

Kajian Eksperimental Pemanfaatan Sampah Plastik HDPE Terhadap Berat Isi Beton Ringan

IRA PUSPITASARI^{1*}, AMELIA FIRSTIANA²

¹Program Studi Teknik Konstruksi Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia

²Program Studi Konstruksi Bangunan Jurusan Teknik Sipil, Politeknik TEDC Bandung, Indonesia

Email: ira.puspitasari@polban.ac.id

ABSTRAK

Sampah plastik yang tidak didaur ulang sebelum dibuang dapat menjadi masalah lingkungan serius. Pada penelitian ini menginvestigasi penggunaan limbah plastik HDPE (High Density Polyethylene) sebagai pengganti sebagian agregat halus dalam campuran beton. Dengan variasi penambahan limbah plastik HDPE sebesar 0%, 3%, 5%, dan 7% dari total pasir, Benda uji pada percobaan ini berupa silinder beton yang akan diuji kuat tekan dan berat volume, dengan mix design yang sesuai dengan standar SNI 03-2834-2000. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan agregat plastik HDPE pada campuran beton dapat mengurangi berat volume beton sebesar 1,03%, 2,35%, dan 6,16% untuk variasi 3%, 5%, dan 7%. Dari penelitian ini penambahan plastik HDPE dapat menghasilkan beton yang lebih ringan namun dengan penurunan dalam kuat tekan, sehingga penggunaannya harus disesuaikan dengan kebutuhan yang spesifik dalam konstruksi.

Kata kunci: beton, HDPE (High Density Polyethylene), berat isi

ABSTRACT

Plastic waste that is not recycled before disposal can be a serious environmental problem. This study investigated the use of HDPE (High Density Polyethylene) plastic waste as a partial substitute for fine aggregate in concrete mixtures. With variations in the addition of HDPE plastic waste of 0%, 3%, 5%, and 7% of the total sand, the test object in this experiment was a concrete cylinder that would be tested for compressive strength and volume weight, with a mix design that complies with the SNI 03-2834-2000 standard. The results of this study indicate that the addition of HDPE plastic aggregate to the concrete mixture can reduce the volume weight of concrete by 1.03%, 2.35%, and 6.16% for variations of 3%, 5%, and 7%. From this study, the addition of HDPE plastic can produce lighter concrete but with a decrease in compressive strength, so its use must be adjusted to specific needs in construction.

Keywords: concrete, HDPE (High Density Polyethylene), compressive strength

1. PENDAHULUAN

Dalam konstruksi, beton digunakan secara luas sebagai bahan dasar untuk membangun berbagai bangunan yang memerlukan kekuatan, ketahanan, dan kekokohan, seperti bangunan tinggi, jembatan, jalan, terowongan, dan lain-lain [1]. Beton pada umumnya terdiri dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, pengisi, dan air. Namun, dengan perkembangan teknologi, komposisi beton telah berkembang dengan penambahan bahan tambahan atau penggantian bahan tertentu untuk mencapai tujuan spesifik [2]. Karena beton memiliki banyak keunggulan, seperti kekuatan tekan yang tinggi, ketahanan terhadap api, dan kemudahan dalam pembentukan, beton sekarang menjadi bahan bangunan yang sangat populer dan banyak digunakan [3].

Limbah plastik adalah bahan yang sangat berbahaya bagi lingkungan karena membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai, yaitu antara 100 – 500 tahun [4]. Sampah dapat dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu sampah yang dapat terurai dengan cepat (organik) dan sampah yang membutuhkan waktu lama untuk terurai (anorganik), seperti kertas, plastik, logam, dan lain-lain [5]. Karena berat jenisnya yang ringan (0,941 – 0,965); agregat alami yang dibuat dari plastik limbah (HDPE) jauh lebih ringan daripada agregat alami biasa yang digunakan dalam pembuatan beton [6].

Plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) adalah salah satu jenis limbah plastik yang banyak ditemukan, dan berasal dari minyak bumi, dapat didaur ulang, dan memiliki tanda nomor 2 dalam simbol daur ulang [7]. Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) yang biasanya digunakan sebagai botol adalah salah satu sampah non-organik yang terlihat pekat secara visual [8]. Plastik HDPE adalah salah satu jenis limbah plastik yang paling sulit diuraikan oleh alam dan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai secara alami [9]. 4. Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah limbah plastik yang tidak dapat diuraikan adalah dengan menjadikannya sebagai campuran beton [10].

