

Sifat - Sifat Teknis Beton Fast Track Dengan Pedel Sebagai Material Substitusi Semen Untuk Perkerasan Jalan

Naufal Hilmi Fahar¹, Tri Riskyanto², Rachmat Mudiyo³, Juny Andry Sulistyo⁴

Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan

Agung, Semarang, Indonesia^{1,2,3}

Corresponding Author: 30202200188@std.unissula.ac.id

Info Artikel

Submitted: 19 Agustus 2026

Revised : 08 September 2026

Accepted: 29 September 2026

Published: 23 Oktober 2026

Keywords: Fast Track;
Limestone; Compressive
Strength; Flexural Strength..

Kata Kunci: Fast Track; Pedel;
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 local materials are needed as an innovation that can replace (substitute) sand and cement. Therefore, research was conducted on concrete using local material such as Limestone as a substitute for cement without reducing the quality of concrete. This research was conducted with the aim of knowing the effect of Limestone as a cement substitution material on the compressive strength and flexural strength of Fast Track Concrete. In this study, the composition of Limestone with a percentage of 0%, 5%, 10% and 15% was used and there were added ingredients 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 60 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 III (Limestone 10%) with a compressive strength value of 264.46 kg/cm² and a flexural strength value of 31.21 kg/cm² at 7 days of concrete age.

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 material lokal seperti Pedel sebagai bahan substitusi semen tanpa mengurangi mutu beton. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui pengaruh Pedel sebagai material substitusi semen terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur pada Beton Fast Track. Pada penelitian ini digunakan komposisi Pedel dengan persentase 0%, 5%, 10% dan 15% serta terdapat bahan tambah 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 berdimensi penampang 15 cm x 15 cm dengan panjang 60 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 III (Pedel 10%) dengan Nilai Kuat Tekan sebesar 264,46 kg/cm² dan Nilai Kuat Lentur sebesar 31,21 kg/cm² pada beton umur 7 hari.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Publisher: Lembaga Penerbit Penelitian Nusantara

Pendahuluan

Perkembangan infrastruktur jalan yang semakin pesat menuntut adanya metode konstruksi yang cepat, efisien, dan tetap memenuhi standar mutu. Salah satu inovasi yang berkembang adalah penggunaan beton *fast track*, yaitu beton dengan kemampuan mencapai kekuatan awal tinggi dalam waktu singkat sehingga perkerasan jalan dapat segera difungsikan. Teknologi ini sangat penting terutama pada proyek perbaikan jalan dengan waktu terbatas untuk meminimalkan gangguan lalu lintas.

Di sisi lain, penggunaan semen sebagai bahan utama beton memiliki dampak lingkungan yang cukup besar, baik dari segi emisi karbon maupun konsumsi energi dalam proses produksinya. Oleh karena itu, diperlukan alternatif material yang dapat mengurangi penggunaan semen tanpa menurunkan kinerja beton secara signifikan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah pedal sebagai material substitusi sebagian semen.

Pemanfaatan pedal diharapkan mampu meningkatkan efisiensi biaya serta memberikan nilai tambah terhadap material lokal atau limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal. Namun, penggunaan material substitusi dalam beton *fast track* perlu dikaji lebih lanjut karena dapat mempengaruhi sifat teknis beton, seperti kuat tekan, kuat tarik, waktu ikat, serta kemudahan pengerjaan (*workability*).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis sifat-sifat teknis beton *fast track* dengan penggunaan pedal sebagai substitusi semen, sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap kinerja beton serta batas optimal penggunaannya pada perkerasan jalan.

Metode Penelitian

Penelitian eksperimental ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Unissula Semarang selama tiga bulan, mulai dari April hingga Juni 2026. Tahap awal penelitian difokuskan pada persiapan ruang kerja, sterilisasi cetakan, serta kalibrasi peralatan laboratorium seperti timbangan digital, saringan, mesin uji, dan cetakan beton. Adapun material penyusun beton yang digunakan meliputi Semen Gresik Tipe 1, agregat halus berupa pasir alam Merapi, agregat kasar dari Gringsing (ukuran maksimal 3/4 inci), air lokal, batu kapur atau *pedel* (dari PT. Berkah Sari Bumi Rembang), serta zat aditif *Superplasticizer* Tipe F.

Pembuatan benda uji bertujuan untuk merancang campuran (*mix design*) beton *fast track* mutu K-300 dengan memanfaatkan *pedel* sebagai bahan substitusi semen. Terdapat empat variasi persentase substitusi *pedel* yang diuji, yakni 0%, 5%, 10%, dan 15% dari total berat semen, di mana setiap campuran menggunakan dosis tetap 0,7% *Superplasticizer* Tipe F untuk menjaga nilai *slump* dan tingkat keenceran adukan. Secara keseluruhan, dicetak 12 sampel beton silinder (berukuran 150 × 300 mm) dan 12 sampel beton balok (berukuran 500 × 150 × 150 mm). Setelah adukan tercampur homogen dan didiamkan dalam cetakan selama 8 jam, benda uji dilepas lalu direndam di dalam kolam perawatan (*curing*) untuk mencegah pengaruh buruk cuaca selama proses pengerasan berlangsung.

Tahap akhir dari penelitian ini adalah pengujian mekanis yang dilakukan saat benda uji mencapai umur 3, 5, dan 7 hari. Terdapat dua jenis pengujian yang dilakukan, yaitu Uji Kuat Tekan untuk sampel silinder dan Uji Kuat Lentur untuk sampel balok. Sebelum diuji, beton dikeluarkan dari perendaman, diangin-anginkan, ditimbang, dan khusus untuk spesimen silinder diratakan permukaannya menggunakan belerang cair (*capping*). Benda uji kemudian diletakkan secara simetris pada mesin pembebanan dan ditekan hingga mencapai batas beban maksimum (retak atau patah). Hasil pembebanan tersebut dicatat untuk kemudian dihitung nilai

kuat tekannya menggunakan persamaan $f'c = \frac{P}{A}$ dan nilai kuat lenturnya menggunakan persamaan $\sigma_l = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$.

