

Studi *Experimental* Beton Ringan dari Limbah Plastik Sebagai *Substitusi* Agregat Halus

Moch Yanuarta Romadhon ^{1*}, Toni Budi Santoso¹, Zainuddin ¹

¹Universitas Bojonegoro, Jl. Lettu Suyitno No. 2 Telp. (0353) 881984 PO. BOX. 114 BOJONEGORO
yanuartaromadhon@gmail.com

ABSTRAK

Beton adalah bagian dari bangunan yang kita jumpai pada proses pembangunan seperti bangunan gedung, jalan dan jembatan. Perencanaan suatu beton dituntut adanya hasil perencanaan yang menghasilkan beton dengan kuat tekan yang sesuai dengan yang diinginkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisa komperatif Laboratorium. Sesudah bahan uji dan sampel telah selesai dibuat, maka siap untuk di uji sesuai prosedur penelitian. Hasil dari pengujian Laboratorium berupa data -data uji properties lalu di lanjut dengan mix design sesuai dengan peraturan SNI-03-2834-2013 supaya untuk menghasilkan dan mengetahui perbandingan antara satu pengujian dengan pengujian lainnya. Dalam penelitian ini hasil dari penambahan limbah plastik yang sudah tidak dipakai lagi sebagai bahan pengganti sebagian pasir dengan persentase penambahan 20%, 40%, dan 60%. Berdasarkan hasil penelitian beton ringan dengan campuran limbah plastik sebagai pengganti sebagian pasir diperoleh kuat tekan beton normal umur 7 hari sebesar 3,92 Mpa, Variasi 1 penambahan 20% umur 14 hari sebesar 1,73 Mpa, dan Variasi 2 penambahan 40% umur 14 hari sebesar 2,11 Mpa, dan Variasi 3 penambahan 60% umur 14 hari sebesar 2,10 Mpa. Variasi optimum yang didapatkan dari pengganti pasir dengan limbah plastik umur 14 hari dapat berpengaruh terhadap kenaikan kuat tekan.

Kata kunci: Beton ringan, limbah plastik, Kuat Tekan

ABSTRACT

Concrete is a part of buildings that we encounter in the construction process such as buildings, roads and bridges. Planning a concrete requires planning results that produce concrete with a compressive strength that is in accordance with what is desired. The method used in this research is the laboratory comparative analysis method. After the test materials and samples have been prepared, they are ready to be tested according to research procedures. The results of laboratory testing are in the form of property test data and then followed by mix design in accordance with SNI-03-2834-2013 regulations in order to produce and find out the comparison between one test and another. In this research, the results were the addition of plastic waste that was no longer used as a partial replacement material for sand with additional percentages of 20%, 40% and 60%. Based on the results of research on lightweight concrete with a mixture of plastic waste as a partial replacement for sand, the compressive strength of normal concrete aged 7 days was 3.92 Mpa, Variation 1 added 20% aged 14 days was 1.73 Mpa, and Variation 2 added 40% aged 14 days amounting to 2.11 Mpa, and Variation 3 adding 60% aged 14 days amounting to 2.10 Mpa. The optimum variation obtained from replacing sand with 14 day old plastic waste can influence the increase in compressive strength.

Keywords: *Lightweight concrete, plastic waste, Compressive Strength*

1. PENDAHULUAN

Ketika mendengar kata 'sampah', yang terlintas di pikiran kita biasanya adalah sesuatu yang kotor, berbau, dan sering dihindari oleh banyak orang. Sampah masih menjadi masalah besar bagi pemerintah Indonesia, termasuk juga bagi Pemerintah Daerah seperti Kabupaten Bojonegoro di Jawa Timur, yang memiliki 28 kecamatan dan jumlah penduduk sebanyak 1.322.474 jiwa yang tersebar di 11 kelurahan dan 419 desa. Bisa dibayangkan betapa banyak sampah yang dihasilkan setiap harinya dari satu juta penduduk Bojonegoro.

