

## **Design Komposisi Beton Untuk Panel Beton Menggunakan Bahan Tambah Serat *Fiberglass***

Surya Laksa Andanu<sup>1</sup>, Aidil Abrar<sup>2</sup>, Sony Adiya Putra<sup>3</sup>, Welly  
Desriyati<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai, Jl.  
Utama Karya Bukit Batrem II

<sup>4</sup>Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai, Jl.  
Utama Karya Bukit Batrem II  
Email : [survalaksal@gmail.com](mailto:survalaksal@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Untuk mengatasi permasalahan kekurangan dari beton ada berbagai cara, salah satunya inovasi Pencampuran beton dengan serat adalah inovasi untuk meningkatkan kekuatan tekan beton. Beton serat merupakan bahan komposit yang pembuatannya ditambahkan serat dalam campuran beton. Serat yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah *Fiberglass*. Hasil perbandingan kuat tekan beton normal dan serat *Fiberglass*. Beton normal dari umur 7 hari kuat tekan rata-rata 107,76 Kg/Cm<sup>2</sup>, umur 14 hari kuat tekan rata-rata 154,09 Kg/cm<sup>2</sup>, umur 28 hari kuat tekan rata-rata 166,17 Kg/cm<sup>2</sup>. Dan untuk beton dengan bahan tambah serat *Fiberglass* 3% umur 7 kuat tekan rata-rata hari 117,83 Kg/cm<sup>2</sup>, umur 14 hari kuat tekan rata-rata 148,05 Kg/cm<sup>2</sup>, umur 28 hari kuat tekan rata-rata 164,66 Kg/cm<sup>2</sup>. untuk beton dengan bahan tambah serat *Fiberglass* 5% umur 7 kuat tekan rata-rata hari 123,87 Kg/cm<sup>2</sup>, umur 14 hari kuat tekan rata-rata 146,53 Kg/cm<sup>2</sup>, umur 28 hari kuat tekan rata-rata 187,32 Kg/cm<sup>2</sup>. untuk beton dengan bahan tambah serat *Fiberglass* 9% umur 7 kuat tekan rata-rata hari 99,70 Kg/cm<sup>2</sup>, umur 14 hari kuat tekan rata-rata 128,41 Kg/cm<sup>2</sup>, umur 28 hari kuat tekan rata-rata 149,56 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci** : Beton serat, beton normal, *serat fiberglass*, panel beton

### **ABSTRACT**

*To overcome the problem of deficiencies in concrete, there are various ways, one of which is the innovation of mixing concrete with fiber which is an innovation to increase the compressive strength of concrete. Fiber concrete is a composite material in which fiber is added to the concrete mixture. The fiber used in this research is Fiberglass. Comparison results of the compressive strength of normal concrete and Fiberglass fiber. Normal concrete aged 7 days has an average compressive strength of 107.76 Kg/Cm<sup>2</sup>, aged 14 days the average compressive strength is 154.09 Kg/cm<sup>2</sup>, aged 28 days the average compressive strength is 166.17 Kg/cm<sup>2</sup>. And for concrete with added 3% Fiberglass fiber, aged 7 days, the average compressive strength is 117.83 Kg/cm<sup>2</sup>, aged 14 days, the average compressive strength is 148.05 Kg/cm<sup>2</sup>, aged 28 days, the average compressive strength is 164, 66 Kg/cm<sup>2</sup>. for concrete with 5% Fiberglass fiber added at age 7 the average compressive strength is 123.87 Kg/cm<sup>2</sup>, at 14 days the average compressive strength is 146.53 Kg/cm<sup>2</sup>, at 28 days the average compressive strength is 187.32 Kg/cm<sup>2</sup>. for concrete with added 9% Fiberglass fiber, aged 7 days, the average compressive strength is 99.70 Kg/cm<sup>2</sup>, aged*

*14 days, the average compressive strength is 128.41 Kg/cm<sup>2</sup>, aged 28 days, the average compressive strength is 149.56 Kg/cm<sup>2</sup>.*

