



## Analisis Beton Ramah Lingkungan *Fast Track Fc'20* dengan Penambahan *Low Density Polyethylene (LDPE)* sebagai Substitusi *Coarse Agregat* dan Serat Baja *Dramix* untuk Perkerasan Jalan

Muhammad Najib<sup>1\*</sup>, Jaka Windarta<sup>1,2</sup>, Aris Triwiyatno<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,

<sup>2</sup>Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

\*Corresponding author: najib082133355722@gmail.com

(Received: November 13, 2025; Accepted: December 20, 2025)

### Abstract

*Analysis of Fast Track Fc'20 Environmentally Friendly Concrete with the Addition of Low Density Polyethylene (LDPE) as a Substitution for Coarse Aggregate and Dramix Steel Fiber for Road Paving. Fast track concrete is a ready-mix concrete that hardens quickly and can be used directly for traffic. This concrete has special specifications that cover the needs of road pavement segment concrete that is opened to traffic when the concrete age is less than 7 days. This study aims to determine how much the compressive strength and flexural strength of concrete with a comparison of substitution of dramix steel fiber and Low Density Polyethylene (LDPE) aggregate. This study uses an experimental method with a trial of testing concrete cylinders and beams with compressive and flexural tests with 4 compositions of normal concrete and concrete with a combination of dramix steel fiber and Low Density Polyethylene (LDPE). The composition testing was carried out on fast track concrete with a quality of fc'20 Mpa within 4 days including compressive strength and flexural strength when the test specimen is 4, 7, 14, 21 and 28 days old. The results of the study showed that the use of dramix and Low Density Polyethylene (LDPE) substitution concrete had results with an average compressive strength value of fast track concrete within 4 days of 21.31 Mpa and a flexural strength of 3.41 Mpa, which later these values will continue to increase until the immersion age of 28 days.*

**Keywords:** *fast track concrete mix, dramix steel fiber, low density polyethylene (LDPE), compressive strength, flexural strength*

### Abstrak

Beton *fast track* adalah beton siap pakai yang cepat mengeras dan dapat langsung digunakan untuk lalu lintas. Beton ini memiliki spesifikasi khusus yang mencakup kebutuhan beton segmen perkerasan jalan yang dibuka untuk lalu lintas disaat umur beton belum 7 hari. Penelitian ini bertujuan mengetahui seberapa besar nilai kuat tekan dan kuat lentur beton dengan perbandingan substitusi pencampuran serat baja *dramix* dan agregat *Low Density Polyethylene (LDPE)*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan percobaan pengujian silinder dan balok beton dengan uji tekan dan lentur dengan 4 komposisi beton normal dan beton dengan kombinasi serat baja *dramix* dan *Low Density Polyethylene (LDPE)*. Pengujian komposisi tersebut dilakukan pada beton *fast track* dengan mutu fc'20 Mpa dalam waktu 4 hari meliputi kuat tekan dan kuat lentur saat benda uji berumur 4, 7, 14, 21 dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan beton substitusi *dramix* dan *Low Density Polyethylene (LDPE)* memiliki hasil dengan nilai kuat tekan rata-rata beton *fast track* dalam waktu 4 hari sebesar 21,31 Mpa dan kuat letur sebesar 3,41 Mpa yang nantinya nilai tersebut akan terus bertambah sampai umur perendaman 28 hari.

**Kata kunci:** campuran beton *fast track*, serat baja *dramix*, *low density polyethylene* (LDPE), kuat tekan, kuat lentur

**How to Cite This Article:** Najib, M., Windarta, J., & Triwiyatno, A. (2025). Analisis Beton Ramah Lingkungan *Fast Track* Fc'20 dengan Penambahan *Low Density Polyethylene* (LDPE) sebagai Substitusi *Coarse Agregat* dan Serat Baja *Dramix* untuk Perkerasan Jalan. *JPII*, 3(6), 392-397. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2025.26850>

## PENDAHULUAN

Beton merupakan teknologi di bidang perkerasan jalan di Indonesia yang sudah banyak dikembangkan seiring dengan perkembangan zaman, teknologi beton banyak mengalami perkembangan untuk kebutuhan lapangan, khususnya untuk mengatasi beton getas. Dalam perkembangannya, beton mulai mengalami perkembangan dari segi substitusi maupun bahan tambahannya untuk memperbaiki sifat beton. Beton mutu tinggi merupakan jenis beton yang memiliki durabilitas dan kepadatan yang lebih daripada beton normal. Kekuatan beton dipengaruhi oleh nilai faktor air semennya (fas). Nilai fas yang rendah akan memiliki kuat tekan yang tinggi namun akan menurunkan *workability* beton tersebut (Luvena et al., 2018).

