

## **STUDI PENELITIAN NILAI KADAR UDARA, KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH, KUAT TARIK LENTUR, DAN MODULUS ELASTISITAS PADA BETON NORMAL DAN BETON BERSERAT BERDASARKAN PENAMBAHAN FIBERGLASS MATT**

**Anggoro Ardi Wibowo<sup>1</sup>, Mohammad Erfan<sup>2</sup>, Vega Aditama<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> *Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang*

*Email : [goro.ardi2001@gmail.com](mailto:goro.ardi2001@gmail.com) <sup>1</sup>*

### **ABSTRACT**

Concrete is a primary construction material used in the development of buildings, bridges, and other infrastructure. The modulus of elasticity and air content in concrete significantly affect its compressive strength. This study aims to analyze the air content, compressive strength, splitting tensile strength, flexural strength, and modulus of elasticity of normal concrete and fiber-reinforced concrete with added fiberglass matt. The tests were conducted on concrete with a design strength of  $f_c' = 20$  MPa. The fiberglass matt was shredded into 1 mm strands with lengths ranging from 40–60 mm, and added in varying amounts of 0.03%, 0.04%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, and 0.075% of the concrete volume. All samples were tested at 28 days of age. The results of the study showed that the air content in normal concrete was 2.4%, while in fiber-reinforced concrete it was 1.5%, 1.3%, 1.2%, 1.6%, 1.8%, and 2.1%, respectively. The average compressive strength of normal concrete was 20.59 MPa, while that of fiber-reinforced concrete was 21.48 MPa, 21.72 MPa, 21.82 MPa, 21.42 MPa, 21.12 MPa, and 20.99 MPa. The splitting tensile strength of normal concrete was 5.215 MPa, whereas that of fiber-reinforced concrete was 6.296 MPa, 6.474 MPa, 6.681 MPa, 6.222 MPa, 5.852 MPa, and 5.467 MPa. The flexural strength of normal concrete was 5.585 MPa, while the fiber-reinforced concrete showed values of 6.259 MPa, 6.356 MPa, 6.452 MPa, 6.163 MPa, 6.067 MPa, and 5.970 MPa. The modulus of elasticity for normal concrete was 14,278.12 MPa, while for fiber-reinforced concrete it was 16,690.15 MPa, 16,807.74 MPa, 16,983.40 MPa, 16,393.43 MPa, 15,448.27 MPa, and 15,053.59 MPa. This study indicates that the addition of fiberglass matt improves the mechanical properties of concrete, with the optimal fiber variation found in the range of 0.041% to 0.043%.

**Keywords:** Fiber-Reinforced Concrete, Fiberglass Matt, Air Content, Compressive Strength, Tensile Strength, Flexural Strength, Modulus of Elasticity.

### **ABSTRAK**

Beton merupakan bahan konstruksi utama dalam pembangunan gedung, jembatan, dan infrastruktur lainnya. Modulus elastisitas dan kadar udara dalam beton berpengaruh terhadap kuat tekannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar udara, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat tarik lentur, dan modulus elastisitas pada beton normal dan beton berserat dengan tambahan fiberglass matt. Pengujian dilakukan pada beton dengan mutu rencana  $f_c' = 20$  MPa. Fiberglass matt diuraikan menjadi ukuran 1 mm dengan panjang 40-60 mm, serta ditambahkan dalam variasi 0,03%, 0,04%, 0,05%, 0,06%, 0,07%, dan 0,075% dari volume beton. Semua sampel diuji saat berumur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan kadar udara beton normal sebesar 2,4%, sedangkan beton berserat 1,5%, 1,3%, 1,2%, 1,6%, 1,8%, 2,1%. Kuat tekan beton normal rata-rata 20,59 MPa, sementara beton berserat 21,48 MPa, 21,72 MPa, 21,82 MPa, 21,42 MPa, 21,12 MPa dan 20,99 MPa. Kuat tarik beton normal 5,215 MPa, sedangkan beton berserat 6,296 MPa, 6,474 MPa, 6,681 MPa, 6,222 MPa, 5,852 MPa dan 5,467 MPa. Kuat lentur beton normal 5,585 MPa, sementara beton berserat 6,259 MPa, 6,356 MPa, 6,452 MPa, 6,163 MPa, 6,067 MPa dan 5,970 MPa. Modulus elastisitas beton normal 14.278,12 MPa, sedangkan beton berserat 16690,15 MPa, 16807,74 MPa, 16983,40 MPa, 16393,43 MPa, 15448,27 MPa, 15053,59 MPa. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan fiberglass matt meningkatkan sifat mekanik beton, dengan variasi serat optimal berada pada rentang 0,041% - 0,043%.

**Kata kunci:** Beton Berserat, Fiberglass Matt, Kadar Udara, Kuat Tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur, Modulus Elastisitas

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi utama yang umum digunakan dalam pembangunan gedung, jembatan, dan infrastruktur lainnya. Beton terdiri dari campuran pasir, kerikil, air, semen, serta bahan tambahan (*admixture*). Sifat penting beton, seperti modulus elastisitas dan kadar udara, sangat memengaruhi kinerjanya, khususnya terhadap kuat tekan. Modulus elastisitas berkaitan erat dengan kekakuan beton dalam menahan beban; semakin tinggi nilainya, semakin kecil deformasi yang terjadi. Sementara itu, kadar udara yang tepat dalam beton dapat meningkatkan ketahanannya, terutama dalam kondisi ekstrem seperti siklus beku-cair. Perkembangan teknologi beton mendorong inovasi dalam peningkatan kualitas beton, salah satunya melalui penambahan serat ke dalam campuran. Serat dapat berasal dari bahan alami maupun sintetis, seperti serat logam, plastik, kaca, dan mineral. Penambahan serat pada beton diketahui mampu meningkatkan kekuatan tarik, tekan, serta daktilitas material.

Penelitian ini menggunakan serat kaca sintetis berbentuk *Fiberglass Matt* yang dikenal ringan, memiliki kekuatan tarik tinggi, dan ketahanan yang baik terhadap retak dibandingkan dengan serat baja. Penggunaan fiberglass dalam campuran beton diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik beton, termasuk menurunkan jumlah retak yang muncul.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penambahan *Fiberglass Matt* terhadap kadar udara, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, dan modulus elastisitas pada beton normal dan beton berserat.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### Beton

Berdasarkan (SNI 2847, 2013) Definisi beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Pada saat keras, beton diharapkan mampu memikul beban sehingga sifat utama yang harus dimiliki oleh beton adalah kekuatannya. Kekuatan beton terutama dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang digunakan atau tergantung pada faktor air semen dan derajat kekompakannya.

### Beton Berserat

Beton serat adalah beton yang memiliki campuran bahan seperti beton pada umumnya, tetapi pada campurannya ditambah dengan serat/fiber. Bahan-bahan serat yang dapat digunakan untuk perbaikan

sifat beton pada beton serat antara lain baja, plastik, kaca, karbon serta serat dari bahan alami seperti ijuk, rami maupun serat dari tumbuhan lain. (ACI 544.4R-18-2018)

### Serat Kaca atau *Fiberglass*

*Fiberglass* adalah material yang terdiri dari serat kaca yang diperoleh melalui proses penarikan kaca cair hingga membentuk serat halus dengan diameter berkisar antara 0,005 mm hingga 0,01 mm. Serat ini kemudian dipintal membentuk benang atau ditunen seperti kain. Kemudian diresapi dengan resin, membuatnya kuat dan tahan korosi. *Fiberglass* merupakan jenis bahan fiber komposit yang mempunyai keunggulan, diantaranya kuat namun tetap ringan.