**Keywords** : *Fiber concrete, normal concrete, Fiberglass*

## Pendahuluan

Salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan adalah beton, beton merupakan salah satu bahan konstruksi pekerjaan sipil yang sangat berperan penting dalam pembangunan. Beton merupakan salah satu material konstruksi yang terdiri dari campuran agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) sebagai bahan pengisi, serta semen dan air sebagai bahan pengikat. Penambahan admixtures juga dapat dilakukan tergantung pada tujuan untuk meningkatkan mutu beton. Untuk mengatasi permasalahan kekurangan dari beton ada berbagai cara, salah satunya inovasi. Pencampuran beton dengan serat adalah inovasi untuk meningkatkan kekuatan tekan beton. Beton serat merupakan bahan komposit yang pembuatannya ditambahkan serat dalam campuran beton. Serat yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah *Fiberglass*. *Fiberglass* merupakan kaca cair ditarik menjadi serat tipis dengan diameter mulai dari 0,005 mm hingga 0,01 mm. Bahan tersebut digunakan sebagai bahan komposit berbahan dasar serat yang dinamakan *Glass Reinforced Plastic*. *Fiberglass* memiliki berat yang ringan serta memiliki sifat kuat terhadap tarik dan ketahanan lebih tinggi yang dibandingkan dengan serat baja. Penelitian ini dilakukan Untuk mengetahui perencanaan komposisi campuran Beton K-175 dengan menggunakan bahan tambah serat *Fiberglass* yang akan digunakan. Adapun rumusan masalah dalam artikel ini adalah Bagaimanakah pengaruh penambahan serat *Fiberglass* sebagai *fiber concrete* terhadap kuat tekan beton

## Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sekolah Tinggi Teknologi Dumai. Data yang didapat merupakan data sekunder yang didapat dari penelitian yaitu dengan terjun langsung kelapangan. Bagan alir penelitian bertujuan untuk menjelaskan langkah-langkah dan urutan-urutan prosedur dari suatu penelitian. Dimulai dari studi pendahuluan dan literatur, perumusan masalah, pengumpulan, pengelolaan, analisis data dan juga kesimpulan suatu penelitian dapat dilihat langkah-langkah sebagai berikut : Mulai, Tahapan persiapan, Persiapan Alat dan Bahan, Pemeriksaan Material agregat halus agregat kasar dan semen, Mix Design K-175, Penambahan serat *Fiberglass* 3% 5% 9%, Pembuatan benda uji (silinder, kubus, dan balok), Pengujian benda uji Kuat Tekan Beton umur 7 14 28 hari, Pengujian benda uji kuat lentur beton umur 7, 14, dan 28 hari, Analisis dan Pembahasan, Kesimpulan, dan selesai.

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Dari hasil pengujian kuat tekan beton, didapat hasil kuat tekan beton normal dan rendaman hcl sebagai berikut yaitu:

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal Umur 7 Hari

Umur Beton	Dimensi Cm <sup>2</sup>	Berat Sampel Kg	Faktor Umur	Kuat Tekan Kn	Kuat Tekan 7 Hari Kg/Cm <sup>2</sup>	Keterangan
7 hari	225	8,1	0,65	260	117,83	Memenuhi
7 hari	225	8,1	0,65	250	113,3	Tidak Memenuhi
7 hari	225	8,1	0,65	200	90,64	Tidak Memenuhi
Kuat Tekan Rata-Rata					107,26	Kg/Cm <sup>2</sup>

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rencana umur 7 hari (beton normal)

Faktor umur beton x Mutu Beton

$$0,65 \times 175 = 113,75 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kuat tekan :

- Sampel 1 = 117,83 > 113,75 (Memenuhi)
- Sampel 2 = 113,30 > 113,75 (Tidak Memenuhi)
- Sampel 3 = 90,64 > 113,75 (Tidak Memenuhi)

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal Umur 14 Hari

Umur Beton	Dimensi Cm <sup>2</sup>	Berat Sampel Kg	Faktor Umur	Kuat Tekan Kn	Kuat Tekan 14 Hari Kg/Cm <sup>2</sup>	Keterangan
14 hari	225	8,1	0,88	340	154,09	Memenuhi
14 hari	225	8,1	0,88	360	163,15	Memenuhi
14 hari	225	8,1	0,88	320	145,02	Tidak Memenuhi
Kuat Tekan Rata-Rata					154,09	Kg/Cm <sup>2</sup>

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rencana umur 14 hari (beton normal)

Faktor umur beton x Mutu Beton

$$0,88 \times 175 = 153,8 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kuat tekan :

- Sampel 1 = 154,09 > 153,8 (Memenuhi)
- Sampel 2 = 163,15 > 153,8 (Memenuhi)

- Sampel 3 = 145,02 > 153,8 (Tidak Memenuhi)