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan plastik HDPE dapat menurunkan berat isi dari beton [11-12] namun sebagian besar semakin besar prosentase HDPE maka kuat tekan makin kecil [13-15]. Pada penelitian ini limbah plastik HDPE digunakan sebagai pengganti parsial agregat halus dalam campuran beton dengan variasi rencana yang dilakukan adalah dengan mengganti sebagian pasir dengan limbah plastik HDPE sebesar 0%, 3%, 5%, dan 7%; untuk mengetahui berat volume beton setelah 28 hari.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini adalah eksperimental yang dilakukan di laboratorium konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan berat volume pada beton dengan menggunakan limbah plastik sebagai pengganti sebagian agregat halus untuk pembuatan beton. Alur penelitian ditampilkan pada **Gambar 1** di bawah ini.

Penjelasan alur penelitian adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Pada penelitian ini dilakukan studi literatur terlebih dahulu untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi dari penelitian terdahulu.
2. Persiapan Alat dan Bahan
Persiapan alat dan bahan untuk memastikan kualitas dan kekuatan beton yang dihasilkan. Bahan penyusun beton seperti pasir, kerikil, semen, dan air harus sesuai dengan syarat

standar yang telah ditentukan. Limbah plastik HDPE yang digunakan seperti kompaan, botol oli, botol minyak dan lain-lain.

3. Pengolahan Limbah

Pengolahan limbah plastik tersebut dicuci terlebih dahulu hingga bersih dari kotoran, kemudian dicacah menyerupai pasir dengan ukuran ± 5 mm. Limbah ini harus disiapkan dan ditakar sesuai kebutuhan.

4. Pengujian Agregat

Adapun pengujian agregat alami (pasir dan kerikil) di antaranya:

- a. Uji kadar air
- b. Uji kadar lumpur
- c. Uji berat jenis dan penyerapannya
- d. Uji berat isi
- e. Analisis gradasi

Pengujian untuk agregat buatan (plastik) yaitu uji berat volume dan uji analisa saringan dengan ketentuan lolos ayakan dan tertahan di saringan yang sama dengan pasir. Apabila saat pengujian agregat tidak memenuhi syarat, maka dilakukan pengujian ulang. Apabila telah sesuai melakukan tahap selanjutnya.

5. Mix Desain

Mix Desain yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Perencanaan komposisi beton yang mengacu pada standar SNI 03-2834-2000. Dengan mutu beton rencana 20,75 MPa. Ukur setiap bahan dengan tepat sesuai dengan perhitungan. Pengukuran yang tidak akurat dapat mempengaruhi kualitas dan kekuatan beton.

6. Pembuatan Benda Uji/Pengecoran

Dalam penelitian ini, benda uji dibuat dengan menggunakan cetakan silinder yang memiliki diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan variasi komposisi 0%, 3%, 5%, dan 7%, masing-masing dengan 3 sampel. Lakukan pengawasan selama proses pencampuran dan pengecoran untuk memastikan semua langkah dilakukan sesuai dengan prosedur.

7. Uji *Slump*

Setelah pembuatan benda uji, dilakukan uji *slump* untuk menentukan kekentalan beton dalam mencapai kuat mutu yang direncanakan. Apabila hasil uji *slump* telah sesuai dengan ketentuan yang berlaku maka beton sudah bisa melakukan pencentakan.

