

PENGARUH PENAMBAHAN FIBERGLASS MATT DAN FIBERGLASS MESH PADA CAMPURAN BETON BALOK TERHADAP KUAT LENTUR BETON

Ayga Muhamad Efan¹, Mohammad Erfan², dan Vega Aditama³

^{1,2,3}) Jurusan Teknik Sipil S1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email : aygaefan65@gmail.com¹

ABSTRACT

Concrete is one of the most commonly used construction materials in the construction industry. The ability of concrete to withstand bending loads is critical in ensuring the structural strength of a building. In an effort to improve the mechanical properties of concrete, research continues to explore the addition of various fillers and reinforcements. One of the innovations that is the focus of research is the addition of fiber to concrete. Fiberglass is a fiber made from glass as a base material, which has light properties and high tensile strength. The addition of fiberglass matt and fiberglass mesh is expected to increase the flexural strength of concrete, thereby improving the structural performance of a construction. Based on the description above, this research aims to investigate the effect of adding fiberglass matt and fiberglass mesh to the concrete mixture on the flexural strength of concrete. In addition, this research will also evaluate the impact of variations in the amount and distribution of fiberglass fibers on the mechanical properties of concrete. Concrete tests carried out refer to the design quality f_c' 20 MPa. All samples were tested when the concrete was 28 days old. The test object consists of a cylinder measuring 10 cm x 20 cm and a concrete block measuring 15 cm x 15 cm x 60 cm. The variations used are layers of 0, 3 and 7 with a distance of 0 mm, 40 mm and 20 mm. From these variations, the compressive strength value for normal cylindrical concrete was obtained at 19.94 MPa. The flexural strength values for concrete are respectively 4,178 MPa, 4,089 MPa, 4,400 MPa, 4,044 MPa, 4,222 MPa, with the optimum percentage of flexural strength in the matt 7 glass fiber layer being 4,400 MPa. After testing the hypothesis, it can be proven that there is an influence from the use of glass fiber in concrete.

Keywords: concrete, compressive strength, flexural strength, fiberglass matt, fiberglass mesh.

ABSTRAK

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling umum digunakan dalam industri konstruksi. Kemampuan beton untuk menahan beban lentur menjadi kritis dalam memastikan kekuatan struktural suatu bangunan. Dalam upaya untuk meningkatkan sifat mekanis beton, penelitian terus dilakukan untuk mengeksplorasi berbagai penambahan bahan pengisi dan penguat. Salah satu inovasi yang menjadi fokus penelitian adalah dengan penambahan serat pada beton. *Fiberglass* merupakan serat yang terbuat dari bahan dasar kaca, yang memiliki sifat ringan dan kekuatan tarik yang tinggi. Penambahan *fiberglass matt* dan *fiberglass mesh* diharapkan dapat meningkatkan kuat lentur beton, sehingga dapat meningkatkan performa struktural suatu konstruksi. Berdasarkan uraian diatas, Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh penambahan fiberglass matt dan fiberglass mesh pada campuran beton terhadap kuat lentur beton. Selain itu, penelitian ini juga akan mengevaluasi dampak dari variasi jumlah dan distribusi serat fiberglass terhadap sifat mekanis beton. Pengujian beton yang dilakukan mengacu pada mutu rencana f_c' 20 MPa. Semua sampel diuji saat beton berumur 28 hari. Benda uji terdiri dari silinder dengan ukuran 10 cm x 20 cm dan balok beton dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm. Variasi yang digunakan adalah lapisan sebesar 0, 3 dan 7 dengan jarak 0 mm, 40 mm dan 20 mm. Dari Variasi tersebut didapatkan hasil nilai kuat tekan beton silinder normal sebesar 19,94 MPa. Untuk nilai kuat lentur beton berturut turut sebesar 4,178 MPa, 4,089 MPa, 4,400 MPa, 4,044 MPa, 4,222 MPa, dengan persentasi optimum kuat lentur pada lapisan serat kaca matt 7 sebesar 4,400 MPa. Setelah dilakukan uji hipotesis, dapat dibuktikan bahwa terdapat pengaruh dari penggunaan serat kaca pada beton.

Kata kunci: beton, kuat tekan, kuat lentur, serat kaca matt, serat kaca mesh.

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling umum digunakan dalam industri konstruksi. Kemampuan beton untuk menahan beban lentur

menjadi kritis dalam memastikan kekuatan struktural suatu bangunan. Dalam upaya untuk meningkatkan sifat mekanis beton, penelitian terus dilakukan untuk

mengeksplorasi berbagai penambahan bahan pengisi dan penguat.

Salah satu inovasi yang menjadi fokus penelitian adalah dengan penambahan serat pada beton. *Fiberglass* merupakan serat yang terbuat dari bahan dasar kaca, yang memiliki sifat ringan dan kekuatan tarik yang tinggi. Penambahan *fiberglass matt* dan *fiberglass mesh* diharapkan dapat meningkatkan kuat lentur beton, sehingga dapat meningkatkan performa struktural suatu konstruksi.

Fiberglass adalah kaca cair yang direntangkan menjadi serat halus dengan diameter bervariasi dari 0,005 mm hingga 0,01 mm. Bahan ini digunakan sebagai bahan komposit serat yang disebut plastik bertulang kaca. *Fiberglass* memiliki bobot yang ringan dan mempunyai sifat tarik yang kuat serta daya tahan yang lebih tinggi dibandingkan *fiberglass* (Kushartomo & Ivan, 2017). Menambahkan serat pada beton mengurangi jumlah retakan pada beton. Beton yang ditambahkan *fiberglass* mempunyai keretakan yang lebih sedikit dibandingkan beton tanpa campuran *fiberglass* (Satria, 2015).