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal Umur 28 hari

Umur Beton	Dimensi Cm <sup>2</sup>	Berat Sampel Kg	Faktor Umur	Kuat Tekan Kn	Kuat Tekan 28 Hari Kg/Cm <sup>2</sup>	Keterangan
28 hari	225	8,1	1	400	181,28	Memenuhi
28 hari	225	8,2	1	310	163,15	Tidak Memenuhi
28 hari	225	8,1	1	390	145,02	Memenuhi
Kuat Tekan Rata-Rata					154,09	Kg/Cm2

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rencana umur 28 hari (beton normal)

Faktor umur beton x Mutu Beton

$$1 \times 175 = 175 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kuat tekan :

- Sampel 1 = 181,28 > 175 (Memenuhi)
- Sampel 2 = 140,49 > 175 (Tidak Memenuhi)
- Sampel 3 = 176,75 > 175 (Memenuhi)

## 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Serat Fiber 3%

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari Serat Fiber3%

Umur Beton	Dimensi Cm <sup>2</sup>	Berat Sampel Kg	Faktor Umur	Kuat Tekan Kn	Kuat Tekan 7 Hari Kg/Cm <sup>2</sup>	Keterangan
7 hari	225	8,1	0,65	260	117,83	Memenuhi
7 hari	225	8,0	0,65	280	126,9	Memenuhi
7 hari	225	8,1	0,65	240	108,77	Tidak Memenuhi
Kuat Tekan Rata-Rata					117,83	Kg/Cm2

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rencana umur 7 hari (beton serat 3%)

Faktor umur beton x Mutu Beton

$$0,65 \times 175 = 113,75 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kuat tekan :

- Sampel 1 = 117,83 > 113,75 (Memenuhi)
- Sampel 2 = 126,90 > 113,75 (Memenuhi)
- Sampel 3 = 108,77 > 113,75 (Tidak Memenuhi)

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 hari Serat Fiber 3%

Umur Beton	Dimensi Cm <sup>2</sup>	Berat Sampel Kg	Faktor Umur	Kuat Tekan Kn	Kuat Tekan 14 Hari Kg/Cm <sup>2</sup>	Keterangan
14 hari	225	8,1	0,88	340	154,09	Memenuhi
14 hari	225	8,0	0,88	340	154,09	Memenuhi
14 hari			0,88			Tidak
	225	8,1		300	135,96	Memenuhi
Kuat Tekan Rata-Rata					148,05	Kg/Cm <sup>2</sup>

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rencana umur 14 hari (beton serat 3%)

Faktor umur beton x Mutu Beton

$$0,88 \times 175 = 153,8 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kuat tekan :

- Sampel 1 = 154,09 > 153,8 (Memenuhi)
- Sampel 2 = 163,15 > 153,8 (Memenuhi)
- Sampel 3 = 145,02 > 153,8 (Tidak Memenuhi)

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 hari = Serat Fiber 3%

Umur Beton	Dimensi Cm <sup>2</sup>	Berat Sampel Kg	Faktor Umur	Kuat Tekan Kn	Kuat Tekan 28 Hari Kg/Cm <sup>2</sup>	Keterangan
28 hari	225	8,1	1	400	181,28	Memenuhi
28 hari	225	8,2	1	390	176,75	Memenuhi
28 hari	225	8,1	1	300	135,96	Tidak Memenuhi
Kuat Tekan Rata-Rata					164,66	Kg/Cm <sup>2</sup>

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rencana umur 28 hari (beton serat 3%)

Faktor umur beton x Mutu Beton

$$1 \times 175 = 175 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kuat tekan :

- Sampel 1 = 181,28 > 175 (Memenuhi)
- Sampel 2 = 176,755 > 175 (Memenuhi)
- Sampel 3 = 135,96 > 175 (Tidak Memenuhi)

### 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Serat Fiber 5%

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 hari Serat Fiber 5%

Umur Beton	Dimensi Cm <sup>2</sup>	Berat Sampel Kg	Faktor Umur	Kuat Tekan Kn	Kuat Tekan 7 Hari Kg/Cm <sup>2</sup>	Keterangan
------------	----------------------------	--------------------	-------------	------------------	--	------------

7 hari	225	8,1	0,65	330	149,56	Memenuhi
7 hari	225	8,1	0,65	290	131,43	Memenuhi
7 hari	225	8,1	0,65	200	90,64	Tidak Memenuhi
Kuat Tekan Rata-Rata					123,87	Kg/Cm2

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rencana umur 7 hari (beton serat 5%)

Faktor umur beton x Mutu Beton

$$0,65 \times 175 = 113,75 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kuat tekan :