Hasil Penelitian an Pembahasan

Hasil

Hasil Pengujian Material

Dalam penelitian Tugas Akhir ini dilakukan beberapa tahap pemeriksaan dan pengujian bahan agregat yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Unissula Semarang. Pemeriksaan dan pengujian bahan agregat tersebut terdiri atas Uji Kadar Air, Kadar Lumpur serta Analisa Saringan.

Agregat Halus

Kadar Air

Data Uji Kadar Air pada Agregat Halus dijelaskan dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Percobaan	Berat Cawan (gram)	Berat Cawan + Agregat Sebelum Dioven (gram)	Berat Cawan + Agregat Setelah Dioven (gram)
I	41	541	532
II	46	546	538

(Sumber: Hasil Eksperimen di Laboratorium 2026)

Pengujian Kadar Air pada Agregat Halus dilakukan menggunakan dua sampel percobaan dengan masing-masing percobaan menggunakan Agregat Halus seberat 500 gram. Perhitungan Pengujian Kadar Air menggunakan Persamaan (4.1) dan Kadar Air rata-rata menggunakan Persamaan (4.2) sebagai berikut:

Hasil Pengujian Kadar Air pada Agregat Halus dijelaskan pada Tabel 2:

Tabel .2 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Percobaan	Berat Cawan (gram)	Berat Cawan + Agregat Sebelum Dioven (gram)	Berat Cawan + Agregat Setelah Dioven (gram)	Kadar Air (%)	Kadar Air Rata-rata (%)
I	41	541	532	1,83	1,73
II	46	546	538	1,63	

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Dari hasil Pengujian Kadar Air pada Agregat Halus terjadi penurunan berat sampel Agregat Halus dengan Nilai Kadar Air Rata-rata sebesar 1,73 %.

Kadar Lumpur

Data Pengujian Kadar Lumpur pada Agregat Halus dijelaskan pada Tabel 3:

Tabel 3. Data Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Percobaan	Berat Awal Agregat (gram)	Berat Lumpur (gram)
I	330	20

Sifat - Sifat Teknis Beton Fast Track Dengan Pedel Sebagai Material Substitusi Semen Untuk Perkerasan Jalan

Naufal Hilmi Fahar ¹, Tri Riskyanto ², Rachmat Mudiyo ³, Juny Andry Sulistyo ⁴

II	320	10
----	-----	----

(Sumber: Data Eksperimen Laboratorium, 2026)

Pengujian Kadar Lumpur dilakukan menggunakan dua sampel percobaan dengan sampel percobaan I sebesar 330 gram dan sampel percobaan II sebesar 320 gram. Perhitungan Kadar Lumpur pada Agregat Halus dapat dilihat pada Persamaan (4.3) dan Kadar Lumpur Rata-rata memakai Persamaan (4.4):

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_2}{W_1 + W_2} \times 100\% \dots\dots\dots (4.3)$$

$$\text{Kadar Lumpur Rata-rata} = \frac{\text{Kadar Lumpur I} + \text{Kadar Lumpur II}}{2} (\%) \dots\dots\dots (4.4)$$

Hasil Pengujian Kadar Lumpur pada Agregat Halus dijelaskan dalam Tabel :

Tabel . Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Percobaan	Berat Awal Agregat (gram)	Berat Lumpur (gram)	Kadar Lumpur (%)	Kadar Lumpur Rata-rata (%)
I	330	20	5,71	4,37
II	320	10	3,03	

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Dilihat dari hasil Uji Kadar Lumpur pada Agregat Halus menunjukkan Nilai Kadar Lumpur masing-masing percobaan yaitu 20 gram dan 10 gram dengan Nilai rata-rata sebesar 4,37 %.

Analisa Saringan

Data Pengujian Analisa Saringan pada Agregat Halus dijelaskan pada Tabel .5:

Tabel .5 Data Penyaringan Agregat Halus

No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Cawan (mm)	Berat Cawan + Agregat (g)	Berat Agregat (g)
1.	9,5	58	73	15
2.	4,75	58	106	48
3.	2,36	58	114	56
4.	2	58	132	74
5.	0,6	58	320	262
6.	0,15	58	439	381
7.	0,075	58	204	146
8.	Pan	58	68	10
Jumlah				992

(Sumber: Data Eksperimen Laboratorium, 2026)

Perhitungan Analisa Saringan pada Agregat Halus menggunakan Persamaan (4.5) berikut:

$$\text{Berat Kehilangan} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots (4.5)$$

Agregat Kasar

Kadar Air

Data Pengujian Kadar Air pada Agregat Kasar dijelaskan dalam Tabel .7:

Tabel .7 Data Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Percobaan	Berat Cawan (gram)	Berat Cawan + Agregat Sebelum Dioven (gram)	Berat Cawan + Agregat Setelah Dioven (gram)
I	44	544	540
II	44	544	539

(Sumber: Hasil Eksperimen Laboratorium, 2026)

Pengujian Kadar Air pada Agregat Kasar dilakukan dengan menggunakan dua sampel percobaan dengan masing-masing percobaan menggunakan Agregat Kasar seberat 500 gram. Perhitungan Pengujian Kadar Air menggunakan Persamaan (4.6) dan Kadar Air Rata-rata menggunakan Persamaan (4.7):

$$\text{Kadar Air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \dots\dots\dots(4.6)$$

$$\text{Kadar Air rata-rata} = \frac{\text{Kadar Air I} + \text{Kadar Air II}}{2} (\%) \dots\dots\dots(4.7)$$