Beton *fast track* adalah beton siap pakai yang cepat mengeras dan dapat langsung digunakan untuk lalu lintas. Beton ini memiliki spesifikasi khusus yang mencakup kebutuhan beton segmen perkerasan jalan beton. Perkerasan jalan ini bisa dibuka untuk lalu lintas disaat umur beton belum 7 hari. Beton perkerasan kaku untuk pembukaan lalu lintas awal yang digunakan dalam spesifikasi ini adalah beton kuat tekan tinggi. Pada penelitian kali ini kuat tekan beton harus sudah mencapai 250 kg/cm<sup>2</sup> (20 MPa) pada umur beton 4 hari.

Salah satu alternatif bahan tambah yang digunakan yang bersifat fisik adalah serat baja *dramix* (*steel fibers*). Serat baja memiliki sifat yang baik dalam hal kuat tariknya. Di Indonesia, konsep pemakaian serat pada adukan beton untuk struktur bangunan belum banyak dikenal dan belum dipakai dalam praktik. Hal ini juga dimaksudkan agar serat-serat tersebut dapat berfungsi sebagai tulangan mikro yang tersebar secara acak dalam beton. Sehingga beton tidak mengalami retakan-retakan yang terlalu dini akibat pembebanan maupun panas hidrasi (Sorousihan & Bayasi, 1987). Dengan demikian, diharapkan kemampuan beton untuk mendukung tegangan-tegangan internal (aksial, lentur dan geser) akan meningkat.

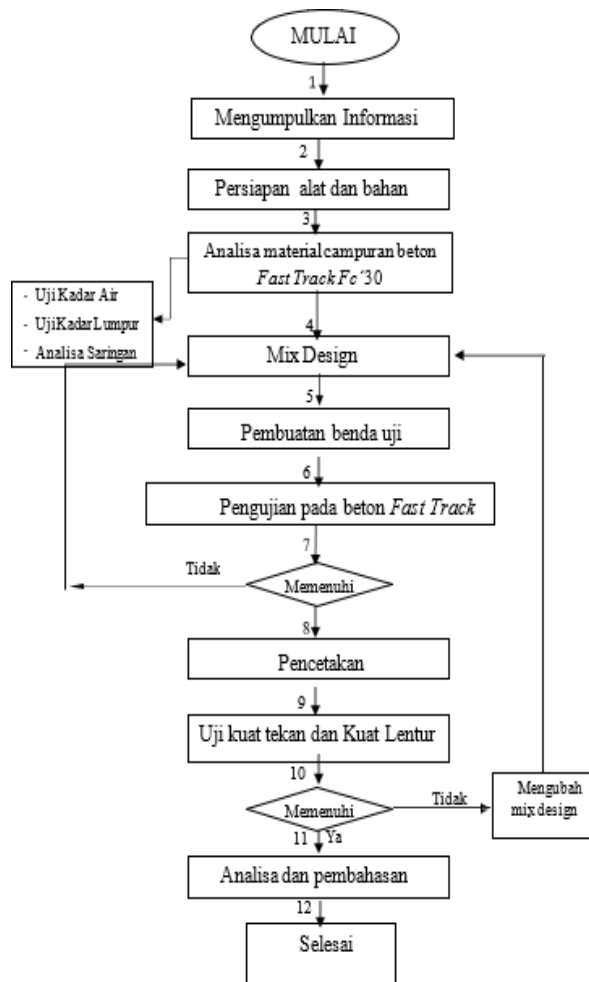
Limbah plastik *low density polyethylene* (LDPE) merupakan masalah yang sangat sering dijumpai di daerah perkotaan maupun pedesaan. Penggunaan plastik setiap tahunnya akan terus mengalami peningkatan karena kemasan produk makanan dan minuman sebagian besar menggunakan bahan yang terbuat dari plastik. Namun plastik yang dimaksud adalah plastik yang susah berkontaminasi dengan tanah atau biasa disebut dengan prototipe beton plastik dengan bahan dasar agregat plastik