8. Perawatan Beton

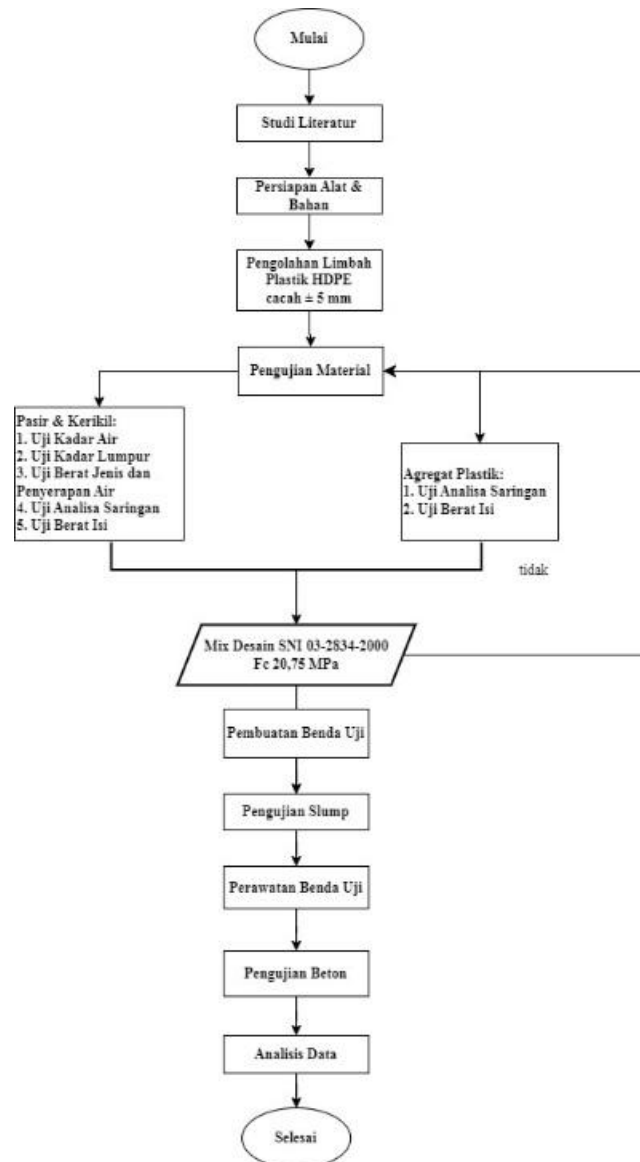
Pada penelitian ini perawatan beton yang digunakan yaitu perendaman dalam air, dilakukan di Laboratorium Konstruksi Bangunan Politeknik TEDC Bandung dengan umur 28 hari. Proses ini dilakukan setelah pengecoran untuk memastikan beton mencapai kekuatan yang optimal. Perawatan beton ini menjaga kelembapan dan suhu beton agar reaksi hidrasi semen dapat berlangsung dengan baik.

9. Pengujian Beton

Pada penelitian ini pengujian beton yang pertama yaitu berat volume beton. Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan berat beton pada masing-masing sampel. Selanjutnya pada umur 28 hari, pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui kekuatan beton. Pengujian ini dilakukan setelah proses perawatan beton.

10. Anaisis Data

Dari data yang diperoleh kemudian dianalisis dan didapatkan hasil penelitian.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengolahan Limbah

Pada penelitian ini proses pengolahan limbah plastik HDPE dilakukan secara manual. Berikut Langkah-langkah pengolahan limbah plastik HDPE.

1. Alat dan Bahan
 - a. Kompan bekas.
 - b. Gunting.
 - c. *Cutter*.
2. Langkah-langkah Pengolahan
 - a. Cuci limbah menggunakan air hingga bersih dan tidak bau.
 - b. Keringkan limbah bisa menggunakan lap atau di jemur di bawah sinar matahari.
 - c. Potong limbah secara memanjang menggunakan cutter menyerupai lidi.
 - d. Setelah potong memanjang potong kembali limbah menggunakan gunting dengan ukuran <5 mm sehingga menyerupai pasir.



Gambar 2. Pengolahan limbah

3.2 Pemeriksaan Material Penyusun Beton

Dalam penelitian ini, pemeriksaan agregat halus dan kasar dilakukan di laboratorium dengan mengacu pada standar SNI dan panduan laboratorium yang ada di Laboratorium Konstruksi Bangunan Politeknik TEDC Bandung dan Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung.

3.2.1 Hasil Pemeriksaan Agregat

Seluruh hasil pengujian menunjukkan bahwa material yang diuji memenuhi semua syarat yang ditentukan terlihat pada **Tabel 1 hingga Tabel 3**, sehingga material yang diuji dapat dianggap sesuai untuk digunakan sesuai dengan standar yang berlaku.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pengujian	Hasil	Syarat	Satuan	Keterangan
Kadar Air	3	3-5	%	Memenuhi
Kadar Lumpur	0,41	<5	%	Memenuhi
Berat Jenis dan Penyerapan	2,51	1,6-3,2	g/cm ³	Memenuhi
Berat Isi	1,50	1,4-1,7	kg/liter	Memenuhi
Gradasi Pasir			Gradasi Zona 1	