Hasil Pengujian Kadar Air pada Agregat Kasar dapat dilihat pada Tabel .8 di bawah ini:

Tabel .8 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Percobaan	Berat Cawan (gram)	Berat Cawan + Agregat Sebelum Dioven (gram)	Berat Cawan + Agregat Setelah Dioven (gram)	Kadar Air (%)	Kadar Air rata-rata (%)
I	44	544	540	0,81	0,91
II	44	544	539	1,01	

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Dari hasil Pengujian Kadar Air pada Agregat Kasar dapat dilihat bahwa terjadi penurunan berat sampel Agregat Kasar dengan Nilai Kadar Air Rata-rata sebesar 0,91%.

Kadar Lumpur

Data Pengujian Kadar Lumpur pada Agregat Kasar dapat dilihat pada Tabel .9 di bawah ini:

Tabel .9 Data Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Percobaan	Berat Cawan (gram)	Berat Cawan + Agregat Sebelum Dicuci (gram)	Berat Cawan + Agregat Setelah Dicuci (gram)
I	25	255	253
II	26	241	240

(Sumber: Hasil Eksperimen Laboratorium, 2026)

Pengujian Kadar Lumpur dilakukan menggunakan dua sampel percobaan dengan

Sifat - Sifat Teknis Beton Fast Track Dengan Pedel Sebagai Material Substitusi Semen Untuk Perkerasan Jalan

Naufal Hilmi Fahar¹, Tri Riskyanto², Rachmat Mudiyo³, Juny Andry Sulisty⁴

sampel percobaan I sebesar 255 gram dan sampel percobaan II sebesar 241 gram. Perhitungan Kadar Lumpur pada Agregat Kasar ditunjukkan pada Persamaan (4.8) dan Kadar Lumpur rata-rata memakai Persamaan (4.9):

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \dots \dots \dots (4.8)$$

$$\text{Kadar Lumpur Rata-rata} = \frac{\text{Kadar Lumpur I} + \text{Kadar Lumpur II}}{2} (\%) \dots \dots \dots (4.9)$$

Hasil Pengujian Kadar Lumpur pada Agregat Kasar dapat dilihat dalam Tabel 10 di bawah ini:

Tabel .10 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Percobaan	Berat Cawan (gram)	Berat Cawan + Agregat Sebelum Dicuci (gram)	Berat Cawan + Agregat Setelah Dicuci (gram)	Kadar Lumpur (%)	Kadar Lumpur Rata-rata (%)
I	25	255	253	0,78	0,59
II	26	241	240	0,41	

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Dari Hasil Pengujian Kadar Lumpur pada Agregat Kasar terjadi penurunan berat sampel Agregat Kasar dengan Nilai Kadar Air Rata-rata sebesar 0,59 %.

Analisa Saringan

Data Pengujian Analisa Saringan pada Agregat Kasar dapat dilihat pada Tabel .11 di bawah ini:

Tabel .11 Data Penyaringan Agregat Kasar

No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Cawan (mm)	Berat Cawan + Agregat (g)	Berat Agregat (g)
1.	25,4	158	179	21
2.	19	158	614	456
3.	12,7	158	646	488
Jumlah				965

(Sumber: Data Eksperimen Laboratorium, 2026)

Perhitungan Analisa Saringan pada Agregat Kasar menggunakan Persamaan (4.10) berikut:

$$\text{Berat Kehilangan} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots \dots \dots (4.10)$$

a. Persentase Finer (*f*) = 100 % - kumulatif agregat tertinggal

- | | | |
|-------------------------|-------------------|-----------|
| 1. Saringan ϕ 25,4 | = 100 % - 2,18 % | = 97,82 % |
| 2. Saringan ϕ 19 | = 100 % - 49,43 % | = 50,57 % |
| 3. Saringan Φ 12,7 | = 100 % - 100 % | = 0 % |

Dari Hasil Perhitungan Analisa Saringan pada Agregat Kasar dapat dilihat dalam Tabel 12 di bawah ini:

Sifat - Sifat Teknis Beton Fast Track Dengan Pedel Sebagai Material Substitusi Semen Untuk Perkerasan Jalan

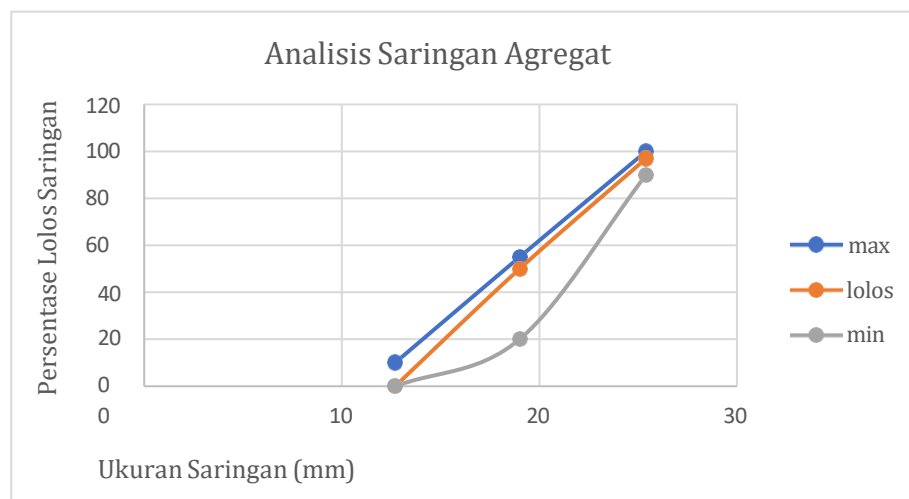
Naufal Hilmi Fahar¹, Tri Riskyanto², Rachmat Mudiyo³, Juny Andry Sulistyo⁴

