

JOURNAL KONSTRUKSI DAN INFRASTRUKTUR

Teknik Sipil dan Perencanaan

PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL HDPE SEBAGAI BAHAN TAMBAH UNTUK BETON K-175

Yolanda Nasfadilla¹, Agung Iswandi¹, Firmanilah Kamil^{1*},

^{1*)} Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Politeknik Negeri Ketapang, Ketapang.
Email Penulis Korespondensi : firmanilahkamil@politap.ac.id
Nomor HP Penulis Korespondensi : 082332979897

ABSTRACT

Plastic waste, especially HDPE, has a very long decomposition time and has the potential to pollute the environment. Therefore, this study aims to determine the effect and most optimal variation of the addition of plastic bottle waste on the compressive strength of K-175 quality concrete. The experimental method was used by testing materials and compressive strength of concrete at the Ketapang State Polytechnic Laboratory from May to August 2024. The test results showed that the average compressive strength of normal concrete based on conversion to 28-day age reached 176.37 kg/cm², while the compressive strength of concrete with HDPE variations decreased with values ranging from 124.95 kg/cm² to 152.60 kg/cm². Of the various variations tested, the mixture with 0.75% HDPE showed the best compressive strength results compared to other variations, with an average compressive strength based on conversion to 28 days of age of 152.60 kg/cm².

Keyword: concrete compressive strength, HDPE plastic bottle waste, waste utilization,

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan elemen umum dalam konstruksi yang terdiri dari campuran semen, pasir, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan, yang mengeras menjadi struktur padat [1]. Material ini banyak digunakan dalam berbagai jenis bangunan, seperti gedung, jembatan, dan jalan, sehingga penggunaannya harus disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi [2]. Oleh karena itu, insinyur, ahli sipil, dan pemilik bangunan perlu memahami berbagai jenis beton, seperti beton bertulang, beton prategang, dan beton ringan [3]. Kualitas beton sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusunnya, metode pencampuran, serta proses perawatan setelah pengerasan [4]. Selain itu, faktor lain seperti proporsi material, teknik pengecoran, dan kondisi lingkungan juga berperan dalam menentukan kekuatan beton [5]. Mengingat pentingnya peran beton dalam konstruksi, diperlukan perhatian khusus terhadap kualitas dan ketahanannya agar dapat memenuhi standar yang diharapkan.

Mutu beton merupakan aspek krusial dalam struktur bangunan, yang kualitasnya ditentukan oleh komposisi bahan dan jenis beton yang digunakan. Kualitas serta kekuatan karakteristik beton umumnya dinyatakan dalam satuan angka dan huruf, seperti K dan FC [6]. Di Indonesia, satuan K lebih sering digunakan untuk menunjukkan kuat tekan karakteristik beton dalam cm², dengan klasifikasi mutu beton mulai dari K-100 hingga K-500, yang dinyatakan dalam kilogram [7].

Seiring perkembangan teknologi, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan inovasi dalam penggunaan bahan tambahan pada beton guna meningkatkan kualitas dan efisiensinya [8]. Beberapa variasi material tambahan yang telah diuji meliputi sabut kelapa, kulit kerang, fly ash batu bara, ampas kayu, dan plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*). Dalam penelitian ini, penulis menggunakan limbah botol plastik jenis HDPE (*High-Density Polyethylene*) sebagai agregat halus

dalam beton mutu K-175. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah botol plastik terhadap kuat tekan beton pada umur 7 dan 14 hari serta menentukan nilai kuat tekan optimal setelah adanya tambahan tersebut. Limbah botol plastik yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Limbah Botol Plastik Jenis HDPE

Plastik banyak digunakan dalam berbagai produk, seperti kemasan makanan dan minuman, kantong belanja, serta peralatan rumah tangga [9]. Namun, setelah tidak terpakai, limbah plastik dapat menumpuk dan mencemari lingkungan. Dibandingkan dengan jenis sampah lain, plastik memerlukan waktu lebih lama untuk terurai secara alami, karena bergantung pada radiasi sinar UV [10]. Proses penguraiannya bahkan bisa memakan waktu antara 450 hingga 1000 tahun [11]. Jika tidak terurai dengan benar, plastik dapat menghasilkan mikroplastik, senyawa kimia berbahaya, dan logam berat yang beracun [12]. Oleh karena itu, diperlukan upaya pemanfaatan limbah plastik yang sulit didaur ulang agar lebih bermanfaat dan ramah lingkungan.