hasil daur ulang, limbah anorganik yang sulit hancur dengan sendirinya. Hal inilah yang menyebabkan jumlah sampah plastik pun ikut bertambah. Oleh karena itu, untuk mengurangi limbah ini maka dimanfaatkan dalam pembangunan (Dradjad, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari komposisi pengganti campuran beton dengan substitusi *coarse aggregate* dengan *low density polyethylene* (LDPE) serta bahan tambah serat baja *dramix* dari semen. Beton yang diteliti menggunakan mutu beton *fast track* 20 MPa dalam 4 hari.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Agung Semarang dengan membuat beton mutu normal dan beton kombinasi substitusi *dramix* dan agregat LDPE. Mutu beton rencana yang digunakan *fast track* 20 MPa. Benda uji terdiri dari silinder dengan ukuran 15 cm × 30 cm untuk pengujian kuat tekan. Balok beton dengan ukuran 10 cm × 10 cm × 40 cm untuk pengujian kuat lentur. Pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 4 hari.

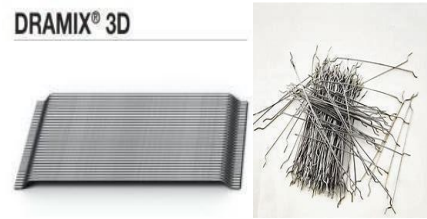


Gambar 1. Diagram alir penelitian

**Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Semen  
Semen yang digunakan adalah Semen Gresik dengan netto 40 kg.
2. Agregat halus  
Agregat halus yang digunakan adalah pasir Muntilan.
3. Agregat kasar  
Agregat kasar yang digunakan mempunyai ukuran yaitu ukuran maksimum 1½ mm dan ¾ mm.
4. Air  
Air yang digunakan adalah air di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.
5. Serat baja *dramix*  
Serat baja *dramix* sebagai substitusi *coarse aggregate*.



Gambar 2. Serat baja dramix

6. *Low Density Polyethylene* (LDPE) sebagai substitusi *coarse aggregate*.



Gambar 3. Agregat dari limbah plastik LDPE

**Peralatan**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cetakan benda uji, timbangan, oven, satu set saringan ayakan, piknometer, mesin pengaduk beton (*concrete mixer*), *slump test apparatus*, mesin penggetar internal (*vibrator*), *Compression Testing Machine* (CTM) dan alat pendukung.

**Prosedur Pelaksanaan Penelitian**

Pada penelitian ini dibagi menjadi 7 tahap yaitu persiapan bahan, pemeriksaan bahan campuran beton, pembuatan rencana campuran (*mix design*), pembuatan benda uji, pemeliharaan terhadap benda uji (*curing*), pelaksanaan pengujian dan analisis hasil penelitian.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengujian sifat-sifat fisik material dilakukan untuk mengetahui data awal material yang akan dipakai pada campuran beton. Sifat-sifat fisik material yang diuji meliputi kadar air, berat jenis dan penyerapan, gradasi, berat volume, kadar lumpur dan kandungan zat organik. Data yang diperoleh dari hasil pengujian kemudian digunakan untuk perhitungan campuran beton (*mix design*). Adapun ringkasan hasil pengujian sifat-sifat fisik material dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil penelitian sifat fisik dan mekanis agregat

No	Jenis	Metode	Persyaratan	Hasil	Keterangan
<b>A Pemeriksaan Agregat Kasar</b>					
1	Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	SNI 03-2417-2008	Maks. 40%	14,01%	Memenuhi
2	Material lolos saringan no. 200	ASTM C117:2012	Maks. 1%	0,6%	Memenuhi
3	Kadar air	ASTM C117:2012	Maks. 5%	1,25%	Memenuhi

4	Kadar lumpur	ASTM C117:2012	Maks. 5%	2,1%	Memenuhi
5	Penyerapan air oleh agregat			1,583%	
a.	Agregat kasar 2"	SNI 03-1969-1990	Maks. 3%		Memenuhi
b.	Agregat kasar 1"			2,064%	
<b>B Agregat halus</b>					
1	Material lolos saringan no. 200	ASTM C117:2012	Maks. 1%	0,6%	Memenuhi
2	Kadar air	ASTM C117:2012	Maks. 5%	1,25%	Memenuhi
3	Kadar lumpur	ASTM C117:2012	Maks. 5%	2,1%	Memenuhi
4	Penyerapan air oleh agregat	SNI 03-1969-1990	Maks. 3%	1,583%	Memenuhi

a.	Agregat halus (pasir)				
5	Berat jenis ( <i>bulk specific gravity</i> )	SNI 03-1969-1990	Maks. 3%	2,651%	Memenuhi
a.	Agregat halus (pasir)				

**Rencana Komposisi Campuran Penelitian Beton**

Penelitian ini menggunakan komposisi material campuran beton seperti terlampir pada Tabel 2.