Berdasarkan uraian diatas, Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh penambahan fiberglass matt dan fiberglass mesh pada campuran beton terhadap kuat lentur beton. Selain itu, penelitian ini juga akan mengevaluasi dampak dari variasi jumlah dan distribusi serat fiberglass terhadap sifat mekanis beton.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Berdasarkan (SNI (SNI 2847:2013) beton adalah campuran antara agregat halus, agregat kasar, semen Portland atau semen hidrolis lainnya dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Beton terdiri dari agregat kasar dan agregat halus. Agregat halus yang dipakai biasanya berupa pasir alam atau pasir batu pecah, sedangkan agregat kasar yang digunakan biasanya berupa batu alam atau batuan hasil industri pemecah batu.

Beton Serat

Menurut (ACI 544-2002) beton serat ialah beton yang terbuat dari semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah serat kecil (*fibres*) yang didistribusikan secara acak. Beton serat adalah bahan komposit yang terbuat dari beton biasa dan bahan lainnya berupa serat. Serat dalam beton dapat membantu mencegah retak serta menjadikan beton serat lebih daktil daripada beton pada umumnya (Kardiyono, 1994).

Penambahan serat dapat meningkatkan banyak sifat beton seperti daktilitas, ketahanan impact, kekuatan tarik dan lentur, ketahanan susut, ketahanan abrasi, ketahanan terhadap pecahan atau fragmentasi, dan ketahanan penglupasan.

Serat Kaca atau *Fiberglass*

Fiberglass adalah serat kaca yang berasal dari kaca cair yang ditarik pada garis tengah antara 0,005 mm sampai 0,01 mm menjadi serat tipis. Serat ini lalu dipintal menjadi benang atau ditenun menjadi seperti kain. Lalu, diresapi dengan resin sehingga menjadi bahan yang kuat dan tahan korosi. *Fiberglass* merupakan jenis bahan *fiber* komposit yang mempunyai keunggulan, diantaranya kuat namun tetap ringan. Walaupun tidak sekuat dan seringnya bahan *carbon fiber*, *fiberglass* lebih ulet dan relatif lebih murah di pasaran. (Bintang Sinosa, 2021).

Penggunaan *Fiberglass* pada penelitian ini menggunakan jenis *fiberglass matt* dan *fiberglass mesh* dengan variasi *layer 3* dan *layer 7*. *Fiberglass matt* merupakan bahan serat kaca yang berfungsi sebagai serat penguat adonan *fiberglass* ketika akan dicetak, agar hasilnya menjadi lebih kuat dan tidak mudah pecah. Sedangkan *fiberglass mesh* adalah kain tenun serat kaca yang tahan alkali, kuat dan fleksibel.



Gambar 2. 1 *Fiberglass Matt*



Gambar 2. 2. *Fiberglass Mesh*

Kuat Tekan

Besarnya nilai kuat tekan beton didapat dengan cara pengujian kuat tekan uji silinder beton. Tata cara pengujian yang biasa digunakan adalah Standar

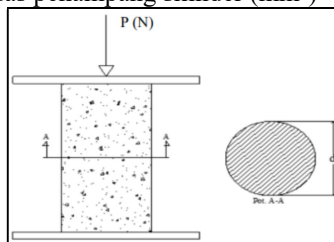
Nasional Indonesia (SNI 1974:2011). Perbandingan antara gaya yang dapat ditahan benda uji silinder terhadap luas penampang dasar silinder yang dikenal sebagai tegangan tekan beton. Benda uji yang digunakan dalam pengujian kuat lentur ini yaitu silinder dengan dimensi 10 cm x 20 cm.

Berdasarkan SK SNI 1974:2011 adapun rumus-rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

dimana :

- $f'c$: Tegangan tekan beton (MPa)
- P : Besarnya gaya yang mampu ditahan silinder
- A : Luas penampang silinder (mm²)



Gambar 2. 3. Uji Kuat Tekan Beton

Kuat Lentur

Kuat lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03-4431-1997).

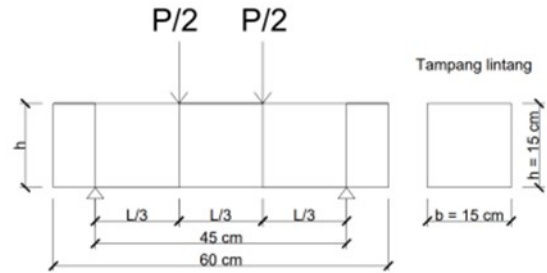
Nilai kuat lentur beton dihasilkan dari pengujian benda uji berupa balok beton (tinggi 15 cm, lebar 15 cm, dan panjang 60 cm).



Gambar 2. 4. Benda uji, perletakan dan pembebanan 2 titik

Keterangan :

- A-A : Sumbu memanjang
- B : Titik perletakan
- C : Titik pembebanan



Gambar 2. 5. Garis Perletakan dan Pembebanan

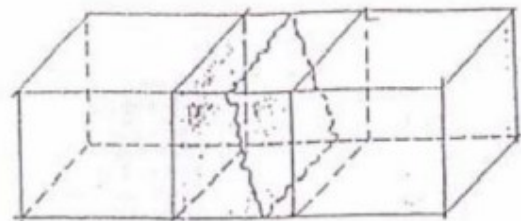
Keterangan :

- L : Jarak (bentang) antara dua garis perletakan (cm)
- b : Lebar tampak lintang benda uji (cm)
- h : Tinggi tampak lintang benda uji (cm)
- P : Beban tertinggi yang ditunjukkan oleh mesin uji (kg)

Dalam penelitian kali ini menggunakan tata cara pengujian kuat tekan menurut (SNI 03-4431-1997), dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

- Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada di daerah 1/3 bentang tengah kedua beban, maka kuat lentur beton balok dihitung menurut persamaan berikut :