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pengujian	Hasil	Syarat	Satuan	Keterangan
Kadar Air	1,01	0,5-2	%	Memenuhi
Kadar Lumpur	0,27	<1	%	Memenuhi
Berat Jenis dan Penyerapan	2,59	1,6-3,2	g/cm ³	Memenuhi
Berat Isi	1,41	1,4-1,6	kg/liter	Memenuhi
Gradasi Kerikil			40 mm	

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Agregat Plastik

Pengujian	Hasil	Syarat	Satuan	Keterangan
Berat Isi Limbah	0,7	-	kg/liter	-
Gradasi Limbah			Gradasi Zona 1	

3.3 Perhitungan Kebutuhan Proporsi Campuran

Penelitian ini menggunakan *mix design* beton yang dirancang untuk mencapai kekuatan tekan 21 MPa, dengan rincian yang terlihat pada **Tabel 4 hingga Tabel 6**.

Tabel 4. Daftar Isian Perencanaan Campuran Beton

No	Keterangan	Satuan	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (f'_c)	MPa	21 MPa
2	Deviasi standar		7
3	Kuat tekan rata rata target (f'_{cr})	MPa	32,5 MPa
4	Faktor air semen		0,55
5	Kadar semen minimum	kg/m ³	336,36
6	Berat jenis semen	kg/m ³	3,1
7	<i>Slump</i> beton antara	mm	60-180
8	BJ SSD Pasir	%	2,59
9	BJ SSD Kerikil	%	2,51
10	Kadar air asli (halus)	%	3
11	Kadar air asli (kasar)	%	1,01
12	Berat isi asli semen	kg/dm ³	1,31
13	Berat isi asli pasir	kg/dm ³	1,5
14	Berat isi asli batu pecah	kg/dm ³	1,41

Tabel 5. Hasil Proporsi *Mix Design*

Rencana Campuran Beton	Semen [kg]	Pasir [kg]	Kerikil [kg]	Air [L]
Tiap m ³	336,36	830	974	185
Tiap 0,019 m ³ (3 silinder)	6,39	15,77	18,51	3,5

Tabel 6. Kebutuhan Bahan dalam 3 Silinder

Variasi Benda Uji	Agregat Kasar [kg]	Agregat Halus [kg]	Limbah Plastik HDPE [kg]	Semen [kg]	Air [kg]
0%	18,51	15,77	-	6,39	3,5
3%	18,51	15,28	0,21	6,39	3,5
5%	18,51	14,97	0,371	6,39	3,5
7%	18,51	14,66	0,518	6,39	3,5

3.4 Nilai *Slump*

Uji *slump* digunakan untuk menentukan kelecakan beton (*workability*), yang harus sesuai dengan syarat yang telah ditentukan untuk mencapai mutu beton yang diinginkan sebesar $f'_c = 21$ MPa. Uji *workability* dilakukan waktu beton masih segar. Hasil nilai *slump* untuk setiap benda uji dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Nilai *Slump*

Uraian	<i>Slump</i> [cm]
Beton Normal	11,5
Beton Variasi 3% Limbah Plastik	12
Beton Variasi 5% Limbah Plastik	12
Beton Variasi 7% Limbah Plastik	12,5

Hasil pengujian nilai *slump* menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengadukan maka nilai *slump* akan semakin mengecil, dan memenuhi *slump test* yang disyaratkan yaitu sebesar 6-18 cm terlihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Pengukuran *slump*

