

Sifat-Sifat Teknis Beton *Fast Track* Dengan *Fly Ash* Sebagai Material Substitusi Semen Untuk Perkerasan Jalan

¹Aldila Fani Ferennita*, ²Elsya Kholifataya, ³Rachmat Mudiyo, ⁴Prabowo Setiyawan

¹²³⁴ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

*Corresponding Author:

dillaaldila5144@gmail.com

Abstrak

Beton *Fast Track* adalah beton yang cepat mengeras dan tidak membutuhkan waktu yang lama untuk bisa digunakan sebagai landasan jalan raya. Beton dibuat menggunakan pasir dan semen, sehingga diperlukan bahan baru sebagai inovasi yang dapat menggantikan (substitusi) pasir dan semen. Oleh karena itu, dilakukan penelitian terhadap beton dengan menggunakan limbah seperti *Fly Ash* sebagai bahan substitusi semen tanpa mengurangi mutu beton. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui pengaruh *Fly Ash* sebagai material substitusi semen terhadap kuat tekan dan kuat lentur pada Beton *Fast Track*. Pada penelitian ini digunakan komposisi *Fly Ash* dengan persentase 0%, 10%, 30% dan 50% serta terdapat bahan tambah *Retarder* Tipe D sebanyak 0,2% dan *Superplasticizer* Tipe F sebanyak 0,7% dari berat semen. Benda uji yang dibuat berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm serta balok dimensi penampang 15 cm x 15 cm dengan panjang 50 cm. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kuat tekan dan kuat lentur terhadap Beton *Fast Track* dengan umur beton 3, 5 dan 7 hari. Hasil pengujian Beton *Fast Track* menunjukkan *job mix design* terbaik ada pada variasi II (*Fly Ash* 10%) dengan nilai kuat tekan sebesar 338,41 kg/cm² dan nilai kuat lentur sebesar 54,40 kg/cm² pada beton umur 7 hari.

Kata Kunci : *Fast Track*; *Fly Ash*; Kuat Tekan; Kuat Lentur

Abstract

Fast Track concrete is concrete that hardens quickly and does not require a long time to be used as a road base. Concrete is made using sand and cement, so new materials are needed as an innovation that can replace (substitute) sand and cement. Therefore, research was conducted on concrete using waste such as Fly Ash as a substitute for cement without reducing the quality of concrete. This research was conducted with the aim of knowing the effect of Fly Ash as a cement substitution material on the compressive strength and flexural strength of Fast Track Concrete. In this study, the composition of Fly Ash with a percentage of 0%, 10%, 30% and 50% was used and there were added ingredients Retarder Type D as much as 0.2% and Superplasticizer Type F as much as 0.7% of the weight of cement. The test objects made in the form of cylinders with dimensions of 15 cm x 30 cm and beams with cross-sectional dimensions of 15 cm x 15 cm and a length of 50 cm with the tests carried out include testing the compressive strength and flexural strength of Fast Track Concrete with a concrete age of 3, 5 and 7 days. The results of the Fast Track Concrete test show that the best job mix design is in Variation II (Fly Ash 10%) with a compressive strength value of 338.41 kg/cm² and a flexural strength value of 54.40 kg/cm² at 7 days of concrete age.

Keywords: Fast Track; Fly Ash; Compressive Strength; Flexural Strength

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan hal penting dalam menunjang suatu daerah. Dengan adanya peningkatan kualitas dan kelayakan jalan maka dapat meningkat pula keamanan dan kenyamanan berkendara, sehingga dibutuhkan perkerasan jalan yang layak dan memadai. Ada banyak jenis bahan perkerasan jalan di Indonesia salah satunya adalah beton. Beton *Fast Track* adalah beton yang cepat mengeras dan tidak membutuhkan waktu yang lama untuk bisa digunakan sebagai landasan jalan raya. Beton *Fast Track* memiliki standar khusus untuk segmen jalan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*). Beton ini dapat dibuka untuk lalu lintas meski belum berumur tujuh hari. Bahan-bahan yang digunakan pada beton *Fast Track* ialah *Portland Cement Type I*, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah lainnya (Uqubah, 2020).

Dalam setiap pembuatan beton pasti menggunakan pasir dan semen, sehingga dalam jangka waktu yang cukup lama diperlukan bahan baru sebagai inovasi yang dapat menggantikan (substitusi) pasir dan semen untuk meminimalkan jumlah penggunaannya. Hal ini dikarenakan pasir dari alam yang diambil secara terus-menerus akan habis, selain itu kualitas pasir di setiap daerah tidak selalu sama. Sama seperti pasir, semen lama kelamaan juga akan habis sehingga dibutuhkan bahan baru. Metakaolin, Abu Sekam, Abu Terbang dan Abu Batu pada persentase tertentu dapat digunakan untuk menggantikan semen (Roesdiana, 2015). Sedangkan dalam Kegiatan industri pasti selalu menghasilkan limbah atau bahan bekas industri. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan salah satu industri yang menggunakan Batubara sebagai bahan bakar. Dalam proses pembakaran Batubara tersebut akan menghasilkan limbah berupa *Fly Ash* (Wikana & Wantutrianus, 2014). Berdasarkan kondisi tersebut maka dilakukanlah penelitian dengan tujuan mengetahui pengaruh penggunaan *Fly Ash* sebagai material substitusi semen terhadap beton *Fast Track* serta untuk mengetahui berapa kadar *Fly Ash* yang menghasilkan Beton *Fast Track* dengan kuat Tekan dan Kuat Lentur terbaik.