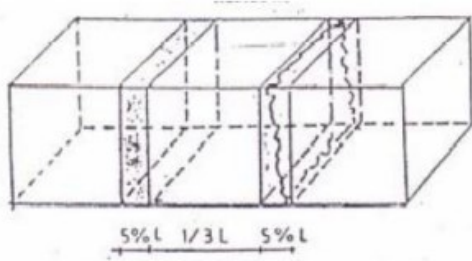
$$f_r = \frac{P.L}{b.h^2}$$



Gambar 2. 6. Patah Pada 1/3 Bentang Tengah

- Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada di luar pusat (diluar daerah 1/3 jarak titik perletakan) di bagian tarik beton dan jarak antar titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari panjang titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut :

$$f_r = \frac{3P.a}{b.h^2}$$



Gambar 2. 7. Bidang patah di luar kedua beban < 5 % bentang

Keterangan :

- fr : Kuat tarik
- P : Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (kN)
- L : jarak antara tumpuan yang satu dengan yang lain (mm)
- b : lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
- h : lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)
- a : jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm),

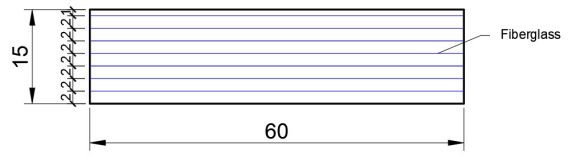
3. METODOLOGI PERENCANAAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di pabrik beton PT. Eternit Kerang yang berada di Jalan Raya Karanglo, Karanglo, Banjararum, Kec. Singosari Kab. Malang, Jawa Timur.

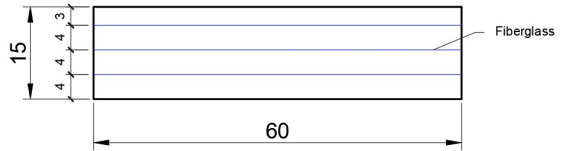
Pengujian dalam penelitian ini yaitu pengujian kuat tekan beton dan pengujian kuat lentur beton. Penelitian ini menggunakan dua jenis benda uji yaitu silinder (10 cm x 20 cm) dan balok (15 cm x 15 cm x 60 cm), dengan *layer fiberglass matt* dan *fiberglass mesh*. Variasi *layer* pada beton balok yaitu berjumlah 3 dan 7 dengan jarak 40 mm dan 20 mm. Berikut ini adalah variasi masing-masing benda uji :

Tabel 3. 1. Variasi Pengujian Beton Silinder dan Beton Balok

Jenis Pengujian	Umur (Hari)	Layer Serat (cm)	Kode	Dimensi Sampel (cm)	Jumlah Sampel (buah)
Kuat Tekan	14	0	NML	Silinder 10x20	5
Kuat Lentur	28	0	NML	Balok 60x15x15	3
Kuat Lentur	28	3	FMT	Balok 60x15x15	3
Kuat Lentur	28	7	FMT	Balok 60x15x15	3
Kuat Lentur	28	3	FMH	Balok 60x15x15	3
Kuat Lentur	28	7	FMH	Balok 60x15x15	3

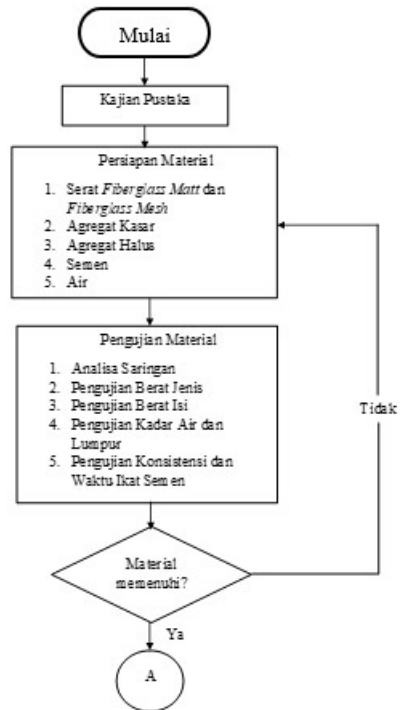


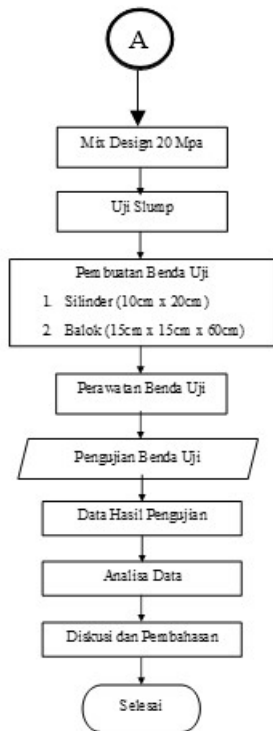
Gambar 3. 1. Beton Balok layer 7



Gambar 3. 2. Beton Balok layer 3

Pengujian terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton dilakukan pada saat berumur 28 hari. Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui kapasitas tekan dan lentur. Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada *flowchart* berikut :





Gambar 3. 3. Diagram Alir Penelitian

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan menggunakan metode penyampuran material (Mix Desain) yang mengacu pada (SNI 03-2834-2000) tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Dalam perhitungan komposisi campuran, ada beberapa hal yang harus diperhatikan untuk memenuhi persyaratan sesuai acuan yang telah digunakan. Berikut adalah beberapa persyaratan sesuai dengan ketentuan.

