

PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK LDPE (LOW DENSITY POLYETHYLENE) SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS PADA BETON RINGAN

Didik Suwandono¹⁾, Diah Sarasanty²⁾, Erna Tri Asmorowati³⁾

Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Majapahit

E-mail: ¹ didiksuwandono03@gmail.com, ² diahsarasanty@unim.ac.id, ³ asmoro122@gmail.com

Abstrak

Pembuatan benda uji dengan variasi konsentrasi cacahan plastik menggunakan cetakan silinder ukuran 15 cm x 30 cm dan agregat halus 0%, 0,2%, 0,4%, dan 0,6%. Berdasarkan temuan pengujian kuat tekan dan rongga udara campuran sampah plastik LDPE (Low Density Polyethylene) pada 4 variasi yang berbeda. menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 32,4 MPa untuk kombinasi beton ringan beraturan dan 4,0% rongga udara, 32,6 MPa untuk kombinasi 0,2% sampah plastik pada beton ringan dan 5,5% rongga udara untuk Nya, 22,4 MPa untuk kombinasi 0,4% sampah plastik pada beton ringan dan 7,9% rongga udara, dan 18,4 Mpa untuk kombinasi 0,6% sampah plastik pada beton ringan dan 8,8% rongga udara. Campuran limbah plastik Low Density Polyethylene (LDPE) 0,2% memiliki kualitas kuat tekan yang lebih tinggi 32,6 Mpa dibandingkan campuran beton ringan beraturan 32,4 Mpa dan rongga udara 5,5% lebih tinggi dari beton ringan beraturan 4% sehingga menghasilkan beton yang lebih ringan, sesuai dengan temuan uji kuat tekandan uji rongga udara.

Kata kunci: Limbah plastik LDPE (Low density polyethylene), beton ringan, kuat tekan, air voids

Pendahuluan

Penggunaan plastik telah berkembang dari waktu ke waktu di era modern, namun pengolahan dan daur ulang sampah plastik masih dianggap sebagai cara yang tidak efisien untuk menangani sampah plastik yang juga tumbuh dari waktu ke waktu. Menurut Dr. Costas Velis dari University of Leeds, jika gaya hidup manusia nomaden tidak diubah, daratan dan lautan bisa mengandung sampah plastik sebanyak 1,3 miliar ton pada tahun 2040. Hal ini menunjukkan betapa seriusnya masalah sampah plastik di dunia. dunia adalah. Sejak tahun 2000, komposisi sampah plastik terus meningkat sebesar 5–6% di Indonesia saja. Menurut statistik dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia dan Badan Pusat Statistik, 3,2 juta ton dari 64 juta ton sampah plastik tahunan negara ini dibuang ke laut.

Agar lingkungan tidak semakin tercemar, diperlukan gerakan besar dalam penanganan sampah plastik untuk mengurangi sampah plastik yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Sampai ditemukannya penemuan substitusi sebagian agregat halus pada beton ringan dengan limbah plastik LDPE (Low Density Polyethylene). Limbah plastik Low Density Polyethylene (LDPE) digunakan karena memiliki kualitas yang kokoh, fleksibel, dan tahan terhadap pelarutan bahan kimia. Selain itu juga dapat digunakan sebagai bahan untuk proyek konstruksi, seperti beton ringan, serta membantu mengurangi produksi sampah plastik yang nantinya dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan.

Beton yang terbuat dari campuran agregat halus, agregat kasar, semen Portland, atau elemen ringan lainnya dikenal sebagai beton ringan. Biasanya, agregat kasar ringan dan pasir alam digunakan untuk membuat beton ringan sebagai pengganti agregat kasar, namun beton tersebut harus tetap memenuhi spesifikasi (SNI 03-3449-2002) dan beratnya tidak lebih dari 1850 kg/m³. Sesuai dengan SK SNI 03-3449-2002, beton ringan dengan tujuan struktur yang kuat dapat menggantikan agregat ringan agregat ringan atau kombinasi agregat kasar ringan dan pasir alam untuk agregat halus ringan, asalkan beton tersebut memiliki berat jenis di bawah 1850 kg/m³ dan memenuhi persyaratan kuat tekan beton ringan. tekan minimum 17,24 MPa. Massa jenis beton insulasi kering oven maksimum adalah 1440 kg/m³, dan memiliki kuat tekan maksimum 17,24 MPa dan kuat tekan minimum 6,68 MPa.