Plastik HDPE memiliki beberapa kelebihan antara lain, tahan panas, mudah untuk dibentuk, tahan terhadap jamur, lumut, dan pelapukan/pembusukan, serta mempunyai kekuatan yang besar sehingga tahan terhadap benturan [13]. Limbah plastik HDPE sangat susah diurai dan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai [14]. Karena sifatnya yang sangat susah terurai, plastik jenis ini biasanya diolah kembali atau didaur ulang menjadi produk baru seperti perabot plastik, mainan, tas, dan lain-lain.

Berdasarkan banyaknya ketersediaan limbah plastik maka dari itu peneliti akan memanfaatkan limbah botol plastik jenis *High Density Polyethylene* (HDPE) sebagai variasi campuran agregat halus. Untuk itu, peneliti melakukan penelitian dengan judul “Pemanfaatan Limbah Botol HDPE sebagai Bahan Tambah untuk Beton K-175”. Pada penelitian ini yang dilakukan dengan penggunaan limbah botol plastik jenis High Density Polyethylene (HDPE) sebagai bahan tambahan pembuatan beton, variasi campuran yang digunakan adalah 0%, 0,27%, 0,5%, 0,75%.

Dapat diketahui limbah botol plastik jenis High Density Polyethylene (HDPE) dapat digunakan sebagai bahan alternatif campuran beton tanpa efek merugikan. HDPE dapat didaur ulang dan memiliki nomor 2 pada simbol daur ulang [16]. Pada penelitian ini mutu beton yang digunakan yaitu Beton K-175 yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pondasi pada berbagai jenis struktur, termasuk rumah tinggal, gudang, dan pagar beton. Kekuatan beton ini menjadi kunci utama dalam menopang beban struktural, dengan kemampuan menahan tekanan hingga 175 kg/cm². Angka ini mencerminkan seberapa besar beban yang dapat ditanggung oleh beton ini tanpa mengalami kerusakan struktural. Sari Utama Dewi meneliti pengaruh limbah plastik HDPE terhadap kuat tekan beton mutu K-125 dengan variasi campuran. Pengujian dilakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Metro sesuai SNI T-15 1990–03. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan 10% dan 15% limbah plastik HDPE menurunkan kualitas beton, sementara penambahan 5% pada umur 14 hari menghasilkan kuat tekan maksimum 10,06 MPa, mendekati kuat tekan rencana 10,4 MPa. Beton dengan 5% limbah plastik

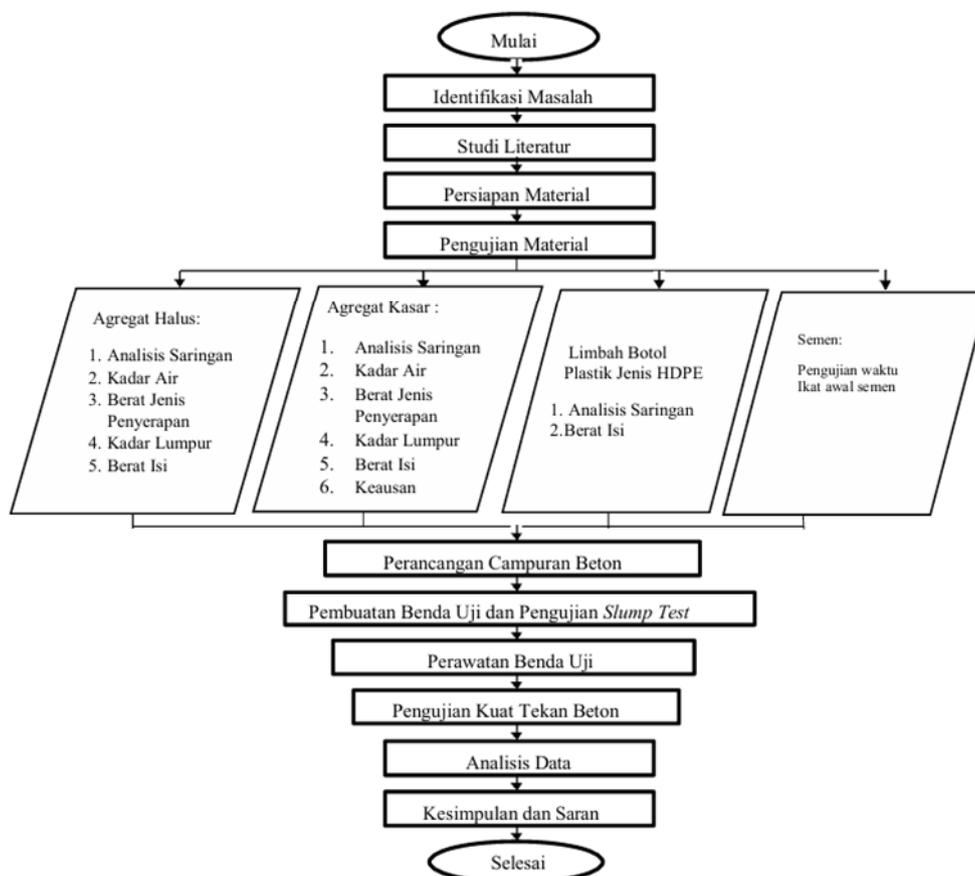
memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan beton tanpa campuran (0%) [16]. Selain itu, Damai Yanti meneliti pengaruh limbah botol plastik PET terhadap kuat tekan beton K-175. Hasilnya menunjukkan bahwa variasi 0,27% menghasilkan kuat tekan optimal, dengan nilai 9,93 MPa (7 hari), 10,22 MPa (14 hari), dan 11,56 MPa (28 hari). Sementara itu, variasi 0,5% dan 0,75% menunjukkan penurunan kuat tekan dibandingkan variasi 0,27% [17].