### Semen Portland

Semen portland adalah material yang mempunyai sifat adesif dan kohesif yang dapat mengadakan ikatan dengan pecahan-pecahan material menjadi satu kesatuan yang utuh. Namun semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah bersenyawa dengan air. Agregat tidak mempunyai peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan. Semen portland dapat dibedakan menjadi lima macam yang terdapat pada (SNI 15-2049-2004).

### Agregat Halus

Menurut (SNI 03-2847-2002), agregat halus adalah material pasir alam hasil desintegrasi alami dari batu maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu yang melewati saringan 4,75 mm (saringan nomor 4) dan tertahan pada saringan 0,075 mm (saringan nomor 200). Agregat halus biasanya digunakan dalam campuran beton untuk memberikan kekuatan, kepadatan, dan daya tahan yang baik.

### Agregat Kasar

Agregat kasar dapat berupa campuran bergradasi dari batu pecah, kerikil, atau material lain yang digunakan dalam pembuatan beton. Agregat kasar biasanya digunakan bersama dengan semen dan air untuk membuat beton yang kuat dan tahan lama. Ukuran dan jenis agregat kasar yang digunakan dapat bervariasi tergantung pada kebutuhan konstruksi yang spesifik.

## Air

Air sangat diperlukan dalam proses pembuatan beton, air yang digunakan harus memenuhi persyaratan (SNI 03-2847, 2002b), air yang dapat digunakan adalah air yang bersih, dapat diminum, tidak berasa, tidak berbau, tidak mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, dan bahan lainnya yang dapat merugikan beton.

## Kadar Udara Beton Segar

Kadar udara dalam beton sangat penting karena dapat mempengaruhi sifat-sifat fisik dan mekanik beton. Berdasarkan standar untuk pengujian kadar udara yaitu (ASTM C231), Persyaratan kandungan kadar udara beton adalah kurang dari 6,5%. Bila kadar udara beton melebihi 6,5% maka kekuatan beton tersebut akan berkurang dikarenakan terlalu banyak terdapat rongga. Pengukuran kadar udara pada beton segar dengan massa jenis normal biasanya dilakukan dengan menggunakan metode tekanan (ASTM C231). Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan kadar udara pada sampel beton dengan menggunakan pressure meter. Nilai kandungan udara, dihitung dengan:

$$\text{Kadar Udara (\%)} = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

Dengan :

$h_1$  = Tinggi air permukaan dari pembacaan pada alat ukur percobaan 1 (%)

$h_2$  = Tinggi air permukaan dari pembacaan pada alat ukur percobaan 2 (%)

## Kuat Tekan Beton

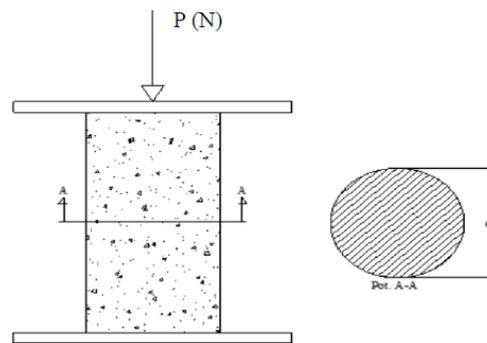
Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. (SNI 03-1974, 1990). Pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sampai retak. Tata cara pengujian yang digunakan mengikuti (SNI 1974, 2011a), dengan rumus seperti berikut :

$$\text{Kuat Tekan Beton} = \frac{P}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Dengan :

$P$  = Beban maksimum (N).

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



Gambar 2.1 Uji Kuat Tekan Beton

## Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah merupakan besarnya kapasitas silinder beton yang diperoleh dari pemberian beban terhadap benda uji yang diletakkan secara mendatar dan sejajar pada permukaan penekan mesin uji tekan sampai benda uji hancur, dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas, menggunakan benda uji silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. (SNI-03-2491, 2014) Dari hasil pengujian kuat tarik belah kemudian dapat dihitung memakai rumus seperti (SNI 03-2491, 2014):

$$f_t = \frac{2 \cdot P}{d \cdot L}$$

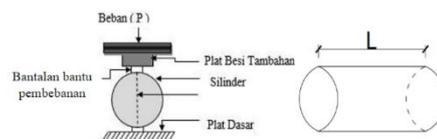
Dengan :

$f_t$  = Kekuatan tarik belah (Mpa).

$P$  = Beban maksimum yang ditunjukkan mesin uji tekan

$L$  = Panjang (mm).

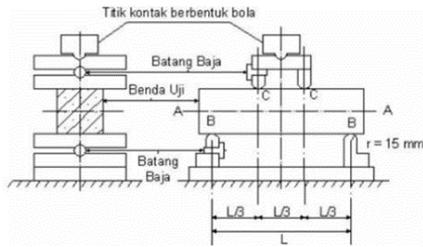
$D$  = Diameter (mm).



Gambar 2.2 Uji Kuat Tarik Belah Beton

## Kuat Tarik Lentur Beton

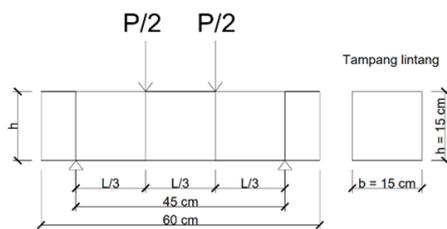
Berdasarkan (SNI 03-4431, 1997), Kuat tarik lentur merupakan parameter kekuatan beton yang diukur pada benda uji berbentuk balok yang diletakkan pada dua tumpuan untuk menahan beban dengan arah tegak lurus terhadap sumbu benda uji. Pengujian ini dilakukan hingga terjadi keruntuhan, dan hasilnya dinyatakan dalam satuan Mega Pascal (MPa) per luas penampang. (SNI 03-4431, 1997). Pada pengujian kuat tarik lentur pada beton, benda uji yang digunakan berupa beton berbentuk balok dengan panjang 60 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm.



**Gambar 2.3** Uji Kuat Tarik Lentur Beton

Dengan :

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



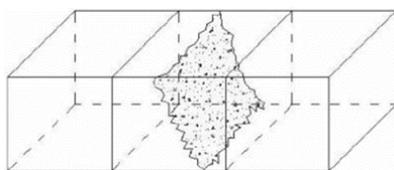
**Gambar 2.4** Garis - Garis Perletakan dan Pembebanan

Dengan :

- 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)

Tata cara yang digunakan dalam pengujian kuat tarik lentur berdasarkan (SNI 03-4431, 1997) adalah sebagai berikut: (SNI 03-4431, 1997)

- i. Ketika pengujian dilakukan dengan bidang patah sebesar 1/3 bentang tengah kedua beban, kekuatan lentur beton dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

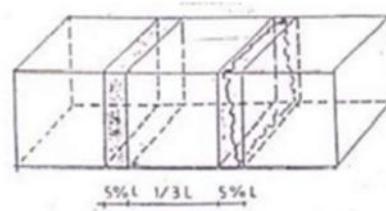


**Gambar 2.5** Patah Pada 1/3 Bentang Tengah

$$\sigma_1 = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$$

- ii. Ketika benda uji diuji dalam kondisi dimana patahnya berada diluar pusat (dalam area 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik patah dan pusat kurang dari 5% dari jarak perletakan, kekuatan lentur beton dapat

dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:



**Gambar 2.6** Bidang Patah di Luar Kedua Beban < 5% Bentang

$$\sigma_1 = \frac{3 \cdot P \cdot a}{b \cdot h^2}$$

Dengan :

