatorium 2024*)

| No | Karakteristik Agregat   | Interval           | Hasil Pengamatan |       | Nilai Rata-Rata | Keterangan |
|----|-------------------------|--------------------|------------------|-------|-----------------|------------|
|    |                         |                    | I                | II    |                 |            |
| 1  | Kadar lumpur            | Maks 5%            | 2,8%             | 3,4%  | 3,10%           | Memenuhi   |
| 2  | Kadar organik           | < No. 3            | No. 2            | No. 2 | No. 2           | Memenuhi   |
| 3  | Kadar air               | 2% - 5%            | 2,46%            | 3,95% | 3,20%           | Memenuhi   |
| 4  | Berat volume            |                    |                  |       |                 |            |
|    | a. Kondisi lepas        | 1,4 - 1,9 kg/liter | 1,41             | 1,44  | 1,42            | Memenuhi   |
|    | b. Kondisi padat        | 1,4 - 1,9 kg/liter | 1,52             | 1,57  | 1,54            | Memenuhi   |
| 5  | Absorpsi                | 0,2% - 2%          | 2,04%            | 0,81% | 1,42%           | Memenuhi   |
| 6  | Berat jenis spesifik    |                    |                  |       |                 |            |
|    | a. Bj. nyata            | 1,6 - 3,3          | 2,59             | 2,54  | 2,57            | Memenuhi   |
|    | b. Bj. dasar kering     | 1,6 - 3,3          | 2,46             | 2,49  | 2,48            | Memenuhi   |
|    | c. Bj. kering permukaan | 1,6 - 3,3          | 2,51             | 2,51  | 2,51            | Memenuhi   |
| 7  | Modulus kehalusan       | 1,50 - 3,80        | 3,13             | 3,21  | 3,17            | Memenuhi   |

Dari rekapitulasi hasil pengamatan angregat halus ( pasir) memberikan gambaran menyeluru karakteristik dari pasir yang diuji, berikut adalah penjelasan detail dari setiap parameter yang di ukur :

#### **a. Kadar Lumpur**

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat halus diatas yaitu 3,10% hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 5% yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

#### **b. Kadar organic**

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar organik agregat halus diatas sampel menunjukkan warna kekeruhan di angka No.2 pada standar warna yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut memiliki tingkat kadar organik terbilang rendah sehingga dapat digunakan dalam campuran beton tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

#### **c. Kadar air**

Hasil yang di dapatkan dari pengujian kadar air agregat halus di atas yaitu 3,20%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 2% - 5% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

#### **d. Berat volume**

**1) kondisi Lepas:** Berat volume dalam kondisi lepas menunjukan kerapatan relatif dari agregat ketika tidak mengalami pemadatan rata-rata berat volume lepas adalah 1,42 kg/liter, yang berada dalam rentangan n1,4-1,9 kg/liter. ini menunjukkan bahwa kepadatan pasir memiliki kerapatan yang sesuai untuk penggunaan dalam campuran beton.

**2) kondisi padat:** Berat volume dalam kondisi padat memberikan indikasi kerapatan maksimal agregat setelah didapatkan rata-rata berat volume padat adalah 1,54kg/liter, juga berada dalam rentang yang diizinkan ini menunjukkan bahwa pasir memiliki sifat pemadatan yang baik dan dapat menghasilkan beton yang kuat.

#### **e. Absorpsi**

Kemampuan pasir untuk menyerap air atau absorpsi mempengaruhi kadar air efektif dalam campuran beton. Absorpsi yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kebutuhan air dan mengurangi kekuatan beton. Rata-rata absorpsi pasir adalah 1,42%, berada dalam rentang 0,2%-2%. Hal ini menunjukkan bahwa pasir memiliki absorpsi yang moderat dan tidak memerlukan peyesuaian besar dalam proporsi air dalam campuran beton.

#### **f. Berat jenis agregat**

**1) Bj. Nyata:** Berat jenis nyata memberikan gambaran tentang densitas partikel agregat tanpa memperhatikan pori-pori. Nilai rata-rata adalah 2,57, berada dalam rentangan 1,6-3,3 ini menunjukkan bahwa pasir memiliki densitas yang cukup tinggi yang menguntungkan untuk kekuatan beton.

**2) Bj. Dasar Kering:** Berat jenis dasar kering menunjukkan densitas agregat setelah dikeringkan dan sebelum menyerap air. Nilai rata-rata adalah 2,48, yang juga berada dalam rentang yang diizinkan. Ini menunjukkan konsistensi dalam kualitas material pasir.

**3) Bj. Kering Permukaan:** Berat jenis kering permukaan adalah berat jenis agregat setelah permukaan partikel dikeringkan tetapi pori-pori tetap penuh

air. Nilai rata-rata adalah 2,51, yang sesuai dengan standar. Hal ini menunjukkan bahwa pasir memiliki penyerapan air yang tidak terlalu tinggi dan cocok untuk campuran beton.

#### g. Modulus kehalusan

Modulus kehalusan adalah ukuran keseragaman distribusi ukuran partikel dalam agregat halus. Nilai yang lebih tinggi menunjukkan partikel yang lebih kasar, sementara nilai yang lebih rendah menunjukkan partikel yang lebih halus. Modulus kehalusan rata-rata sebesar 3,17 berada dalam rentangan, 1,50-3,80, menunjukkan bahwa pasir memiliki distribusi ukuran partikel yang memadai untuk digunakan dalam beton, yang akan memberikan workability yang baik dan kemampuan kerja yang sesuai.

secara keseluruhan hasil pengamatan menunjukkan bahwa agregat halus (pasir) memenuhi semua kriteria standar yang diperlukan untuk digunakan dalam pembentukan beton. pasir ini memiliki kualitas yang baik dengan kandungan lumpur dan bahan organik yang rendah, kadar air yang sesuai, serta berat jenis dan modulus kehalusan yang ideal. Semua parameter ini memastikan bahwa pasir akan berkontribusi positif terhadap kekuatan dan kualitas beton yang dihasilkan.

## 2. Agregat Kasar

**Tabel 1. 7** Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar (*Sumber: Hasil olah data laboratorium 2024*)

| No | Karakteristik Agregat | Interval  | Hasil Pengamatan |       | Nilai Rata-Rata | Keterangan |
|----|-----------------------|-----------|------------------|-------|-----------------|------------|
|    |                       |           | I                | II    |                 |            |
| 1  | Kadar lumpur          | Maks 1%   | 0,4%             | 1,00% | 0,70%           | Memenuhi   |
| 2  | Keausan               | Maks 50%  | 28,0%            | 23,0% | 25,5%           | Memenuhi   |
| 3  | Kadar air             | 0,5% - 2% | 0,50%            | 0,60% | 0,55%           | Memenuhi   |

|   |                         |                    |       |       |       |          |
|---|-------------------------|--------------------|-------|-------|-------|----------|
| 4 | Berat volume            |                    |       |       |       |          |
|   | a. Kondisi lepas        | 1,6 - 1,9 kg/liter | 1,64  | 1,65  | 1,64  | Memenuhi |
|   | b. Kondisi padat        | 1,6 - 1,9 kg/liter | 1,72  | 1,72  | 1,72  | Memenuhi |
| 5 | Absorpsi                | Maks 4 %           | 1,52% | 1,83% | 1,68% | Memenuhi |
| 6 | Berat jenis spesifik    |                    |       |       |       |          |
|   | a. Bj. nyata            | 1,6 - 3,3          | 2,60  | 2,61  | 2,60  | Memenuhi |
|   | b. Bj. dasar kering     | 1,6 - 3,3          | 2,50  | 2,49  | 2,49  | Memenuhi |
|   | c. Bj. kering permukaan | 1,6 - 3,3          | 2,54  | 2,54  | 2,54  | Memenuhi |
| 7 | Modulus kehalusan       | 6,0 - 8,0          | 6,68  | 6,68  | 6,68  | Memenuhi |

Dari pengujian agregat kasar diatas didapatkan hasil sebagai berikut :

1. **Kadar Lumpur:** Mengukur jumlah lumpur dalam agregat interval maksimal yang diizinkan adalah 1% Hasil pengamatan menunjukan nilai 0,4% dan 1,00% dengan rata-rata 0,70% yang berarti nilai ini memenuhi standar.
2. **Keausan:** Mengukur tingkat keausan agregat interval maksimal yang diizinkan adalah 50%. Hasil pengamatan adalah 28,0% dan 23,0% dengan rata-rata 25,5% yang menunjukan hasilnya memenuhi batasan yang ditetapkan.
3. **Kadar Air:** Mengukur kadar air dalam agregat dengan interval yang diizinkan antara 0,5% dan 2%. Hasil pengamatan menunjukan kadar air 0,50% dan 0,60% dengan rata-rata 0,55% yang memenuhi kriteria.
4. **Berat Volume:**
  - a. **Kondisi Lepas:** Berat agregat dalam kondisi lepas harus antara 1,6 - 1,9 kg/liter. Hasil pengamatan adalah 1,64 dan 1,65 kg/liter, dengan rata-rata 1,64 kg/liter, yang memenuhi standar.