Data Perencanaan

- f_c rencana = 20 Mpa
- Slump rencana = 120 ± 20 Mpa
- Tipe semen = Tipe I
- Agregat Kasar Maksimum = 25 mm
- Jenis Agregat Kasar = Dipecah
- Zona Agregat Halus = Zona II
- B_j. Agregat Kasar Kondisi SSD = 2,724
- B_j Agregat Halus Kondisi SSD = 2,740
- Volume Campuran Beton = $< 1000 \text{ m}^3$

Tabel 4. 1. Deviasi Standar Berdasarkan Jumlah Beton

Isi Pekerjaan	Jumlah Beton (m ³)	Deviasi standar S (MPa)		
		Baik sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	< 1000	$4,5 < S < 5,5$	$5,5 < S < 6,5$	$6,5 < S < 8,5$
Sedang	1000 – 3000	$3,5 < S < 4,5$	$4,5 < S < 5,5$	$5,5 < S < 7,5$
Besar	> 3000	$2,5 < S < 3,5$	$3,5 < S < 4,5$	$4,5 < S < 6,5$

Berdasarkan tabel di atas, jumlah beton yang akan dikerjakan kurang dari 1000 m^3 , sehingga digunakan deviasi standar $5,5 < S < 6,5$. Maka, ditetapkan

deviasi standar yang digunakan dalam perencanaan campuran sebesar 6 MPa.

Target nilai kuat tekan rata-rata :

$$f'_{cr} = f'_c + 1,34 \times S_s$$

$$= 20 + 1,34 \times 6$$

$$= 29,84 \text{ MPa}$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2,33 \times S_s - 3,5$$

$$= 20 + 2,33 \times 6 - 3,5$$

$$= 30,48 \text{ Mpa}$$

Keterangan :

- f'_{cr} : Nilai kuat tekan rencana
- S_s : Nilai deviasi standar

Jadi dari perhitungan di atas, maka diperoleh nilai kuat tekan rencana yang ditargetkan sebesar 30,48 Mpa.

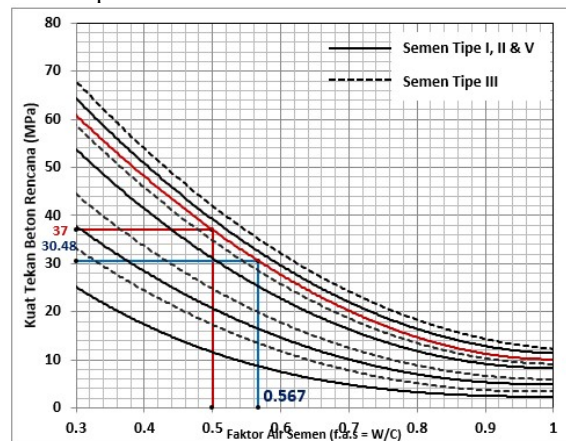
Perhitungan Faktor Air Semen

Tabel 4. 2. Estimasi Kuat Tekan Beton, Faktor Air Semen (W/c) = 0,5

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat Tekan (MPa)				Bentuk Uji
		Umur (Hari)				
		3	7	28	95	
Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber : SNI 03 – 2834 – 2000

Kuat tekan beton dengan rasio air-semen (W/C) 0,5, umur rencana 28 hari = 37 MPa, menggunakan agregat kasar Batu pecah dan jenis semen tipe I, maka dapat ditentukan dari tabel diatas.



Gambar 4. 1. Kurva Korelasi Antara Kuat Tekan Beton dan Faktor Air Semen

Sumber : SNI 03-2834-2000

Informasi yang didapatkan dari tabel 4.2 dapat ditetapkan nilai dari kuat tekan menggunakan faktor air semen (W/C) sebesar 0,5, menggunakan agregat kasar dipecah, dengan nilai (MPa) saat umur 28 hari, memperoleh angka 37. Kemudian dimasukkan ke

dalam grafik 4.1 mengikuti sesuai garis lengkung. Selanjutnya f'_{cr} yang telah dihitung pada no. 2 dimasukkan yaitu 30,48, lalu tarik garis horizontal hingga memotong garis lengkung yang telah dibuat. Berikutnya tarik garis kebawah atau vertikal sehingga mendapatkan faktor air semen dengan nilai **0,567**.

Menentukan Kadar Air Bebas

Tabel 4. 3. Perkiraan Kadar Air Bebas

AIR BEBAS								
AG MAX (mm)	SLUMP (mm)							
	0-10		10-30		30-60		60-180	
	Wh	Wk	Wh	Wk	Wh	Wk	Wh	Wk
10	150	180	180	205	205	230	225	250
20	135	170	160	190	180	210	195	225
25	130	171	155	186	175	205	190	220
40	115	175	140	175	160	190	175	205

Sumber : SNI 03-2834-2000

- Agregat maksimum 25 mm : $W_f = 190$ dan $W_c = 220$

Dimana :

W_f : Estimasi konten air agregat permukaan halus (tidak dipecah)

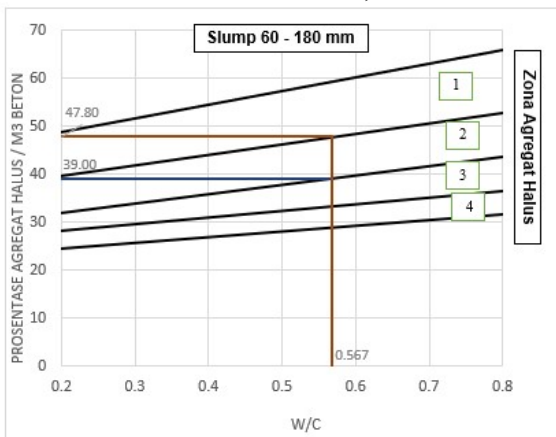
W_c : Estimasi konten air agregat permukaan kasar (dipecah)

Maka kadar air bebas dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini

- $W = 2/3 W_h + 1/3 W_k$
 $= 2/3 \times 190 + 1/3 \times 220$
 $= 200 \text{ kg/m}^3$
- Jumlah Semen (PC)
 $= W / f.a.s$
 $= 200 / 0,567$
 $= 352,73 \text{ kg/m}^3$