- Sampel 1 = 149,56 > 113,75 (Memenuhi)
- Sampel 2 = 131,43 > 113,75 (Memenuhi)
- Sampel 3 = 90,64 > 113,75 (Tidak Memenuhi)

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 hari Serat Fiber 5%

Umur Beton	Dimensi Cm <sup>2</sup>	Berat	Faktor Umur	Kuat Tekan Kn	Kuat Tekan	Keterangan
		Sampel Kg			14 Hari Kg/Cm <sup>2</sup>	
14 hari	225	8,2	0,88	380	172,22	Memenuhi
14 hari	225	8,1	0,88	360	163,15	Memenuhi
14 hari	225	8,1	0,88	340	154,09	Memenuhi
Kuat Tekan Rata-Rata					146,53	Kg/Cm2

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rencana umur 14 hari (beton serat 3%)

Faktor umur beton x Mutu Beton

$$0,88 \times 175 = 153,8 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kuat tekan :

- Sampel 1 = 172,22 > 153,8 (Memenuhi)
- Sampel 2 = 163,15 > 153,8 (Memenuhi)
- Sampel 3 = 154,09 > 153,8 (Memenuhi)

Tabel 9. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 hari Serat Fiber 5%

Umur Beton	Dimensi Cm <sup>2</sup>	Berat	Faktor Umur	Kuat Tekan Kn	Kuat Tekan	Keterangan
		Sampel Kg			28 Hari Kg/Cm <sup>2</sup>	
28 hari	225	8,2	1	410	185,81	Memenuhi
28 hari	225	8,1	1	440	199,41	Memenuhi
28 hari	225	8,1	1	390	176,75	Memenuhi
Kuat Tekan Rata-Rata					187,32	Kg/Cm2

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rencana umur 7 hari (beton serat 5%)

Faktor umur beton x Mutu Beton

$$1,00 \times 175 = 175 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kuat tekan :

- Sampel 1 = 185,81 > 175 (Memenuhi)
- Sampel 2 = 199,41 > 175 (Memenuhi)
- Sampel 3 = 176,75 > 175 (Memenuhi)

#### 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Serat Fiber 9%

Tabel 10. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 hari Serat Fiber 9%

Umur Beton	Dimensi Cm <sup>2</sup>	Berat Sampel Kg	Faktor Umur	Kuat Tekan Kn	Kuat Tekan 7 Hari Kg/Cm <sup>2</sup>	Keterangan
7 hari	225	8,0	0,65	220	99,70	Tidak Memenuhi
7 hari	225	8,0	0,65	200	90,64	Tidak Memenuhi
7 hari	225	8,1	0,65	240	108,77	Tidak Memenuhi
Kuat Tekan Rata-Rata					99,70	Kg/Cm <sup>2</sup>

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rencana umur 7 hari (beton serat 9%)

Faktor umur beton x Mutu Beton

$$0,65 \times 175 = 113,75 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kuat tekan :

- Sampel 1 = 99,70 > 113,75 (Tidak Memenuhi)
- Sampel 2 = 90,64 > 113,75 (Tidak Memenuhi)
- Sampel 3 = 108,77 > 113,75 (Tidak Memenuhi)

Tabel 11. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 hari Serat Fiber 9%

Umur Beton	Dimensi Cm <sup>2</sup>	Berat Sampel Kg	Faktor Umur	Kuat Tekan Kn	Kuat Tekan 14 Hari Kg/Cm <sup>2</sup>	Keterangan
14 hari	225	8,0	0,88	290	131,43	Tidak Memenuhi
14 hari	225	8,0	0,88	260	117,83	Tidak Memenuhi
14 hari	225	8,1	0,88	300	135,96	Tidak Memenuhi
Kuat Tekan Rata-Rata					128,41	Kg/Cm <sup>2</sup>

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rencana umur 14 hari (beton serat 9%)

Faktor umur beton x Mutu Beton

$0,88 \times 175 = 153,8 \text{ kg/cm}^2$

Kontrol kuat tekan :

- Sampel 1 = 131,43 > 153,8 (Tidak Memenuhi)
- Sampel 2 = 117,83 > 153,8 (Tidak Memenuhi)
- Sampel 3 = 135,96 > 153,8 (Tidak Memenuhi)

Tabel 12. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 hari Serat Fiber 9%