Salah satu jenis beton yang cukup menarik perhatian adalah beton ringan (lightweight concrete). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 2847-2013, beton ringan didefinisikan sebagai beton yang mengandung agregat ringan dan memiliki berat volume setimbang (equilibrium density), dengan berat antara 1140 kg/m³ hingga 1840 kg/m³. Dengan massa jenis yang lebih rendah dibandingkan beton normal, beton ringan menjadi pilihan menarik untuk konstruksi bangunan tahan gempa (Savira, Fitria, dan Yudi Suharsono, 2013)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton ringan yang menggunakan limbah plastik sebagai pengganti agregat halus (pasir) serta untuk menentukan beberapa nilai optimum dari campuran tersebut. Diharapkan, penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam mengurangi kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh limbah plastik yang sulit terdegradasi (non-biodegradable).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang bertujuan untuk memperoleh data dan hasil penelitian melalui pengujian yang dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Bojonegoro.

Bahan Penelitian

Bahan bahan yang akan digunakan dalam penelitian:

1. Semen
Semen yang digunakan adalah semen Portland Tipe I
2. Agregat Halus
Pada penelitian ini, agregat halus berfungsi sebagai material penyusun beton ringan. Agregat halus yang digunakan adalah pasir lumajang
3. Agregat Kasar
Dalam penelitian ini, agregat kasar berfungsi sebagai material penyusun beton ringan. Agregat kasar yang digunakan adalah pecahan (hebel)
4. Air
Air berfungsi sebagai pereaksi limbah plastik sehingga akan menjadi pasta pengikat agregat. Pada penelitian ini air yang digunakan adalah air dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro
5. Limbah Plastik / Serbuk Plastik
Pada penelitian ini, limbah plastik berperan sebagai substitusi pasir penambah campuran pasir

Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Ember
Digunakan untuk menampung air, agregat halus, agregat kasar, dan semen yang di perlukan.
2. Neraca Analitik
Pada penelitian ini, neraca analitik berfungsi sebagai penimbang material penyusun beton
3. Ayakan Agregat
Pada penelitian ini, agregat halus berfungsi sebagai material penyusun beton ringan. Agregat halus yang digunakan adalah pasir dari lumajang
4. Gelas Ukur
Digunakan untuk mengukur banyak sedikitnya takaran
5. Kerucut Abrams
Digunakan pada pengujian slump campuran beton
6. Palu karet
Digunakan untuk mengaduk dan memasukkan agregat ke dalam beton
7. Timbangan digital
Digunakan untuk menimbang takaran bahan uji
8. Gelas Beaker
Digunakan untuk menumbuk dan memadatkan benda uji
9. Compression Testing Machine (CTM)
Digunakan untuk menentukan kuat tekan pada beton
10. Loyang
Loyang yang digunakan adalah loyang besar, yang berguna untuk wadah campuran beton
11. Gelas Ukur Kaca 1000 cc
Digunakan untuk menguji kadar lumpur
12. Piknometer
Digunakan untuk mengukur berat jenis pasir yang akan digunakan untuk penelitian berkapasitas 500ml
13. Oven
Oven adalah sebuah peralatan berupa ruang termal terisolasi yang digunakan untuk pemanggangan, pemanasan, dan pengeringan suatu benda uji yang diatur pada suhu tertentu
14. Cetakan silinder
Pada penelitian ini digunakan cetakan beton berbentuk silinder berukuran 10 cm x 20 cm³ untuk mencetak benda uji.
15. Saringan
Saringan adalah alat yang digunakan untuk menyaring material agregat kasar dan agregat halus untuk mendapatkan data analisis ayakan dengan ukuran saringan yang digunakan yaitu No. 3, 1,5, 3/4, 3/8, 4 (ayakan agregat kasar) dan No. 3/8, 4, 8, 16, 30, 50, 100 (ayakan agregat halus)
16. Hot Plate

Hot plate digunakan untuk memanaskan pasir dan aquades di dalam piknometer pada saat uji berat jenis agregat halus.

17. Panci

Panci digunakan untuk wadah sulfur pada saat dipanaskan atau dilelehkan

18. Alat Capping

Alat capping beton 10 x 20 cm³ digunakan untuk mencetak capping agar sesuai dengan bentuk permukaan beton

19. Sulfur

Sulfur atau disebut digunakan untuk capping beton.

20. Meteran

Meteran adalah alat ukur panjang yang digunakan untuk mengukur diameter dan juga penurunan slump.