- b. **Kondisi Padat:** Berat agregat dalam kondisi padat juga harus antara 1,6 - 1,9 kg/liter. Hasilnya adalah 1,72 kg/liter, konsisten pada kedua pengukuran, dan memenuhi kriteria.
5. **Absorpsi:** Mengukur seberapa banyak air yang dapat diserap oleh agregat, dengan batas maksimal 4%. Hasil pengamatan adalah 1,52% dan 1,83% dengan rata-rata 1,68%, yang memenuhi standar.
6. **Berat Jenis Spesifik:**
- a. **Bj. Nyata:** Berat jenis agregat dalam keadaan nyata harus antara 1,6 - 3,3. Hasilnya adalah 2,60 dan 2,61 dengan rata-rata 2,60, yang memenuhi standar.
- b. **Bj. Dasar Kering:** Berat jenis agregat pada keadaan dasar kering juga harus antara 1,6 - 3,3. Hasil pengamatan adalah 2,50 dan 2,49 dengan rata-rata 2,49, yang memenuhi kriteria.
- c. **Bj. Kering Permukaan:** Berat jenis agregat pada kering permukaan juga harus antara 1,6 - 3,3. Hasilnya adalah 2,54 dan 2,54 dengan rata-rata 2,54, yang memenuhi standar.
7. **Modulus Kehalusan:** Mengukur ukuran butir agregat. Modulus kehalusan yang diizinkan antara 6,0 - 8,0. Hasilnya adalah 6,68 pada kedua pengukuran, yang memenuhi kriteria.

Secara keseluruhan, data yang diukur menunjukkan bahwa semua parameter memenuhi standar yang ditetapkan untuk agregat kasar.

## B. (Mix Design)

### 1. Agregat Halus



a) Parameter Perencanaan Campuran Data

**Tabel 1. 8** Parameter Perencanaan Campuran (*Sumber :Hasil Data Laboratorium 2024*)

| Parameter                              | Nilai    | Satuan            |
|----------------------------------------|----------|-------------------|
| Mutu Beton Rencana ( $F'c$ )           | 25       | MPa               |
| Slump Rencana                          | 75 - 100 | mm                |
| Ukuran agregat maksimum                | 20       | mm                |
| Berat kering oven Ag. Kasar            | 1,721    | g/cm <sup>3</sup> |
| Berat jenis semen tanpa tambahan udara | 3,08     | g/cm <sup>3</sup> |
| Modulus Kehalusan Ag. Halus            | 3,17     |                   |
| Berat jenis (SSD) Ag. Halus            | 2,51     | g/cm <sup>3</sup> |
| Berat jenis (SSD) Ag. Kasar            | 2,54     | g/cm <sup>3</sup> |
| Penyerapan air Ag. Halus               | 1,42%    |                   |
| Penyerapan air Ag. Kasar               | 1,68%    |                   |
| Kadar Air Ag. Halus                    | 3,20%    |                   |
| Kadar Air Ag. Kasar                    | 0,55%    |                   |
| Vol. Serat Fiberglass Water Profing    | 0,228    | g/cm <sup>3</sup> |

b) Perhitungan berdasarkan SNI 03-2834-2000

$$\begin{aligned}
 \text{kuat dasar rencana } f_c' &= 25 \text{ MPa} \\
 &= 25 \times 9,81 \\
 &= 244,27 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

1) Margin

Hitung kuat tekan rata-rata beton, dengan kuat tekan rata-rata yang disyaratkan dan nilai margin tergantung dari tingkat pengawasan mutu. Nilai margin (m) ditetapkan dengan menggunakan rumus :  $\text{Margin} = 1,64 \times \text{Sd Tabel nilai deviasi (kg/cm}^2\text{)}$  untuk berbagai volume pekerjaan dan mutu pelaksanaan di lapangan (Sumber: SNI 03-2834-2000)

**Tabel 1. 9** Standar Devisiasi (*Sumber : Hasil Data Laboratorium 2024*)

| Volume pekerjaan |                | Standar Devisiasi (MPa) |      |  |
|------------------|----------------|-------------------------|------|--|
| Klasifikasi      | m <sup>3</sup> | Baik sekali             | Baik |  |

|        |           |                  |                  |    |
|--------|-----------|------------------|------------------|----|
| Kecil  | <.1000    | $45 < s \leq 55$ | $55 < s \leq 65$ | 65 |
| Sedang | 1000-3000 | $35 < s \leq 45$ | $45 < s \leq 55$ | 55 |
| Besar  | >3000     | $25 < s \leq 35$ | $35 < s \leq 45$ | 45 |

Standar deviasi (Sd) =

60

$$f_c' + M = 244,269 + (1,64 \times 60) = 342,669 \text{ kg/cm}^2$$

2) Kuat beton rencana ( $f_{cr}$ ) =  $(M + f_c')/g = 342,669 \div 9,81 = 34,93 \text{ MPa}$

3) Volume Air yang diperlukan tiap  $\text{m}^3$  adukan beton.

**Tabel 2. 1** Volume Air Yang Diperlukan Tiap  $\text{M}^3$  Adukan Beton Untuk Berbagai Nilai Slump Dan Ukuran Agregat Maksimu (Sumber: Hasil Data Laboratorium 2024)

| `Air ( $\text{Kg/m}^3$ ) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah              |            |             |           |           |             |            |             |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|-----------|-----------|-------------|------------|-------------|---------------------|
| Slump (mm)                                                                             | 9,5<br>mm* | 12,7<br>mm* | 19<br>mm* | 25<br>mm* | 37,5<br>mm* | 50<br>mm** | 75<br>mm ** | 150<br>mm**         |
| Beton tanpa tambahan udara                                                             |            |             |           |           |             |            |             |                     |
| 25-50                                                                                  | 207        | 199         | 190       | 175       | 166         | 154        | 130         | 133                 |
| 75-100                                                                                 | 228        | 216         | 205       | 193       | 181         | 169        | 145         | 124                 |
| 150-175                                                                                | 243        | 228         | 216       | 202       | 190         | 178        | 160         | -                   |
| >175"                                                                                  | -          | -           | -         | -         | -           | -          | -           | -                   |
| Banyak udara dalam beton (%)                                                           | 3          | 2,5         | 2         | 1,5       | 1           | 0,5        | 0,3         | 0,2                 |
| Beton dengan tambahan udara                                                            |            |             |           |           |             |            |             |                     |
| 25-50                                                                                  | 181        | 175         | 168       | 160       | 150         | 142        | 122         | 107                 |
| 75-100                                                                                 | 202        | 193         | 184       | 175       | 165         | 157        | 133         | 199                 |
| 150-175                                                                                | 216        | 205         | 197       | 184       | 174         | 166        | 154         | -                   |
| >175"                                                                                  | -          | -           | -         | -         | -           | -          | -           | -                   |
| Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut: ringan (%) | 4,5        | 4,0         | 3,5       | 3,0       | 2,5         | 2,0        | 1,5***      | 1,0*** <sub>+</sub> |
| Sedang (%)                                                                             | 6,0        | 5,5         | 5,0       | 4,5       | 4,5         | 4,0        | 3,5***      | 3,0*** <sub>+</sub> |
| Berat ** (%)                                                                           | 7,5        | 7,0         | 6,0       | 6,0       | 5,5         | 5,0        | 4,5***      | 4,0*** <sub>+</sub> |

Bila ditabel tidak maka dilakukan perhitungan interpolasi.

Pembacaan tabel berdasarkan ukuran agregat maximum dan nilai slump Air.

| Air  |          |               | Udara |      |
|------|----------|---------------|-------|------|
| 25,0 | 193,0    | dari tabel    | 25,0  | 1,5% |
| 20,0 | ?        |               | 20,0  | ?    |
| 19,0 | 205,0    |               | 19,0  | 2%   |
| x =  | 203,0 Kg | Dari tabel Kg | x =   | 1,9% |

### 1) Penentuan Faktor Air Semen (FAS)

**Tabel 2. 2** Faktor Air Semen (Ltr/Kg Semen) Untuk Berbagai Jenis Konstruksi Dan Keadaan Cuaca (*Sumber : Hasil Data Laboratorium 2024*)

| Kekuatan beton umur 28 hari MPa | Rasio air-semen (berat)    |                             |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                                 | Beton tanpa tambahan udara | Beton dengan tambahan udara |
| 40                              | 0,42                       | -                           |
| 35                              | 0,47                       | 0,39                        |
| 30                              | 0,54                       | 0,45                        |
| 25                              | 0,61                       | 0,52                        |
| 20                              | 0,69                       | 0,60                        |
| 15                              | 0,79                       | 0,70                        |
| FAS pakai =                     | 0,471                      |                             |

|       |       |
|-------|-------|
| 35,0  | 0,47  |
| 34,93 | ?     |
| 30,0  | 0,54  |
| x =   | 0,471 |