- $\sigma_1$  = Kuat tarik lentur benda uji (Mpa).
- 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)

### Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas adalah rasio dari tegangan normal tarik atau tekan terhadap regangan. Modulus elastisitas tergantung pada umur beton, sifat-sifat agregat dan semen, kecepatan pembebanan, jenis dan ukuran dari benda uji. Dari pengujian tekan silinder beton (diameter 15 cm, tinggi 30 cm) Adapun perhitungan modulus elastisitas yakni sebagai berikut (ASTM C469, 1994):

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0,00005}$$

Dengan :

- $E_c$  = Modulus Elastistas Chord (N/mm<sup>2</sup>)
- $S_2$  = Tegangan sesuai dengan 40% dari beban akhir (N/mm<sup>2</sup>)
- $S_1$  = Tegangan yang sesuai dengan regangan longitudinal 0,00005
- $\epsilon_2$  = Regangan longitudinal dihasilkan oleh tegangan  $S_2$  (mm/mm)

Perhitungan regangan ( $\epsilon$ ) yang terjadi dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Dengan :

$\varepsilon$  = Regangan

$\Delta L$  = Perubahan panjang (mm)

$L_0$  = Tinggi beton relatif (jarak antar dua ring dial) 200 mm

Perhitungan tegangan ( $\sigma$ ) yang terjadi dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dengan :

$\sigma$  = Tegangan normal (N/mm<sup>2</sup>)

P = Besar gaya yang bekerja (N)

A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>)

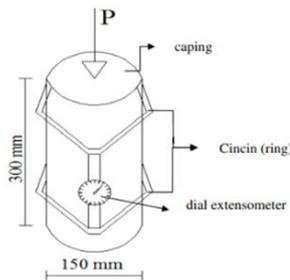
Untuk mengetahui validasi dari nilai modulus elastisitas untuk dapat digunakan rumus sebagai berikut (SK SNI T - 15 -1991) pasal 3.1.5

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c}$$

Dengan :

$E_c$  = Modulus Elastisitas (MPa)

$f'_c$  = Kuat tekan beton (MPa)



Gambar 2.7 Uji Modulus Elastisitas Beton

### 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu tahapan yang digunakan dalam penelitian untuk mencapai hasil yang diinginkan. Studi penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Studi pustaka, bertujuan untuk mengkaji hubungan antara variabel yang akan diteliti dengan mempelajari teori-teori yang ada untuk merumuskan hipotesis penelitian
2. Studi eksperimental dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data yang dibutuhkan. Data ini dianalisis secara statistik untuk menguji hipotesis dan kesimpulan akhir ditarik. Gambaran umum prosedur penelitian adalah sebagai berikut:
  - a. Persiapan bahan *fiberglass matt* yang akan dipakai.
  - b. Pemeriksaan berat isi.

- c. Analisa saringan agregat kasar dan agregat halus.
- d. Pengujian bahan lewat saringan No. 200.
- e. Pengujian kadar lumpur agregat halus.
- f. Pengujian kadar organik agregat halus.
- g. Pengujian kadar air agregat kasar dan agregat halus.
- h. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.
- i. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.
- j. Pengujian keausan agregat kasar (*abrasi test*) dengan menggunakan alat Los Angeles.
- k. Perencanaan campuran beton.
- l. Pencampuran fiberglass matt pada beton segar.
- m. Pengujian slump.
- n. Pengujian kadar udara.
- o. Perawatan benda uji.
- p. Pengujian benda uji
- q. Analisa data.

### Populasi dan Sampel

Tabel 3.1 Campuran dan jumlah sampel (benda uji)

Tipe Beton	Jenis Pengujian	Umur (Hari)	Persentase Serat (%)	Ukuran Sampel (cm)	Jumlah Sampel (buah)
Beton Normal	Kuat Tekan	28	0,000	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Kuat Tekan	28	0,030	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Kuat Tekan	28	0,040	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Kuat Tekan	28	0,050	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Kuat Tekan	28	0,060	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Kuat Tekan	28	0,070	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Kuat Tekan	28	0,075	Silinder 15 x 30	3

Tipe Beton	Jenis Pengujian	Umur (Hari)	Persentase Serat (%)	Ukuran Sampel (cm)	Jumlah Sampel (buah)
Beton Normal	Kuat Tarik	28	0,000	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Kuat Tarik	28	0,030	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Kuat Tarik	28	0,040	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Kuat Tarik	28	0,050	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Kuat Tarik	28	0,060	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Kuat Tarik	28	0,070	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Kuat Tarik	28	0,075	Silinder 15 x 30	3

Tipe Beton	Jenis Pengujian	Umur (Hari)	Persentase Serat (%)	Ukuran Sampel (cm)	Jumlah Sampel (buah)
Beton Normal	Kuat Lentur	28	0,000	Balok 15 x 15 x 65	2
Beton Berserat	Kuat Lentur	28	0,030	Balok 15 x 15 x 65	2
Beton Berserat	Kuat Lentur	28	0,040	Balok 15 x 15 x 65	2
Beton Berserat	Kuat Lentur	28	0,050	Balok 15 x 15 x 65	2
Beton Berserat	Kuat Lentur	28	0,060	Balok 15 x 15 x 65	2
Beton Berserat	Kuat Lentur	28	0,070	Balok 15 x 15 x 65	2
Beton Berserat	Kuat Lentur	28	0,075	Balok 15 x 15 x 65	2

Tipe Beton	Jenis Pengujian	Umur (Hari)	Persentase Serat (%)	Ukuran Sampel (cm)	Jumlah Sampel (buah)
Beton Normal	Modulus Elastisitas	28	0,000	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Modulus Elastisitas	28	0,030	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Modulus Elastisitas	28	0,040	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Modulus Elastisitas	28	0,050	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Modulus Elastisitas	28	0,060	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Modulus Elastisitas	28	0,070	Silinder 15 x 30	3
Beton Berserat	Modulus Elastisitas	28	0,075	Silinder 15 x 30	3

Sumber: Analisis Penulis

### Metode Pengumpulan Data

#### Uji Kadar Udara Beton Segar

1. Adukan beton yang dipakai untuk keperluan penentuan kadar udara di dalam beton di ambil langsung dari mesin pengaduk dengan menggunakan bahan yang tidak menyerap air, kemudian adukan beton diaduk kembali sebelum dilakukan pemeriksaan kadar udaranya.
2. Alat uji kadar udara



Gambar 3.1 Alat Uji Kadar Udara Beton Segar

3. Prosedur pengujian kadar udara
  - a. Persiapkan peralatan yang diperlukan.
  - b. Aduk rata beton yang digunakan terlebih dahulu.
  - c. Bersihkan alat air content sebelum digunakan.
  - d. Masukkan adukan beton kedalam wadah dengan 3 lapisan, setiap lapisan berisi kira-kira 1/3 dari isi wadah, pada masing-masing lapisan dipadatkan dengan tongkat pematik sebanyak 25 kali secara merata.
  - e. Ketuk menggunakan palu karet sampai permukaan beton rata.
  - f. Isi wadah tersebut sampai penuh.
  - g. Ratakan permukaan adukan beton dan bersihkan bagian atas wadah dari kelebihan adukan beton yang masih melekat.
  - h. Pasang penutup wadah dan kencangkan klem penutupnya.