2. METODE

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah Metode Eksperimental Laboratorium. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan tahapan-tahapan yang pada umumnya dipakai dalam perencanaan Beton Normal yakni mempersiapkan komposisi bahan beton untuk desain campuran yang kemudian dilakukan penyederhanaan komposisi desain campuran yang diharapkan dapat mencapai mutu rencana. Metode penelitian ini digunakan pada saat melakukan pembuatan benda uji di dalam laboratorium dengan 2 benda uji yaitu benda uji silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm serta benda uji balok dengan penampang segi empat ukuran 15 cm x 15 cm serta panjang 50 cm yang masing-masing dibuat sebanyak 12 benda uji. Pada penelitian ini beton dibuat dengan menggunakan *Fly Ash* sebagai bahan substitusi semen dengan komposisi yang berbeda-beda yaitu dengan prosentase *Fly Ash* masing-masing adalah 0%, 10%, 30% dan 50% yang dihitung dari berat semen. Benda uji juga dibuat dengan tambahan zat aditif yaitu *Retarder* Tipe D dan *Superplasticizer* Tipe F. Tahapan yang dilakukan setelah pembuatan beton adalah dilakukannya Uji Tekan dan Uji Lentur. *Mix Design* penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 1**, dimana tabel a). menunjukkan tabel *mix design* beton *fast track* dengan *fly ash* 0%; b). Tabel *mix design* beton *fast track* dengan *fly ash* 10%; c). Tabel *mix design* beton *fast track* dengan *fly ash* 30% dan d). Tabel *mix design* beton *fast track* dengan *fly ash* 50%.

Tabel 1. *Mix Design Beton Fast Track*a). *Mix Design Beton Fast Track dengan Fly Ash 0%*

No.	Material	Sumber Bahan	Berat 1 m ³	
1	Semen	OPC Tipe 1 Ex. Gresik	480	Kg
2	<i>Fly Ash</i>	PLTU Jepara	-	Kg
3	Air	Sumur Lokal	185	Kg
4	Pasir	Ex. Merapi	588	Kg
5	Batu Pecah 1-2 (<i>max. size 3/4"</i>)	Ex. Gringsing, Batang	352	Kg
6	Batu Pecah 2-3 (<i>max. size 1 1/2"</i>)		823	Kg
7	Aditif	<i>Retarder</i> Tipe D	0,96	l
		<i>Superplasticizer</i> Tipe F	3,36	l

b). *Mix Design Beton Fast Track dengan Fly Ash 10%*

No.	Material	Sumber Bahan	Berat 1 m ³	
1	Semen	OPC Tipe 1 Ex. Gresik	432	Kg
2	<i>Fly Ash</i>	PLTU Jepara	48	Kg
3	Air	Sumur Lokal	185	Kg
4	Pasir	Ex. Merapi	581	Kg
5	Batu Pecah 1-2 (<i>max. size 3/4"</i>)	Ex. Gringsing, Batang	349	Kg
6	Batu Pecah 2-3 (<i>max. size 1 1/2"</i>)		814	Kg
7	Aditif	<i>Retarder</i> Tipe D	0,84	l
		<i>Superplasticizer</i> Tipe F	2,96	l

c). *Mix Design Beton Fast Track dengan Fly Ash 30%*

No.	Material	Sumber Bahan	Berat 1 m ³	
1	Semen	OPC Tipe 1 Ex. Gresik	336	Kg
2	<i>Fly Ash</i>	PLTU Jepara	144	Kg
3	Air	Sumur Lokal	185	Kg
4	Pasir	Ex. Merapi	501	Kg
5	Batu Pecah 1-2 (<i>max. size 3/4"</i>)	Ex. Gringsing, Batang	361	Kg
6	Batu Pecah 2-3 (<i>max. size 1 1/2"</i>)		844	Kg
7	Aditif	<i>Retarder</i> Tipe D	0,67	l
		<i>Superplasticizer</i> Tipe F	2,35	l

d). *Mix Design* Beton *Fast Track* dengan *Fly Ash* 50%

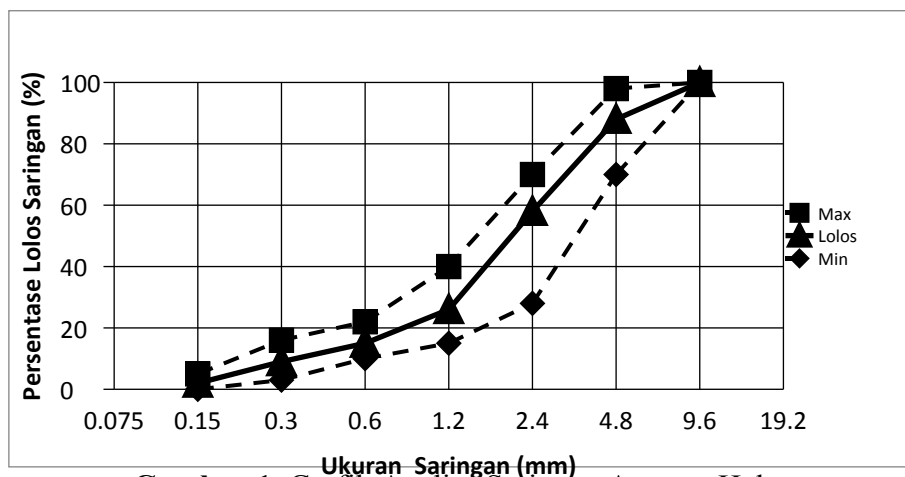
No.	Material	Sumber Bahan	Berat 1 m ³	
1	Semen	OPC Tipe 1 Ex. Gresik	240	Kg
2	<i>Fly Ash</i>	PLTU Jepara	240	Kg
3	Air	Sumur Lokal	185	Kg
4	Pasir	Ex. Merapi	483	Kg
5	Batu Pecah 1-2 (<i>max. size</i> 3/4")	Ex. Gringsing, Batang	384	Kg
6	Batu Pecah 2-3 (<i>max. size</i> 1 1/2")		813	Kg
7	Aditif	<i>Retarder</i> Tipe D	0,46	l
		<i>Superplasticizer</i> Tipe F	1,68	l