### 2) Berat Semen tiap 1 m<sup>3</sup> beton

$$Fas = \frac{W_{air}}{C} \quad C = \frac{W}{FAS}$$

$$C = \frac{203,0 \text{ kg}}{0,471 \text{ kg}} = 431,02 \text{ kg}$$

$$C = 0,43102 \text{ ton}$$

$$\text{Volume semen} = C \text{ semen (ton)} / \text{BJ semen} = 0,139943 \text{ m}^3$$

### 3) Berat Kerikil tiap 1 m<sup>3</sup> beton

**Tabel 2. 3** Volume Agregat Tiap Satuan Volume Adukan Beton (*Sumber : Hasil Data Laboratorium 2024*)

| Ukuran nominal agregat maksimum (mm) | Volume agregat kasar kering oven* per satuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan <sup>†</sup> dari agregat halus |      |      |      |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|
|                                      | 2,40                                                                                                                       | 2,60 | 2,80 | 3,00 |
| 9,5                                  | 0,50                                                                                                                       | 0,48 | 0,46 | 0,44 |
| 12,5                                 | 0,59                                                                                                                       | 0,57 | 0,55 | 0,53 |
| 19                                   | 0,66                                                                                                                       | 0,64 | 0,62 | 0,60 |
| 25                                   | 0,71                                                                                                                       | 0,69 | 0,67 | 0,65 |
| 37,5                                 | 0,75                                                                                                                       | 0,73 | 0,71 | 0,69 |
| 50                                   | 0,78                                                                                                                       | 0,76 | 0,74 | 0,72 |
| 75                                   | 0,82                                                                                                                       | 0,80 | 0,78 | 0,76 |
| 150                                  | 0,87                                                                                                                       | 0,85 | 0,83 | 0,81 |

|       |         |       |         |      |         |
|-------|---------|-------|---------|------|---------|
| 19,0  | 0,620   | 19,0  | 0,600   | 3,0  | 0,608   |
| 20,00 | ?       | 20,00 | ?       | 3,17 | ?       |
| 25,0  | 0,670   | 25,0  | 0,650   | 2,8  | 0,620   |
| X     | = 0,628 | X     | = 0,608 | X    | = 0,598 |

berat kering tusuk (SSD) = 1,721

W kerikil = volume x SSD = 1,03017603ton  
1030,17603kg

Volume kerikil = berat kerikil / BJ kerikil = 0,406m<sup>3</sup>

4) Berat Absolute Pasir tiap 1 m<sup>3</sup> beton

|                                   |                        |                        |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|
| Vol. Air                          | = 203,0                | = 0,20 m <sup>3</sup>  |
| Vol. padat semen                  | = 431,02               | = 0,140 m <sup>3</sup> |
| Vol. absolute Ag. Kasar           | = 1030,176             | = 0,406 m <sup>3</sup> |
| Vol. udara terperangkap           | = 1,9%                 | = 0,019 m <sup>3</sup> |
| Jumlah Vol.padat selain Ag. Halus | = 0,768 m <sup>3</sup> |                        |
| Vol. Ag. Halus                    | = 0,232 m <sup>3</sup> |                        |
| Berat Ag halus kering             | = 0,232                | = 582,1 kg             |

5) Perkiraan Berat Pasir tiap 1 m<sup>3</sup> beton

**Tabel 2. 4** Perkiraan Awal Berat Beton Ukuran Nominal Maksimum Agregat  
(Sumber : Hasil Data Laboratorium 2024)

| Ukuran nominal maksimum agregat (mm) | Perkiraan awal berat beton, kg/m <sup>3</sup> * |                             |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                      | Beton tanpa tambahan udara                      | Beton dengan tambahan udara |
| 9,5                                  | 2280                                            | 2200                        |
| 12,5                                 | 2310                                            | 2230                        |
| 19                                   | 2345                                            | 2275                        |
| 25                                   | 2380                                            | 2290                        |
| 37,5                                 | 2410                                            | 2350                        |
| 50                                   | 2445                                            | 2345                        |
| 75                                   | 2490                                            | 2405                        |
| 150                                  | 2530                                            | 2435                        |

Berdasarkan data diatas maka perkiraan berat beton ada 2350Koreksi terhadap kadar air

CATATAN: Pengujian kadar air terhadap material dilakukan sebelum hendak melakukan proses pencampuran untuk pengujian kadar air bisa dilihat pada SNI 03-1971-199

Misal Kadar air didapat :

Ag. Kasar = 0,55%

Ag. Halus = 3,20%

Sehingga berat (massa) penyesuaian berdasarkan kadar air adalah :

Ag.Kasar (Basah) = 0,55% x 1030,17603 = 5,698 kg

Ag.Halus (Basah) = 3,20% x 685,800 = 21,977 kg

penyesuaian dalam air yang ditambahkan, Maka:

Air yang diberikan Ag. Kasar 1,42% x 1030,18 = 14,666 kg

Air yang diberikan Ag. Halus 1,68% x 685,800 = 11,507

Dengan demikian kebutuhan air adalah sebagai berikut:

203,0 - 27,7kg + 26,173 = 201,499kg

Maka perkiraan 1 m<sup>3</sup> beton adalah sebagai berikut:

|                        |   |          |    |
|------------------------|---|----------|----|
| Air (Yang ditambahkan) | = | 201,499  | kg |
| Semen                  | = | 427,836  | kg |
| Ag. Kasar              | = | 1021,208 | kg |
| Ag. Halus              | = | 696,270  | kg |
| Jumlah                 | = | 2346,812 | kg |

6) Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m<sup>3</sup> beton

**Tabel 2. 5** Kebutuhan Campuran Bahan Untuk 1 M<sup>3</sup> Beton

|                      | Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg) | Berdasarkan perkiraan massa beton (kg) | Berdasarkan volume absolute (kg) |
|----------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
| Air (berat bersih)   | 201,5                                       | 203,0                                  | 203,0                            |
| Semen                | 427,8                                       | 431,0                                  | 431,0                            |
| Ag. Kasar (kering)   | 1021,2                                      | 1030,2                                 | 1030,2                           |
| Ag. Halus (kering)   | 696,3                                       | 685,8                                  | 582,1                            |
| Perbandingan berat = | W semen:                                    | W pasir :                              | W kerikil : W air                |

|  |   |      |      |      |
|--|---|------|------|------|
|  | 1 | 1,35 | 2,39 | 0,47 |
|--|---|------|------|------|

#### 7) Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Silinder Beton

|                                                                |                             |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Dibutuhkan beton berbentuk silinder                            | = 3                         |
| silinder beton Diameter (d)                                    | = 0,15 m                    |
| Tinggi (h)                                                     | = 0,3 m                     |
| Volume 1 silinder                                              | = 0,00530144 m <sup>3</sup> |
| Volume total silinder                                          | = 0,01590431 m <sup>3</sup> |
| Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan |                             |
| volume silinder sebesar                                        | = 15 %                      |
| Volume tambahan                                                | = 0,00238565 m <sup>3</sup> |
| Vol. total = Vol. total silinder + Vol. Tamba                  | 0,01828996 m <sup>3</sup>   |

**Tabel 2. 6** Kebutuhan Bahan Untuk 3 Silinder Beton (*Sumber : Hasil Data Laboratorium 2024*)

|           | Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg) | Berdasarkan perkiraan massa beton (kg) | Berdasarkan volume absolute (kg) |
|-----------|---------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
| W semen   | 7,83 kg                                     | 7,88 kg                                | 7,88 kg                          |
| W pasir   | 12,73 kg                                    | 12,54 kg                               | 10,65 kg                         |
| W kerikil | 18,68 kg                                    | 18,84 kg                               | 18,84 kg                         |
| W air     | 3,69kg                                      | 3,71 kg                                | 3,71 kg                          |

#### 8) Kebutuhan Semen Pcc Dan Semen Opc Perbenda Uji:

Untuk beton normal

|                                     |                             |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Dibutuhkan beton berbentuk silinder | = 1 silinder beton          |
| Diameter (d)                        | = 0,15 m                    |
| Tinggi (h)                          | = 0,3 m                     |
| Volume 1 silinder                   | = 0,00530144 m <sup>3</sup> |
| Volume total silinder               | = 0,01530144 m <sup>3</sup> |

Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume

silinder sebesar  $= 15 \%$

Volume tambahan  $= 0,0079522 \text{ m}^3$

Vol. total = Vol. total silinder + Vol. Tamba  $= 0,00609665 \text{ m}^3$

**Tabel 2. 7** Kebutuhan Bahan Untuk Beton Normal

|           | kebutuhan persatu kubik beton | kebutuhan persatu selinder beton | kebutuhan 3 selinder |
|-----------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| W semen   | 431,02 kg                     | 2,63 kg                          | 7,88 Kg              |
| W pasir   | 685,80 kg                     | 4,18 kg                          | 12,54 Kg             |
| W kerikil | 1030,2 kg                     | 6,28 kg                          | 18,84 Kg             |
| W air     | 203,00 kg                     | 1,24 kg                          | 3,71 Kg              |

a. Untuk variasi serat *Fiberglass Water Profing* 0,5 %

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. semen OPC} &= V. \text{ semen} \times 0,50\% \times \text{BV. FWP} \\
 &= 0,140 \text{ m}^3 \times 0,50\% \times 228 \\
 &= 0,160 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