Langkah Penelitian

Tahap-tahap penelitiannya sebagai berikut ini:

1. Persiapan alat dan bahan
2. Pengujian properties agregat
3. Pembuatan mix design
4. Pembuatan benda uji/job mix
5. Pengujian berat isi beton
6. Perawatan benda uji
7. Pengujian berat jenis beton
8. Pengujian benda uji

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam hal ini penulis akan melakukan analisis terhadap data penelitian untuk menghasilkan campuran beton yang diinginkan. Tabel berikut menunjukkan data ini:

Tabel 1. Data yang diperoleh pada saat penelitian

Nama percobaan	Satuan	Hasil percobaan
Berat jenis agregat kasar	Gr/cm ³	2,57
Berat jenis agregat halus	Gr/cm ³	2,62
Kadar lumpur agregat kasar	%	0,99
Kadar lumpur agregat halus	%	0,79
Berat isi agregat kasar	Gr/cm ³	0,41
Berat isi agregat halus	Gr/cm ³	1,82
Kadar air agregat kasar	%	1,13
Kadar air agregat halus	%	1,39
FM agregat kasar		2,29
FM agregat halus		2,66

Penyerapan agregat halus	%	0,75
Penyerapan agregat kasar	%	0,87
Nilai slump rencana	Mm	25-75
Ukuran agregat maksimum	mm	40

Nilai di atas dapat digunakan untuk merancang campuran beton setelah pengujian dasar (Mix Design) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 25 MPa yang terlampir pada tabel 4.2 berdasarkan SNI 03-2834-2000.

Tabel 2. Mix Desain (SNI 2748 2013)

No		Nilai		
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan f'_c , B untuk umur 28 hari	Disyaratkan	20	MPa
2	Deviasi Standar	Ditetapkan	7	MPa
3	Margin	$k \times s$	11,48	MPa
4	Kuat Tekan Rata-rata yang Ditargetkan, f'_{cBr}	$f'_{cB} + (k \times s)$	31,48	MPa
5	Semen yang dipakai	Ditetapkan	S-550	
6	Jenis agregat			
	-Agregat kasar	hebel		
	-Agregat halus	Lumajang		
7	Kuat Hancur agregat kasar $f_{c,A}$	Grafik 3	3	MPa
8	Berat Jenis agregat			
	-Agregat kasar, PA		0,58	g/cm ³
	-Agregat halus, PS		2,79	g/cm ³
9	Berat isi beton, maksimum, BIB	Disyaratkan	1700	Kg/m ³
10	Fraksi Volume Agregat Kasar $0,35 < (nf = BIM - BIB / BIM - PA = \log(f'_{cB} / f'_{cM}) / \log(f'_{cA} / f'_{cM})) > 0,70$	Grafik 2	0,35	
11	Kuat Tekan Adukan (f'_{cM})		13,62	MPa
12	Bobot isi adukan, BIM		2614	kg/cm ³
13	Susunan Campuran Adukan	Grafik 4, 5, 8		
	- Semen	a	416,00	kg/m ³
	- Air	b	728,00	kg/m ³
	- Pasir	c	510,00	kg/m ³
	Jumlah = Bobot isi total adukan		1654	kg/m³

sumber:
penelitian
terdahulu

14 Susunan Campuran Beton					
- Agregat Kasar	= PA x nf x 1000	203,00	kg/m ³		
- Semen	= (1 - nf) x a	270,40	kg/m ³		
- Air	= (1 - nf) x b	473,20	kg/m ³		
- Agregat Halus	= (1 - nf) x c	331,50	kg/m ³		
Jumlah = Bobot isi beton		1278,1	kg/m ³		
volume silinder		0,0015			
		708			
volume silinder cacat 5%	0,0016	0,0099			
agregat kasar		2,0089			
Semen		2,676			
air		4,683			
pasir		3,281			
limbah plastik	0	0,66	1,31	1,97	3,94
semen	2,68	2,68	2,68	2,68	10,70
pasir	4,683	3,281	3,281	3,281	14,52
air	3,281	4,68	4,68	4,68	17,33
agregat kasar	2,0086	2,0086	2,009	2,0086	8,03

Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran 10 x 20 cm, jumlah benda uji yang dibuat adalah sebanyak 24 benda uji.