Sampah plastik jenis Low Density Polyethylene (LDPE) dalam agregat halus merupakan komponen utama sampah plastik yang digunakan untuk pembuatan beton ringan. Fitur agregat halus dan kasar diuji sebagai bagian dari metodologi eksperimental penelitian ini di laboratorium, dan desain campuran dengan mengacu pada SNI-03 6991-1996 kemudian digunakan untuk mengumpulkan data. Benda uji kemudian diproduksi menggunakan cetakan silinder dengan dimensi 15 cm x 30 cm dan konsentrasi cacahan plastik yang divariasikan dari 0% hingga 0,2% hingga 0,4% hingga 0,6% agregat halus. Untuk menjaga kelembaban dan suhu yang tepat untuk beton ringan, perawatan dilakukan setelah beton ringan dicetak. Caranya dengan menjemur dalam kondisi terbuka dan merendamnya dengan air dua kali sehari. Selain itu, evaluasi rongga air pada umur 7 dan kuat tekan beton ringan pada umur 7, 14, dan 28

Studi Pustaka

Beton yang terbuat dari campuran agregat halus, agregat kasar, semen Portland, atau elemen ringan lainnya dikenal sebagai beton ringan. Biasanya, agregat kasar ringan dan pasir alam digunakan untuk membuat beton ringan sebagai pengganti agregat kasar, namun beton tersebut harus tetap memenuhi spesifikasi (SNI 03-3449-2002) dan beratnya tidak lebih dari 1850 kg/m³. Sesuai dengan SK SNI 03-3449-2002, beton ringan dengan tujuan struktur yang kuat dapat menggantikan agregat ringan agregat ringan atau kombinasi agregat kasar ringan dan pasir alam untuk agregat halus ringan, asalkan beton tersebut memiliki berat jenis di bawah 1850 kg/m³ dan memenuhi persyaratan kuat tekan beton ringan. tekan minimum 17,24 MPa. Massa jenis beton insulasi kering oven maksimum adalah 1440 kg/m³, dan memiliki kuat tekan maksimum 17,24 MPa dan kuat tekan minimum 6,68 MPa.

Menurut SK SNI 03-3449-2002, agregat adalah bahan butiran, seperti pasir, kerikil, atau batu pecah, yang dipadukan dengan bahan pengikat untuk membuat adukan beton atau semen hidrolis. Campuran beton agregat membentuk 60% hingga 80% dari total volume produk jadi, sehingga kualitas beton akan tergantung pada sifat agregat. Agregat halus untuk beton umumnya dapat berupa pasir alam yang dihasilkan oleh rekahan batuan atau pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu. Agregat ini, yang ukurannya berkisar dari 0,063 milimeter hingga 4,76 milimeter, mengandung pasir kasar dan pasir halus. Serbuk baja halus dan serbuk besi yang dihancurkan digunakan sebagai agregat halus pada beton tahan radiasi. Sebagai hasil dari penghancuran alami batuan atau sebagai batu pecah yang berasal dari usaha pemecah batu, agregat kasar yang disebut juga kerikil memiliki ukuran butir berkisar antara 4,76 mm hingga 150 mm.

Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland adalah semen hidrolis yang dibuat dengan cara menggiling terak. Senyawa kalsium sulfat dalam bentuk satu atau lebih bentuk kristal digunakan sebagai campuran dalam semen Portland, yang terutama terdiri dari kalsium silikat yang telah digiling secara hidrolis. Aditif lain juga dapat digunakan. Selain itu, semen Portland mengandung karakteristik kimiawi yang berdampak pada kualitas produk akhir. *Trikalsium silikat (C₃S)*, *dikalsium silikat (C₂S)*, *trikalsium aluminat (C₃A)*, dan *tetrakalsium aluminoferrit (C₄AF)* adalah senyawa yang membentuk senyawa semen Portland.