Adapun rumusan masalah pada penelitian adalah sebagai berikut: 1) Berapa nilai kuat tekan beton dari limbah botol plastik jenis High Density Polyethylene (HDPE) pada campuran rencana mutu beton K-175? dan 2) Berapa persentase optimal penambahan limbah botol plastik jenis High Density Polyethylene (HDPE) terhadap kuat tekan beton? Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dari limbah botol plastik jenis High Density Polyethylene (HDPE) pada campuran rencana mutu beton K-175. dan 2) Untuk mengetahui persentase optimal penambahan limbah botol plastik jenis High Density Polyethylene (HDPE) terhadap kuat tekan beton.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini secara garis besar dapat dilihat pada gambar 2. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ketapang yang terletak di Jalan Rangga Sentap, Dalong, Sukaharja, Kec. Delta Pawan, Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat. Waktu penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai Agustus pada tahun 2024.

Dalam penelitian “Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Jenis High Density Polyethylene Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Mutu Rencana K-175”, variabel bebasnya adalah “Persentase Campuran Limbah Botol Plastik Jenis HDPE”. Disebut variabel bebas karena variabel ini tidak bergantung pada variabel lainnya. Sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini adalah “Nilai Kuat Tekan Beton”, yang bergantung dan dipengaruhi oleh variabel “Campuran Limbah Botol Plastik Jenis HDPE”.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah kuantitatif berupa eksperimen. Dalam penelitian ini, beton yang dieksperimenkan adalah beton yang dicampur dengan limbah botol plastik jenis HDPE sebagai bahan penambah agregat kasar. Metode eksperimen pada beton ini dilakukan dengan cara perbandingan beton normal dengan variasi campuran beton yang telah ditetapkan yakni penambahan limbah botol plastik sebagai tambahan agregat halus sebesar 0,27%, 0,5%, 0,75%. Penelitian ini menggunakan pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 14 hari.

Data pada penelitian ini berupa data modulus kehalusan batu pecah dan pasir dari pengujian analisis saringan agregat, data waktu ikat semen yang dilakukan dengan pengujian alat vicat, data berat jenis dan penyerapan pasir, data berat jenis dan penyerapan batu pecah, data kadar air pasir dan batu pecah, data berat isi pasir dan batu pecah, data kadar lumpur pasir dan batu pecah, data pengujian slump test, data kuat tekan beton, data modulus kehalusan limbah botol plastik jenis hdpe dari pengujian analisis saringan agregat, data berat isi limbah botol plastik jenis hdpe.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yakni air, semen, pasir, batu pecah, dan limbah botol plastik HDPE. Air yang digunakan adalah air PDAM yang diambil dari kran di samping parkir Jurusan Teknik Sipil dan Pertambangan, Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan. Air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan, harus berupa air dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas beton, serta harus memenuhi persyaratan SNI 0013-81. Semen yang digunakan dalam penelitian adalah semen Portland jenis tipe I merk semen tiga roda dengan berat 50 kg. Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu massa padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang berasal dari sungai pawan. Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya letakan antar butiran agak kurang karena bentuk butiran yang bulat. Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No. 1½ inci). Agregat kasar adalah berasal dari batu alam yang dipecah sehingga menjadi sedemikian rupa melalui industri pemecah batu dan mempunyai ukuran berkisar antara 5 mm–40 mm (SNI 03-2834-2000).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian material pada Tabel 1 menunjukkan karakteristik yang beragam pada agregat halus, agregat kasar, dan limbah HDPE yang digunakan dalam penelitian ini. Dari hasil analisis saringan, diketahui bahwa agregat halus memiliki nilai 4,02%, sedikit lebih tinggi dibandingkan agregat kasar (3,83%), sementara limbah HDPE memiliki nilai terbesar, yaitu 4,80%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa distribusi ukuran partikel pada limbah HDPE lebih bervariasi dibandingkan agregat konvensional. Kadar air pada agregat halus sebesar 3,23%, lebih tinggi dibandingkan agregat kasar yang hanya 1,81%, sedangkan limbah HDPE tidak memiliki kadar air yang terukur. Hal ini mengindikasikan bahwa agregat halus cenderung menyerap lebih banyak air dibandingkan agregat kasar, yang dapat memengaruhi kebutuhan air dalam campuran beton.