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

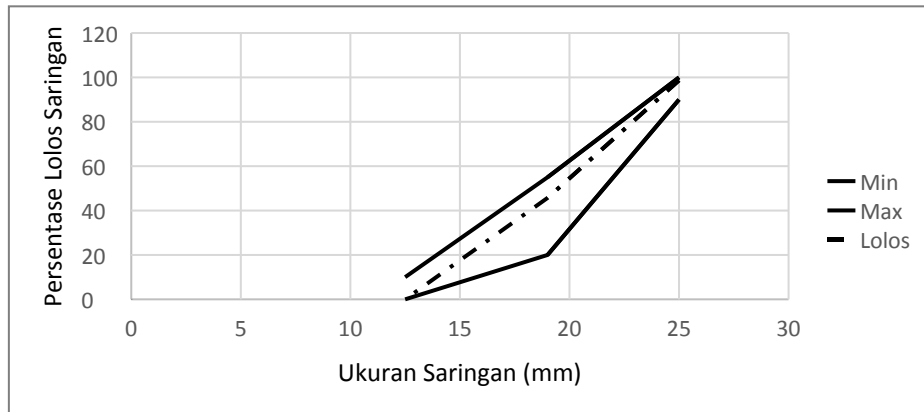
Data penelitian yang telah terkumpul kemudian dilakukan uji analisis data yang didalamnya terdiri atas uji material, uji *slump*, uji kuat tekan dan uji kuat lentur.

3.1 Uji material

Uji material yang dilakukan berupa uji kadar air, uji kadar lumpur dan analisa saringan terhadap agregat halus dan agregat kasar. Hasil uji kadar air menunjukkan nilai rata-rata sebesar 3,50% pada agregat halus dan 2% pada agregat kasar. Uji kadar lumpur menunjukkan hasil nilai kadar lumpur sebesar 3% pada agregat halus dan 1,85% pada agregat kasar. Pada uji analisa saringan hasil nilai FM (*Fineness Modulus*) yang diperoleh adalah sebesar 2,95 pada agregat halus dan 4,47 pada agregat kasar. Hasil uji analisa saringan ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2 dibawah ini:



Gambar 1. Grafik Analisa Saringan Agregat Halus
(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2023)



Gambar 2. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2023)

Pada **Gambar 1.** dan **Gambar 2.** Hasil pengujian analisa saringan agregat halus dan agregat kasar menunjukkan bahwa butir agregat tersebut masuk dalam Spesifikasi Agregat sehingga dapat digunakan untuk pembuatan benda uji beton.

3.2 Uji Slump

Hasil uji *slump* menunjukkan hasil yang berbeda antara masing-masing perlakuan. Hasil uji *slump* ditunjukkan pada **Tabel 2.** dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Uji *Slump*

Sampel		Nilai <i>Slump Test</i> (mm)
Komposisi	Persentase <i>Fly Ash</i>	
Normal	-	570
Variasi 1	10%	690
Variasi 2	30%	590
Variasi 3	50%	580

Sumber: Hasil Eksperimen Laboratorium, 2023

3.3 Uji Kuat Tekan

Pengujian Kuat Tekan dilakukan pada setiap sampel benda uji yang telah melalui proses perawatan benda uji.

3.3.1 Kuat Tekan Beton *Fast Track* Umur 3 Hari

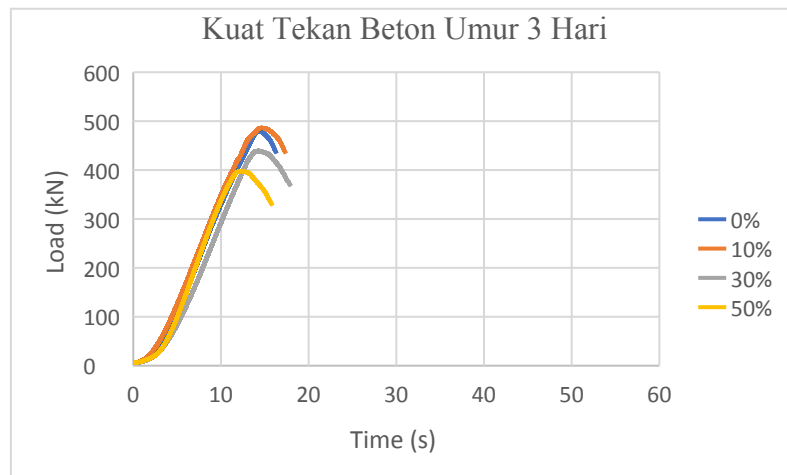
Data hasil pengujian kuat tekan beton umur 3 hari dapat dilihat pada **Tabel 3.** di bawah ini:

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton *Fast Track* Umur 3

Variasi	Tanggal		Umur (hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Silinder (kg/cm ²)	Persentase (%)
	Pembuatan	Pengujian					
I	16-11-2023	19-11-2023	3	12,67	479	276,62	92,21
II	20-11-2023	23-11-2023	3	12,62	486	280,66	93,55
III	21-11-2023	24-11-2023	3	13,20	439	253,37	84,46
IV	21-11-2023	24-11-2023	3	12,92	398	229,80	76,60

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2023)

Dari Hasil pengujian kuat tekan beton *fast track* umur 3 hari dilakukan pembacaan grafik kuat tekan yang ditunjukkan pada **Gambar 3**.