Menentukan Presentase Agregat Halus dan Agregat Kasar

- $f.a.s = 0,567$
- Batas atas zona 2 = 47,80
- Batas bawah zona 2 = 39,00
- Presentase agregat halus = 47,80%
- Presentase agregat kasar = $100\% - 47,80\%$
 $= 52,20\%$



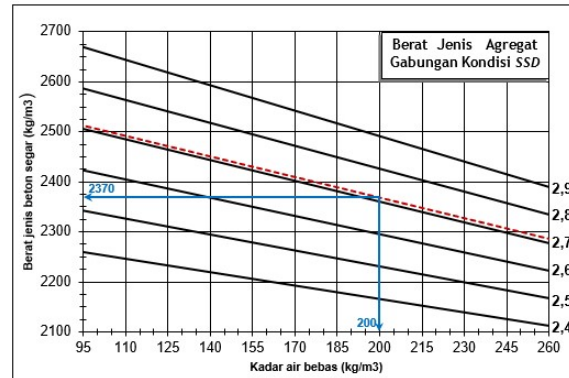
Gambar 4. 2. Grafik Presentase Agregat Halus

Menentukan Berat Jenis Beton Segar

Dari jumlah kadar air bebas W dan *specific gravity* (berat jenis) gabungan B_j gab, perkiraan berat jenis beton sebesar B_j gab.

Diketahui :

- Berat jenis agregat halus = 2,740
- Berat jenis agregat kasar = 2,724



Gambar 4. 3. Grafik Hubungan Berat Jenis Beton Segar dan Kadar Air Bebas

Hasil berat jenis gabungan (B_{jgab}) 2,732 dimasukkan kedalam grafik, kemudian ditarik garis mengikuti kurva. Masukkan hasil kadar air bebas 200 lalu tarik garis vertical sampai memotong garis kurva yang telah dibuat tadi (garis putus-putus). Kemudian ditarik garis horizontal ke kiri sehingga mendapatkan hasil berat jenis beton segar sebesar 2370 kg/m^3 .

Menentukan Jumlah Agregat Kondisi SSD (Saturated Surface Dry)

- Total agregat = Berat beton segar - jumlah semen - jumlah air bebas
 $= 2370 - 352,73 - 200$
 $= 1817,27 \text{ kg/m}^3$
- Agregat halus = Presentase agregat halus \times berat total agregat
 $= 47,80\% \times 1817,27$
 $= 868,65 \text{ kg/m}^3$
- Agregat kasar = Presentase agregat kasar \times berat total agregat
 $= 52,20\% \times 1817,27$
 $= 948,61 \text{ kg/m}^3$

Menentukan Komposisi Campuran Kondisi Lapangan

- Semen = 352,73 kg/m^3
- Agregat halus (asli) = $\frac{100 + w_c \text{ asli}}{100 + w_c \text{ SSD}} + \text{agregat halus kondisi SSD}$
 $= \frac{100 + 2,73}{100 + 3,44} + 868,65$
 $= 862,64 \text{ kg/m}^3$
- Agregat kasar (asli) = $\frac{100 + w_c \text{ asli}}{100 + w_c \text{ SSD}} + \text{agregat halus kondisi SSD}$
 $= \frac{100 + 1,49}{100 + 1,53} + 948,61$
 $= 948,24 \text{ kg/m}^3$
- Kebutuhan air lapangan

Air = W + Kelebihan air agregat halus + kelebihan air agregat kasar

- Kelebihan air agregat halus
 $= \text{Berat agregat halus SSD} - \text{Berat agregat halus asli}$
 $= 868,65 - 862,64$
 $= 6,01 \text{ kg/m}^3$

- Kelebihan air agregat kasar
 $= \text{Berat agregat kasar SSD} - \text{Berat agregat kasar asli}$
 $= 948,61 - 948,24$
 $= 0,38 \text{ kg/m}^3$

Air = W + Kelebihan air agregat halus + Kelebihan air agregat kasar
 $= 200 + 6,01 + 0,38$
 $= 206,39 \text{ kg/m}^3$

Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh komposisi campuran beton pada kondisi lapangan, yaitu :

- Air = 206,39 kg/m³
- Semen = 352,73 kg/m³
- Agregat halus = 862,64 kg/m³
- Agregat kasar = 948,24 kg/m³

Perhitungan Volume Kebutuhan Bahan Pada Campuran Beton

Terdapat dua perhitungan jumlah kebutuhan bahan pada campuran beton yang akan digunakan, beton silinder digunakan sebagai pengujian kuat tekan dan beton balok digunakan sebagai pengujian kuat lentur. Berikut perhitungan kebutuhan campuran beton yang akan digunakan :

Tabel 4. 4. Kebutuhan Campuran Beton Benda Uji Silinder dan Balok

Jenis Benda Uji	Bahan Campuran				
	Total Benda Uji	Semen (kg)	Pasir (kg)	Koral (kg)	Air (kg)
Silinder 10x20	5	3,21	7,14	9,37	1,88
Total	5	3,21	7,14	9,37	1,88
Balok 15x15x60	3	82,71	184,04	241,60	48,36
Balok 15x15x60 (Layer Fiberglass Matt 3)	3	82,71	184,04	241,60	48,36
Balok 15x15x60 (Layer Fiberglass Matt 7)	3	82,71	184,04	241,60	48,36
Balok 15x15x60 (Layer Fiberglass Mesh 3)	3	82,71	184,04	241,60	48,36
Balok 15x15x60 (Layer Fiberglass Mesh 7)	3	82,71	184,04	241,60	48,36
Total	15,00	413,56	920,22	1207,99	241,79
Total Keseluruhan		416,76	927,36	1217,36	243,67