Tabel 12 Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat Halus

No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat (g)	Persentase Agregat Tertinggal (%)	Kumulatif Sggregat Tertinggal (%)	Persentase <i>Finer</i> (%)	Spesifikasi Kadar Teknis	
						Min	Max
1.	25,4	21	2,18	2,18	97,82	90	100
2.	19	456	47,25	49,43	50,57	20	55
3.	12,7	488	50,57	100	0	0	10
Jumlah		965	100	151,61	148,39	-	-

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Dari Perhitungan Analisa Saringan pada Agregat Kasar didapatkan hasil pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. *Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar*
(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Pada Gambar 1 Hasil Pengujian Analisa Saringan menunjukkan bahwa Agregat Kasar masuk dalam Spesifikasi Agregat Kasar sehingga dapat digunakan untuk pembuatan Benda Uji Beton.

Hasil *Slump Test*

Slump Test dilakukan pada seluruh sampel benda uji beton yang akan dicetak. Nilai *Slump Test* pada Penelitian Tugas Akhir ini ditetapkan sebesar 35 - 75 mm. Hasil *Slump Test* dapat dilihat dalam Tabel 13 di bawah ini:

Tabel 13 Hasil *Slump Test*

Sampel		Nilai <i>Slump Test</i> (mm)
Komposisi	Persentase Pedel	
Normal	-	73
Variasi 1	5 %	62
Variasi 2	10 %	45

Sifat - Sifat Teknis Beton Fast Track Dengan Pedel Sebagai Material Substitusi Semen Untuk Perkerasan Jalan

Naufal Hilmi Fahar ¹, Tri Riskyanto ², Rachmat Mudiyo ³, Juny Andry Sulisty ⁴

Variasi 3	15 %	51
-----------	------	----

(Sumber: Hasil Eksperimen Laboratorium, 2026)

Dari hasil Nilai *Slump Test* diatas dapat dilihat bahwa Nilai *Slump Test* pada setiap komposisi masuk kedalam nilai yang telah direncanakan.

Kuat Tekan Beton

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

Kuat Tekan Beton Umur 3 Hari

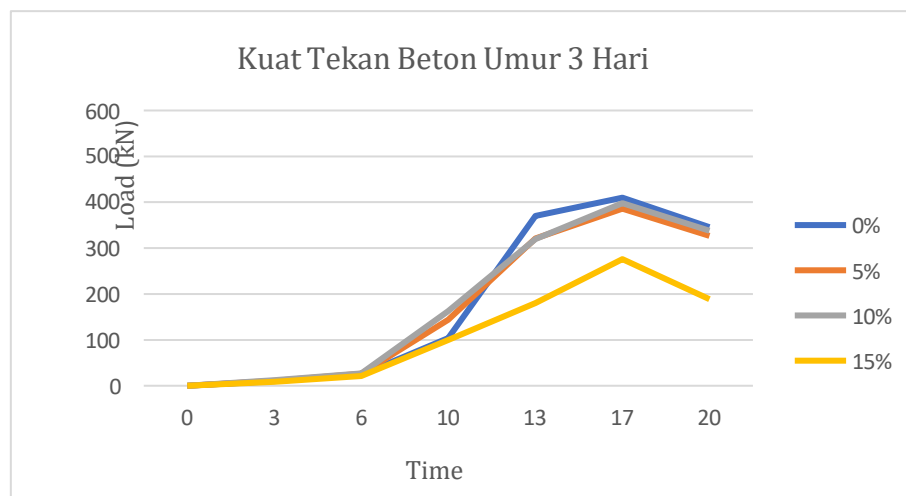
Data Hasil Pengujian Kuat Tekan beton umur 3 hari dapat dilihat pada Tabel 14 di bawah ini:

Tabel 14 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 3

No.	Tanggal		Umur (hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Silinder (kg/cm ²)	Persentase (%)
	Pembuatan	Pengujian					
1	11-6-2026	15-6-2026	3	13,06	410	237,02	79,01
2	18-6-2026	22-6-2026	3	13,22	386	223,07	74,36
3	25-6-2026	29-6-2026	3	12,55	398	229,75	76,58
4	2-7-2026	6-7-2026	3	12,12	276	159,82	53,27

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Tabel 14 menunjukkan Nilai Kuat Tekan Beton Umur 3 Hari. Dari Data Hasil Pengujian Kuat Tekan tersebut dilakukan pembacaan Grafik Kuat Tekan yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 *Grafik* Kuat Tekan Beton Umur 3 Hari
(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Sifat - Sifat Teknis Beton Fast Track Dengan Pedel Sebagai Material Substitusi Semen Untuk Perkerasan Jalan

Naufal Hilmi Fahar ¹, Tri Riskyanto ², Rachmat Mudiyo ³, Juny Andry Sulistyo ⁴

Pada Gambar 2 menunjukkan Hasil Kuat Tekan Beton *Fast Track* umur 3 hari. Nilai Kuat Tekan Beton *Fast Track* Variasi I (Pedel 0 %) sebesar 410 kN (237,02 kg/cm²), Variasi II (Pedel 5 %) sebesar 386 kN (223,07 kg/cm²), Variasi III (Pedel 10%) sebesar 398 kN (229,75 kg/cm²), Variasi IV (Pedel 15 %) sebesar 276 kN (159,82 kg/cm²). Nilai Kuat Tekan tertinggi diperoleh Beton Campuran Variasi III (Pedel 10%) dan Nilai Kuat Tekan terendah diperoleh pada Beton Campuran Variasi IV (Pedel 15%).