Umur Beton	Dimensi Cm <sup>2</sup>	Berat Sampel Kg	Faktor Umur	Kuat Tekan Kn	Kuat Tekan 14 Hari Kg/Cm <sup>2</sup>	Keterangan
14 hari	225	8,0	1	330	149,56	Tidak Memenuhi
14 hari	225	8,0	1	310	140,49	Tidak Memenuhi
14 hari	225	8,1	1	350	158,62	Memenuhi
Kuat Tekan Rata-Rata					149,56	Kg/Cm <sup>2</sup>

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

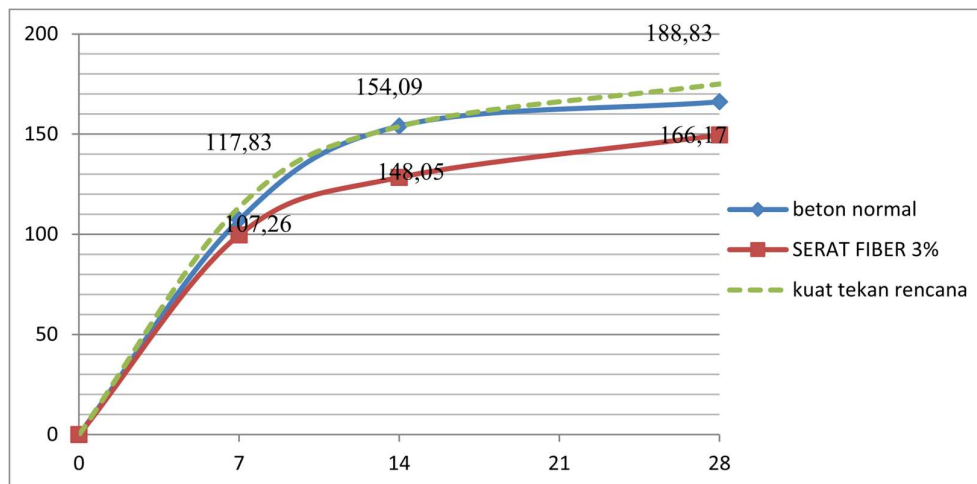
Kuat tekan rencana umur 28 hari (beton serat 9%)

Faktor umur beton x Mutu Beton

$1,00 \times 175 = 175 \text{ kg/cm}^2$

Kontrol kuat tekan :

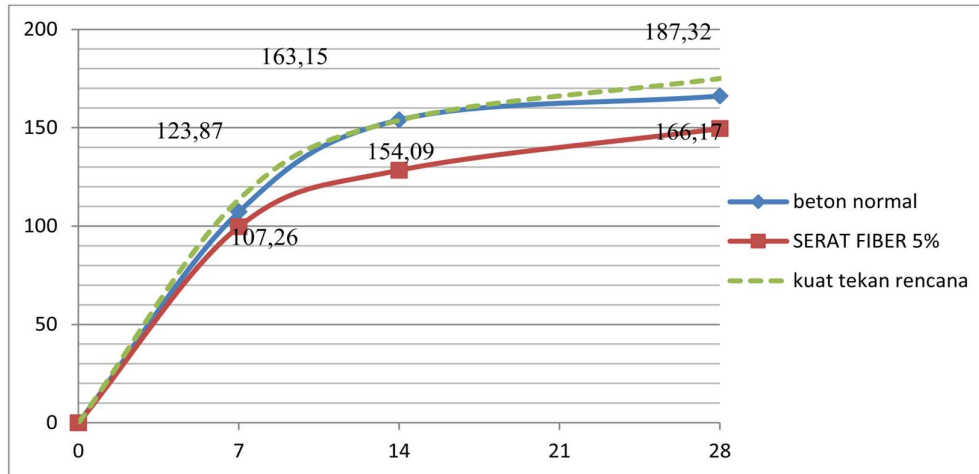
- Sampel 1 = 149,56 > 153,8 (Tidak Memenuhi)
- Sampel 2 = 140,49 > 153,8 (Tidak Memenuhi)
- Sampel 3 = 158,62 > 153,8 (Tidak Memenuhi)