Sumber : Hasil Analisa

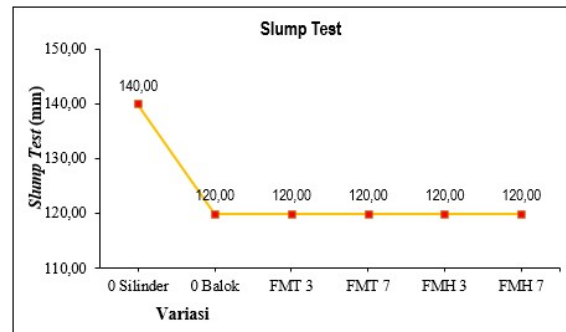
Pengujian Slump

Pengujian slump beton digunakan untuk mengetahui ukuran derajat kemudahan dalam pengecoran adukan beton segar, berikut merupakan hasil pengujian slump yang dilakukan.

Tabel 4. 5. Slump Tiap Variasi Campuran Beton Serat Bambu

Kode	Slump (mm)
Normal	140
Fiberglass Matt 7	120
Fiberglass Matt 3	120
Fiberglass Mesh 7	120
Fiberglass Mesh 3	120

Sumber : Hasil Analisa



Gambar 4. 4. Nilai Slump Antar Variasi

Sumber : Hasil Analisa

Hasil Pengujian

Tabel 4. 6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Silinder Umur 28 Hari

No.	Kode	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Mutu	Berat (kg)	Tekanan hancur (kN)	Tekan hancur 28 hari (MPa)	Tekan Rata-Rata (MPa)
1	Normal	05/12/2023	02/01/2024	28	fc20	3,73	150	19,10	19,94
2	Normal	05/12/2023	02/01/2024	28	fc20	3,86	148	18,84	
3	Normal	05/12/2023	02/01/2024	28	fc20	3,81	166	21,14	
4	Normal	05/12/2023	02/01/2024	28	fc20	3,68	174	22,15	
5	Normal	05/12/2023	02/01/2024	28	fc20	3,75	145	18,46	

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 4. 7. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Umur 28 Hari

No.	Kode	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Mutu	Berat (kg)	Beban maks (kN)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rata-Rata (MPa)
1	Normal	05/12/2023	02/01/2024	28	fc20	33,54	30,00	4,000	4,178
2	Normal	05/12/2023	02/01/2024	28	fc20	32,71	32,00	4,267	
3	Normal	05/12/2023	02/01/2024	28	fc20	32,78	32,00	4,267	
1	FMT 3	20/12/2023	17/01/2024	28	fc20	33,08	30,00	4,000	4,089
2	FMT 3	20/12/2023	17/01/2024	28	fc20	32,83	30,00	4,000	
3	FMT 3	20/12/2023	17/01/2024	28	fc20	33,31	32,00	4,267	
1	FMT 7	20/12/2023	17/01/2024	28	fc20	33,28	35,00	4,667	4,400
2	FMT 7	20/12/2023	17/01/2024	28	fc20	33,71	31,00	4,133	
3	FMT 7	20/12/2023	17/01/2024	28	fc20	33,79	33,00	4,400	
1	FMH 3	20/12/2023	17/01/2024	28	fc20	32,25	29,00	3,867	4,044
2	FMH 3	20/12/2023	17/01/2024	28	fc20	32,46	30,00	4,000	
3	FMH 3	20/12/2023	17/01/2024	28	fc20	32,27	32,00	4,267	
1	FMH 7	20/12/2023	17/01/2024	28	fc20	33,03	30,00	4,000	4,222
2	FMH 7	20/12/2023	17/01/2024	28	fc20	33,02	34,00	4,533	
3	FMH 7	20/12/2023	17/01/2024	28	fc20	32,86	31,00	4,133	

Sumber : Hasil Penelitian

Dimana :

FMT = *Fiberglass Matt*

FMH = *Fiberglass Mesh*

Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan Beton

Tabel 4. 8. Nilai Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari

No.	Kuat Tekan (MPa)
1.	19,10
2.	18,84
3.	21,14
4.	22,15
5.	18,46
\bar{x}	19,94

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4. 9. Data Uji Kuat Tekan Beton paPada Umur 28 Hari Setelah dilakukan Interval Kepercayaan

No.	Kode	Tekan hancur (KN)	Tekan hancur ril (MPa)	Tekan hancur (MPa)	Interval Kepercayaan	Keterangan	Tekan Rata-Rata (MPa)
1	Normal	150	19,10	19,10	18,08 < μ < 21,80	Memenuhi	19,94
2	Normal	148	18,84	18,84		Memenuhi	
3	Normal	166	21,14	21,14		Memenuhi	
4	Normal	174	22,15	22,15		Memenuhi	
5	Normal	145	18,46	18,46		Memenuhi	

Sumber : Hasil Analisa

Maka, tidak ada data yang tidak memenuhi persyaratan yang dapat ditemukan dalam rentang interval kepercayaan untuk uji kuat tekan pada umur 28 hari.