**Tabel 2. Job mix design campuran beton**

No	Komposisi	Retarder	Semen (kg)	Retarder (mL)	Pasir (kg)	Agregat 1½ (kg)	Agregat ¾ (kg)	Drymix (kg)	PET (kg)	Air (L)
1	Normal	-	425	-	751	776,8	401,8	-	-	135
2	Drymix + PET	+ 0,20%	425	3,88	751	659,8	341,7	59	59	194,2

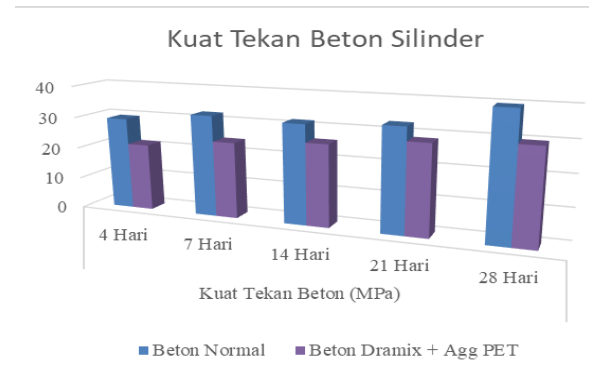
**Rekapitulasi Rata-Rata Pengujian Kuat Tekan**

Data hasil rekapitulasi rata-rata pengujian kuat tekan beton *fast track* 20 MPa komposisi beton normal, beton dengan substitusi *dramix*, beton dengan substitusi agregat LDPE dan beton substitusi *dramix* + agregat LDPE. Untuk umur pengujian 4, 7, 14, 21 dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil rekapitulasi rata-rata pengujian kuat tekan beton**

Variasi Benda Uji	Kuat Tekan Beton (MPa)				
	4 Hari	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
Beton normal	29,42	32,22	31,53	32,76	39,68
Beton <i>dramix</i> + agregat LDPE	21,31	24,18	25,971	28,48	29,86

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, beton normal menunjukkan peningkatan kekuatan seiring bertambahnya umur beton. Pada umur 4 hari, kuat tekan beton normal mencapai 29,42 MPa, kemudian meningkat menjadi 32,22 MPa pada 7 hari, sedikit menurun menjadi 31,53 MPa pada 14 hari, lalu kembali meningkat menjadi 32,76 MPa pada 21 hari dan mencapai 39,68 MPa pada umur 28 hari. Sementara itu, beton dengan substitusi *dramix* dan agregat LDPE memiliki kuat tekan yang lebih rendah dibanding beton normal pada seluruh umur pengujian. Pada umur 4 hari, kuat tekannya sebesar 21,31 MPa, meningkat menjadi 24,18 MPa pada 7 hari, 25,97 MPa pada 14 hari, 28,48 MPa pada 21 hari dan mencapai 29,86 MPa pada 28 hari.



**Gambar 4.** Grafik rekapitulasi rata-rata kuat tekan

Berdasarkan data hasil kuat tekan dari kedua komposisi yang berbeda dapat diketahui bahwa beton dengan substitusi *dramix* + agregat LDPE pada umur 4 hari telah memenuhi standar persyaratan untuk kuat tekan beton *fast track* 20 MPa dan untuk umur tiap rendamannya akan terus bertambah nilai kuat tekannya. Substitusi agregat LDPE dan serat *dramix* dapat membantu mengikat dan menyatukan campuran beton. Setelah terjadinya pengikatan awal dengan semen akan menyebabkan beton semakin kokoh atau stabil dalam menahan beban karena aksi serat (*fiber bridging*) yang saling mengikat di sekelilingnya.