**Tabel 2. 8** Kebutuhan Bahan Untuk Variasi Serat *Fiberglass Water profing* 0,5 %

|           | kebutuhan persatu kubik beton | kebutuhan persatu selinder beton | kebutuhan 3 selinder |
|-----------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| W semen   | 431,02 kg                     | 2,63 kg                          | 7,88 Kg              |
| W pasir   | 685,80 kg                     | 4,18 kg                          | 12,54 Kg             |
| W kerikil | 1030,2 kg                     | 6,28 kg                          | 18,84 Kg             |
| W air     | 203,00 kg                     | 1,24 kg                          | 3,71 Kg              |
| W FWP     | 0,160 kg                      | 0,0010 kg                        | 0,0029 Kg            |

b. Untuk variasi serat *Fiberglass Water Profing* 1,0 %

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. semen OPC} &= V. \text{ semen} \times 1,00\% \times \text{BV. FWP} \\
 &= 0,140 \text{ m}^3 \times 1,00\% \times 228 \\
 &= 0,319 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

**Tabel 2. 9** Kebutuhan Bahan Untuk Variasi Serat *Fiberglass Water Profing* 1,0 %

|         | kebutuhan persatu kubik beton | kebutuhan persatu selinder beton | kebutuhan 3 selinder |
|---------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| W semen | 431,02 kg                     | 2,63 kg                          | 7,88 Kg              |

|           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| W pasir   | 685,80 kg | 4,18 kg   | 12,54 Kg  |
| W kerikil | 1030,2 kg | 6,28 kg   | 18,84 Kg  |
| W air     | 203,00 kg | 1,24 kg   | 3,71 Kg   |
| W FWP     | 0,32 kg   | 0,0019 kg | 0,0058 Kg |

c. Untuk variasi serat *Fiberglass Water Profing* 1,5 %

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. semen OPC} &= V. \text{ semen} \times 1,50\% \times \text{BV. Fiber} \\
 &= 0,140 \text{ m}^3 \times 1,50\% \times 228 \\
 &= 0,479 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

**Tabel 3. 1** Kebutuhan Bahan Untuk Variasi Serat *Fiberglass Water Profing* 1,5 %

|           | kebutuhan persatu kubik beton | kebutuhan persatu selinder beton | kebutuhan 3 selinder |
|-----------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| W semen   | 431,02 kg                     | 2,63 kg                          | 7,88 Kg              |
| W pasir   | 685,80 kg                     | 4,18 kg                          | 12,54 Kg             |
| W kerikil | 1030,2 kg                     | 6,28 kg                          | 18,84 Kg             |
| W air     | 203,00 kg                     | 1,24 kg                          | 3,71 Kg              |
| W FWP     | 0,48 kg                       | 0,0029 kg                        | 0,0088 Kg            |

d. Untuk variasi serat *Fiberglass Water Profing* 2,0 %

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. semen OPC} &= V. \text{ semen} \times 2,00\% \times \text{BV. Fiber} \\
 &= 0,140 \text{ m}^3 \times 2,00\% \times 228 \\
 &= 0,638 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

**Tabel 3. 2** Kebutuhan bahan untuk variasi serat *Fiberglass Water Profing* 2,0 %

|           | kebutuhan persatu kubik beton | kebutuhan persatu selinder beton | kebutuhan 3 selinder |
|-----------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| W semen   | 431,02 kg                     | 2,63 kg                          | 7,88 Kg              |
| W pasir   | 685,80 kg                     | 4,18 kg                          | 12,54 kg             |
| W kerikil | 1030,2 kg                     | 6,28 kg                          | 18,84 kg             |
| W air     | 203,00 kg                     | 1,24 kg                          | 3,71 kg              |
| W FWP     | 0,64 kg                       | 0,0039 kg                        | 0,0117 kg            |

### C. Nilai Slump

Pengujian nilai *Slump test* dilakukan dengan menggunakan kerucut *abrams*, dengan membasahi kerucut *abrams* terlebih dahulu kemudian menempatkannya

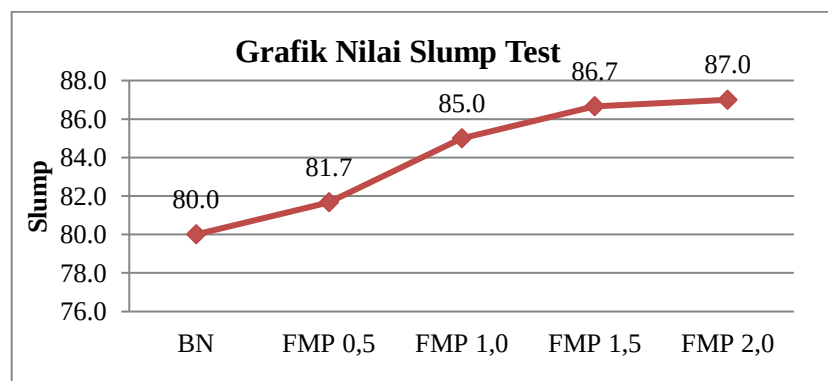


ditempat yang rata. Kemudian diisi dengan beton segar sebanyak 3 lapis, setiap lapisan diisi  $\frac{1}{3}$  dari volume kerucut *abrams* dan ditusuk sebanyak 25 kali dan penusukan dilakukan hingga mencapai bagian bawah dari setiap lapisan setelah pengisian kerucut selesai bagian atasnya diratakan. Dalam waktu sekitar 30 detik kerucut diangkat lurus vertikal secara perlahan, kemudian tentukan nilai *slump* dengan cara mengukur tinggi campuran selisih dengan tinggi kerucut.

**Tabel 3. 3** Hasil Pengujian Nilai Slump Test (*Sumber : Hasil Data Laboratorium 2024*)

| Variasi | Titik |      |      | Rata-Rata |
|---------|-------|------|------|-----------|
|         | 1     | 2    | 3    |           |
|         | (mm)  | (mm) | (mm) | (mm)      |
| BN      | 80    | 90   | 70   | 80,0      |
| FWP 0,5 | 70    | 80   | 95   | 81,7      |
| FWP 1,0 | 75    | 85   | 95   | 85,0      |
| FWP 1,5 | 75    | 90   | 95   | 86,7      |
| FWP 2,0 | 75    | 90   | 96   | 87,0      |

Berdasarkan tabel 3.3 diatas memberikan penjelasan tentang perbandingan nilai *Slump test* antara masing-masing variasi. Dimana pada keempat variasi beton yang didapatkan nilai *Slump test* yang memenuhi *slump* rencana dengan grafik sebagai berikut :



**Gambar 4. 1** Perbandingan Nilai Slump Pada Setiap Variasi (*Sumber : Hasil olah data 2024*)

Berdasarkan gambar 4.1 dapat dilihat bahwa Pada penambahan variasi serat *Fiberglass Water Profing* 0,5%, dan 1,0%, mengalami kenaikan slump menjadi 81,7 mm, dan 85,0 mm, sedangkan untuk variasi serat *Fiberglass Water Profing* 1,5% dan 2,0% naik menjadi 86,7 mm dan 87,0 mm tetapi lebih rendah dari variasi 1,0%, yang artinya variasi serat *Fiberglass Water Profing* paling encer untuk campuran beton terdapat pada variasi serat *Fiberglass Water Profing* 1,0% dan sedikit mengalami penurunan pada variasi serat *Fiberglass Water Profing* 1,5%. Pada beton dengan variasi serat *Fiberglass Water Profing* 0,5% Campuran beton ini memiliki nilai slump terendah sebesar 81,7 mm.

#### **D. Kuat Tekan**

Setelah melakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan uji kuat tekan terhadap benda uji Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. dengan sebanyak 15 sampel yang terdiri dari 5 variasi campuran yaitu beton normal, serat *fiberglass water proofing* 0,5%, serat *fiberglass water proofing* 1,0%, serat *fiberglass water proofing* 1,5% dan serat *fiberglass water proofing* 2,0%. Untuk masing-masing variasi campuran disiapkan 3 sampel silinder dengan ukuran benda uji 150 x 300 mm. Sebelum melakukan uji kuat tekan beton maka terlebih dahulu melakukan penimbangan benda uji untuk setiap variasi yang akan dijadikan sampel uji.