Pengujian kadar lumpur menunjukkan bahwa agregat kasar memiliki kadar lumpur tertinggi sebesar 2,83%, sedangkan agregat halus hanya 0,95%, dan limbah HDPE tidak mengandung lumpur sama sekali. Kadar lumpur yang lebih tinggi pada agregat kasar dapat memengaruhi kualitas beton karena berpotensi menghambat ikatan antara pasta semen dan agregat. Berat isi agregat halus tercatat sebesar 1,59 kg/cm³, lebih tinggi dibandingkan agregat kasar (1,32 kg/cm³) dan limbah HDPE yang hanya 0,3 kg/cm³. Berat jenis agregat kasar bervariasi dengan nilai SSD (Saturated Surface Dry) sebesar 2,81 kg/cm³, nilai kering oven (Sa) sebesar 2,98 kg/cm³, dan nilai kering permukaan jenuh (Ss) sebesar 2,87 kg/cm³, sementara agregat halus memiliki berat jenis sebesar 1,93 kg/cm³. Limbah HDPE tidak memiliki data berat jenis, yang mengindikasikan bahwa material ini memiliki karakteristik yang berbeda dari agregat konvensional.

Penyerapan air pada agregat halus sebesar 4,60%, sedangkan data penyerapan untuk agregat kasar dan limbah HDPE tidak tersedia. Nilai penyerapan ini menunjukkan bahwa agregat halus memiliki kecenderungan menyerap air lebih tinggi, yang dapat berpengaruh pada rasio air-semen dalam campuran beton. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa limbah HDPE memiliki karakteristik fisik yang sangat berbeda dibandingkan agregat konvensional, terutama dalam hal berat isi dan kadar lumpur. Hal ini perlu diperhitungkan dalam perancangan campuran beton agar sifat mekanis dan durabilitas beton yang dihasilkan tetap optimal.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Material

No	Pengujian	Agregat Halus	Agregat Kasar	Limbah HDPE
1	Analisis saringan	4,02	3,83	4,80
2	Kadar air	3,23%	1,81%	-
3	Kadar lumpur	0,95%	2,83%	0%
4	Berat isi	1,59 kg/cm ³	1,32 kg/cm ³ Sd = 2,81 kg/cm ³	0,3 kg/cm ³
5	Berat jenis	1,93 kg/cm ³	Ss = 2,87 kg/cm ³ Sa = 2,98 kg/cm ³	-
6	Penyerapan	4,60%	-	-

Hasil analisis *mixed design* pada Tabel 2 menunjukkan bahwa setiap variasi campuran beton memiliki komposisi bahan yang hampir sama, kecuali pada penambahan limbah HDPE dengan persentase yang berbeda. Campuran normal, yang berfungsi sebagai kontrol, terdiri dari 1,26 kg semen, 2,79 kg pasir, 3,81 kg batu pecah, dan 0,69 liter air, tanpa adanya limbah HDPE. Dalam variasi campuran, limbah HDPE ditambahkan dengan persentase bertahap, yaitu 0,27% (0,01 kg), 0,5% (0,02 kg), dan 0,75% (0,03 kg), sementara jumlah bahan lainnya tetap konstan.

Penambahan limbah HDPE dalam komposisi campuran beton bertujuan untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap sifat mekanis dan fisik beton. Limbah HDPE yang memiliki berat isi rendah dapat mempengaruhi densitas beton serta kemungkinan adanya perubahan dalam daya serap air dan kekuatan tekan. Meskipun jumlah HDPE yang ditambahkan relatif kecil dibandingkan komponen lainnya, perubahan dalam karakteristik material ini dapat berdampak pada kinerja akhir beton. Dengan jumlah air yang tetap dalam setiap variasi, faktor rasio air-semen juga tetap konstan, sehingga variasi dalam hasil pengujian beton nantinya dapat lebih difokuskan pada dampak penambahan limbah HDPE terhadap sifat mekanis beton.