Agregat tambahan didefinisikan sebagai zat yang ditambahkan ke campuran beton ringan pada saat pencampuran. Zat ini bertujuan mengubah sifat beton untuk mengurangi biaya atau membuatnya lebih cocok untuk tugas tertentu. Sampah plastik digunakan sebagai bahan tambahan untuk penelitian ini. Sampah plastik LDPE (Low Density Polyethylene) yang dimaksud telah diolah menjadi butiran atau cacahan plastik yang akan digunakan menjadi campuran yang dibutuhkan untuk membuat beton ringan. Karena sifatnya yang kuat, lentur, dan elastis, jenis plastik LDPE (Low Density Polyethylene) ini merupakan jenis yang paling baik digunakan untuk menyimpan makanan. Namun jika tidak dimanfaatkan dengan baik, limbah plastik LDPE (Low Density Polyethylene) akan mencemari lingkungan karena sulit terurai di dalam tanah dan bila dibakar akan menyebabkan polusi udara.

Metodologi Penelitian

Proses analisis pemanfaatan limbah plastik LDPE (Low Density Polyethylene) sebagai pengganti beberapa agregat halus pada beton ringan terdiri dari enam tahap, meliputi persiapan

dan pengujian material, mix design, pemeliharaan benda uji, pengujian objek, pengolahan data, dan penarikan kesimpulan.

A. Persiapan Material Dan Pengujian

- Semen portland

Semen Portland tipe 1 milik PT Semen Gresik digunakan dalam penelitian ini. Semen ini adalah jenis yang khas yang dapat digunakan untuk segala bentuk proyek bangunan konvensional tanpa batasan tertentu. Semen tipe 1 ini dapat digunakan pada campuran beton berkekuatan tinggi. Informasi tentang sifat fisik dan kimia semen memenuhi spesifikasi ASTM C 150-94.

- Agregat halus

Pasir Lumajang digunakan sebagai agregat halus. Analisis agregat halus, meliputi analisis saringan (ASTM C 136 - 93), analisis berat jenis (ASTM C 128 - 98), analisis air resapan (ASTM C 128 - 93), analisis kandungan lumpur (ASTM C 142 - 78), dan analisis volume analisis berat (ASTM C 29 - 78), dilakukan untuk alasan desain campuran beton ringan.

- Agregat kasar

Agregat batu pecah yang digunakan dalam penelitian ini memiliki diameter 0,5 sampai 1,0 mm. Analisis material dilakukan untuk merancang campuran beton ringan, dan analisis ini meliputi analisis saringan (ASTM C 136 - 93), resapan air (ASTM C 127 - 77), berat jenis agregat kasar (ASTM C 128 - 93), lanau kadar (ASTM C 117 - 76), berat isi (ASTM C 29 - 78), dan uji keausan agregat kasar.

- Air

Air dari PDAM digunakan dalam proses ini. Air yang digunakan untuk hidrasi semen dan mungkin (kemampuan kerja) untuk beton ringan merupakan sebagian besar air yang digunakan dalam desain campuran, yang juga terdiri dari air yang diserap oleh agregat hingga kering permukaan jenuh.

- Limbah Plastik LDPE (Low Density Polyethylene)

Limbah plastik Low Density Polyethylene (LDPE) dipotong dan digunakan sebagai bentuk utama plastik penelitian. Serpihan limbah plastik Low Density Polyethylene (LDPE) digabungkan dengan semen untuk menghasilkan beton ringan. Dimana 0,2%, 0,4%, atau 0,6% agregat halus dalam campuran beton ringan ditambahkan pada plastik LDPE cacah.