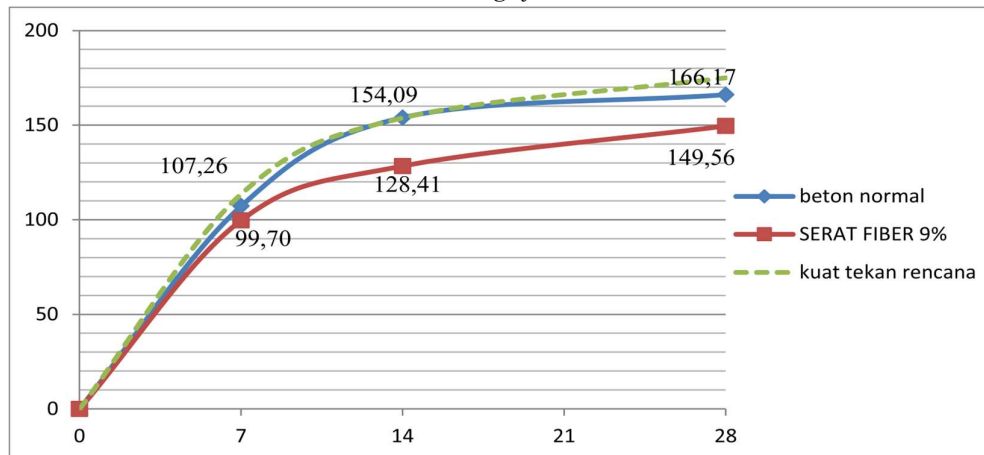
Gambar 1. Grafik kontrol kuat tekan rata-rata beton serat fiberglass 3%

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium





Gambar 2. Grafik kontrol kuat tekan rata-rata beton serat *fiberglass* 5%  
 Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium



Gambar 3. Grafik kontrol kuat tekan rata-rata beton serat *fiberglass* 9%  
 Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Jadi, Pengujian kuat tekan dari beton normal dan beton menggunakan tambahan Serat *Fiberglass* adalah terdapat perbandingan yang sangat berbeda dari segi nilai kuat tekan pada penambahan serat *Fiberglass* 3%, 5% mengalami kenaikan kuat tekan dan pada penambahan serat fiberglass 9% mengalami penurunan kuat tekan beton.

### Simpulan

Penambahan kadar serat fiberglass diatas 5% dapat menurunkan nilai kuat tekan beton. Hal ini dapat terjadi dikarenakan sifat dari serat *fiberglass* yang dapat menyerap air, sehingga terjadinya rongga pada saat adukan campuran beton. Semakin banyak pori-pori yang terkandung dalam benda uji maka semakin besar penyerapan airnya sehingga ketahanan serta kuat tekannya akan berkurang.

Dengan penambahan serat *fiberglass* dapat meningkatkan mutu beton dari kadar 3% sampai 5%.

### Daftar Pustaka

- ASTM. (2001). *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete 1. C* 494, 4, 1-9.
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). *SNI 03-2495-1991: Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 2493-2011: Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *SNI 2847-2013: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S (2015). *Semen Portland*.
- Jemima. (2017). *Pengaruh Nilai Kuat Tekan Beton EPS Dengan Penggunaan Fiberglass Dan Perawatan Curing Dan Non Curing*.
- Kusuma, G. H., Kole, P., & Segel, R. (1994). *Pedoman Pengerjaan Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Le, H. T., Muller, M., Siewert, K., & Ludwig, H. M. (2015). *The Mix Design For Self-Compacting High Performance Concrete Containing Various Mineral Admixtures*. *Materials and Design*, 51-62.
- Mariani, Sampebulu, V., & Ahmad, A. G. (2009). *Pengaruh Penambahan Admixture Terhadap Karakteristik Self Compacting Concrete (SCC)*. *SMARTek*, (6)12.
- Mustari, M. I. (2011). *Studi Kuat Lentur Beton Pada Perkerasan Kaku Dengan Penambahan Serat Fiberglass Pada Beton Normal*. *ILTEK*, (6)12, 866-870.
- Peraturan Beton Indonesia (1971). *Penjelasan & Pembahasan mengenai Peraturan Beton Indonesia 1971*.
- Safarizki, H. A. (2017). *Pengaruh Bahan Tambah Serbuk Bata dan Serat Fiber Pada Self Compacting Concrete (SCC)*. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 3(02).
- Satria. (2015). *Pengaruh Penggunaan Fiber Glass Pada Beton Ringan Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Sianipar, Y. K. P. (2021). *Pengaruh Penambahan Serat Fiberglass Dan Substitusi Fly Ash Terhadap Pengujian Self Compacting Concrete*.
- Tjokrodinuljo, K. (1992). *Teknologi Beton*, Biro Penerbit, Yogyakarta.
- Universitas Islam Indonesia, 2016, *Buku Panduan Praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*, Yogyakarta.

Wang, C.K. dan Salmon, C.G., 1990, Desain Beton Bertulang,  
Terjemahan oleh Binsar Hariandja, Erlangga, Jakarta.