Tabel 2. Komposisi Bahan Setiap Sampel

Kombinasi	Semen (kg)	Limbah HDPE (kg)	Pasir (kg)	Batu Pecah (kg)	Air (liter)
Normal	1,26	0	2,79	3,81	0,69
Variasi 0,27%	1,26	0,01	2,79	3,81	0,69
Variasi 0,5%	1,26	0,02	2,79	3,81	0,69
Variasi 0,75%	1,26	0,03	2,79	3,81	0,69

Tabel 3. Hasil Uji Slump

Variasi	Tanggal	Jumlah Sampel	Slump Test (cm)
0%	12 Juli 2024	4	9
0,27%	7 Agustus 2024	4	9,5
0,5%	7 Agustus 2024	4	10
0,75%	8 Agustus 2024	4	9,5

Hasil uji *slump* pada Tabel 3 menunjukkan bahwa penambahan limbah HDPE dalam campuran beton memberikan sedikit variasi terhadap nilai *workability*. Pada campuran normal (0% HDPE), nilai *slump* tercatat sebesar 9 cm. Ketika limbah HDPE ditambahkan dengan persentase 0,27%, nilai *slump* meningkat menjadi 9,5 cm, dan pada variasi 0,5%, nilai *slump* mencapai 10 cm. Namun, pada variasi 0,75%, nilai *slump* kembali menurun menjadi 9,5 cm.

Peningkatan nilai *slump* pada variasi 0,27% dan 0,5% menunjukkan bahwa penambahan limbah HDPE dalam jumlah kecil dapat meningkatkan kelancaran campuran beton. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh sifat limbah HDPE yang memiliki permukaan licin dan tidak menyerap air, sehingga mengurangi gesekan antar partikel dalam adukan beton. Namun, ketika persentase HDPE mencapai 0,75%, nilai *slump* sedikit menurun. Penurunan ini dapat disebabkan oleh distribusi material yang kurang merata atau efek dari rendahnya berat isi HDPE yang mempengaruhi kohesi antar partikel.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan pada Umur 7 Hari

Variasi	Berat (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Rata-rata
0%	7,17	122,29	123,46
	7,28	124,63	
0,27%	7,56	85,65	87,47
	7,24	89,28	
0,5%	7,28	100,16	99,95
	7,6	99,73	
0,75%	7,67	92,00	90,44
	7,51	88,89	

Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari menunjukkan bahwa penambahan limbah HDPE dalam campuran beton memberikan pengaruh terhadap berat dan kekuatan tekan beton. Pada beton normal (0% HDPE), berat rata-rata sampel adalah sekitar 7,23 kg dengan kuat tekan rata-rata sebesar 123,46 kg/cm². Penambahan HDPE sebesar 0,27% menyebabkan penurunan kuat tekan secara signifikan menjadi 87,47 kg/cm², meskipun berat rata-rata sampel sedikit meningkat menjadi 7,40 kg.

Pada variasi 0,5%, kuat tekan mengalami peningkatan menjadi 99,95 kg/cm² dibandingkan variasi 0,27%, dengan berat rata-rata sampel sebesar 7,44 kg. Sementara itu, pada variasi 0,75%, kuat tekan kembali mengalami penurunan menjadi 90,44 kg/cm² dengan berat rata-rata sampel 7,59 kg. Secara umum, penambahan limbah HDPE cenderung menurunkan kuat tekan beton dibandingkan beton normal, meskipun terdapat sedikit fluktuasi pada variasi yang lebih tinggi.

Penurunan kuat tekan ini kemungkinan disebabkan oleh sifat HDPE yang tidak memiliki daya ikat dengan pasta semen, sehingga mengurangi kekompakan dan kekuatan beton. Selain itu, berat isi HDPE yang jauh lebih rendah dibandingkan agregat konvensional dapat menyebabkan adanya rongga dalam beton, yang berkontribusi terhadap menurunnya kekuatan tekan. Namun, pada variasi 0,5%, terjadi peningkatan kuat tekan dibandingkan variasi 0,27%, yang dapat dikaitkan dengan distribusi partikel HDPE yang lebih optimal dalam campuran beton.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan pada Umur 14 Hari

Variasi	Berat (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Rata-rata
0%	7,28	137,35	137,79
	7,24	138,23	
0,27%	7,14	114,13	115,53
	7,19	116,93	
0,5%	7,54	120,50	120,75
	7,56	121,00	
0,75%	7,44	132,62	134,29
	7,31	135,96	

Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 14 hari menunjukkan adanya peningkatan kekuatan tekan dibandingkan dengan pengujian pada umur 7 hari untuk semua variasi campuran. Beton normal (0% HDPE) memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 137,79 kg/cm², mengalami peningkatan dari 123,46 kg/cm² pada umur 7 hari. Hal ini menunjukkan bahwa proses hidrasi semen terus berlangsung, meningkatkan kekuatan beton seiring bertambahnya waktu.