**Gambar 3.** Grafik Kuat Tekan Beton *Fast Track* Umur 3 Hari

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2023)

Pada **Gambar 3**, menunjukkan hasil kuat tekan beton *fast track* umur 3 hari. Nilai kuat tekan beton *fast track* variasi I (*fly ash* 0%) sebesar 479 kN (276,62 kg/cm²), variasi II (*Fly Ash* 10%) sebesar 486 kN (280,66 kg/cm²), variasi III (*fly ash* 30%) sebesar 439 kN (253,37 kg/cm²), variasi IV (*fly ash* 50%) sebesar 398 kN (229,80 kg/cm²). Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada beton variasi II (*fly ash* 10%) dan nilai kuat tekan terendah diperoleh pada beton variasi IV (*fly ash* 50%).

3.3.2 Kuat Tekan Beton *Fast Track* Umur 5 Hari

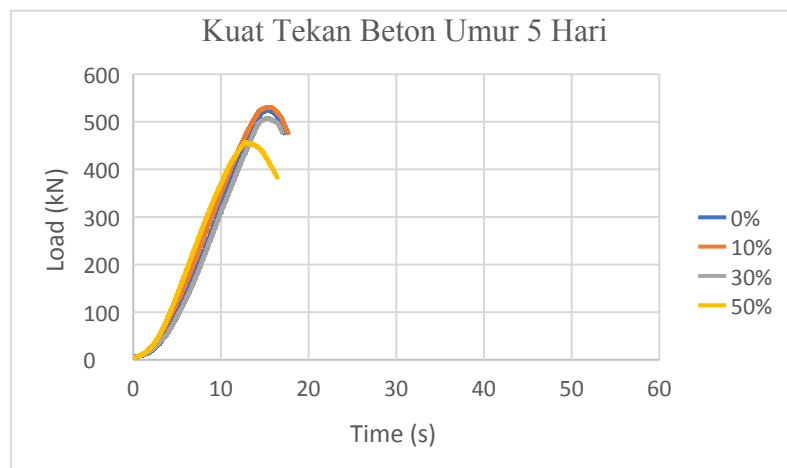
Data hasil pengujian kuat tekan beton umur 5 hari dapat dilihat pada **Tabel 4**, di bawah ini:

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton *Fast Track* Umur 5 Hari

Variasi	Tanggal		Umur (hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Silinder (kg/cm ²)	Persentase (%)
	Pembuatan	Pengujian					
I	16-11-2023	21-11-2023	5	13,27	525	303,19	101,06
II	20-11-2023	25-11-2023	5	12,34	531	306,65	102,20
III	21-11-2023	26-11-2023	5	12,63	508	293,37	97,79
IV	21-11-2023	26-11-2023	5	12,80	456	263,34	87,78

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2023)

Dari Hasil pengujian kuat tekan beton *fast track* umur 5 hari dilakukan pembacaan grafik kuat tekan yang ditunjukkan pada **Gambar 4**.

**Gambar 4.** Grafik Kuat Tekan Beton *Fast Track* Umur 5 Hari

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2023)

Pada **Gambar 4**, menunjukkan hasil kuat tekan beton *fast track* umur 5 hari. Nilai kuat tekan beton *fast track* variasi I (*fly ash* 0%) sebesar 525 kN (303,19 kg/cm²), variasi II (*Fly Ash* 10%) sebesar 531 kN (306,65 kg/cm²), variasi III (*fly ash* 30%) sebesar 508 kN (293,37 kg/cm²), variasi IV (*fly ash* 50%) sebesar 456 kN (263,34 kg/cm²). Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada beton variasi II (*fly ash* 10%) dan nilai kuat tekan terendah diperoleh pada beton variasi iv (*fly ash* 50%).

3.3.3 Kuat Tekan Beton *Fast Track* Umur 7 Hari

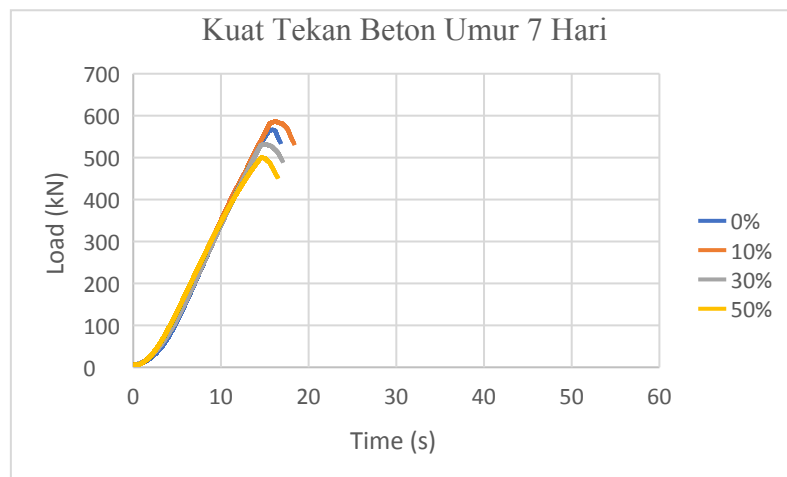
Data hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari dapat dilihat pada **Tabel 5**. di bawah ini:

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton *Fast Track* Umur 7 Hari

Variasi	Tanggal		Umur (hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Silinder (kg/cm ²)	Persentase (%)	Konversi 28 Hari
	Pembuatan	Pengujian						
I	16-11-2023	23-11-2023	7	12,52	566	326,86	108,95	870,77
II	20-11-2023	27-11-2023	7	13,01	586	338,41	112,80	901,54
III	21-11-2023	28-11-2023	7	12,81	532	307,23	102,41	818,46
IV	21-11-2023	28-11-2023	7	12,37	500	288,75	96,25	769,23

(Sumber: Hasil Eksperimen Laboratorium, 2023)

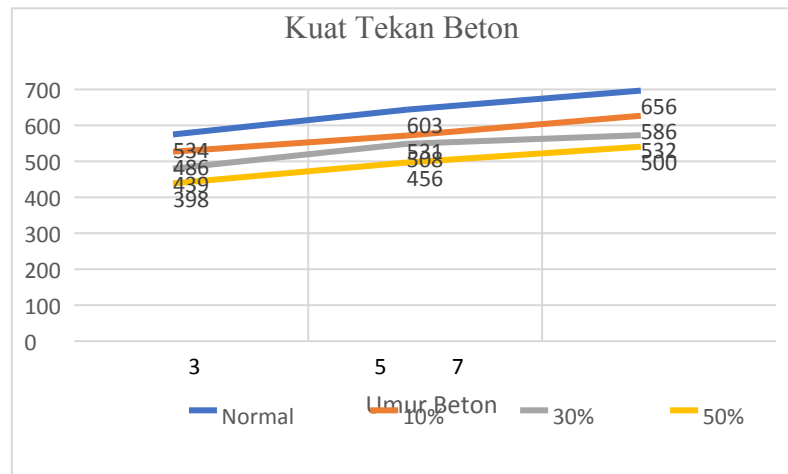
Dari Hasil pengujian kuat tekan beton *fast track* umur 7 hari dilakukan pembacaan grafik kuat tekan yang ditunjukkan pada **Gambar 5**.

**Gambar 5.** Grafik Kuat Tekan Beton *Fast Track* Umur 7 Hari

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2023)

Pada **Gambar 5**. Menunjukkan hasil kuat tekan beton *fast track* umur 7 hari. Nilai kuat tekan beton *fast track* variasi I (*fly ash* 0%) sebesar 566 kN (326,86 kg/cm²), variasi II (*fly ash* 10%) sebesar 586 kN (338,41 kg/cm²), variasi III (*fly ash* 30%) sebesar 532 kN (307,23 kg/cm²), variasi IV (*fly ash* 50%) sebesar 500 kN (288,75 kg/cm²). Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada beton variasi II (*fly ash* 10%) dan nilai kuat tekan terendah diperoleh pada beton variasi IV (*fly ash* 50%).

Perbandingan nilai kuat tekan pada beton variasi dapat dilihat dalam **Gambar 6**. di bawah ini:



Gambar 6. Grafik Kuat Tekan Beton *Fast Track* dengan Kadar *Fly Ash* Bervariasi
(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2023)

Pada **Gambar 6.** diketahui bahwa kuat tekan beton diumur 7 hari lebih tinggi dibanding beton umur 3 dan 5 hari. Penggunaan *fly ash* juga berpengaruh pada nilai kuat tekan pada beton. Dalam penelitian ini nilai kuat tekan optimum didapat pada variasi beton dengan penambahan *fly ash* 10% pada beton umur 7 hari dan nilai kuat tekan terendah didapat pada variasi beton dengan penambahan *fly ash* 50% pada beton umur 3 hari.

3.4 Uji Kuat Lentur

Pengujian Kuat Lentur dilakukan pada setiap sampel benda uji yang telah melalui proses perawatan benda uji.

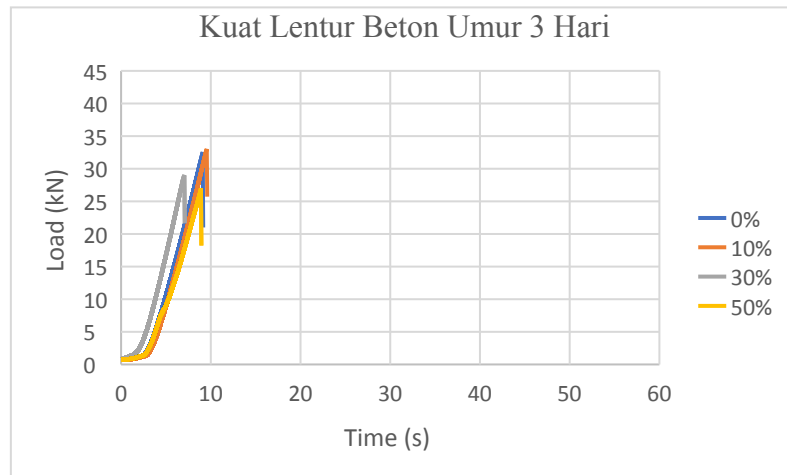
3.4.1 Kuat Lentur Beton *Fast Track* Umur 3 Hari

Data hasil pengujian kuat lentur beton umur 3 hari dapat dilihat pada **Tabel 6.** di bawah ini:

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton *Fast Track* Umur 3 Hari