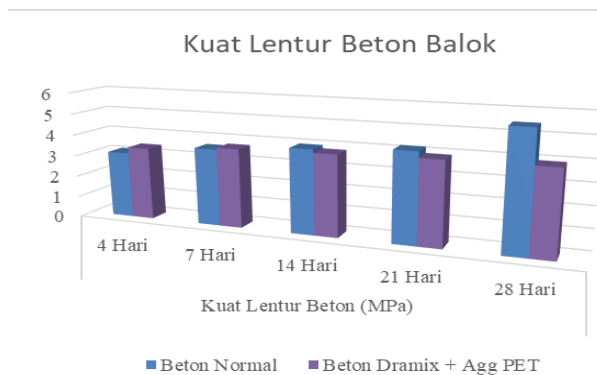
**Rekapitulasi Rata-Rata Pengujian Kuat Lentur**

Data hasil rekapitulasi rata-rata pengujian kuat lentur beton *fast track* 20 MPa dengan komposisi beton normal, beton dengan substitusi *dramix*, beton dengan substitusi agregat LDPE dan beton substitusi *dramix* + agregat LDPE. Untuk umur pengujian 4, 7, 14, 21 dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hasil rekapitulasi rata-rata pengujian kuat lentur beton**

Variasi Benda	Kuat Lentur Beton (MPa)					
	Uji	4 Hari	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
Beton normal		3,12	3,62	3,95	4,19	5,48
Beton <i>dramix</i> + agregat LDPE		3,41	3,71	3,8	3,91	3,94

Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur, beton normal mengalami peningkatan kekuatan secara konsisten seiring bertambahnya umur. Pada umur 4 hari, kuat lentur beton normal tercatat sebesar 3,12 MPa, kemudian meningkat menjadi 3,62 MPa pada 7 hari, 3,95 MPa pada 14 hari, 4,19 MPa pada 21 hari dan mencapai 5,48 MPa pada umur 28 hari. Sementara itu, beton dengan substitusi *dramix* dan agregat LDPE menunjukkan nilai kuat lentur awal yang lebih tinggi dibanding beton normal pada umur 4 dan 7 hari, yaitu masing-masing sebesar 3,41 MPa dan 3,71 MPa. Namun, peningkatan kekuatannya cenderung lambat pada umur berikutnya, dengan nilai 3,80 MPa pada 14 hari, 3,91 MPa pada 21 hari dan hanya mencapai 3,94 MPa pada 28 hari.



**Gambar 5.** Grafik rekapitulasi rata-rata kuat lentur

**Pembahasan Hasil Pengujian**

1. Untuk mendapatkan hasil *job mix design* beton *fast track* 20 MPa dengan substitusi serat baja *dramix* dan agregat LDPE, pertama melakukan *trial* beton dengan beberapa sampel komposisi beton *trial* yang berbeda-beda, mulai dari:
  - a. Beton dengan substitusi *dramix* 5% dan agregat LDPE 5%
  - b. Beton dengan substitusi *dramix* 10% dan agregat LDPE 10%
  - c. Beton dengan substitusi *dramix* 15% dan agregat LDPE 15%

Jadi dilakukan percobaan komposisi tersebut dengan pembuatan masing-masing komposisi 9 silinder + 6 balok, untuk mengetahui *job mix* terbaik masing-masing yang akan dilakukan

pengujian kuat tekan (silinder) dan kuat lentur (balok) dengan umur rendaman 4, 7 dan 14 hari. Dengan target rencana beton *fast track* umur 4 hari harus mencapai kuat tekan  $f_c'$  20 MPa.

2. Setelah diperoleh hasil terbaik *trial*, yaitu beton ketika umur 4 hari mencari nilai kuat tekan *fast track*  $f_c'$  20 MPa adalah beton dengan substitusi *dramix* 5% dan agregat LDPE 5% dan perlu membuat beton normal, beton tanpa campuran *dramix* dan agregat LDPE sebagai perbandingan beton tanpa modifikasi dengan beton modifikasi *dramix* + agregat plastik.
3. Perilaku mekanik beton dengan penambahan serat baja *dramix* dan agregat LDPE.
  - a. Penambahan serat baja *dramix* + agregat LDPE pada adukan beton tidak terlalu berpengaruh terhadap peningkatan kuat tekan beton, tetapi dapat meningkatkan kemampuan menyerap energi (*toughness*) untuk menahan beban yang bekerja dan mengubah beton dari bahan yang getas menjadi lebih daktail. Penambahan agregat LDPE akan menyebabkan berkurangnya nilai kuat tekan pada beton.
  - b. Berdasarkan data hasil kuat tekan dan kuat lentur tersebut diketahui bahwa beton dengan substitusi *dramix* + agregat LDPE dalam waktu umur 4 hari telah memenuhi standar persyaratan untuk kuat tekan beton *fast track* 20 MPa dan untuk umur tiap rendamannya akan terus bertambah nilai kuat tekannya. Substitusi agregat LDPE dan serat *dramix* dapat membantu mengikat dan menyatukan campuran beton. Setelah terjadinya pengikatan awal dengan semen akan menyebabkan beton semakin kokoh atau stabil dalam menahan beban karena aksi serat (*fiber bridging*) yang saling mengikat di sekelilingnya.