Pada variasi 0,27% HDPE, kuat tekan rata-rata mencapai 115,53 kg/cm², lebih tinggi dibandingkan hasil pada umur 7 hari (87,47 kg/cm²), namun tetap lebih rendah dibandingkan beton normal. Peningkatan serupa juga terjadi pada variasi 0,5% HDPE, di mana kuat tekan naik menjadi 120,75 kg/cm² dari sebelumnya 99,95 kg/cm² pada umur 7 hari. Sementara itu, pada variasi 0,75% HDPE, kuat tekan rata-

rata mencapai 134,29 kg/cm², yang lebih tinggi dibandingkan semua variasi lainnya, namun masih sedikit lebih rendah dibandingkan beton normal.

Kenaikan kuat tekan pada umur 14 hari menunjukkan bahwa meskipun limbah HDPE cenderung menurunkan kekuatan beton pada tahap awal, proses hidrasi yang lebih lanjut dapat membantu meningkatkan kekompakan struktur beton. Pada variasi 0,75%, nilai kuat tekan mendekati beton normal, menunjukkan bahwa pada persentase tertentu, limbah HDPE masih dapat digunakan tanpa mengorbankan signifikan sifat mekanis beton.

Tabel 6. Hasil Konversi dari Umur 7 hari dan 14 Hari ke 28 Hari

Variasi	Kuat Tekan 7 hari (kg/cm ²)	Konversi 7 ke 28 hari (kg/cm ²)	Rata-rata	Kuat Tekan 14 hari (kg/cm ²)	Konversi 14 ke 28 hari (kg/cm ²)	Rata-rata
0%	122,29	174,70	176,37	137,35	156,08	156,58
	124,63	178,04		138,23	157,08	
0,27%	85,65	122,36	124,95	114,13	129,69	131,28
	89,28	127,54		116,93	132,88	
0,5%	100,16	143,09	142,78	120,50	136,93	137,22
	99,73	142,47		121,00	137,50	
0,75%	92,00	131,43	129,21	132,62	150,70	152,60
	88,89	126,99		135,96	154,50	

Hasil konversi kuat tekan dari umur 7 hari dan 14 hari ke 28 hari menunjukkan bahwa beton normal (0% HDPE) memiliki kuat tekan tertinggi dibandingkan semua variasi campuran. Kuat tekan rata-rata hasil konversi dari umur 7 hari ke 28 hari adalah 176,37 kg/cm², sedangkan konversi dari umur 14 hari ke 28 hari mencapai 156,58 kg/cm². Hal ini menegaskan bahwa beton tanpa campuran HDPE memiliki perkembangan kekuatan yang lebih optimal seiring dengan waktu.

Pada beton dengan variasi 0,27% HDPE, kuat tekan rata-rata hasil konversi dari 7 hari ke 28 hari adalah 124,95 kg/cm², sedangkan dari 14 hari ke 28 hari sebesar 131,28 kg/cm². Meskipun terjadi peningkatan dibandingkan hasil kuat tekan aktual pada umur sebelumnya, nilai ini tetap lebih rendah dibandingkan beton normal. Hal serupa terjadi pada variasi 0,5% HDPE, di mana kuat tekan rata-rata hasil konversi dari 7 hari ke 28 hari adalah 142,78 kg/cm², dan dari 14 hari ke 28 hari sebesar 137,22 kg/cm².

Menariknya, pada variasi 0,75% HDPE, terjadi peningkatan kuat tekan yang cukup signifikan. Hasil konversi dari umur 7 hari ke 28 hari adalah 129,21 kg/cm², sedangkan dari umur 14 hari ke 28 hari mencapai 152,60 kg/cm². Nilai ini mendekati beton normal dan bahkan lebih tinggi dibandingkan variasi 0,27% dan 0,5%. Hal ini menunjukkan bahwa pada persentase tertentu, penambahan limbah HDPE dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan kuat tekan pada umur yang lebih panjang, kemungkinan karena distribusi agregat yang lebih merata dan interaksi lebih baik dengan pasta semen seiring waktu.

Hasil pengujian kuat tekan beton menunjukkan bahwa penambahan limbah HDPE dalam campuran beton memberikan pengaruh terhadap kekuatan tekan pada berbagai umur pengujian. Secara umum, beton normal (0% HDPE) memiliki kuat tekan tertinggi dibandingkan dengan variasi campuran HDPE, baik pada umur 7 hari, 14 hari, maupun hasil konversi ke 28 hari. Hal ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa material plastik seperti HDPE memiliki sifat non-polar dan hidrofobik, sehingga kurang berinteraksi dengan pasta semen dan cenderung mengurangi kekuatan tekan beton [18].