- i. Pompa sampai garis manometer menunjukkan angka 20 psi
- j. Tunggu kira-kira 5 detik, buka keran (valve) pressure adjusting dengan perlahan.
- k. Baca penurunan air pada tabung alat air content dengan teliti.
1. Lakukan 2 kali pengujian pada setiap variasi untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

- 1) Nilai kandungan udara, dihitung dengan:

$$\text{Kadar Udara (\%)} = \frac{h1 + h2}{2}$$

Dengan :

h1 = Tinggi air permukaan dari pembacaan pada alat ukur percobaan 1 (%)

h2 = Tinggi air permukaan dari pembacaan pada alat ukur percobaan 2 (%)

#### Uji Kuat Tekan

1. Benda uji kuat tekan

Benda uji berupa beton silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang telah berumur 28 hari dan telah di capping.

2. Alat uji kuat tekan



Gambar 3.1 Alat Uji Kuat Tekan

3. Prosedur uji kuat tekan

- a. Ambillah benda uji dari tempat perawatan.
- b. Timbang dan catatlah berat benda uji.
- c. Letakkan benda uji pada mesin tekan.
- d. Jalankan mesin tekan
- e. Lakukan pembebanan sampai uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji
- f. Lakukan langkah – langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan diperiksa.

4. Rumus perhitungan nilai kuat tekan (SNI 1974, 2011a)

$$\text{Kuat Tekan Beton} = \frac{P}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Dengan :

P = Beban maksimum (N).

A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>)

### Uji Kuat Tarik Belah

1. Benda uji kuat tarik belah  
 Benda uji berupa beton silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang telah berumur 28 hari.
2. Alat uji kuat tarik belah



**Gambar 3.3** Alat Uji Kuat Tarik Belah

3. Prosedur uji kuat tarik belah
  - a. Ambillah benda uji dari tempat perawatan.
  - b. Timbang dan catatlah berat benda uji.
  - c. Letakkan benda uji pada mesin lentur secara sentris.
  - d. Jalankan mesin uji lentur.
  - e. Lakukan pembebanan sampai uji menjadi patah dan catatlah beban maksimum yang terjadi pada saat benda uji patah.
  - f. Lakukan langkah – langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan diperiksa.
4. Rumus perhitungan nilai kuat tarik belah (SNI 03-2491, 2014)

$$T = \frac{2 \cdot P}{d \cdot L}$$

Dengan :

- T = Beban maksimum (N).
- P = Luas penampang (mm<sup>2</sup>).
- L = Panjang (mm).
- D = Diameter (mm).

### Uji Kuat Tarik Lentur

1. Benda uji kuat tarik lentur  
 Benda uji berupa beton balok dengan ukuran lebar 15 cm, tinggi 15 cm dan panjang 65 cm yang telah berumur 28 hari.
2. Alat Uji Kuat Tarik Lentur



**Gambar 3.4** Alat Uji Kuat Tarik Lentur

3. Prosedur uji kuat tarik lentur
  - a. Ambil benda uji dari tempat perawatan.

- b. Timbang berat benda uji, tandai titik perletakan dan pembebanan benda uji.
- c. Pasang benda uji pada pemegang benda uji belah secara sentris,
- d. kemudian letakkan benda uji beserta pemegangnya pada mesin tekan secara sentris.
- e. Jalankan mesin uji tekan. Teanan harus dinaikkan berangsur-angsur dengan kenaikan berkisar antara 4 kg/cm<sup>2</sup> sampai 6 kg/cm<sup>2</sup> per detik.
- f. Lakukan pembebanan sampai benda uji terbelah dan catatlah beban maksimum yang terjadi pada saat benda uji terbelah.
- g. Lakukan langkah-langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan diperiksa.
4. Rumus perhitungan nilai kuat tarik lentur (SNI 03-4431, 1997)
  - a. Untuk pengujian dimana bidang patah terletak 1/3 bentang tengah kedua beban:

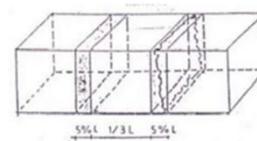
$$\sigma_1 = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$$



**Gambar 3.5** Patah Pada 1/3 Bentang Tengah

- b. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada diluar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari jarak antara titik perletakan:

$$\sigma_1 = \frac{3 \cdot P \cdot a}{b \cdot h^2}$$



**Gambar 3.6** Bidang Patah di Luar Kedua Beban < 5% Bentang

Dengan :

- $\sigma_1$  = Kuat tarik lentur benda uji (MPa)
- P = Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (kN)
- L = Jarak (bentang) 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

### Uji Modulus Elastisitas

1. Benda Uji Modulus Elastisitas  
 Benda uji berupa beton silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm) yang telah berumur 28 hari dan telah dicapping.
2. Alat uji modulus elastisitas



Gambar 3.7 Alat Uji Modulus Elastisitas

3. Prosedur uji modulus elastisitas
  - a. Ambillah benda uji dari tempat perawatan.
  - b. Timbang dan catatlah berat benda uji.
  - c. Pasang alat Compressometer dan dial gauge pada benda uji, pastikan mur dan baut terpasang sempurna.
  - d. Letakkan benda uji yang telah dipasang alat Compressometer pada mesin pengujian tekan.
  - e. Jarum compressometer dan dial gauge diatur pada posisi nol arah longitudinal pada mesin uji tekan.
  - f. Siapkan kamera didepan mesin pengujian tekan untuk merekam perubahan yang terjadi pada dial gauge selama pengujian.
  - g. Nyalakan mesin pengujian tekan dan untuk pengambilan data dengan merekam dan memberi aba-aba setiap penambahan tekanan sebesar 50 kN, lalu baca besarnya perubahan panjang ( $\Delta l$ ) untuk setiap penambahan 50 kN di dial gauge pada alat compressometer.
  - h. Rekam selama proses pengujian berlangsung, sampai benda uji hancur atau sampai pada tekanan maksimal.
  - i. Setelah benda uji hancur, periksa hasil dokumentasi dan catat displacement longitudinal yang terbaca pada dial gauge setiap penambahan beban 50 kN.

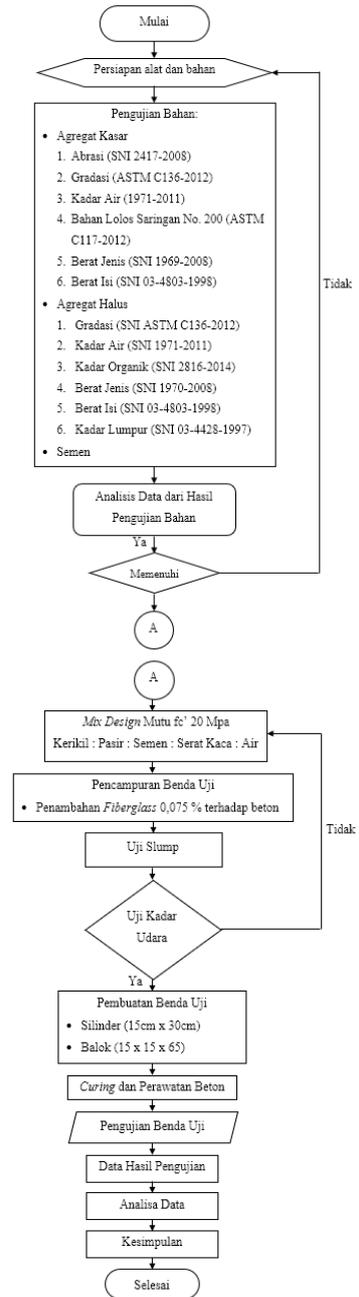
4. Rumus perhitungan nilai modulus elastisitas (ASTM C469, 1994)

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0,00005}$$

Dimana :

- $E_c$  = Modulus Elastisitas Chord (N/ mm<sup>2</sup>).
- $S_2$  = Tegangan sesuai dengan 40% dari beban akhir (N/ mm<sup>2</sup>).
- $S_1$  = Tegangan yang sesuai dengan regangan longitudinal 0,00005.
- $\epsilon_2$  = Regangan longitudinal dihasilkan oleh tegangan  $S_2$  (mm/mm).