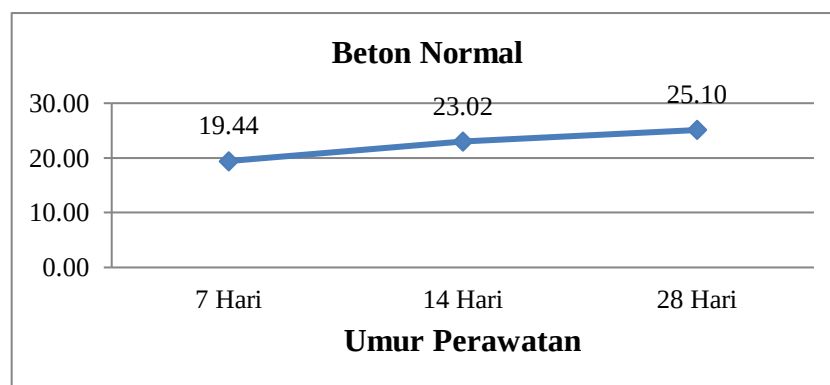
Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton normal yang didapat pada pengujian 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. ialah sebagai berikut:

##### **1. Kuat Tekan Beton Normal**

**Tabel 3. 4** Rekap Hasil Beton Normal (*Sumber : Hasil Data Laboratorium 2024*)

| No. | Umur    | Berat (Kg) | Beban (KN) | Kuat Tekan $f'_c$ (MPa) |
|-----|---------|------------|------------|-------------------------|
| 1   | 7 Hari  | 11,56      | 343,33     | 19,44                   |
| 2   | 14 Hari | 11,50      | 406,67     | 23,02                   |
| 3   | 28 Hari | 11,67      | 456,67     | 25,86                   |

Pada pengujian sampel uji dengan beton normal, dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah untuk masing-masing variasi perendaman, didapat kuat tekan dengan rata-rata untuk perendaman 7 hari ialah 19,44 MPa untuk perendaman 14 hari, 23,02 Mpa untuk perendaman 28 hari, 25,86 Mpa untuk memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut:

**Gambar 4. 2** Perbandingan nilai variasi 0% (*Sumber : Hasil olah data 2024*)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton normal kuat tekan mengalami peningkatan dari beton berumur 7 hari ke beton berumur 14 hari sebesar 3,58% untuk beton yang berumur 14 hari ke 28 hari meningkat sebesar 2,08%

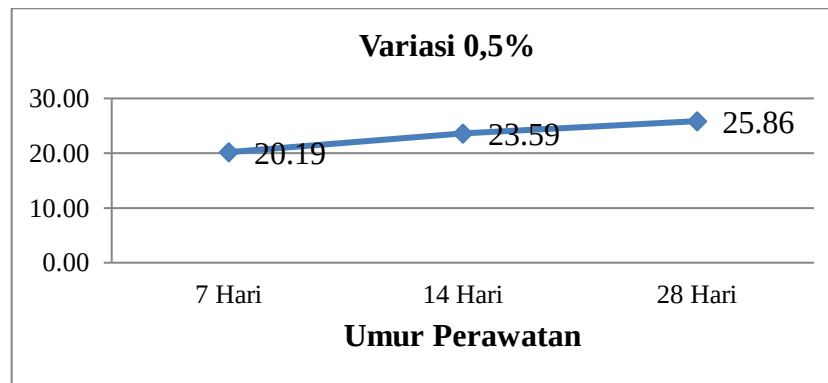
## 2. Variasi 0,5 % potongan *fiberglass water proofing*

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi 0,5% dengan bahan tambah potongan *fiberglass water proofing* dilakukan pengujian pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4. 1** Rekap Hasil Beton Variasi 0,5% (*Sumber : Hasil Olah Data 2024*)

| No. | Umur    | Berat (Kg) | Beban (KN) | Kuat Tekan f'c (MPa) |
|-----|---------|------------|------------|----------------------|
| 1   | 7 Hari  | 11,79      | 356,67     | 20,19                |
| 2   | 14 Hari | 11,80      | 416,67     | 23,59                |
| 3   | 28 Hari | 11,81      | 456,67     | 25,86                |

Pada uji kuat tekan beton untuk beton variasi 0,5% potongan *fiberglass water proofing* didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada beton berumur 7 hari sebesar 19,44 MPa, untuk umur 14 hari sebesar 23,59 MPa, dan untuk umur 28 hari sebesar 25,10 MPa, mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu  $f_c$  25 MPa, dengan grafik sebagai berikut:



**Gambar 4. 3** Perbandingan nilai variasi 0,5%  
(Sumber : Hasil olah data 2024)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton variasi 0,5 % kuat tekan mengalami peningkatan dari beton berumur 7 hari ke beton berumur 14 hari sebesar 3,4% untuk beton yang berumur 14 hari ke beton berumur 28 hari meningkat sebesar 2,27%

### 3. variasi 1,0% Potongan *Fiberglass Water Proofing*

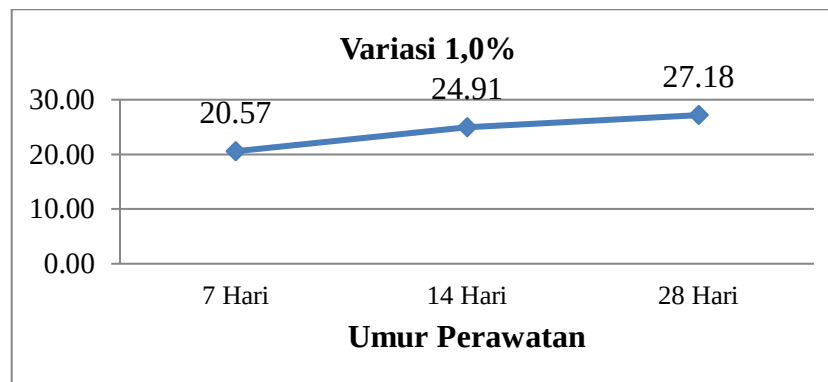
Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi 1,0 % dengan bahan tambah potongan *fiberglass water proofing* dilakukan pengujian pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4. 2** Rekap Hasil Beton Variasi 1,0% (Sumber : Hasil Olah Data 2024)

| No. | Umur | Berat (Kg) | Beban (KN) | Kuat Tekan f'c (MPa) |
|-----|------|------------|------------|----------------------|
|-----|------|------------|------------|----------------------|

|   |         |       |        |       |
|---|---------|-------|--------|-------|
| 1 | 7 Hari  | 11,63 | 363,33 | 20,57 |
| 2 | 14 Hari | 11,60 | 440,00 | 24,91 |
| 3 | 28 Hari | 11,79 | 480,00 | 27,18 |

Pada uji kuat tekan beton untuk beton variasi 1,0% potongan *fiberglass water proofing* didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada beton berumur 7 hari sebesar 20,57 MPa, untuk umur 14 hari sebesar 24,91 MPa, dan untuk umur 28 hari sebesar 27,18 MPa, mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu  $f_c$  25 MPa, dengan grafik sebagai berikut:



**Gambar 4. 4** Perbandingan Nilai Variasi 1,0%  
(Sumber : Hasil olah data 2024)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton variasi 0,5% kuat tekan mengalami peningkatan dari beton berumur 7 hari ke beton berumur 14 hari sebesar 4,34% untuk beton yang berumur 14 hari ke 28 hari meningkat sebesar 2,27%

#### 4. Variasi 1,5 % Potongan *Fiberglass Water Proofing*

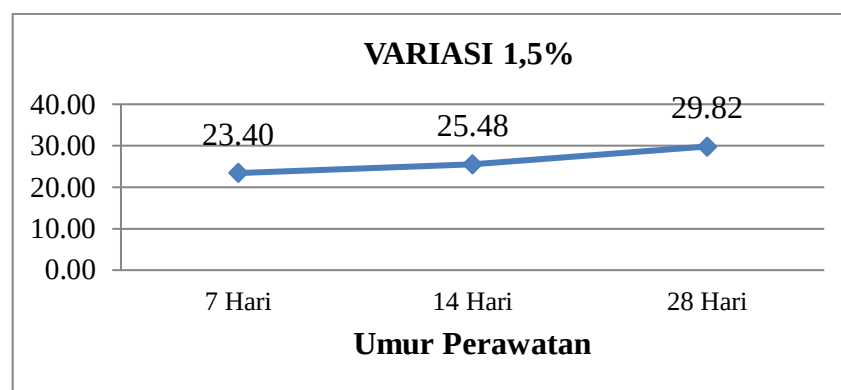
Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi 1,5 % dengan bahan tambah potongan *fiberglass water proofing* dilakukan pengujian pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4. 3** Rekap Hasil Beton Variasi 1,5% (Sumber : Hasil Olah Data 2024)

| No. | Umur    | Berat (Kg) | Beban (KN) | Kuat Tekan $f'_c$ (MPa) |
|-----|---------|------------|------------|-------------------------|
| 1   | 7 Hari  | 12,10      | 413,33     | 23,40                   |
| 2   | 14 Hari | 12,23      | 450,00     | 25,48                   |

|   |         |       |        |       |
|---|---------|-------|--------|-------|
| 3 | 28 Hari | 11,93 | 526,67 | 29,82 |
|---|---------|-------|--------|-------|