Tabel 3. Pembuatan Benda Uji

No.	Variasi Campuran Beton	Umur	
		7 Hari	14 Hari
1	Beton Normal	3 buah	3 buah
2	Beton Dengan Campuran Bahan Tambah Limbah Plastik 20%	3 buah	3 buah
3	Beton Dengan Campuran Bahan Tambah Limbah Plastik 40%	3 buah	3 buah
4	Beton Dengan Campuran Bahan Tambah Limbah Plastik 60%	3 buah	3 buah
Total		24	

Slump Test

Berdasarkan rentan nilai slum yang direkomendasikan untuk membangun kolom bangunan, balok dan dinding dengan rentan nilai antara 75 cm – 150 cm, berikut nilai slum dari masing-masing campuran. Dari hasil pengujian nilai slump diatas dapat diketahui semakin banyak penambahan limbah plastic semakin turun nilai slumpnya.

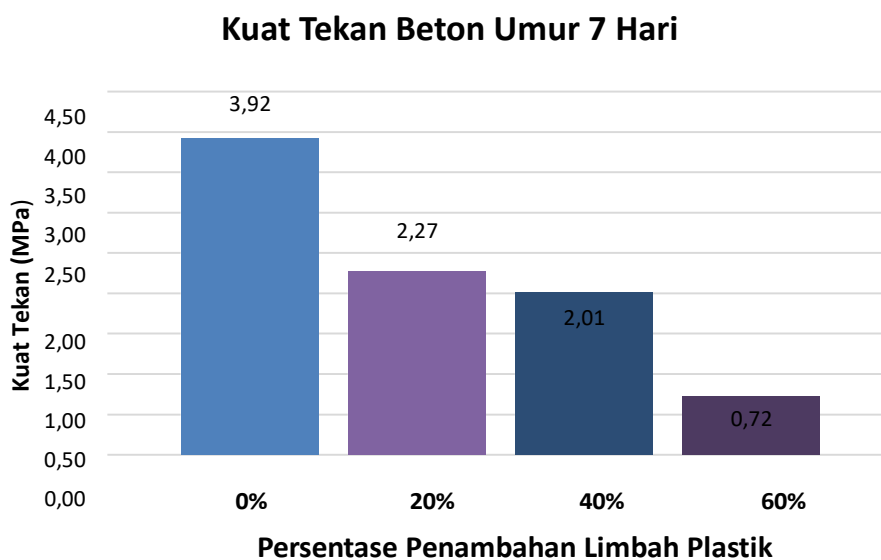
Tabel 4. Hasil Pengujian Slump

NAMA SAMPEL	NILAI SLUMP (cm)
-------------	------------------

Beton Normal	12,0
Beton Variasi 20%	10,0
Beton Variasi 40%	9,5
Beton Variasi 60%	7,6

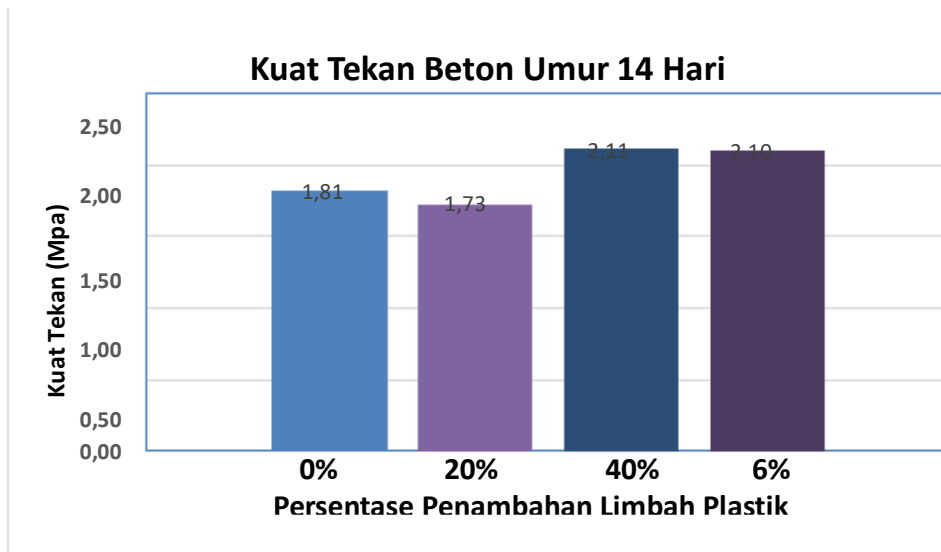
Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Berdasarkan Gambar 1, data pengujian kuat tekan beton menunjukkan bahwa beton dengan penambahan variasi 0% memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang diberi variasi penambahan 20%, 40%, dan 60%. Rata-rata nilai kuat tekan beton normal adalah 3,92 MPa, sementara beton dengan variasi 20% memiliki nilai kuat tekan 2,27 MPa, dan beton dengan variasi 40% memiliki nilai kuat tekan 2,01 MPa.