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode desain campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah (SNI 03-2834-2000), Terkait Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton. Sebelum memulai proses perhitungan untuk menentukan jumlah komposisi campuran, ada beberapa hal yang harus diperhatikan saat merancang campuran beton. Salah satunya adalah bahwa campuran harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

### Data Perancangan Campuran Beton

- $f'c$  Rencana = 20 Mpa
- Slump Rencana = 60-180 mm
- Tipe Semen = Semen Tiga Roda Tipe I
- Ukuran Agregat Kasar Maksimum = 25 mm
- Zona Agregat Halus = Zone II
- Volume Campuran Beton = < 1000 m<sup>3</sup>
- Jenis Agregat Kasar = Dipecah
- Bj Agregat Halus Kondisi SSD = 2,70
- Bj Agregat Kasar Kondisi SSD = 2,64

### Perhitungan Kuat Tekan Rencana

**Tabel 4.1** Deviasi Standar Berdasarkan Jumlah Beton

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
< 15	Lihat butir 4.2.3.1.1) (5)
15	1,16
20	1,08
25	1,03
< 25	1,00

Sumber (SNI 03-2834-2000)

Berdasarkan informasi diatas karena jumlah beton yang dikerjakan 15, sehingga menggunakan Faktor Pengali Deviasi Standar 1,16.

- Nilai kuat tekan rata-rata yang direncanakan  
 $M = 1,64 \times Sr$   
 $= 1,64 \times 1,16$   
 $= 1,90$   
 $f'cr = f'c + M$   
 $= 20 + 1,90$   
 $= 21,90 \text{ Mpa}$

Keterangan :

$f'cr$  : Nilai Kuat Tekan Rencana

S : Nilai Deviasi

Target nilai kuat tekan rata-rata diambil nilai tertinggi, jadi didapatkan nilai kuat tekan rata-rata yang akan ditargetkan  $f'cr$  yakni 21,90 MPa.

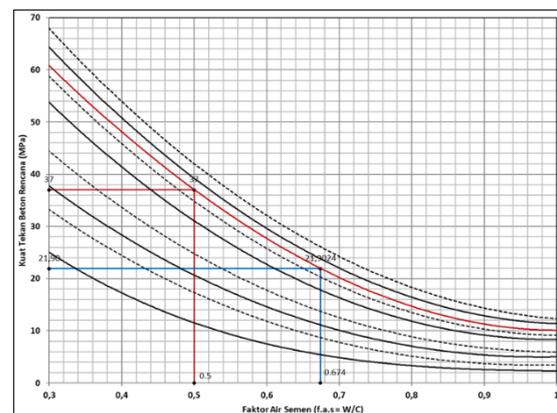
### Perhitungan Faktor Air Semen

**Tabel 4.2** Estimasi Kuat Tekan Beton, Faktor Air Semen (W/C) = 0,5

Jenis Semen	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (Mpa)				Bentuk Bentuk Uji
		Pada umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
		25	33	44	48	
	Batu pecah	25	31	46	53	Kubus
		30	40	53	60	

Sumber (SNI 03-2834-2000)

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



**Gambar 4.1** Diagram Alir Penelitian

Dengan menggunakan faktor air semen (W/C) sebesar 0,5 dan agregat kasar dipecah dengan nilai (Mpa) selama 28 hari, kuat tekan dapat dihitung dengan nilai 37, menurut informasi yang diperoleh dari tabel 4.15. Selanjutnya, masukkan ke dalam grafik 4.5 dengan mengikuti garis lengkung. Masukkan  $f'cr$  yang ditemukan pada nomor 2, yaitu 21,90 dan tarik garis horizontal sampai memotong garis lengkung yang telah dibuat sebelumnya. Baca dengan menarik garis kebawah. Hasilnya, faktor air semen adalah 0,674.

### Menentukan Kadar Air Bebas

Tabel 4.3 Perkiraan Kadar Air Bebas

AG MAX (mm)	AIR BEBAS							
	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
12	147	178	176	202	200	226	219	245
13	146	177	174	204	198	225	216	243
14	144	176	172	199	195	219	213	240
15	143	175	170	198	193	218	210	238
15	139	175	166	194	188	218	205	233
19	137	171	162	192	183	212	198	228
20	135	170	160	190	180	210	195	225
25	130	171	155	186	175	205	190	220
30	125	173	150	183	170	200	185	215
35	120	174	145	179	340	195	180	210
40	115	175	140	175	160	190	175	205

Sumber (SNI 03-2834-2000)

Dalam proses perancangan beton normal dan berserat direncanakan nilai slump sebesar 60-180 mm, nilai tersebut ditetapkan dengan tujuan untuk menghindari beton porous atau keropos dan memberi kelecakan yang baik dalam proses pengecoran beton.

- Agregat maksimum 25 mm: Wh = 190 serta Wk = 200

Dimana :

Wh = Perkiraan jumlah air untuk agregat halus

Wk = Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

Maka, kadar air bebas dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini:

- Kadar air bebas (W)

$$= \frac{2}{3} \times Wh + \frac{1}{3} \times Wk$$

$$= \frac{2}{3} \times 190 + \frac{1}{3} \times 220$$

$$= 200,00 \text{ kg/m}^3$$

- Jumlah Semen (PC)

$$= W / f.a.s$$

$$= 200,00 / 0,674$$

$$= 296,74 \text{ kg/m}^3$$

### Menentukan Presentase Agregat Halus dan Agregat Kasar

- $f.a.s = 0,674$
- Batas atas zone 2 = 50,00
- Batas bawah zone 2 = 39,50
- Presentase agregat halus

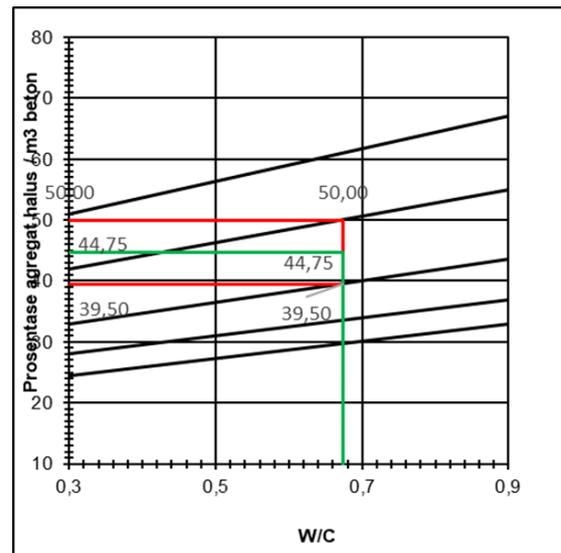
$$= \frac{\text{Batas atas} + \text{Batas bawah}}{2}$$

$$= \frac{50,00 + 39,50}{2}$$

$$= 44,75 \%$$

- Presentase agregat kasar = 100% - 44,75%

$$= 55,25 \%$$



Gambar 4.2 Presentase Agregat Halus

### Menentukan Kadar Air Bebas

Diketahui :