Pada uji kuat tekan beton untuk beton variasi 1,5 % potongan *fiberglass water proofing* didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada beton berumur 7 hari sebesar 23,40 MPa, untuk umur 14 hari sebesar 25,48 MPa, dan untuk umur 28 hari sebesar 29,82 MPa, mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu  $f_c$  25 MPa, dengan grafik sebagai berikut:



**Gambar 4. 5** Perbandingan Nilai Variasi 1,5%  
(Sumber : Hasil olah data 2024)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton variasi 1,5 % kuat tekan mengalami peningkatan dari beton berumur 7 hari ke beton berumur 14 hari sebesar 2,08% untuk beton yang berumur 14 hari ke 28 hari meningkat sebesar 4,34%

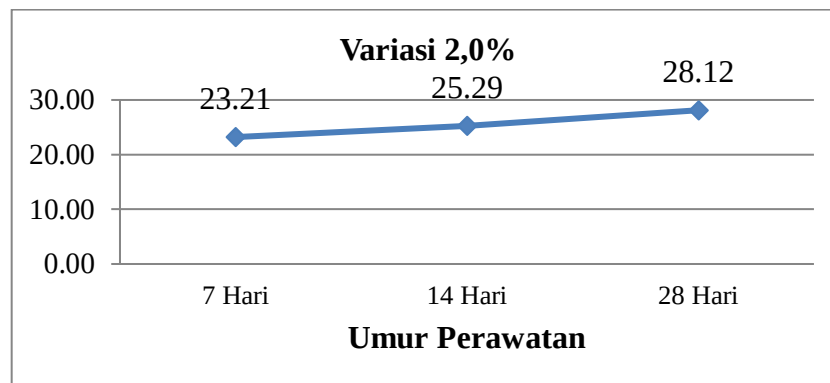
#### 5. Variasi 2,0 % Potongan *Fiberglass Water Proofing*

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi 2,0 % dengan bahan tambah potongan *fiberglass water proofing* dilakukan pengujian pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4. 4** Rekap Hasil Beton Variasi 2,0% (Sumber : Hasil Olah Data 2024)

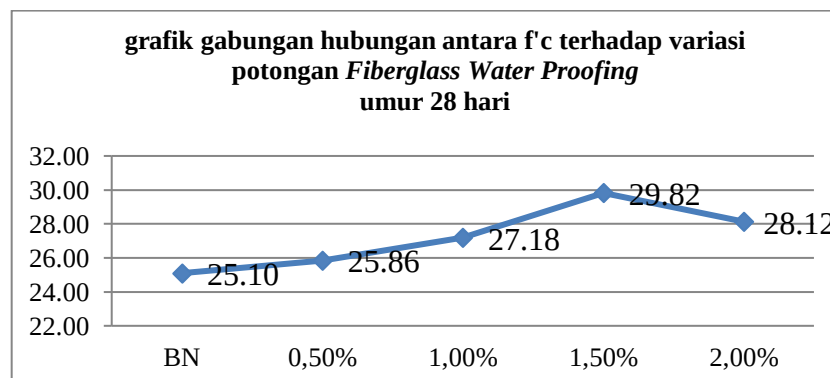
| No. | Umur    | Berat (Kg) | Beban (KN) | Kuat Tekan $f'_c$ (MPa) |
|-----|---------|------------|------------|-------------------------|
| 1   | 7 Hari  | 11,79      | 410,00     | 23,21                   |
| 2   | 14 Hari | 12,23      | 446,67     | 25,29                   |
| 3   | 28 Hari | 12,37      | 496,67     | 28,12                   |

Pada uji kuat tekan beton untuk beton variasi 2,0 % potongan *fiberglass water proofing* didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada beton berumur 7 hari sebesar 23,21 MPa, untuk umur 14 hari sebesar 25,29 MPa, dan untuk umur 28 hari sebesar 28,12 MPa, mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu  $f_c$  25 MPa, dengan grafik sebagai berikut:



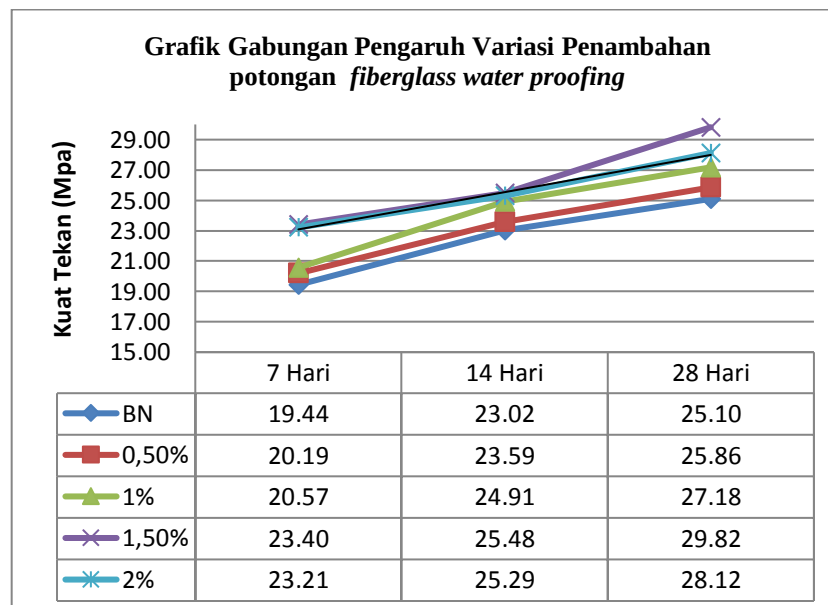
**Gambar 4. 6** Perbandingan Nilai Variasi 2,0%  
(Sumber : Hasil olah data 2024)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton variasi 2,0% kuat tekan mengalami peningkatan dari beton berumur 7 hari ke beton berumur 14 hari sebesar 2,27% untuk beton yang berumur 14 hari ke beton berumur 28 hari meningkat sebesar 2,64%



**Gambar 4. 7** Grafik Gabungan hubungan Kuat Tekan Beton  $f'_c$  terhadap Variasi Potongan *Fiberglass Water Proofing* umur 28 hari

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bawah pada beton penambahan potongan *fiberglass water proofing* kuat tekan beton normal sebesar 25,10 MPa, pada beton variasi 0,5% mengalami peningkatan 0,76% dengan kuat tekan beton sebesar 25,86 MPa, pada beton variasi 0,5% sebesar 25,86 MPa mengalami peningkatan 1,32% pada beton variasi 1,0% dengan kuat tekan beton sebesar 27,18 MPa, pada beton variasi 1,0% mengalami peningkatan 2,64% dengan kuat tekan sebesar 27,18 MPa pada beton variasi 1,5% dengan kuat tekan sebesar 29,82 MPa, pada beton variasi 1,7% mengalami penurunan pada beton variasi 2,0% dengan kuat tekan 28,12. Penggunaan potongan *fiberglass water proofing* dapat digunakan untuk menaikkan kuat tekan beton, namun bisa diliat dari grafik bahwa semakin banyak penggunaan potongan *fiberglass water proofing* maka akan semakin menurun kuat tekannya. Persentase paling tinggi berada pada beton dengan variasi 1,5% sebesar 29,82 MPa.



**Gambar 4. 8** Grafik gabungan pengaruh variasi penambahan potongan *fiberglassm water proofing*



Pada grafik diatas menunjukkan pengaruh variasi penambahan potongan *fiberglass water proofing* terhadap kuat tekan beton pada pengujian selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Penambahan potongan *fiberglass water proofing* dilakukan dalam lima variasi, yaitu 0%, 0,5%, 1,0%, 1,5%, dan 2,0%. Pada pengujian 7 hari, variasi 0,% menghasilkan kuat tekan sebesar 19,44 MPa, diikuti oleh variasi 0,5% sebesar 20,19 MPa, diikuti oleh variasi 1,0% menghasilkan kuat tekan sebesar 20,57 MPa diikuti oleh variasi 1,5% memiliki kuat tekan sebesar 23,40 MPa diikuti oleh variasi 2,0% memiliki kuat tekan 23,21 MPa. Pada pengujian 14 hari, variasi 0,% masih memberikan hasil kuat tekan sebesar 23,02 MPa, diikuti variasi 0,5% dengan kuat tekan 23,59 MPa, variasi 1,0% sebesar 24,91 MPa, diikuti variasi 1,5% dengan kuat tekan 25,48 MPa dan variasi 2,0% mengalami peningkatan menjadi 25,29 MPa. Pada pengujian 28 hari, kuat tekan yang diperoleh dari variasi 0,% dengan nilai 25,10 MPa, diikuti variasi 0,5% sebesar 25,86 MPa, diikuti variasi 1,0% sebesar 27,18 MPa, diikuti variasi 1,5% sebesar 29,82 MPa, dan variasi 2,0% mengalami penurunan dengan nilai kuat tekan 28,12 MPa.