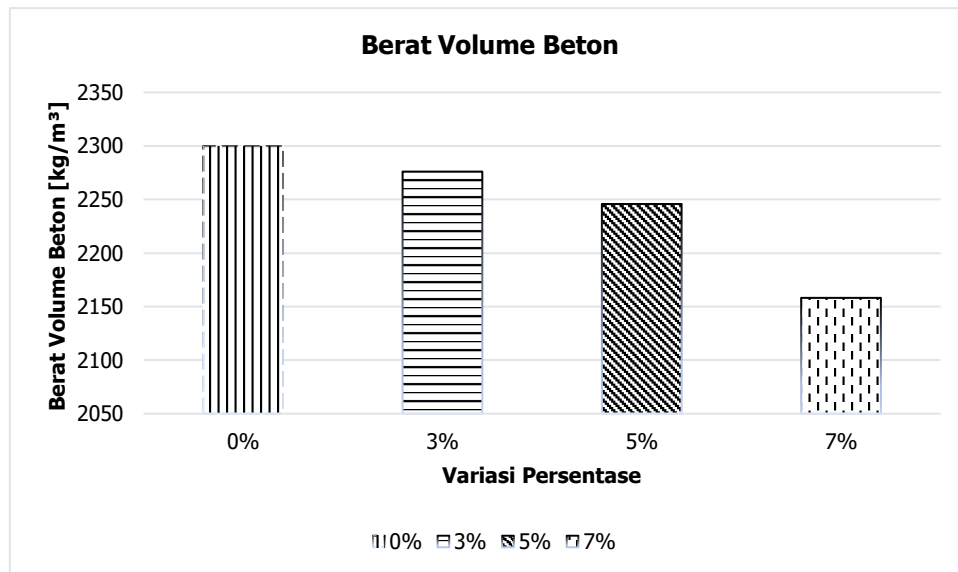
3.5 Berat Volume Beton

Untuk menentukan berat jenis beton, volume benda uji harus diketahui terlebih dahulu. Pada **Tabel 8**, volume benda uji PM 10 dengan pengecoran 10 menit dapat dihitung menggunakan rumus $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$, yang menghasilkan volume sebesar $0,00530 \text{ m}^3$. Dengan membagi berat benda uji dengan volume benda uji, berat jenis beton dapat dihitung sebesar $2.276,197 \text{ kg/m}^3$.

Tabel 8. Perhitungan Berat Jenis Beton

Nama Benda Uji	D [cm]	T [cm]	Volume [m ³]	Berat [kg]	Berat Volume [kg/m ³]	Rata-Rata [kg/m ³]	Penurunan [%]
B 0% 1	15	30	0,00530	12,061	2.276,197		
B 0% 2	14,9	29,7	0,00518	11,994	2.317,210	2.299,84	0
B 0% 3	15	29,8	0,00526	12,138	2.306,103		
B 3% A	14,8	29,7	0,00511	11,831	2.316,711		
B 3% B	15	29,8	0,00526	11,753	2.232,957	2.276,03	1,03
B 3% C	14,9	29,8	0,00519	11,833	2.278,434		
B 5% A	14,8	29,9	0,00514	11,777	2.290,712		
B 5% B	14,9	30	0,00523	11,694	2.236,658	2.245,77	2,35
B 5% C	15	30	0,00530	11,710	2.209,955		
B 7% A	15	29,9	0,00528	11,188	2.118,503		
B 7% B	14,9	30	0,00523	11,195	2.141,217	2.158,13	6,16
B 7% C	14,9	30	0,00523	11,579	2.214,663		

Nilai berat jenis beton tertinggi, sebesar $2.317,2 \text{ kg/m}^3$, diperoleh dari beton dengan persentase 0%, seperti yang terlihat pada **Tabel 8**; dengan nilai rata rata $2.299,8 \text{ kg/m}^3$. Kemudian berat volume tertinggi pada variasi 3% sebesar $2.316,711 \text{ kg/m}^3$; dengan rata-rata $2.276,03 \text{ kg/m}^3$. Lalu berat volume tertinggi pada variasi 5% sebesar $2.290,712 \text{ kg/m}^3$; dengan rata-rata $2.245,77 \text{ kg/m}^3$. Selanjutnya berat volume tertinggi pada variasi 7% sebesar $2.214,663 \text{ kg/m}^3$; dengan rata-rata $2.158,13 \text{ kg/m}^3$. Dalam penelitian ini ditemukan berat volume paling kecil terdapat pada variasi 7% dengan rata-rata $2.158,13 \text{ kg/m}^3$ terlihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Grafik Berat Volume Beton