- Berat jenis agregat halus = 2,704
- Berat jenis agregat kasar = 2,740
- Presentase agregat halus = 44,75 %
- Presentase agregat kasar = 55,25 %
- Berat jenis agregat gabungan = ((Presentase agregat halus x Berat jenis agregat halus) + (Presentase agregat kasar + Berat jenis agregat kasar) / 100

$$= \frac{((44,75 \times 2,704) + (55,25 \times 2,740))}{100}$$

$$= 2,724$$

- Berat jenis semen = 2,929
- Jumlah semen = 296,74 kg/m<sup>3</sup>
- Kadar air bebas = 200,00 kg/m<sup>3</sup>
- Presentase udara terperangkap = 1,5 %

Berat Jenis Beton Segar

$$= (((10 \times \text{Berat jenis agregat gabungan}) \times (100 - \text{Presentase udara terperangkap})) + (\text{Jumlah semen} \times (1 - (\text{Berat jenis agregat gabungan} / \text{Berat jenis semen}))) - (\text{Kadar air bebas} \times (\text{Berat jenis agregat gabungan} - 1)))$$

$$= (((10 \times 2,724) \times (100 - 1,5)) + (296,74 \times (1 - (2,724 / 2,929))) - (200 \times (2,724 - 1)))$$

$$= 2359,1752 \text{ kg}$$

### Menentukan Jumlah Agregat Kondisi SSD (Saturated Surface Dry)

- Total Agregat = Berat beton segar – jumlah semen – kadar air bebas
- $$= 2359,1752 - 296,74 - 200,00$$
- $$= 1862,44 \text{ kg/m}^3$$

- Agregat Halus = Presentase agregat halus x berat total agregat  
 $= 44,75 \% \times 1862,44 \text{ kg/m}^3$   
 $= 833,44 \text{ kg/m}^3$
- Agregat Kasar = Presentase agregat kasar x berat total agregat  
 $= 55,25 \% \times 1862,44 \text{ kg/m}^3$   
 $= 1029,00 \text{ kg/m}^3$

**Menentukan Komposisi Campuran Kondisi Di Lapangan**

- Semen

$$= \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Faktor Air Semen}}$$

$$= \frac{200}{0,674}$$

$= 296,74 \text{ kg/m}^3$

- Agregat halus (asli)

$$= \frac{100 + wc \text{ asli}}{100 + wc \text{ SSDx}} \times \text{agregat halus kondisi SSD}$$

$$= \frac{100 + 0,962}{100 + 2,46} \times 833,44$$

$= 820,98 \text{ kg/m}^3$

- Agregat kasar (asli)

$$= \frac{100 + wc \text{ asli}}{100 + wc \text{ SSDx}} \times \text{agregat kasar kondisi SSD}$$

$$= \frac{100 + 1,31}{100 + 1,57} \times 1029,00$$

$= 1026,36 \text{ kg/m}^3$

- Kebutuhan air lapangan

$\text{Air} = W + \text{Kelebihan air agregat halus} + \text{Kelebihan air agregat kasar}$

- Kebutuhan air agregat halus

$= \text{Berat agregat halus SSD} - \text{Berat agregat halus asli}$

$= 833,44 - 820,98$

$= 12,46 \text{ kg/m}$

- Kebutuhan air agregat kasar

$= \text{Berat agregat kasar SSD} - \text{Berat agregat kasar asli}$

$= 1029,00 - 1026,36$

$= 2,64 \text{ kg/m}$

- Air

$= W + (Wc \text{ SSD halus} - Wc \text{ asli halus}) + (Wc \text{ SSD kasar} - Wc \text{ asli kasar})$

$= 200 + 12,46 + 2,46$

$= 215,10 \text{ kg/m}^3$

- Kebutuhan serat kondisi lapangan

$\text{Serat } 0,05\% = (0,05 \times (296,74 + 215,10 + 820,98 + 1026,36)) / 100 = 1,18 \text{ kg/m}^3$

$\text{Serat } 0,075\% = (0,075 \times (296,74 + 215,10 + 820,98 + 1026,36)) / 100 = 1,77 \text{ kg/m}^3$

Dari perhitungan diatas diperoleh komposisi beton pada kondisi lapangan :

- Semen = 296,74 kg/m<sup>3</sup>

- Air = 215,10 kg/m<sup>3</sup>

- Agregat halus = 820,98 kg/m<sup>3</sup>

- Agregat kasar = 1026,36 kg/m<sup>3</sup>

**Perhitungan Kebutuhan Bahan Pada Campuran Beton**

**Tabel 4.4** Kebutuhan Campuran Beton

Jumlah Bahan	Variasi Kadar Serat (%)							Total
	0	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,075	
Semen (Kg)	21,07	21,07	21,07	21,07	21,07	21,07	21,07	147,51
Serat (gram)	0,00	50,26	67,02	83,77	100,53	117,28	125,66	544,51
Agregat Halus (Kg)	58,30	58,30	58,30	58,30	58,30	58,30	58,30	408,13
Agregat Kasar (Kg)	72,89	72,89	72,89	72,89	72,89	72,89	72,89	510,22
Air (kg/liter)	15,28	15,28	15,28	15,28	15,28	15,28	15,28	106,93
Silinder 15 x 30	6	6	6	6	6	6	6	42
Balok 15 x 15 x 60	2	2	2	2	2	2	2	14

Sumber : Hasil Penelitian

**Pengujian Slump**

**Tabel 4.5** Slump Test Tiap Variasi Campuran Beton

No.	Kode	Slump Test (cm)
1	Serat 0,000 %	11,50
2	Serat 0,030 %	12,50
3	Serat 0,040 %	13,00

4	Serat 0,050 %	13,00
5	Serat 0,060 %	12,20
6	Serat 0,070 %	12,00
7	Serat 0,075 %	11,50

Sumber : Hasil Penelitian

**Pengujian Kadar Udara Beton Segar**

**Tabel 4.6** Kadar Udara Tiap Variasi Campuran Beton Segar

No.	Kode	Kadar Udara (%)
1	Serat 0,000 %	2,4
2	Serat 0,030 %	1,5
3	Serat 0,040 %	1,3
4	Serat 0,050 %	1,2
5	Serat 0,060 %	1,6
6	Serat 0,070 %	1,8
7	Serat 0,075 %	2,1

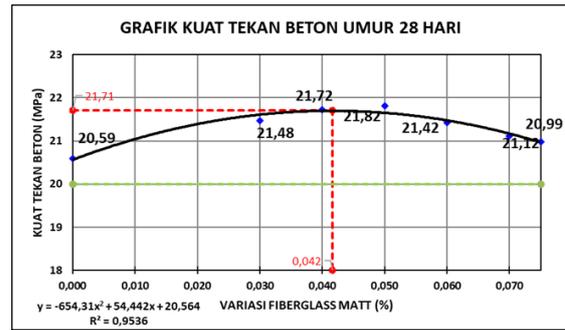
Sumber : Hasil Penelitian

**Hasil Pengujian**

**Tabel 4.7** Hasil Uji Kuat Tekan

No.	Kode	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Mutu	Berat (kg)	Tekanan hancur (KN)	Tekan hancur 28 hari (MPa)	Tekan Rata-Rata (MPa)
a	ST 0%	23/10/2024	20/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,86	370	20,95	20,59
b	ST 0%	23/10/2024	20/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,91	358	20,27	
c	ST 0%	23/10/2024	20/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,91	363	20,55	
a	ST 0,03%	14/12/2024	11/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,78	375	21,23	21,48
b	ST 0,03%	14/12/2024	11/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,78	378	21,40	
c	ST 0,03%	14/12/2024	11/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	13,05	385	21,80	
a	ST 0,04%	17/12/2024	14/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,72	373	21,12	21,72
b	ST 0,04%	17/12/2024	14/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,69	385	21,80	
c	ST 0,04%	17/12/2024	14/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,93	393	22,25	
a	ST 0,05%	26/10/2024	23/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,64	390	22,08	21,82
b	ST 0,05%	26/10/2024	23/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,59	386	21,85	
c	ST 0,05%	26/10/2024	23/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,60	380	21,51	
a	ST 0,06%	20/12/2024	17/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,78	383	21,68	21,42
b	ST 0,06%	20/12/2024	17/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,80	368	20,84	
c	ST 0,06%	20/12/2024	17/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,72	384	21,74	
a	ST 0,7%	19/12/2024	16/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	13,05	381	21,57	21,12
b	ST 0,7%	19/12/2024	16/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,68	367	20,78	
c	ST 0,7%	19/12/2024	16/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,72	371	21,00	
a	ST 0,75%	29/10/2024	26/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,65	377	21,34	20,99
b	ST 0,75%	29/10/2024	26/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,71	365	20,67	
c	ST 0,75%	29/10/2024	26/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,68	370	20,95	