Secara keseluruhan, terlihat bahwa penambahan potongan *fiberglass water proofing* sebesar 1,5% memberikan peningkatan kuat tekan beton yang paling signifikan dibandingkan variasi lainnya pada seluruh periode pengujian. Namun, pada penambahan potongan *fiberglass water proofing* sebesar 2,0%, kuat tekan justru mengalami penurunan seiring waktu. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan potongan *fiberglass water proofing* dalam jumlah yang tepat dapat meningkatkan kuat tekan beton, sedangkan jumlah yang berlebihan cenderung mengurangi kualitas beton.

### E. Kuat Tarik Belah Beton

Setelah melalui proses pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tarik belah terhadap benda uji tersebut. Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan benda uji berupa silinder dengan ukuran panjang 30 cm dan diameter 15 cm sebanyak 10 buah sampel, yang terdiri dari beton normal, serat *fiberglass mesh waterproofing* 0,5%, serat *fiberglass mesh waterproofing* 1,0%, serat *fiberglass mesh waterproofing* 1,5% dan serat *fiberglass water proofing* 2,0%. Untuk masing-masing variasi campuran disiapkan 2 sampel silinder, kemudian setiap benda uji yang akan dilakukan pengujian kuat tarik belah beton ditimbang terlebih dahulu.

Adapun hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dengan umur perawatan 28 hari terhadap beton normal, serat *fiberglass water proofing* 0,5%, serat *fiberglass water proofing* 1,0%, serat *fiberglass water proofing* 1,5% dan serat *fiberglass water proofing* 2,0%. adalah sebagai berikut :

#### 1. Kuat Tarik Belah Beton Normal

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton normal dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4. 5** Rekapitulasi Hasil Beton Normal ( *Hasil Pengolahan Data 2024*)

| No | Umur (Hari) | Berat (Kg) | Beban (KN) | L (mm) | D (mm) | Kuat Tarik Belah (Mpa) | Kuat tarik rata-rata (Mpa) |
|----|-------------|------------|------------|--------|--------|------------------------|----------------------------|
| 1  | 28          | 12,940     | 90         | 300    | 150    | 4,000                  | 4,11                       |
| 2  | 28          | 12,300     | 95         | 300    | 150    | 4,222                  |                            |

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton normal didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 4,111 MPa. Berdasarkan sumber nilai kuat tarik belah berkisar antara 9 - 15%. Sehingga nilai pengujian kuat tarik belah sudah sesuai dengan nilai kuat tarik belah teoritis.

Dari hasil pengujian kuat tarik belah pada benda uji, tidak mengalami segregasi (penyebaran tidak merata agregat pada beton) karena agregat pada benda uji tersebar merata dalam campuran, dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 4. 9** Gambar Tarik Belah Beton Normal  
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Dari gambar pengujian kuat tarik belah pada benda uji, penyebaran agregat pada beton dapat dirumuskan berdasarkan dari perhitungan berikut:

- a. Sebaran agregat bagian atas

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Atas}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{72}{146} \times 100 \\ &= 49,32 \%\end{aligned}$$

- b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\% \text{ Sebaran agregat} = \frac{S.Agregat Bawah}{Total agregat} \times 100$$

$$= \frac{74}{146} \times 100$$

$$= 50,68 \%$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 49,32 % : 50,68 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

## 2. Variasi 0,5% Potongan *Fiberglass Water Proofing*

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi serat *fiberglass water proofing* 0,5% dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari, hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut :

**Tabel 4. 6** Rekapitulasi Hasil Beton Variasi 0,5% (*Sumber: Hasil Pengolahan Data 2024*)

| No | Umur (Hari) | Berat (Kg) | Beban (KN) | L (mm) | D (mm) | Kuat Tarik Belah (Mpa) | Kuat tarik rata-rata (Mpa) |
|----|-------------|------------|------------|--------|--------|------------------------|----------------------------|
| 1  | 28          | 12,120     | 90         | 300    | 150    | 4,222                  | 4,33                       |
| 2  | 28          | 12,310     | 100        | 300    | 150    | 4,444                  |                            |

Pada pengujian kuat tarik belah beton pada variasi serat *fiberglass water proofing* 0,5% didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 4,333 MPa.



**Gambar 4. 10** Gambar Tarik Belah Beton Variasi 0,5%  
(*Sumber : Dokumentasi pribadi*)

Dari gambar pengujian kuat tarik belah pada benda uji, penyebaran agregat pada beton dapat dirumuskan berdasarkan dari perhitungan berikut:

a. Sebaran agregat bagian atas

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Atas}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{62}{128} \times 100 \\ &= 48,44 \%\end{aligned}$$

b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Bawah}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{68}{128} \times 100 \\ &= 51,56 \%\end{aligned}$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 48,44 % : 51,56 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

### 3. Variasi 1,0% Potongan *Fiberglass Water Proofing*

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi serat *fiberglass water proofing* 1,0% dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4. 7** Rekapitulasi Hasil Beton Variasi 1,0% (*Sumber: Hasil Pengolahan Data 2024*)

| No | Umur (Hari) | Berat (Kg) | Beban (KN) | L (mm) | D (mm) | Kuat Tarik Belah (Mpa) | Kuat tarik rata-rata (Mpa) |
|----|-------------|------------|------------|--------|--------|------------------------|----------------------------|
| 1  | 28          | 11,99      | 115        | 300    | 150    | 5,111                  | 4,78                       |
| 2  | 28          | 11,85      | 100        | 300    | 150    | 4,444                  |                            |

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton variasi serat *fiberglass water proofing* 1,0% didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 4,778 Mpa.



**Gambar 4. 11** Gambar Tarik Belah Beton Variasi Serat 1,0%  
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Dari gambar pengujian kuat tarik belah pada benda uji, penyebaran agregat pada beton dapat dirumuskan berdasarkan dari perhitungan berikut:

- a. Sebaran agregat bagian atas

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Atas}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{68}{139} \times 100 \\ &= 48,92 \%\end{aligned}$$

- b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Bawah}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{71}{139} \times 100 \\ &= 51,08 \%\end{aligned}$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 48,92% : 51,08 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

#### **4. Variasi 1,5% Potongan *Fiberglass Water Proofing***

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi serat *fiberglass water proofing* 1,5% dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4. 8** Rekapitulasi Hasil Beton Variasi 1,5% (Sumber: Hasil Pengolahan Data 2024)

| No | Umur (Hari) | Berat (Kg) | Beban (KN) | L (mm) | D (mm) | Kuat Tarik Belah (Mpa) | Kuat tarik rata-rata (Mpa) |
|----|-------------|------------|------------|--------|--------|------------------------|----------------------------|
| 1  | 28          | 11,90      | 110        | 300    | 150    | 4,889                  | 5,11                       |
| 2  | 28          | 11,84      | 120        | 300    | 150    | 5,333                  |                            |

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton variasi serat *fiberglass water proofing* 1,5% didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 5,111 Mpa.



**Gambar 4. 12** Gambar Tarik Belah Beton Variasi 1,5% (Sumber : Dokumentasi pribadi)

Dari gambar pengujian kuat tarik belah pada benda uji, penyebaran agregat pada beton dapat dirumuskan berdasarkan dari perhitungan berikut:

- a. Sebaran agregat bagian atas

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Atas}{Total agregat} \times 100 \\
 &= \frac{67}{138} \times 100 \\
 &= 48,55 \%
 \end{aligned}$$

- b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\% \text{ Sebaran agregat} = \frac{S.Agregat Bawah}{Total agregat} \times 100$$

$$= \frac{71}{138} \times 100$$

$$= 51,45 \%$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 48,55 % : 51,45 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

### 5. Variasi 2,0% Potongan *Fiberglass Water Proofing*

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi serat *fiberglass water proofing* 2,0% dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4. 9** Rekapitulasi Hasil Beton Variasi 2,0% (*Sumber: Hasil Pengolahan Data 2024*)

| No | Umur (Hari) | Berat (Kg) | Beban (KN) | L (mm) | D (mm) | Kuat Tarik Belah (Mpa) | Kuat tarik rata-rata (Mpa) |
|----|-------------|------------|------------|--------|--------|------------------------|----------------------------|
| 1  | 28          | 12,02      | 125        | 300    | 150    | 5,556                  | 5,67                       |
| 2  | 28          | 12,08      | 130        | 300    | 150    | 5,778                  |                            |

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton variasi serat *fiberglass water proofing* 2,0% didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 5,667 Mpa.