Pada umur 7 hari, kuat tekan beton dengan variasi HDPE menunjukkan penurunan signifikan dibandingkan beton normal. Variasi 0,27% memiliki kuat tekan rata-rata 87,47 kg/cm², sementara variasi 0,5% dan 0,75% berturut-turut mencapai 99,95 kg/cm² dan 90,44 kg/cm². Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan HDPE mengurangi kemampuan beton dalam mencapai kekuatan awal, kemungkinan karena berkurangnya adhesi antara agregat dan pasta semen akibat sifat licin dan inert dari HDPE [19].

Pada umur 14 hari, seluruh variasi mengalami peningkatan kuat tekan dibandingkan umur 7 hari. Variasi 0,75% menunjukkan peningkatan paling signifikan dengan kuat tekan mencapai 134,29 kg/cm², mendekati nilai beton normal (137,79 kg/cm²). Hasil ini mengindikasikan bahwa meskipun HDPE dapat

menghambat perkembangan kuat tekan awal, peningkatan umur beton memungkinkan proses hidrasi yang lebih lanjut, yang dapat meningkatkan kinerja beton.

Hasil konversi ke umur 28 hari menunjukkan bahwa beton normal memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi, yaitu 176,37 kg/cm² berdasarkan konversi dari 7 hari dan 156,58 kg/cm² berdasarkan konversi dari 14 hari. Sementara itu, beton dengan variasi 0,75% HDPE memiliki kuat tekan konversi sebesar 129,21 kg/cm² dari 7 hari ke 28 hari, dan 152,60 kg/cm² dari 14 hari ke 28 hari. Nilai ini menunjukkan bahwa pada persentase tertentu, HDPE masih dapat memberikan kekuatan yang mendekati beton konvensional, sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penggunaan plastik daur ulang dalam jumlah kecil masih dapat menghasilkan beton dengan sifat mekanis yang cukup baik [20].

Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa meskipun penambahan HDPE umumnya menurunkan kuat tekan beton, ada indikasi bahwa variasi 0,75% HDPE memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan variasi lainnya, khususnya pada umur lebih panjang (28 hari). Penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan plastik dalam campuran beton dapat mengurangi densitas beton namun tetap mempertahankan kekuatan tekan pada level yang cukup layak. Untuk implementasi lebih lanjut, diperlukan pengujian aktual pada umur 28 hari guna memvalidasi hasil konversi serta mengevaluasi aspek lain seperti durabilitas dan workability guna memastikan kelayakan HDPE sebagai material alternatif dalam beton.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penambahan limbah botol plastik jenis High Density Polyethylene (HDPE) dalam campuran beton berpengaruh terhadap nilai kuat tekan yang dihasilkan. Beton normal (0% HDPE) memiliki kuat tekan tertinggi dibandingkan dengan variasi campuran yang mengandung HDPE. Kuat tekan rata-rata beton normal berdasarkan konversi ke umur 28 hari mencapai 176,37 kg/cm², sementara kuat tekan beton dengan variasi HDPE mengalami penurunan dengan nilai berkisar antara 124,95 kg/cm² hingga 152,60 kg/cm².
2. Dari berbagai variasi yang diuji, campuran dengan 0,75% HDPE menunjukkan hasil kuat tekan terbaik dibandingkan variasi lainnya, dengan kuat tekan rata-rata berdasarkan konversi ke umur 28 hari sebesar 152,60 kg/cm². Nilai ini masih berada dalam kisaran mutu beton rencana K-175, sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan HDPE hingga 0,75% masih memungkinkan untuk digunakan dalam campuran beton. Namun, penambahan HDPE dalam jumlah lebih besar cenderung menurunkan kuat tekan secara signifikan.