Kuat Tekan Beton Fast Track Umur 5 Hari

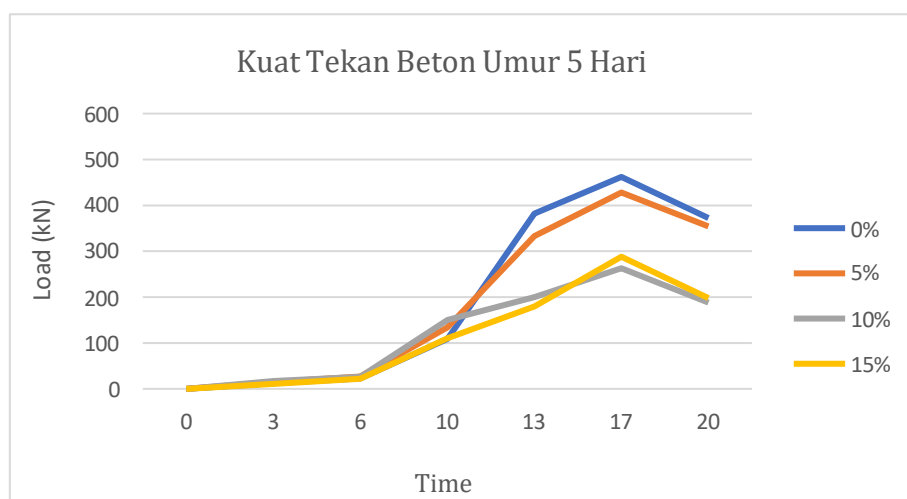
Data Hasil Pengujian Kuat Tekan beton umur 5 hari dapat dilihat pada Tabel 15 di bawah ini:

Tabel 15 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 5 Hari

No.	Tanggal		Umur (hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Silinder (kg/cm ²)	Persentase (%)
	Pembuatan	Pengujian					
1	11-6-2026	17-6-2026	5	13,18	462	266,65	88,88
2	18-6-2026	24-6-2026	5	13,13	428	247,15	82,38
3	25-6-2026	1-7-2026	5	12,46	263	152,15	50,72
4	2-7-2026	8-7-2026	5	12,30	288	166,58	55,53

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Tabel 14 menunjukkan Nilai Kuat Tekan Beton Umur 5 Hari. Dari Data Hasil Pengujian Kuat Tekan tersebut dilakukan pembacaan Grafik Kuat Tekan yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 5 Hari

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Pada Gambar 3 menunjukkan Hasil Kuat Tekan Beton *Fast Track* umur 5 hari. Nilai Kuat Tekan Beton *Fast Track* Variasi I (Pedel 0%) sebesar 462 kN (266,65 kg/cm²), Variasi II (Pedel

Sifat - Sifat Teknis Beton Fast Track Dengan Pedel Sebagai Material Substitusi Semen Untuk Perkerasan Jalan

Naufal Hilmi Fahar ¹, Tri Riskyanto ², Rachmat Mudiyo ³, Juny Andry Sulistyo ⁴

5%) sebesar 428 kN (247,15 kg/cm²), Variasi III (Pedel 10%) sebesar 263 kN (152,15 kg/cm²), Variasi IV (Pedel 15%) sebesar 288 kN (166,58 kg/cm²). Nilai Kuat Tekan tertinggi diperoleh Beton Campuran Variasi II (Pedel 5%) dan Nilai Kuat Tekan terendah diperoleh pada Beton Variasi III (Pedel 10%).

1.1.1. Kuat Tekan Beton Fast Track Umur 7 Hari

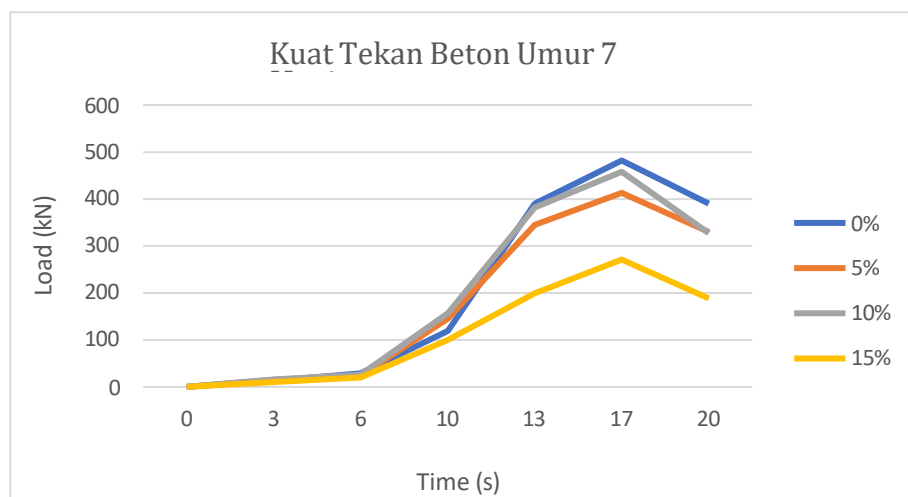
Data hasil pengujian Kuat Tekan beton umur 7 hari dapat dilihat pada Tabel 16 di bawah ini:

Tabel 16 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

No.	Tanggal		Umur (hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Silinder (kg/cm ²)	Persentase (%)	Konversi 28 Hari
	Pembuatan	Pengujian						
1	11-6-2026	19-6-2026	7	12,80	482	278,53	92,84	428,51
2	18-6-2026	26-6-2026	7	12,93	413	238,63	79,54	367,12
3	25-6-2026	3-7-2026	7	12,76	458	264,46	88,15	406,86
4	2-7-2026	10-7-2026	7	12,44	271	156,48	52,16	240,74