**KESIMPULAN**

Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton *fast track* dengan kuat tekan 20 MPa telah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan. Pada variasi beton dengan substitusi serat *dramix* dan agregat LDPE kuat tekan mencapai 21,31 MPa pada umur 4 hari. Nilai kuat tekan beton terus mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur perendaman. Pengujian kuat lentur menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada beton *fast track* 20 MPa juga diperoleh pada variasi beton dengan substitusi serat *dramix*, yaitu sebesar 3,41 MPa pada umur 4 hari. Sama halnya dengan kuat tekan, nilai kuat lentur beton menunjukkan tren peningkatan pada setiap umur perendaman.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Azzahra, R., Wijaya, I., Dikiansyah, D., Asnan, M. N., & Pitoyo, P. (2020). Inovasi limbah plastik menjadi agregat kasar dalam campuran beton ringan. In *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) XIII: Inovasi sains dan teknologi dalam penerapan infrastruktur berbasis mitigasi bencana dan berwawasan lingkungan* (Vol. 1, pp. 253–259). Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1974-1990: Metode pengujian kuat tekan beton*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (1997). *SNI 03-4431-1997: Metode pengujian lentur beton normal dengan dua titik pembebanan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Bagus, K., Purwanto, E., & Bayzoni, B. (2018). Pengaruh penambahan serat kawat bendrat pada beton mutu tinggi terhadap kapasitas kuat tekan dan kuat lentur. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 6(2), 199–208.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2020). *Spesifikasi umum 2018 untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan (Revisi 2)* (Surat Edaran No. 16.1/SE/Db/2020). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Mahdi, H. D. (2015). Penggunaan Limbah Botol Plastik Sebagai Agregat Pada Campuran Beton Dengan Penambahan Silika Fume. *Lentera: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 145820.
- Niraga, S. S. (2011, October 11). *Apa itu beton fast track? Apa saja kegunaannya?* <https://www.niragasintersentosa.co.id/apa-itu-beton-fast-track-apa-saja-kegunaannya/>
- Nurfitriani, N., Wibawa, T. P., & Amalia, A. (2019). Kualitas beton normal dengan penambahan retarder. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil* (Vol. 1, No. 1, pp. 22–27).
- Permata, D. M. (2008). Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik HDPE Terhadap Beton. *Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jawa Timur*.
- Pitaloka, O. S. (2020). Pengaruh penambahan limbah serat baja terhadap kekuatan dan modulus elastisitas beton. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 5(2), 32–39.
- Prijantoro, J. P., Wallah, S. E., & Dapas, S. O. (2018). Perilaku mekanis beton serat dengan kombinasi kawat bendrat dan Dramix 3D. *Sipil Statik*, 6(12), 1129–1136.
- Putra, A. M., Noorhidana, V. A., & Isneini, M. (2020). Pengaruh penambahan serat baja terhadap kuat lentur balok beton bertulang pada beton mutu normal. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 8(2), 367–384.
- Puwanto, E. (2011). Pengaruh prosentase penambahan serat terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Lampung*, 15(2), 139611.
- Soebandono, B., Pujiyanto, A. A., & Kurniawan, D. (2013). Perilaku kuat tekan dan kuat tarik beton campuran limbah plastik HDPE. *Semesta Teknika*, 16(1).
- Sutjahjo, K. D. (2010). Prototipe beton plastik dengan bahan dasar agregat plastik hasil daur ulang. *Jurnal Poli-Teknologi*, 9(1).
- Suwarno, A. (2016). Kajian penggunaan limbah plastik sebagai campuran agregat beton. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 20(1).