REFERENSI

- [1] V. Septiani, V. Suryan, dan D. Amalia, "Faktor-faktor yang mempengaruhi campuran beton: Rancangan beton, Kekuatan beton, dan Karakteristik beton," *Journal of Engineering and Transportation*, vol. 1, no. 4, 2024.
- [2] M. R. A. Rifki dan B. L. Al Zakina, "Pengaruh Nilai Abrasi Limbah Beton (Recycle) pada Pembuatan Beton Normal," dalam *Seminar Nasional Teknik Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 258–267, Nov. 2024.
- [3] M. L. Banerademorin dan E. H. Manurung, "Seminar Proposal Perencanaan Gedung 3 Lantai," *Jurnal Penelitian Ilmu Humaniora*, vol. 7, no. 6, 2024.
- [4] G. O. Fahrezy, I. C. Dewi, dan P. Priyono, "Pengaruh Perawatan Beton Dengan Menggunakan Metode Wrapping dan Curing Compound Terhadap Kuat Tekan Beton Silinder," *Jurnal Smart Teknologi*, vol. 6, no. 2, pp. 144–152, 2025.
- [5] B. Jaelani dan A. P. Abriantoro, "Studi Eksperimental Substitusi Fly Ash 30%, 35% dan 40% Pada Beton SCC Terhadap Waktu Ikut, Flowability, Porositas dan Kuat Tekan Beton dalam Resistensi Asam Sulfat," *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, vol. 10, no. 2, pp. 75–88, 2024.

- [6] R. A. Maulana, A. L. Nurdin, dan A. Khamid, “Analisis Perbedaan Beton Ready Mix Antara Mutu K dengan Mutu FC,” *Era Sains: Jurnal Penelitian Sains, Keteknikan dan Informatika*, vol. 2, no. 3, pp. 1–14, 2024.
- [7] S. Abdillah dan N. Fauji, “Proses Pembuatan Beton Dengan Mutu K-350 Pada Mesin Batching Plant Wet Mix di PT. Prima Beton Nusantara,” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 8, no. 19, pp. 570–580, 2022.
- [8] D. Kurniati, “Ketahanan Kuat Tekan Beton Serat Fiber Glass Sebagai Bahan Tambah,” *Jurnal Karkasa*, vol. 10, no. 2, pp. 39–44, 2024.
- [9] N. P. D. Arwini, “Sampah Plastik Dan Upaya Pengurangan Timbulan Sampah Plastik,” *Jurnal Ilmiah Vastuwidya*, vol. 5, no. 1, pp. 72–82, 2022.
- [10] S. Mukharomah, A. Ansori, dan N. Widiastuti, “Penerapan pendekatan andragogi dalam meningkatkan life skill masyarakat melalui pelatihan daur ulang sampah kantong plastik,” *Comm-Edu (Community Education Journal)*, vol. 6, no. 1, pp. 19–26, 2023.
- [11] R. Wiemar, C. J. Rianingrum, dan S. I. Adisurya, “Meningkatkan Keterampilan dan Kreativitas Santri Melalui Pengolahan Limbah Botol Plastik Menjadi Produk Siap Pakai,” *Jurnal Pengabdian Masyarakat Madani (JPMM)*, vol. 1, no. 2, pp. 172–179, 2021.
- [12] F. Parinduri, S. H. Parinduri, dan A. J. Nasution, “Analisis Zat Kimia Berbahaya Dan Kepunahan Biota Dalam Fisika Lingkungan,” *Gravity Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 41–55, 2024.
- [13] I. F. Nasution, “Analisa Pengaruh Cacat Produksi Terhadap Efisiensi Blow Molding Plant PT Pacific Medan Industri,” Disertasi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara, 2023.
- [14] H. M. P. Lase dan M. J. Gulo, “Analisa Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Limbah Plastik HDPE Dalam Campuran Beton,” *Jurnal Dunia Pendidikan*, vol. 4, no. 3, pp. 1783–1791, 2024.
- [15] A. D. Supriono dan D. Wicaksono, “Analisa Kekuatan Polypropylene Dengan Campuran HDPE Dan Serat Karbon Menggunakan Uji Impact,” *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 8, no. 2, pp. 251–256, 2022.
- [16] S. U. Dewi dan R. Purnomo, “Pengaruh Tambahan Limbah Plastik HDPE (High Density Polyethylene) Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Mutu K. 125,” *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [17] D. Yanti, “Pengaruh Penambahan Limbah Botol Plastik Jenis Polyethylene Terephthalate Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Mutu K-175,” *Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 2020.
- [18] R. A. Massigidi dan F. Kurnia, “Pengaruh Penggunaan Fly Ash Terhadap Sifat Mekanik Beton High Density Polyethylene (HDPE),” *Jurnal ARTESIS*, vol. 4, no. 2, pp. 213–220, 2024.
- [19] F. H. A. Rohmana, Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Tambah Limbah Plastik Botol Kemasan Air Minum Polyethylene Terephthalate Melalui Metode Wet Curing, Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin, 2022
- [20] A. Gaus, N. Marsaoly, K. Kardiman, dan A. Abdul, “Pengaruh Penggunaan Serat Polyethylene Terephthalate Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Aspal Beton AC Base,” *CLAPEYRON: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 4, no. 1, 2023.