(Sumber: Hasil Eksperimen Laboratorium, 2026)

Tabel 16 menunjukkan Nilai Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari. Dari Data Hasil Pengujian Kuat Tekan tersebut dilakukan pembacaan Grafik Kuat Tekan yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

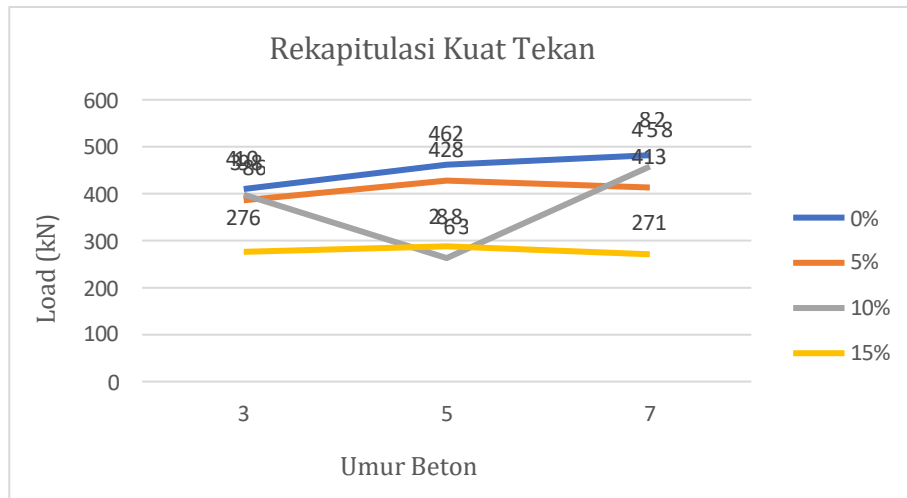
Pada Gambar 4 menunjukkan Hasil Kuat Tekan Beton *Fast Track* umur 7 hari. Nilai Kuat Tekan Beton *Fast Track* Variasi I (Pedel 0%) sebesar 482 kN (278,53 kg/cm²), Variasi II (Pedel 5%) sebesar 413 kN (238,63 kg/cm²), Variasi III (Pedel 10%) sebesar 458 kN (264,46 kg/cm²), Variasi IV (Pedel 15%) sebesar 271 kN (156,48 kg/cm²). Nilai Kuat Tekan tertinggi

Sifat - Sifat Teknis Beton Fast Track Dengan Pedel Sebagai Material Substitusi Semen Untuk Perkerasan Jalan

Naufal Hilmi Fahar ¹, Tri Riskyanto ², Rachmat Mudiyo ³, Juny Andry Sulistyo ⁴

diperoleh Beton Campuran Variasi III (Pedel 10%) dan Nilai Kuat Tekan terendah diperoleh pada Beton Campuran Variasi IV (Pedel 15%).

Perbandingan Nilai Kuat Tekan pada Beton Variasi dapat dilihat dalam Gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton dengan Kadar Pedel Bervariasi
(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Pada Gambar 5 diketahui bahwa Kuat Tekan Beton diumur 7 hari lebih tinggi dibanding beton umur 3 dan 5 hari. Penggunaan Pedel juga berpengaruh pada Nilai Kuat Tekan pada beton. Dalam penelitian ini Nilai Kuat Tekan Optimum didapat pada variasi beton dengan penambahan Pedel 10% pada beton umur 7 hari dan Nilai Kuat Tekan terendah didapat pada variasi beton dengan penambahan Pedel 10% pada beton umur 5 hari.

Kuat Lentur Beton

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

Kuat Lentur Beton Umur 3 Hari

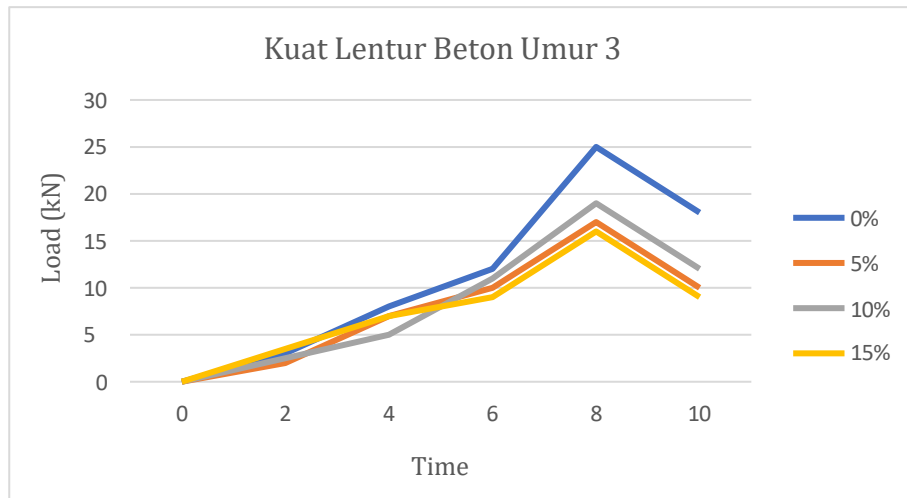
Data Hasil Pengujian Kuat Lentur beton umur 3 hari dapat dilihat pada Tabel 17 di bawah ini:

Tabel 17 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 3 Hari

No.	Tanggal		Umur (hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Balok (kg/cm ²)	Persentase (%)
	Pembuatan	Pengujian					
1	11-6-2026	15-6-2026	3	31,31	25,01	34,01	113,4
2	18-6-2026	22-6-2026	3	32,34	17,93	24,38	81,3
3	25-6-2026	29-6-2026	3	31,59	19,56	26,61	88,7
4	2-7-2026	6-7-2026	3	30,82	16,85	22,91	76,4