Gambar 1. Grafik kuat tekan beton 7 hari

Berdasarkan Gambar 2, hasil data pengujian kuat tekan beton diatas dapat diketahui bahwa nilai beton dengan penambahan variasi 0% atau beton normal lebih rendah dibanding dengan beton yang diberi variasi penambahan 20% 40% dan 60%. Nilai kuat tekan Rata Rata beton normal adalah MPa 1,81. Nilai kuat tekan beton dengan variasi 20% adalah 1,73 Mpa. Nilai kuat tekan beton dengan variasi 40% adalah 2,11 Mpa. Nilai kuat tekan beton dengan variasi 60% adalah 2,10 Mpa.



Gambar 2. Uji kuat tekan beton 14 hari

Analisis Data

Berdasarkan hasil dari perhitungan *mix design* diperoleh campuran, Beton normal (0%) rata-rata kuat tekan 7 hari adalah 3,92 MPa, dan 14 hari 1,81 MPa dengan 4,683 kg pasir. Beton 20% limbah plastik rata-rata kuat tekan 7 hari 2,27 MPa, dan 14 hari 1,73 MPa dengan 0,66 kg limbah plastik. Beton 40% limbah plastik rata-rata kuat tekan 7 hari 2,01 MPa, dan 14 hari 2,11 MPa dengan 1,31 kg limbah plastik. Beton 60% limbah plastik rata-rata kuat tekan 7 hari 0,72 MPa, dan 14 hari 2,10 MPa dengan 1,97 kg limbah plastik.

Dari hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari pada variasi 0% (beton normal) memiliki nilai kuat tekan rata – rata 3,92 Mpa, variasi 20% memiliki nilai kuat tekan rata – rata 2,27 Mpa, variasi 40% memiliki nilai kuat tekan rata – rata 2,01 MPa, dan variasi 60% memiliki nilai kuat tekan rata – rata 0,72 Mpa. Beton variasi 60% mengalami penurunan sebesar 81,5 % dibandingkan dengan beton normal.

Dari hasil pengujian kuat tekan beton umur 14 hari pada variasi 0% (beton normal) memiliki nilai kuat tekan rata – rata 1,81 Mpa, variasi 20% memiliki nilai kuat tekan rata – rata 1,73 Mpa, variasi 40% memiliki nilai kuat tekan rata – rata 2,11 MPa, dan variasi 60% memiliki nilai kuat tekan rata – rata 2.10 Mpa. Bisa diketahui bahwa nilai optimum kuat tekan beton pada umur 14 hari berada pada variasi 60% sebesar 2,10 MPa yang mengalami kenaikan sebesar 15,9 % dibandingkan dengan beton normal.

Dari hasil pengujian Slump pada beton umur 7 hari variasi 0% memiliki nilai Slump sebesar 12,0 cm, variasi 20% memiliki nilai 10 cm, pada variasi 40% memiliki nilai 9,5 cm, dan variasi 60% memiliki nilai 7,6 cm. Sedangkan untuk beton umur 14 hari pada variasi 0% memiliki nilai slump 7,6 cm, variasi variasi 20% memiliki nilai 9,5 cm, pada variasi 40% memiliki nilai 10 cm, dan variasi 60% memiliki nilai 12 cm. Jadi bisa disimpulkan untuk uji slump pada setiap variasi beton umur 14 hari dan 28 hari memenuhi syarat SNI 03-2748-2013.

4. KESIMPULAN

Setelah diadakan tahap pembuatan benda uji, perendaman benda uji di dalam air, pengujian kuat tekan untuk silinder beton, serta analisis yang telah dilakukan, akhirnya penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk beton pada umur 14 hari terlihat beton mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 15,9% dari beton normal, sedangkan pada umur 7 hari terlihat beton ringan tidak mengalami peningkatan kuat tekan pada Penambahan Limbah plastik. jadi dapat disimpulkan dalam campuran beton pada variasi tertentu dapat meningkatkan kuat tekan beton ringan pada umur 14 hari. Dikarenakan proses curing yang lebih lama dari pada umur 7 hari
2. Nilai optimum uji kuat tekan beton umur 7 hari berada pada variasi normal 0% yaitu sebesar 3,92 MPa. Nilai optimum uji kuat tekan beton umur 14 hari berada pada variasi 60% yaitu sebesar 2,10 MPa yang mengalami sedikit kenaikan sebesar 0,3% dari beton normal. Beton variasi 60% umur 14 hari mengalami kenaikan sebesar 15,9%.