4. KESIMPULAN

Penurunan berat volume benda uji seiring dengan peningkatan persentase campuran (%). Pada benda uji B 0%, rata-rata berat volume adalah 2.299,84 kg/m³. Ketika campuran ditingkatkan menjadi 3%; 5%; dan 7%; rata-rata berat volume menurun berturut-turut menjadi 2.276,03 kg/m³ (penurunan 1,03%); 2.245,77 kg/m³ (penurunan 2,35%); dan 2.158,13 kg/m³ (penurunan 6,16%). Ini menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase campuran, semakin besar penurunan berat volume benda uji. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan agregat plastik akan menurunkan berat beton itu sendiri, karena sifat plastik tersebut ringan memungkinkan benda uji tersebut juga ikut ringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Politeknik TEDC khususnya Program Studi Konstruksi yang telah memfasilitasi terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anung Suwarno . (2015). Kajian Penggunaan Limbah Plastik Sebagai Campuran Agregat Beton. Wahana Teknik Sipil. Doi:<https://Jurnal.Polines.Ac.Id/Index.Php/Wahana/Article/View/138>
- [2] Mukhlis. (2022). Kinerja Cacahan Limbah Plastik Hdpe Terhadap Kuat Lentur Beton. Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa. Doi:<https://Jpr-Pnp.Com/Index.Php/Jpr/Article/View/241>
- [3] Dian Mega P. (2008). Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik Hdpe Terhadap Beton. Doi:<http://Repository.Unmuhjember.Ac.Id/769/1/Artikel%20jurnal.Pdf>
- [4] Abdul Rochman . (2023). Pemanfaatan Limbah Plastik Cor Sebagai Agregat Kasar Olahan Pada Beton. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil. Doi:<https://Proceedings.Ums.Ac.Id/Index.Php/Sipil/Article/View/2702>
- [5] Nur Aisyah. (2021). Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Campuran Limbah Jerigen Plastik Hdpe. Doi:<https://Jurnal.Poliupg.Ac.Id/Index.Php/Snp2m/Article/View/3310>
- [6] Erwin Romel. (2013). Pembuatan Beton Ringan Dari Agregat Buatan Berbahan Plastik. Jurnal Gamma. Doi:<https://Ejournal.Umm.Ac.Id/Index.Php/Gamma/Article/View/2417>

- [7] Sari Utama Dewi . (2016). Pengaruh Tambahan Limbah Plastik Hdpe (High Density Polyethylene) Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Mutu K.125. Tapak. Doi:[Https://Ojs.Ummetro.Ac.Id/Index.Php/Tapak/Article/View/263](https://Ojs.Ummetro.Ac.Id/Index.Php/Tapak/Article/View/263)
- [8] Yoga Aprianto . (2021). Pengaruh Penambahan Serat Limbah Plastik Hdpe Terhadap Kuat Tekan Pada Mortar. Bulletin Of Civil Engineering. Doi:[Https://Journal.Umy.Ac.Id/Index.Php/Bce/Article/View/12418](https://Journal.Umy.Ac.Id/Index.Php/Bce/Article/View/12418)
- [9] Hendrik Lase. (2024). Analisa Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Limbah Plastik Hdpe Dalam Campuran Beton. Jurnal Dunia Pendidikan. Doi:[Https://Jurnal.Stokbinaguna.Ac.Id/Index.Php/Jurdip/Article/View/2159](https://Jurnal.Stokbinaguna.Ac.Id/Index.Php/Jurdip/Article/View/2159)
- [10] Fajriaty Achidah. (2024). Pengaruh Penambahan Cacahan Plastik Pet (Polytethylene Terephthalate) Pada Beton Menggunakan Agregat Kasar Batu Petangis Terhadap Kuat Tekan. Open Jurnal Systems. Doi:[Https://Binapatiria.Id/Index.Php/Mbi/Article/View/687](https://Binapatiria.Id/Index.Php/Mbi/Article/View/687)
- [11] Setiawan Y.(2022). Limbah Plastik Hdpe Sebagai Material Campuran Dalam Beton f'c 12 MPa. Doi: [Https://Doi.Org/10.30651/Ag.v7i2.13853](https://doi.org/10.30651/Ag.v7i2.13853)
- [12] Dewi U.(2016). Pengaruh Tambahan Limbah Plastik Hdpe (High Density Polyethylene) Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Mutu K.125. DOI:<http://dx.doi.org/10.24127/tapak.v6i1.263>
- [13] Hendrayana (2024). Pemanfaatan limbah high density polyethylene (HDPE) geomembrane sebagai campuran beton normal. DOI:<https://doi.org/10.14710/pilars.2.2.2024.25-34>
- [14] Bawamenewi I. (2024), Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Hdpe Terhadap Kuat Tekan Beton Fc`20 Mpa Dengan Variasi Bahan Tambah Sikafume, <https://doi.org/10.55081/jurdip.v4i3.2155>
- [15] Lase H. (2024). Analisa Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Limbah Plastik Hdpe Dalam Campuran Beton. <https://doi.org/10.55081/jurdip.v4i3.2159>