Interval Kepercayaan Kuat Lentur Beton

Tabel 4. 10. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Beton Pada Umur 28 Hari

Kode	x	S	P	n	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
Normal	4,18	0,154	0,975	3	3,182	3,89	< μ	< 4,46
FMT 3	4,09	0,154	0,975	3	3,182	3,806	< μ	< 4,372
FMT 7	4,40	0,267	0,975	3	3,182	3,91	< μ	< 4,89
FMH 3	4,04	0,204	0,975	3	3,182	3,67	< μ	< 4,42
FMH 7	4,22	0,278	0,975	3	3,182	3,71	< μ	< 4,73

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4. 11. Data Uji Kuat Tarik Lentur Beton Pada Umur 28 hari setelah dilakukan Interval Kepercayaan

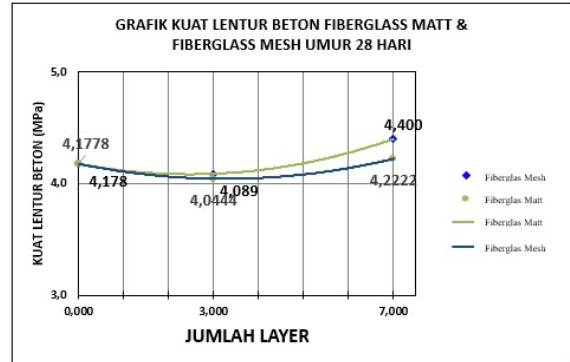
No.	Kode	Kuat Lentur (KN)	Kuat Lentur (MPa)	Interval Kepercayaan	Keterangan	Kuat Lentur Rata-Rata (MPa)
1	Normal	30,00	4,00	3,895 < μ < 4,461	Memenuhi	4,18
2	Normal	32,00	4,27		Memenuhi	
3	Normal	32,00	4,27		Memenuhi	
1	FMT 3	30,00	4,000	3,806 < μ < 4,372	Memenuhi	4,089
2	FMT 3	30,00	4,000		Memenuhi	
3	FMT 3	32,00	4,267		Memenuhi	
1	FMT 7	35,00	4,67	3,910 < μ < 4,890	Memenuhi	4,40
2	FMT 7	31,00	4,13		Memenuhi	
3	FMT 7	33,00	4,40		Memenuhi	
1	FMH 3	29,00	3,87	3,670 < μ < 4,419	Memenuhi	4,04
2	FMH 3	30,00	4,00		Memenuhi	
3	FMH 3	32,00	4,27		Memenuhi	
1	FMH 7	30,00	4,00	3,712 < μ < 4,732	Memenuhi	4,22
2	FMH 7	34,00	4,53		Memenuhi	
3	FMH 7	31,00	4,13		Memenuhi	

Sumber : Hasil Analisa

Maka, tidak ada data yang tidak memenuhi persyaratan yang dapat ditemukan dalam rentang interval kepercayaan untuk uji kuat lentur pada umur 28 hari.

Analisa Regresi

Kuat Lentur



Gambar 4. 5. Analisis Layer Fiberglass Matt dan Fiberglass Mesh terhadap kuat lentur beton umur 28 hari

Sumber : Hasil Analisa

Dari Grafik diatas nilai *layer* 3 dengan nilai 4, 0444 MPa dan 4,089 MPa mengalami penurunan dari beton balok normal. Sedangkan pada nilai *layer* 7 dengan nilai 4,222 MPa dan 4,400 MPa mengalami peningkatan dari beton balok normal. Hal ini menandakan bahwa *layer fiberglass matt* dan *layer fiberglass mesh* mempengaruhi perubahan nilai kuat lentur baik dan buruk pada beton balok.

Uji Hipotesis

Dalam pengujian hipotesis, pengujian distribusi Student (uji t) digunakan. Tujuan dari uji nilai t ini adalah untuk mengetahui apakah variabel bebas (X) berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat (Y). Dalam hal ini, variabel bebas (X) adalah nilai molaritas pada serat bambu, dan variabel terikat (Y) adalah kekuatan hasil uji yang dilakukan. Hipotesis diuji pada beton umur 28 hari dengan prosedur berikut :

- Rumusan hipotesis

Diasumsikan H_0 = Tidak adanya pengaruh yang signifikan dari penggunaan serat bambu dengan treatment NaOH terhadap beton mutu normal ($F'c$ 20 MPa).

H_a = Adanya pengaruh signifikan dari penggunaan serat bambu dengan treatment NaOH terhadap beton mutu normal ($F'c$ 20 MPa)

- Menentukan t_{tabel} pengujian dua arah dengan tingkat signifikannya 5% sehingga $\alpha/2 = 0,05/2$

= 0,025 maka $t_{tabel} = a/2$; $n - k$ atau $t_{tabel} = 0,025$
 ; 3 = 3,182 (t_{tabel} dapat dilihat pada lampiran)

- Menentukan t_{hitung}
 - Kuat Lentur:

$$= R \times \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

$$= 1 \times \sqrt{\frac{4-2}{1-1^2}}$$

$$= 1$$

- Penarikan Kesimpulan

Apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka Hipotesis nol (H_0) ditolak
 Apabila $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka Hipotesis nol (H_0) diterima

Karena dari perhitungan kuat lentur $t_{hitung} < t_{tabel}$ atau $1,000 < 3,182$, maka hipotesis nol diterima dan hipotesis alternatif ditolak. Maka dapat disimpulkan, bahwa antara *fiberglass matt* dan *fiberglass mesh* tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian kuat lentur, *layer fiberglass matt* menunjukkan hasil yang signifikan. Terbukti dari gambar dibawah, bahwa setelah dilakukan pengujian kuat lentur, beton balok tidak langsung terbelah dikarenakan adanya *layer fiberglass mesh*. Nilai yang dihasilkan berbeda dari beton balok normal terutama pada *layer 7* sebesar 4,400 MPa yang dimana memiliki nilai optimal pada *layer fiberglass matt*. Kondisi *layer fiberglass mesh* tetap dan tidak patah meskipun sudah dilakukan pengujian kuat lentur, hal ini dikarenakan *layer fiberglass mesh* memiliki sifat yang kedap.