No.	Tanggal		Umur (hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Balok (kg/cm ²)	Persentase (%)
	Pembuatan	Pengujian					
1	16-11-2023	19-11-2023	3	28,37	32,50	44,20	98,22
2	20-11-2023	23-11-2023	3	30,90	33,00	44,88	99,73
3	21-11-2023	24-11-2023	3	30,02	29,50	40,12	89,16
4	21-11-2023	24-11-2023	3	12,92	27,00	36,72	81,60

Tabel 6. menunjukkan nilai kuat lentur beton *fast track* umur 3 Hari. Dari data hasil pengujian kuat lentur tersebut dilakukan pembacaan grafik kuat lentur yang dapat dilihat pada **Gambar 7.**



Gambar 7. Grafik Kuat Lentur Beton *Fast Track* Umur 3 Hari

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2023)

Gambar 7. menunjukkan hasil kuat lentur beton *fast track* umur 3 hari. Nilai kuat lentur beton *fast track* variasi I (*Fly Ash* 0%) sebesar 32,50 kN (44,20 kg/cm²), variasi II (*Fly Ash* 10%) sebesar 33,00 kN (44,88 kg/cm²), variasi III (*Fly Ash* 30%) sebesar 29,50 kN (40,12 kg/cm²), variasi IV (*Fly Ash* 50%) sebesar 27,00 kN (36,72 kg/cm²). Nilai kuat lentur tertinggi diperoleh pada beton variasi II (*Fly Ash* 10%) dan nilai kuat lentur terendah diperoleh pada beton variasi IV (*Fly Ash* 50%).

3.4.2 Kuat Lentur Beton *Fast Track* Umur 5 Hari

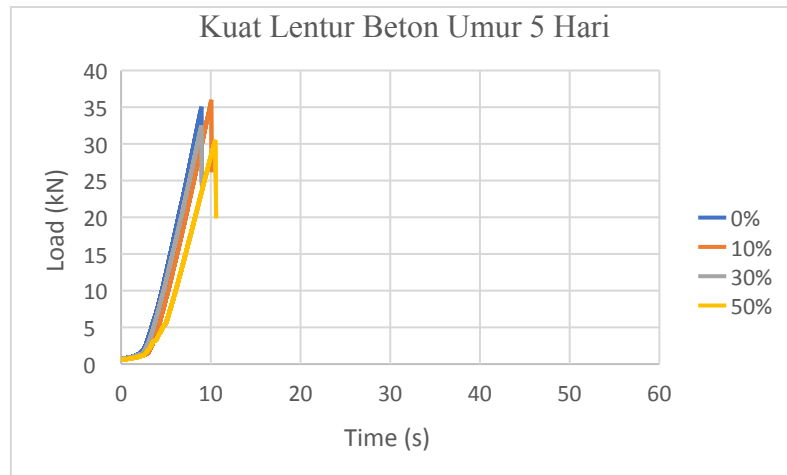
Data hasil pengujian kuat lentur beton umur 5 hari dapat dilihat pada **Tabel 7.** di bawah ini:

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton *Fast Track* Umur 5 Hari

Variasi	Tanggal		Umur (hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Balok (kg/cm ²)	Persentase (%)
	Pembuatan	Pengujian					
I	16-11-2023	21-11-2023	5	28,12	35,00	47,60	105,78
II	20-11-2023	25-11-2023	5	31,60	36,00	48,96	108,80
III	21-11-2023	26-11-2023	5	30,48	32,50	44,20	98,22
IV	21-11-2023	26-11-2023	5	12,80	30,50	41,48	92,18

(Sumber: Hasil Eksperimen Laboratorium, 2023)

Tabel 7. menunjukkan nilai kuat lentur beton umur 5 hari. Dari data hasil pengujian kuat lentur tersebut dilakukan pembacaan grafik kuat lentur yang dapat dilihat pada **Gambar 8.**



Gambar 8. Grafik Kuat Lentur Beton *Fast Track* Umur 5 Hari

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2023)

Pada **Gambar 8.** menunjukkan hasil kuat lentur Beton *Fast Track* umur 5 hari. Nilai kuat lentur Beton *Fast Track* variasi I (*Fly Ash* 0%) sebesar 35,00 kN (47,60 kg/cm²), variasi II (*Fly Ash* 10%) sebesar 36,00 kN (48,96 kg/cm²), variasi III (*Fly Ash* 30%) sebesar 32,50 kN (44,20 kg/cm²), variasi IV (*Fly Ash* 50%) sebesar 30,50 kN (41,48 kg/cm²). Nilai kuat lentur tertinggi diperoleh pada beton variasi II (*Fly Ash* 10%) dan nilai kuat lentur terendah diperoleh pada beton variasi IV (*Fly Ash* 50%).