Sumber : Hasil Analisa Penelitian



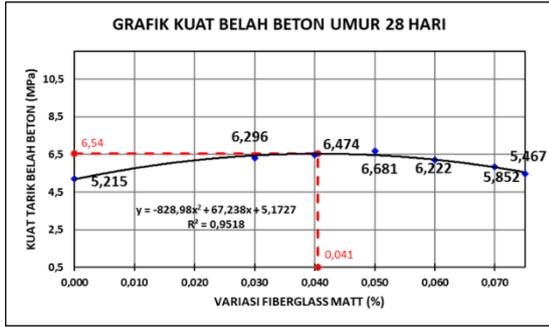
**Gambar 4.3** Analisis Grafik Regresi Hubungan Penggunaan *Fiberglass Matt* Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Perhitungan regresi pada kekuatan tekan beton setelah umur ke- 28 hari, diperoleh sebuah persamaan yang kuat  $\hat{Y} = -654,31x^2 + 54,442x + 20,064$ , Koefisien determinasi ( $R^2$ ) adalah 0,9536, dan koefisien korelasi adalah 0,9765. Koefisien tersebut menunjukkan bila kadar *Fiberglass Matt* sebagai bahan tambah campuran pada beton memengaruhi 95,36% perubahan nilai kuat tekan.

**Tabel 4.7** Hasil Uji Kuat Tarik Belah

No.	Kode	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Mutu	Berat (kg)	Beban maks (KN)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Kuat Tarik Belah fct (MPa)
a	SB 0%	23/10/2024	20/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,85	116,00	5,156	5,215
b	SB 0%	23/10/2024	20/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,94	117,00	5,200	
c	SB 0%	23/10/2024	20/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,72	119,00	5,289	
a	SB 0,03%	14/12/2024	11/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,53	137,00	6,089	6,296
b	SB 0,03%	14/12/2024	11/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,88	142,00	6,311	
c	SB 0,03%	14/12/2024	11/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,89	146,00	6,489	
a	SB 0,04%	17/12/2024	14/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	13,06	143,00	6,356	6,474
b	SB 0,04%	17/12/2024	14/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,79	145,00	6,444	
c	SB 0,04%	17/12/2024	14/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,85	149,00	6,622	
a	SB 0,05%	26/10/2024	23/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,78	149,00	6,622	6,681
b	SB 0,05%	26/10/2024	23/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,86	146,00	6,489	
c	SB 0,05%	26/10/2024	23/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,89	156,00	6,933	
a	SB 0,06%	20/12/2024	17/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,96	140,00	6,222	6,222
b	SB 0,06%	20/12/2024	17/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,75	138,00	6,133	
c	SB 0,06%	20/12/2024	17/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,69	142,00	6,311	
a	SB 0,07%	19/12/2024	16/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,90	126,00	5,600	5,852
b	SB 0,07%	19/12/2024	16/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,75	136,00	6,044	
c	SB 0,07%	19/12/2024	16/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	12,69	133,00	5,911	
a	SB 0,75%	29/10/2024	26/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	12,57	128,00	5,689	5,467

Sumber : Hasil Analisa Penelitian



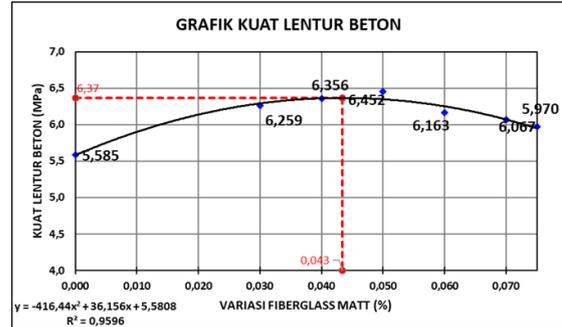
**Gambar 4.4** Analisis Grafik Regresi Hubungan Penggunaan *Fiberglass Matt* Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari

Perhitungan regresi pada kekuatan tekan beton setelah umur ke- 28 hari, diperoleh sebuah persamaan yang kuat  $\hat{Y} = -828,98x^2 + 67,238x + 5,1727$ , Koefisien determinasi ( $R^2$ ) adalah 0,9518, dan koefisien korelasi adalah 0,9756. Koefisien tersebut menunjukkan bila kadar *Fiberglass Matt* sebagai bahan tambah campuran pada beton memengaruhi 95,18% perubahan nilai kuat tarik belah.

**Tabel 4.7** Hasil Uji Kuat Tarik Lentur

No.	Kode	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Mutu	Berat (Kg)	Beban maks (KN)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rata-Rata (MPa)
a	SL 0%	23/10/2024	20/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	37,78	30,00	5,778	5,585
b	SL 0%	23/10/2024	20/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	37,11	28,00	5,393	
a	SL 0.03%	14/12/2024	11/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	36,58	33,00	6,356	6,259
b	SL 0.03%	14/12/2024	11/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	36,91	32,00	6,163	
a	SL 0.04%	17/12/2024	14/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	36,53	34,00	6,548	6,356
b	SL 0.04%	17/12/2024	14/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	37,43	32,00	6,163	
a	SL 0.05%	26/10/2024	23/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	36,74	35,00	6,741	6,452
b	SL 0.05%	26/10/2024	23/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	36,75	32,00	6,163	
a	SL 0.06%	20/12/2024	17/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	36,19	34,00	6,548	6,163
b	SL 0.06%	20/12/2024	17/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	36,38	30,00	5,778	
a	SL 0.7%	20/12/2024	17/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	36,57	33,50	6,452	6,067
b	SL 0.7%	20/12/2024	17/01/2025	28	f <sub>c20</sub>	36,38	29,50	5,681	
a	SL 0.75%	29/10/2024	26/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	36,54	33,00	6,356	5,778
b	SL 0.75%	29/10/2024	26/11/2024	28	f <sub>c20</sub>	36,56	27,00	5,200	

Sumber : Hasil Analisa Penelitian



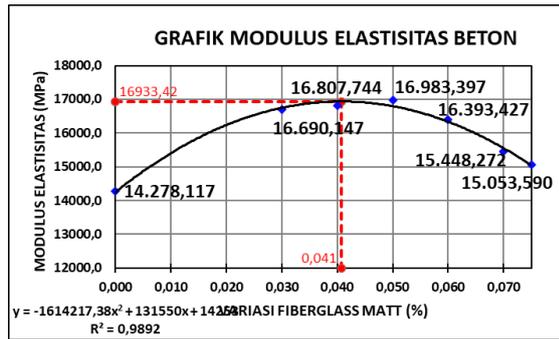
**Gambar 4.5** Analisis Grafik Regresi Hubungan Penggunaan *Fiberglass Matt* Terhadap Kuat Tarik Lentur Beton Umur 28 Hari

Perhitungan regresi pada kekuatan tekan beton setelah umur ke- 28 hari, diperoleh sebuah persamaan yang kuat  $\hat{Y} = -416,44x^2 + 36,156x + 5,5808$ , Koefisien determinasi ( $R^2$ ) adalah 0,9596, dan koefisien korelasi adalah 0,9796. Koefisien tersebut menunjukkan bila kadar *Fiberglass Matt* sebagai bahan tambah campuran pada beton memengaruhi 95,96% perubahan nilai kuat tarik lentur.