Gambar 4. 6. Beton Balok Fiberglass Matt Setelah Dilakukan Pengujian



Gambar 4. 7. Kondisi Layer Fiberglass Matt Setelah Dilakukan Pengujian

Berbeda dari *fiberglass matt*, *fiberglass mesh* tidak memiliki perubahan yang terlalu signifikan. Hal ini dibuktikan melalui gambar dibawah yang dimana setelah dilakukan pengujian hasil beton balok

langsung terbelah, yang dimana hal ini sama seperti beton balok normal pada umumnya. Akan tetapi, nilai yang dihasilkan berbeda dari beton balok normal, terutama pada *layer 7* sebesar 4,222 MPa, yang dimana memiliki nilai paling optimal pada *layer fiberglass mesh*. Kondisi *layer fiberglass mesh* lebih lemah dari *fiberglass matt*. Meskipun sama memiliki sifat kedap akan tetapi setelah dilakukan pengujian *fiberglass mesh* ikut terbelah dengan beton dan tidak mengikat.



Gambar 4. 8. Beton Balok Fiberglass Mesh Setelah Dilakukan Pengujian



Gambar 4. 9. Kondisi Layer Fiberglass Mesh Setelah Dilakukan Pengujian

Setelah menyelesaikan perhitungan analisa regresi, grafik yang telah dihubungkan menunjukkan bahwa *layer fiberglass* ideal untuk ditambahkan pada beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hal-hal berikut dapat disarankan.

Grafik regresi kuat lentur beton umur 28 hari menunjukkan bahwa seiring dengan jumlah *layer fiberglass*, nilai kuat lentur beton meningkat pada *fiberglass matt 7* dan *fiberglass matt 7*, sementara penurunan nilai kuat lentur beton terjadi pada *fiberglass matt 3* dan *fiberglass mesh 3*. Semakin banyak penambahan *layer fiberglass* terutama pada *layer fiberglass matt*, semakin tinggi nilai kuat lentur beton yang dihasilkan, tetapi jika semakin dikit jumlah *layer fiberglass* terutama *layer fiberglass matt*, akan mempengaruhi kuat lentur beton.

Berdasarkan hasil analisa regresi pada kuat lentur beton umur 28 hari didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 1,000 dan koefisien korelasi (R) sebesar 1,000. Hal ini berarti bahwa 100% perubahan nilai kuat lentur beton dipengaruhi oleh jumlah *layer fiberglass*, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Koefisien korelasi (R) sebesar 1,000 menggambarkan tingkat hubungan antar *layer* sangat kuat karena berada diantara interval 0,80 – 1,00.

Tabel 4. 12. Pedoman Untuk Penjelasan Koefisien Korelasi

Interval Koefisien Korelasi	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah/lemah
0,20 – 0,399	Lemah
0,04 – 0,599	Sedang
0,06 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

Sumber : statistikan.com

5. PENUTUP

Kesimpulan

Setelah mengevaluasi hasil penelitian, banyaknya jumlah *layer fiberglass* dan jenis *fiberglass* berdampak pada kekuatan beton. Kesimpulan ini sejalan dengan rumusan masalah, yaitu:

1. Nilai mutu $f'c$ rencana adalah 20 MPa dan nilai rata-rata kuat tekan beton silinder normal yang dihasilkan pada umur 28 hari didapatkan nilai kuat tekan beton silinder normal sebesar 19,94 MPa.
2. Nilai rata-rata kuat lentur beton balok dengan bahan tambah *layer fiberglass matt* dan *layer fiberglass mesh* pada umur 28 hari didapatkan nilai kuat lentur beton balok berturut turut sebagai berikut : Beton balok normal 4,18 Mpa, FMT 3 = 4,09 Mpa, FMT 7 =4,40 Mpa, FMH 3 = 4,04 Mpa dan FMH 7 = 4,22 Mpa. Didapatkan nilai optimum pada variasi *layer* FMT 7 dengan nilai 4,40 Mpa.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (1971). Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971. *Jakarta: Department Pekerjaan Umum*

Anonim. (1980). SII 0052-80 Mutu dan Cara Uji Agregat Beton. *Depperind-ri*.

Anonim. (1990). SNI 03-1972-1990 Metode Pengujian Slump Beton. *Badan Standar Nasional Indonesia, I(ICS 91.100.30)*, 1–12.

Anonim. (1997a). SNI 03-4431-1997 Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan. *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional*.

Anonim. (1997b). SNI 03-4431-1997 METODE PENGUJIAN KUAT LENTUR NORMAL DENGAN DUA TITIK PEMBEBANAN. *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional*.

Anonim. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional*, 1–34.

Anonim. (2002a). ACI 544-2002 State-of-the-Art Report on Fiber Reinforced Concrete. *Concrete International, 4(5)*, 9–30.

Anonim. (2002b). *Astm C 33 Standart Specification for Concrete Aggregate*.

Anonim. (2004). SNI 15-2049-2004 Semen Portland. In *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional*.

Anonim. (2011a). SNI 1974:2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional*.

Anonim. (2011b). SNI 2493:2011 Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. *Badan Standar Nasional Indonesia, 23*. www.bsn.go.id

Anonim. (2013). SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 265*.

Bintang Sinosa, P. (2021). *PENGARUH PERPADUAN KOMPOSIT SERAT BAMBU, SERABUT KELAPA, DAN SERAT FIBER GLASS PADA POINT PANJAT DINDING TERHADAP KEKUATAN IMPACT*.

Fadhlorrohman, I. (2022). *PENGARUH PENAMBAHAN SERAT FIBERGLASS DAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT TEKAN, MODULUS ELASTISITAS, DAN KUAT TARIK BELAH BETON*. 2(1), 1–183.

Satria. (2015). *PENGARUH PENGGUNAAN FIBER GLASS PADA BETON RINGAN TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR*. *April*, 1–82.

Kardiyono. (1994). *Teknologi Beton*. Universitas Gadjah Mada.

Kushartomo, W., & Ivan, R. (2017). Effect of Glass Fiber on Compressive, Flexural and Splitting Strength of Reactive Powder Concrete. *MATEC Web of Conferences, 138*, 1–6