3.4.3 Kuat Lentur Beton *Fast Track* Umur 7 Hari

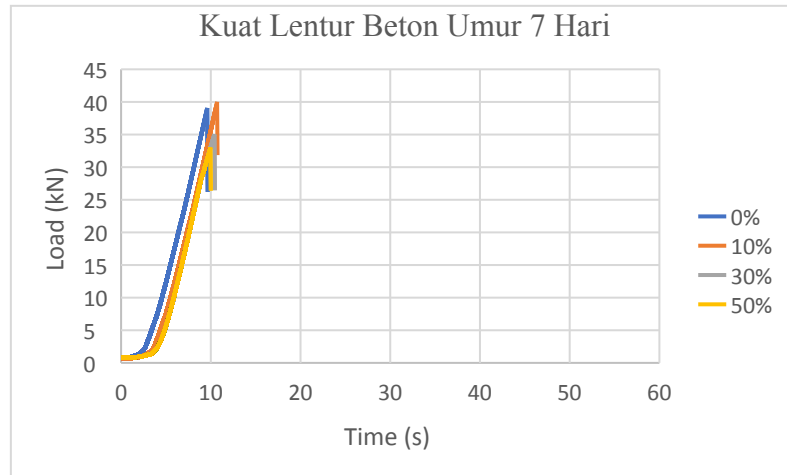
Data hasil pengujian kuat lentur beton umur 7 hari dapat dilihat pada **Tabel 8.** di bawah ini:

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton *Fast Track* Umur 7 Hari

Variasi	Tanggal		Umur (hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Balok (kg/cm ²)	Persentase (%)	Konversi 28 Hari
	Pembuatan	Pengujian						
I	16-11-2023	23-11-2023	7	30,57	39,00	53,04	117,78	60,00
II	20-11-2023	27-11-2023	7	30,78	40,00	54,40	120,89	61,54
III	21-11-2023	28-11-2023	7	30,11	35,00	47,60	105,78	53,84
IV	21-11-2023	28-11-2023	7	12,37	33,00	44,88	99,73	50,77

(Sumber: Hasil Eksperimen Laboratorium, 2023)

Tabel 8. menunjukkan nilai kuat lentur beton umur 7 hari. Dari data hasil pengujian kuat lentur tersebut dilakukan pembacaan grafik kuat lentur yang dapat dilihat pada **Gambar 9.**

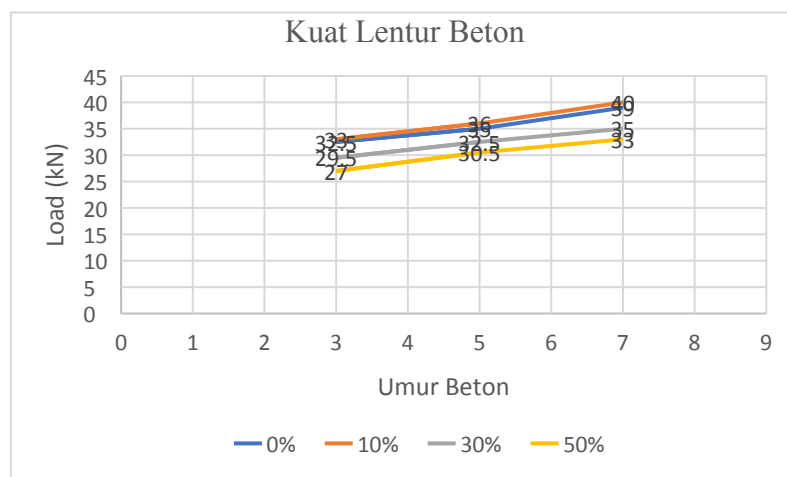


Gambar 9. Grafik Kuat Lentur Beton *Fast Track* Umur 7 Hari

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2023)

Pada **Gambar 9.** menunjukkan hasil kuat lentur Beton *Fast Track* umur 7 hari. Nilai kuat lentur Beton *Fast Track* variasi I (*Fly Ash* 0%) sebesar 39,00 kN (53,04 kg/cm²), variasi II (*Fly Ash* 10%) sebesar 40,00 kN (54,40 kg/cm²), variasi III (*Fly Ash* 30%) sebesar 35,00 kN (47,60 kg/cm²), variasi IV (*Fly Ash* 50%) sebesar 33,00 kN (44,88 kg/cm²). Nilai kuat lentur tertinggi diperoleh pada beton variasi II (*Fly Ash* 10%) dan nilai kuat lentur terendah diperoleh pada beton variasi IV (*Fly Ash* 50%).

Perbandingan nilai kuat lentur pada beton variasi dapat dilihat dalam **Gambar 10.** di bawah ini:



Gambar 10. Grafik Nilai Kuat Lentur Beton Dengan Kadar *Fly Ash* Bervariasi

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2023)

Pada **Gambar 10.** diketahui bahwa kuat lentur beton diumur 7 hari lebih tinggi dibanding beton umur 3 dan 5 hari. Penggunaan *Fly Ash* juga berpengaruh pada nilai kuat tekan pada beton. Dalam penelitian ini nilai kuat tekan optimum didapat pada variasi beton dengan penambahan *Fly Ash* 10% pada beton umur 7 hari dan nilai kuat

tekan terendah didapat pada variasi beton dengan penambahan *Fly Ash* 50% pada beton umur 3 hari.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang dilakukan sebelumnya maka diperoleh:

1. Pengaruh *Fly Ash* sebagai material substitusi semen terhadap kuat tekan dan kuat lentur Beton *Fast Track* adalah semakin tinggi kandungan *Fly Ash* yang ditambahkan maka nilai kuat tekan dan kuat lentur akan semakin menurun karena kadar *Fly Ash* yang terlalu banyak dalam mensubstitusi semen akan mengakibatkan reaksi antar bahan pengikat berkurang.
2. Kadar *Fly Ash* sebagai material substitusi semen pada penelitian ini yang menghasilkan Beton *Fast Track* dengan nilai kuat tekan dan kuat lentur terbaik ada pada Beton *Fast Track* variasi II (*Fly Ash* 10%) dengan hasil pengujian kuat tekan sebesar 338,41 kg/cm² dan nilai kuat lentur sebesar 54,40 kg/cm² pada beton umur 7 hari.