**Gambar 4. 13** Gambar Tarik Belah Beton Variasi 2,0% (*Sumber : Dokumentasi pribadi*)

Dari gambar pengujian kuat tarik belah pada benda uji, penyebaran agregat pada beton dapat dirumuskan berdasarkan dari perhitungan berikut:



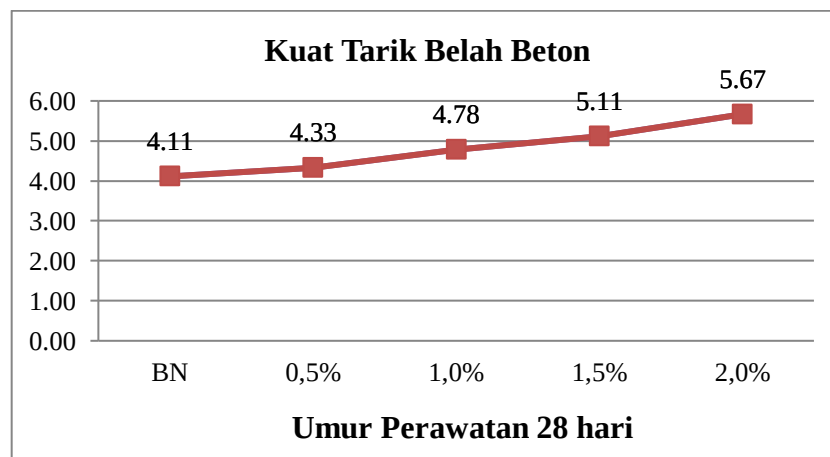
a. Sebaran agregat bagian atas

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Atas}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{67}{138} \times 100 \\ &= 48,55 \%\end{aligned}$$

b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Bawah}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{71}{138} \times 100 \\ &= 51,45 \%\end{aligned}$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 48,55 % : 51,45 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.



**Gambar 4. 14** Perbandingan Kuat Tarik Belah Pada Setiap Variasi  
(Sumber : Hasil olah data 2024)

Pada grafik diatas menunjukkan pengujian kuat tarik belah beton dengan variasi persentase penambahan *fiberglass water proofing* dengan variasi tertentu, yaitu 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2,0. Pada beton normal, kuat tarik belah mencapai

4,11 MPa. Ketika ditambahkan *fiberglass water proofing* sebesar 0,5%, kuat tarik belah beton mengalami peningkatan menjadi 4,33 MPa, ketika ditambahkan *fiberglass water proofing* sebesar 1,0%, kuat tarik belah mengalami peningkatan menjadi 4,78 MPa. Ketika ditambahkan *fiberglass water proofing* sebesar 1,5%, kuat tarik belah beton mengalami peningkatan menjadi 5,11 MPa. ketika ditambahkan *fiberglass water proofing* sebesar 2,0%, kuat tarik belah mengalami peningkatan menjadi 5,67 MPa. Dari grafik ini dapat disimpulkan bahwa penambahan potongan *fiberglass water proofing* tertentu hingga 2,0% dapat meningkatkan kuat tarik belah beton, dengan seiring penambahan potongan *fiberglass water proofing* dengan variasi dan ukuran potongan tertentu.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab IV, maka dapat dirumuskan kesimpulan sesuai tujuan penelitian pada bab I sebagai berikut:

1. Penambahan serat *fiberglass water proofing* pada campuran beton segar dapat memperbaiki workability. Dengan nilai slump meningkat seiring penambahan serat. Adapun nilai slump beton normal 80,0, mm untuk beton variasi 0,5% meningkat 81,7, mm untuk beton variasi 1,0% meningkat 85,0 mm, untuk beton variasi 1,5% meningkat 86,7 mm, dan untuk beton variasi yang nilai slump paling tinggi pada campuran 2,0% dengan jumlah nilai slump 87,0.
2. Karakteristik Beton:
  - a) **Kuat tekan beton** karakteristik ( $f_c'$ ) dari beton normal dengan nilai kuat tekan 25,10 Mpa, meningkat seiring penambahan serat 0,5% dengan nilai kuat tekan 25,86 Mpa, pada campuran 1,0% meningkat dengan nilai kuat tekan 27,18% Mpa, pada pengguna serat hingga 1,5% meningkat dengan nilai kuat tekan 29,82 Mpa, dan selanjutnya mengalami penurunan pada penggunaan serat 2% dengan nilai kuat tekan 28,12 Mpa.
  - b) **Tarik belah beton** cenderung meningkat seiring penambahan serat *fiberglass water proofin* hingga 2%. dengan nilai beton normal 4,11

Mpa, meningkat pada campuran variasi 0,5% dengan nilai 4,33 Mpa, pada variasi 1,0% meningkat dengan nilai 4,78 Mpa, beton variasi 1,0% meningkat dengan nilai 7,78 Mpa, pada campuran beton variasi 1,5% dengan nilai 5,11 Mpa, dan pada variasi campuran 2,0% dengan nilai 5,67Mpa.

### **B. Saran**

Untuk menjaga kualitas dan workability beton, disarankan:

1. Penambahan potongan *fiberglass water proofing* dibatasi hingga 1,5% karena menunjukkan hasil yang lebih optimal.
2. Disarankan penelitian lanjut dengan model potongan dan panjang serat *fiberglass water proofing* untuk memperoleh serat yang menghasilkan karakteristik beton yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 544. 1982. *State of the art report on fiber reinforced concrete - Report : ACI 544 IR-82*. Farmington Hills : American Concrete Institute.
- Ahadi. (2011). *Pengertian Beton Fiber*
- Astama, M. D. (2016). *Struktur Beton Fiber (Bagian Materi Struktur Beton I)*. Jawa Timur: Mitra Sumber Rejeki
- Aulia, T. B., Muttaqin, M., Afifuddin, M., & Amalia, Z. (2020). Analisis Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Pasca Bakar Menggunakan Serat Polypropylene. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 26(1), 118-127.
- Deus, J. D., Wijaya, H. S., & Oktaviastuti, B. (2022). Pengaruh Penambahan Limbah Serat Spanduk Plastik Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Pada Mutu Beton ( $f_c' = 19,3$  MPa). *Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Universitas Tribhuwana Tunggaladewi*.
- Dipohusodo, I. (1994). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta
- Ghifari Nur Alfiansyah, M. (2023). Pemanfaatan Limbah Banner Atau Spanduk Berbahan Dasar Pvc Yang Digunakan Sebagai Bahan Tambah Material Serat Untuk Beton Mutu Rendah Pada Umur 28 Hari. *Doctoral dissertation, ITN MALANG*.
- HAEKAL, D. F. (2022). Analisis Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serat Potongan Limbah Banner (*Analysis Of Splitting Tensile Strength And Compressive Strength Of Concrete With The Additional Of Banner Waste Fiber*).
- Ichsan, M., Tanjung, D., & Hasibuan, M. H. M. (2021). Analisa Perbandingan Hammer Test dan Compression Testing Machine terhadap Uji Kuat Tekan Beton. *Buletin Utama Teknik*, 17(1), 41-45.
- Mahendra, Y. I., Gardjito, E., Ridwan, A., & Wicaksono, H. (2021). Meningkatkan Kuat Tekan Beton  $F_c^{TM}$  16, 60 Mpa menggunakan Fly Ash dan Arang Batok Kelapa. *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Sipil (JURMATEKS)*, 4(1), 1-13.
- Nawy, E.G. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Refika Aditama. Bandung.
- Pranata, D. R., Witjaksana, B., & Tjendani, H. T. (2022, October). Analisis Perkuatan Struktur Beton Dengan Menggunakan Carbon Fiber Reinforced Polymer (Cfrp), Dan Glass Fiber Reinforced Polymer (Gfrp) Terhadap Biaya. *In Senakama: Prosiding Seminar Nasional Karya Ilmiah Mahasiswa* (Vol. 1, No. 1, pp. 35-45).

- Rahmawati, A. (2019). Pengaruh Penambahan Serat Limbah Banner Terhadap Kuat Lekat Dan Mikrostruktur Beton Serat Pasca Bakar Sebagai Suplemen Bahan Ajar Mata Kuliah Teknologi Beton. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik dan Kejuruan*, 12(1), 20-29.
- Rosdiyani, T., Amilia, E., & Abdullah, M. A. (2023). Tinjauan Analisis Perbandingan Kekuatan, Kekakuan, Stabilitas Bekisting Konvensional Dengan Fiberglass. *Jurnal Sipil Krisna*, 9(1), 69-78.
- SK SNI S-04-1989-F. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan bangunan bukan logam)*. Bandung.
- SNI 03-2 834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal
- SNI 03-4431-1997. Cara Uji Kuat Lentur Beton
- SNI 1974-2011. Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Slinder
- SNI 249-2014. Persamaan Untuk Menentukan Nilai Tarik Pada Beton
- SNI-03-2847-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung
- SNI-15-2049-2004. Semen portland
- Soroushian, & Bayasi. (1987). *Concept of Fiber Reinforced Concrete*. Proceeding of The International Seminar on Fiber Reinforced Concrete, Michigan University, Michigan..
- Thariq Al Faridzi, A. S., Ali, I. W., Gaus, A., & Sultan, M. A. (2023). Efek Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Perkerasan Kaku. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, 9(1), 49-55.
- Tjokrodinuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Nafiri. Yogyakarta
- Utomo, W. T., & Zhafira, T. (2023). Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Beton Campuran Fiberglass. *Journal Of Civil Engineering Building And Transportation*, 7(2), 26-33.
- Wibowo, P. H., & Hendi, H. (2020). Analisa Berat Volume Dan Kuat Tekan Batako Dengan Penambahan Fibreglass. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 5(2), 40-46.