SARAN

Untuk meningkatkan hasil penelitian dan mengembangkan penelitian lebih lanjut, disarankan untuk memperhatikan beberapa hal berikut:

1. Melakukan penelitian lanjutan mengenai beton dengan penggunaan bahan tambahan atau campuran lainnya yang dapat meningkatkan kuat tekan beton.
2. Sebelum pencampuran atau pengecoran, agregat yang telah dicuci dan dikeringkan secara alami harus dalam kondisi SSD (Saturated Surface Dry) agar kandungan air dalam agregat tetap stabil.
3. Pastikan bagian atas dan bawah benda uji benar-benar rata, sehingga saat pengujian, seluruh permukaan benda uji mendapat tekanan yang seragam untuk mendapatkan hasil yang optimal. Untuk penyempurnaan hasil penelitian serta untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bojonegoro dan semua pihak yang telah memberikan bantuan selama penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih ini ditujukan khususnya kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan berharga, serta kepada rekan-rekan mahasiswa yang telah berdiskusi dan saling mendukung sepanjang proses penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

- BASRI, DONI RINALDI. (2021). "BETON RINGAN DENGAN BAHAN PLASTIK SEBAGAI AGREGAT KASAR UNTUK KONSTRUKSI DI ATAS LAHAN GAMBUT." 8(1):8–DOI:10.21063/JTS2021.V801.02.
- JENIS, PLASTIK, P. E. T. POLY, AND ETHYLENE TEREPHTHALATE. N.D. "RINGAN STRUKTURAL BERAGREGAT LIMBAH BOTOL." (3).
- MURDIYOTO, AGUS, AND DAN SURIPTO. (2022). "PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK JENIS PET (POLY ETHYLENE TEREPHTHALATE) SEBAGAI AGREGAT HALUS BETON RINGAN. SEMINAR NASIONAL INOVASI VOKASI (SNIV) 1(1):300–305.
- PLASTIK, D. A. N. LIMBAH. (2021). "ANALISIS SIFAT FISIS AGREGAT HALUS PASIR DAN LIMBAH PLASTIK." 3(2).
- PRADANA, YUDHIS TIRA. (2019). "ANALISA PENGARUH CAMPURAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI MATERIAL BETON RINGAN." PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA 1–105.
- ROMMEL, ERWIN. N.D. "MAKING LIGHTWEIGHT AGGREGATE CONCRETE FROM ARTIFICIAL PLASTIC." 9:137–47.
- SAVIRA, FITRIA, AND YUDI SUHARSONO. (2013). "PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BOTOL PLASTIK SEBAGAI BAHAN TAMBAH PEMUATAN BETON RINGAN SELULER (CLC)." JOURNAL OF CHEMICAL INFORMATION AND MODELING 01(01):1689–99.
- SUWANDONO, DIDIK, DIAH SARASANTY, AND ERNA TRI ASMOROWATI. (2023). "PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK LDPE (LOW DENSITY POLYETHYLENE) SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS PADA BETON RINGAN." SEMINAR NASIONAL FAKULTAS TEKNIK 2(1):347–52.
- WIJAYA, MUHAMMAD. (2021). "LIMBAH PLASTIK POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN BETON RINGAN." 4(2):165–71.
- MULYONO, T. (2004). TEKNOLOGI BETON. YOGYAKARTA: ANDI.
- NASIONAL, BADAN STANDAR. (2002). TATA CARA CAMPURAN BETON RINGAN DENGAN AGREGAT RINGAN SNI 03-3449- (2002). BADAN STANDAR NASIONAL. JAKARTA.
- INDRAWIJAYA, DKK. (2019). PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK LDPE SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT UNTUK PEMBUATAN PAVING BLOK BETON. UNIVERSITAS PAMULANG, TANGERANG SELATAN
- SAPUTRA, DIMAS WAHYU AJI. (2019). ANALISIS KUAT TEKAN PAVING BLOCK DENGAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI BAHAN TAMBAH. UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO, PURWOKERTO.