(Sumber: Hasil Eksperimen Laboratorium, 2026)

Tabel 17 menunjukkan Nilai Kuat Lentur Beton Umur 3 Hari. Dari Data Hasil Pengujian Kuat Lentur tersebut dilakukan pembacaan Grafik Kuat Lentur yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Grafik Kuat Lentur Beton Umur 3 Hari
(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Pada Gambar 6 menunjukkan Hasil Kuat Lentur Beton *Fast Track* umur 3 hari. Nilai Kuat Lentur Beton *Fast Track* Variasi I (Pedel 0%) sebesar 25,01 kN (34,01 kg/cm²), Variasi II (Pedel 5%) sebesar 17,93 kN (24,38 kg/cm²), Variasi III (Pedel 10%) sebesar 19,56 kN (26,61 kg/cm²), Variasi IV (Pedel 15%) sebesar 16,85 kN (22,91 kg/cm²). Nilai Kuat Lentur tertinggi diperoleh pada Beton Campuran Variasi III (Pedel 10%) dan Nilai Kuat Lentur terendah diperoleh pada Beton Campuran Variasi IV (Pedel 15%).

Kuat Lentur Beton Fast Track Umur 5 Hari

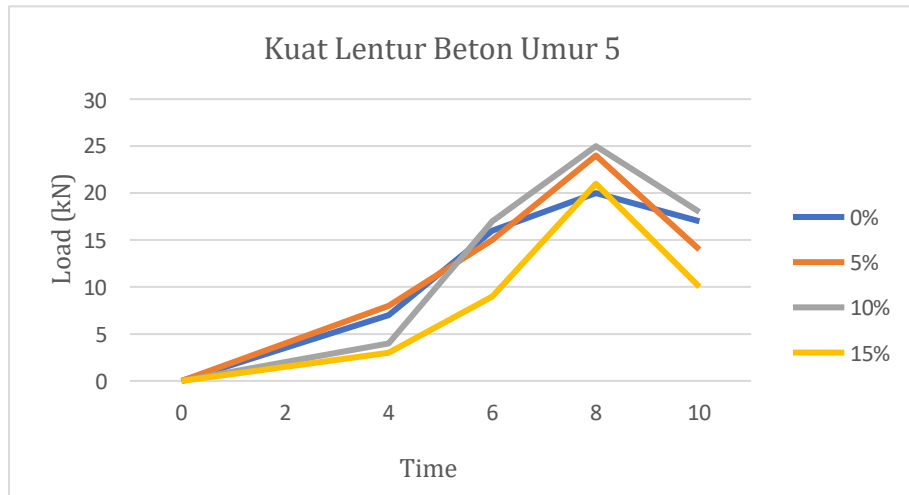
Data Hasil Pengujian Kuat Lentur beton umur 5 hari dapat dilihat pada Tabel 18 di bawah ini:

Tabel 18 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 5 Hari

No.	Tanggal		Umur (hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Balok (kg/cm ²)	Persentase (%)
	Pembuatan	Pengujian					
1	11-6-2026	17-6-2026	5	31,36	20,52	27,90	93,00
2	18-6-2026	24-6-2026	5	32,43	24,43	33,23	110,80
3	25-6-2026	1-7-2026	5	32,68	25,98	35,33	117,80
4	2-7-2026	8-7-2026	5	31,79	21,20	28,83	96,10

(Sumber: Hasil Eksperimen Laboratorium, 2026)

Tabel 18 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 7.



Gambar 7 Grafik Kuat Lentur Beton Umur 5 Hari
(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Pada Gambar 7 menunjukkan Hasil Kuat Lentur Beton *Fast Track* umur 5 hari. Nilai Kuat Lentur Beton *Fast Track* Variasi I (Pedel 0%) sebesar 20,52 kN (27,90 kg/cm²), Variasi II (Pedel 5%) sebesar 24,43 kN (33,23 kg/cm²), Variasi III (Pedel 10%) sebesar 25,98 kN (35,33 kg/cm²), Variasi IV (Pedel 15%) sebesar 21,20 kN (28,83 kg/cm²). Nilai Kuat Lentur tertinggi diperoleh pada Beton Variasi III Pedel 10% dan Nilai Kuat Lentur terendah diperoleh pada Beton Variasi IV (Pedel 15%).

Kuat Lentur Beton Fast Track Umur 7 Hari

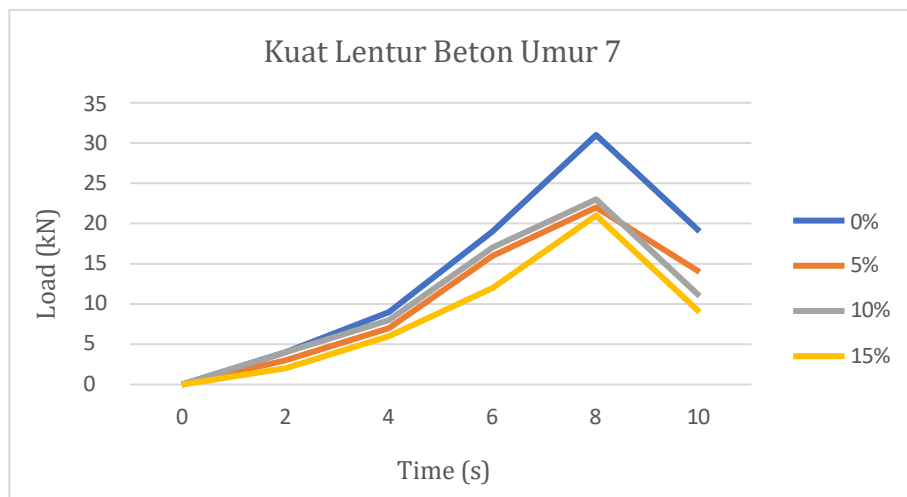
Data Hasil Pengujian Kuat Lentur beton umur 7 hari dapat dilihat pada Tabel 19 di bawah ini:

Tabel 19 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari

No.	Tanggal		Umur (hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Balok (kg/cm ²)	Persentase (%)	Konversi 28 Hari
	Pembuatan	Pengujian						
1	11-6-2026	19-6-2026	7	33,59	31,06	42,23	140,8	64,97
2	18-6-2026	26-6-2026	7	33,36	22,76	31,15	103,2	47,83
3	25-6-2026	3-7-2026	7	30,60	22,82	31,21	103,6	47,95
4	2-7-2026	10-7-2026	7	32,14	22,65	31,02	102,9	47,72

(Sumber: Hasil Eksperimen Laboratorium, 2026)

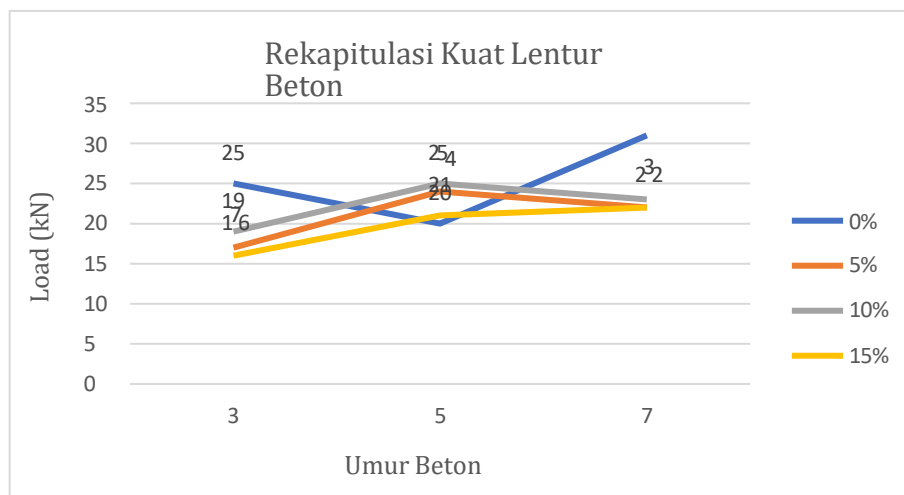
Tabel 19 menunjukkan Nilai Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari. Dari Data Hasil Pengujian Kuat Lentur tersebut dilakukan pembacaan Grafik Kuat Lentur yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8 *Grafik Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari*
(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Pada Gambar menunjukkan Hasil Kuat Lentur Beton *Fast Track* umur 7 hari. Nilai Kuat Lentur Beton *Fast Track* Variasi I (Pedel 0%) sebesar 31,06 kN (42,23 kg/cm²), Variasi II (Pedel 5%) sebesar 22,76 kN (31,15 kg/cm²), Variasi III (Pedel 10%) sebesar 22,82 kN (31,21 kg/cm²), Variasi IV (Pedel 15%) sebesar 22,65 kN (31,02 kg/cm²). Nilai Kuat Lentur tertinggi diperoleh pada Beton Campuran Variasi III (Pedel 10%) dan Nilai Kuat Lentur terendah diperoleh pada Beton Variasi IV (Pedel 15%).

Perbandingan Nilai Kuat Lentur pada Beton Variasi dapat dilihat dalam Gambar 9 di bawah ini:



Gambar 9 *Grafik Nilai Kuat Lentur Beton dengan Kadar Pedel Bervariasi*
(Sumber: Hasil Analisa Eksperimen Laboratorium, 2026)

Pada Gambar 9 diketahui bahwa Kuat Lentur Beton diumur 7 hari lebih tinggi dibanding beton umur 3 dan 5 hari. Sesuai dengan tujuan penggunaan Bahan Aditif *Superplasticizer* Tipe F yaitu untuk mempercepat pengerasan pada beton. Penggunaan Pedel juga berpengaruh pada Nilai Kuat Lentur pada beton. Dalam penelitian ini Nilai Kuat Lentur Optimum didapat pada variasi beton dengan penambahan Pedel 10% pada beton umur 7 hari dan Nilai Kuat Lentur terendah didapat pada variasi beton dengan penambahan Pedel 15% pada beton umur 3 hari.

SIMPULAN

Dari hasil dan perhitungan yang diuraikan pada sub bab diatas maka diperoleh:

1. Pengaruh Pedel sebagai material substitusi semen terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton *Fast Track* adalah semakin tinggi kandungan Pedel yang ditambahkan maka Nilai Kuat Tekan dan Kuat Lentur akan semakin menurun karena kadar Pedel yang terlalu banyak dalam mensubstitusi semen akan mengakibatkan reaksi antar bahan pengikat berkurang.
2. Kadar Pedel 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 III (Pedel 10%) dengan hasil pengujian Kuat Tekan sebesar 264,46 kg/cm² dan Nilai Kuat Lentur sebesar 31,21 kg/cm² pada beton umur 7 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfif, 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.
- Amalia. (2011). *Studi Potensi Limbah Debu Pengolahan Baja (Dry Dust Collector) Sebagai Bahan Tambah Pada Beton*. In Januari, 10(1): 75–82.
- 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: Fakultas 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 Negeri 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*. 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*. 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*. 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*. 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.
- Tarisa, E., Olivia, M., & Kamaldi, A. (2016). *Durabilitas Beton Bubuk Kulit Kerang Di Lingkungan Air Laut*. *Jom FTEKNIK*, 3(2).
- 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.