**Tabel 4.7** Hasil Uji Modulus Elastisitas

No	Kode Benda Uji	Kuat Tekan Rata - Rata (MPa)	Ec Perhitungan (Mpa)	Ec Rata - Rata (MPa)	Kenaikan (%)
a	0%	20,59	14509,67	14278,12	0,00%
b	0%		14002,72		
c	0%		14321,96		
a	0,03%	21,48	16532,93	16690,15	16,89%
b	0,03%		16670,90		
c	0,03%		16866,60		
a	0,04%	21,72	15585,38	16807,74	17,72%
b	0,04%		15198,18		
c	0,04%		19639,68		
a	0,05%	21,82	18973,73	16983,40	18,95%
b	0,05%		16039,79		
c	0,05%		15936,67		
a	0,06%	21,42	16334,73	16393,43	14,82%
b	0,06%		16182,60		
c	0,06%		16662,94		
a	0,07%	21,12	15949,08	15448,27	8,20%
b	0,07%		14749,59		
c	0,07%		15646,15		
a	0,075%	20,99	15723,50	15053,59	5,43%
b	0,075%		14527,42		
c	0,075%		14909,85		

Sumber : Hasil Analisa Penelitian



**Gambar 4.6** Analisis Grafik Regresi Hubungan Penggunaan *Fiberglass Matt* Terhadap Modulus Elastisitas Beton Umur 28 Hari

Perhitungan regresi pada modulus elastisitas beton setelah umur ke- 28 hari, diperoleh sebuah persamaan yang kuat  $\hat{Y} = -1614217,38x^2 + 131550x + 14253$ , Koefisien determinasi ( $R^2$ ) adalah 0,9892, dan koefisien korelasi adalah 0,9946. Koefisien tersebut menunjukkan bila kadar Fiberglass Matt sebagai bahan tambah campuran pada beton memengaruhi 98,92% perubahan nilai modulus elastisitas.

## 5. KESIMPULAN

Setelah mengevaluasi hasil penelitian, kita dapat sampai pada kesimpulan bahwa penambahan Fiberglass Matt berdampak pada kadar udara beton dan kekuatan beton. Kesimpulan ini sejalan dengan rumusan masalah, yaitu:

1. Nilai kadar udara beton yang dihasilkan dari penambahan Fiberglass Matt dengan variasi 0,000%, 0,030%, 0,040%, 0,050%, 0,060%, 0,070%, dan 0,075% didapatkan nilai kadar udara sebesar 2,40%, 1,50%, 1,30%, 1,20%, 1,60%, 1,8%, 2,10%. Hal ini menunjukkan bahwa untuk presentase optimal dari penambahan Fiberglass Matt pada kadar udara beton didapat kadar optimum 0,041% dengan nilai kadar udara sebesar 1,30%.
2. Nilai rata-rata kuat tekan beton normal dan beton berserat yang dihasilkan dari penambahan Fiberglass Matt dengan variasi 0,000%, 0,030%, 0,040%, 0,050%, 0,060%, 0,070%, dan 0,075% pada umur 28 hari didapatkan nilai kuat tekan beton sebesar 20,59 MPa, 21,48 MPa, 21,72 MPa, 21,82 MPa, 21,42 MPa, 21,12 MPa dan 20,99 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa untuk presentase optimal dari penambahan Fiberglass Matt pada beton umur 28 hari didapat kadar optimum 0,042% dengan nilai kuat tekan sebesar 21,71 MPa.
3. Nilai rata-rata kuat tarik belah beton normal dan beton berserat yang dihasilkan dari penambahan

Fiberglass Matt dengan variasi 0,000%, 0,030%, 0,040%, 0,050%, 0,060%, 0,070%, dan 0,075% pada umur 28 hari didapatkan nilai kuat tarik belah beton sebesar 5,215 MPa, 6,296 MPa, 6,474 MPa, 6,681 MPa, 6,222 MPa, 5,852 MPa dan 5,467 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa untuk presentase optimal dari penambahan Fiberglass Matt pada beton umur 28 hari didapat kadar optimum 0,041% dengan nilai kuat tarik belah beton sebesar 6,54 MPa.

Nilai rata-rata kuat tarik lentur beton normal dan beton berserat yang dihasilkan dari penambahan Fiberglass Matt dengan variasi 0,000%, 0,030%, 0,040%, 0,050%, 0,060%, 0,070%, dan 0,075% pada umur 28 hari didapatkan nilai kuat tarik lentur beton sebesar 5,585 MPa, 6,259 MPa, 6,356 MPa, 6,452 MPa, 6,163 MPa, 6,067 MPa dan 5,970 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa untuk presentase optimal dari penambahan Fiberglass Matt pada beton umur 28 hari didapat kadar optimum 0,043% dengan nilai kuat tarik lentur beton sebesar 6,38 MPa.

Nilai rata-rata modulus elastisitas beton normal dan beton berserat yang dihasilkan dari penambahan Fiberglass Matt dengan variasi 0,000%, 0,030%, 0,040%, 0,050%, 0,060%, 0,070%, dan 0,075% pada umur 28 hari didapatkan nilai modulus elastisitas sebesar 14278,12 MPa, 16690,15 MPa, 16807,74 MPa, 16983,40 MPa, 16393,43 MPa, 15448,27 MPa, 15053,59 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa untuk presentase optimal dari penambahan Fiberglass Matt pada beton umur 28 hari didapat kadar optimum 0,041% dengan nilai modulus elastisitas beton sebesar 16933,42 MPa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1982). *PUBI-1982 Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. (1990). *SNI 03-1974, 1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan Standar Nasional Indonesia.
- Anonim. (1994). *ASTM C 469-94 Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression*. USA : ASTM International.
- Anonim. (1997). *SNI 03-4431, 1997 Metode*

*Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan.* Badan Standar Nasional Indonesia.

Anonim. (2000). *SNI 03-2834, 2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.* Badan Standar Nasional Indonesia.

Anonim. (2002a). *ACI 544, 2002 State-of-the-Art Report on Fiber Reinforced Concrete.* American Concrete Institute.

Anonim. (2002b). *SNI 03-2847, 2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.* Badan Standar Nasional Indonesia.

Anonim. (2004). *SNI 15-2049, 2004 Semen Portland.* Badan Standard Nasional Indonesia.

Anonim. (2010). *ASTM C231-03 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.* ASTM International.

Anonim. (2011a). *SNI-1974, 2011 Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder.* Badan Standar Nasional Indonesia.

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

Anonim. (2013). *SNI-2847, 2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.* Badan Standar Nasional Indonesia.

Anonim. (2014). *SNI 03-2491, 2014 Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.* Badan Standar Nasional Indonesia.

Anonim. (2018). *ACI 544 . 4R-18 : Guide for Design with Fiber-Reinforced Concrete.* American Concrete Institute.