5. SARAN

Setelah dilakukan penelitian, perhitungan, analisis dan pembahasan terhadap kuat tekan dan kuat lentur Beton *Fast Track* maka penulis dapat menyarankan beberapa hal yaitu:

1. Pada proses pembuatan beton sebaiknya adukan dipastikan tercampur secara homogen dan pada saat melakukan pemadatan pada beton harus dilakukan secara maksimal agar beton yang dihasilkan tidak keropos.
2. Perlu dilakukannya pengkajian lebih lanjut mengenai Beton *Fast Track* dengan variasi proporsi campuran yang lebih baik untuk memperoleh peningkatan mutu beton dan pengembangan Beton *Fast Track* di lingkup perkerasan jalan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT. yang telah melimpahkan karunia, rahmat dan ridho-Nya;
2. Kedua orang tua dan keluarga yang telah mendukung, memberi bantuan materi dan kasih sayang serta cintanya kepada saya;
3. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D dan Bapak Ir. H. Prabowo Setiyawan, MT., Ph.D selaku dosen pembimbing;
4. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung;
5. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung;
6. Seluruh dosen dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
7. Kakak tingkat serta teman-teman angkatan 2020 Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, A. (2019). *Pengaruh Abu Batu Sebagai Substitusi Agregat Halus dan Penambahan Superplasticizer Terhadap Karakteristik Beton Mutu Tinggi*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
- Alfarosy, Riski Qory. (2018). *Analisa Pengurangan Jumlah Semen Dengan Penambahan Fly Ash Dan Aktivator Alkalin Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton Dengan Faktor Air Semen 0,30*. Jawa Timur: Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Dicky, Ramadhan., & Muhammad, F. (2022). *Analisa Kuat Tekan Self Compacting Concrete Dengan Penambahan Superplasticizer Type F Dan Retarder Type D Pada Metode Fast Track*. Semarang: Faktultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Djoko Setiyarto, Y., & Pradana, D. (2022). *Pengaruh Penggunaan Zat Epoxy Terhadap Kuat Tekan Beton Normal*. E-ISSN: 2775-4588, 3(1): 12–21.
- Fadillah, Yuda., Wibowo., & Sunarmasto. (2017). *Kajian Pengaruh Variasi Penambahan Bahan Accelerator Terhadap Parameter Beton Memadat Mandiri Dan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil Universitas Negara Sebelas Maret.
- Ferdiansyah, Muhaammad Andi Rizki., & Nurul Rochmah. (2022). *Pengaruh Penggunaan Fly Ash Pada Mutu Tinggi Terhadap Nilai Kuat Tekan*. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 6(2): 82-89.
- Hadori, Ahmad., Yudi, Pranoto., & Tommy, E. K. (2015). *Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Fly Ash Dan Admixture Superplasticizer*. In *Jurnal Inersia*, 7(1).
- Haris, & Tahir, S. (2020). *Study Eksperimental Kuat Tekan Beton dengan Mensubstitusikan Limbah Batu Bata Pada Semen*. ISSN: 2581-1568 *Siimo Engineering*, 4(1): 39–51.
- Herdiansyah., & Ria Pangaribuan, M. (2013). *Pengaruh Batu Cadas (Batu Trass) Sebagai Bahan Pembentuk Beton Terhadap Kuat Tekan Beton*. In *Jurnal Inersia*, 5(2).
- Jayanegara, K. F., dkk. (2019). *Pengaruh Kuat Tekan Beton Menggunakan Fly Ash Dengan Bahan Tambah Superplasticizer*. Bogor: Fakultas Teknik Universitas Pakuan.
- Mu'minin, A., Amirul., & Umar. (2013). *Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Mutu Tinggi Dengan Variasi Ukuran Maksimum Agregat Kasar Slag Baja*. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Nurfitriani, N., Wibawa, T. P., & Amalia. (2019). *Kualitas Beton Normal Dengan Penambahan Retarder*. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, 1(1): 22-27.
- Pratama, F. H. (2021). *Pengaruh Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton K-225*. Riau: Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian.
- Putra, Daniel Mandala., & Darma Widjaja. (2015). *Hubungan Kuat Tarik Belah Dengan Kuat Tekan Beton Ringan*. In *Jurnal Inersia*, 4(2): 76-88.
- Rivai, M. A., & Kimi, S. (2019). *Inovasi Beton Ramah Lingkungan*.

-
- Simanjuntak, D. M. (2022). *Beton Mutu Tinggi Dengan Substitusi Fly Ash Pada Semen Dan Superplasticizer Sebagai Admixture Dan FAS 0,36 S/D 0,40*. 1-11.
- Simatupang, T. (2023). *Serbuk Besi Sebagai Bahan Tambah Campuran Beton*.
- Suhardi, R. F., Firdaus, & Kasmuri, M. (2019). *Pengaruh Penambahan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Mortar Beton Geopolimer*. 52–58.
- Wikana, I., & Wantutrianus, Z. (2014). *Pengaruh Pemakaian Fly Ash Dan Abu Batu Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*.
- Windayati, H. D., & Hadi, D. W. (2023). *Analisa Campuran Green Material Sebagai Alternatif Pembuatan Bata Ringan Untuk Pekerjaan Dinding*. *E-Jurnal ITN*, 12(1), 1–10.
- Yuwono, A. C. (2020). *Pemanfaatan Limbah Granit dan Fly Ash Dalam Penerapan Beton Mutu Tinggi Dengan Minim Semen Yang Ramah Lingkungan dan Ekonomis*. 6–30.