B. Mix design

langkah-langkah desain campuran yang penting

- menghitung kuat tekan beton rata-rata ($f'c$)
- Tetapkan ukuran agregat sebesar mungkin
- Berdasarkan takaran zat terbesar, nilai slump dan takaran air yang diharapkan harus ditentukan.
- Nilai faktor air semen (FAS) dihitung dengan menggunakan acuan nilai kuat tekan desain ($f'c = 33,4$ MPa).
- membagi jumlah air dan fas menjadi bagian yang sama untuk menentukan jumlah semen yang diperlukan.
- Untuk menentukan proporsi bahan kasar, tentukan kapasitas bahan kasar ringan berdasarkan ukuran bahan terbesar dan MHB bahan halus.
- Untuk menentukan proporsi bahan kasar, hitung kapasitas bahan kasar ringan berdasarkan ukuran bahan terbesar dan MHB bahan halus.

- Untuk menentukan jumlah agregat halus dari bahan-bahan yang diketahui, semen, air, agregat kasar, dan kering permukaan jenuh (SSD), perkiraan berat beton segar.
- Setelah menentukan masing-masing kebutuhan, dilakukan simulasi limbah plastik LDPE(Low Density Polyethylene) dengan variasi 0%, 0,2%, 0,4%, dan 0,6%.

C. Perhitungan kuat tekan beton

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan beton ringan berumur 7, 14, dan 28 hari. Penambahan beban konstan digunakan untuk menguji kuat tekan beton sampai beton uji hancur. Besarnya tekanan dalam silinder uji dapat ditentukan dengan:

$$f'c = \frac{P}{A} \tag{1}$$

Dimana:

$f'c$ = Kuat tekan (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji (mm²)

D. Pengujian *air voids*

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan beton ringan berumur 28 hari. Untuk memastikan kepadatan beton ringan terhadap rongga udara dilakukan pengujian rongga udara. Rumus berikut digunakan untuk menentukan jumlah rongga udara:

$$air\ voids = \frac{W_{ssd} - W_o}{V \times BJ} \times 100\% \tag{2}$$

Dimana :

W_{ssd} = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan setelah direndam (kg)

W_o = berat benda uji setelah di oven (kg)

V = volume benda uji (m³)

BJ = berat jenis larutan (kg/m³)

Hasil dan Pembahasan

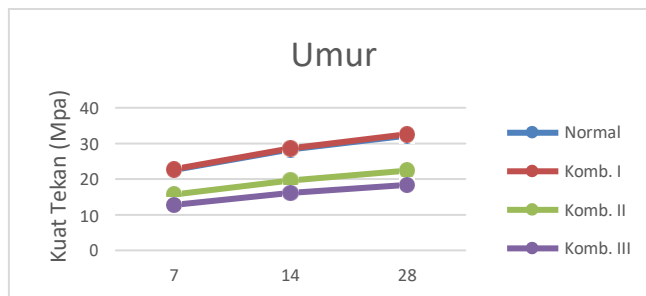
A. Analisa kuat tekan

Ada empat variasi pengujian kuat tekan beton ringan, menggunakan campuran sampah plastik 0%, 0,2%, 0,4%, dan 0,6%. Hasil pengujian 4 varian pada usia 7, 14, dan 28 hari tercantum di bawah ini.

Tabel 1. Hasil pengujian kuat tekan beton ringan pada umur 7, 14, 28 hari
 Kuat Tekan Beton ringan(Mpa)

Umur (hari)	Normal	Komb. I	Komb. II	Komb. III
7	22,6	22,8	19,7	12,8
	22,85	23,1	16,1	13,15
	22,35	22,5	15,3	12,45
Mean	22,6	22,8	15,7	12,8
14	28,4	28,6	19,7	18,5
	28,64	28,97	20,12	16,25
	28,16	28,23	19,28	16,15
Mean	28,4	28,6	19,7	16,2

	32,2	32,5	22,5	18,5
28	33,21	32,76	22,65	18,81
	31,19	32,4	22,15	17,9
Mean	32,2	32,6	22,4	18,4



Gambar 1. Grafik Kuat tekan

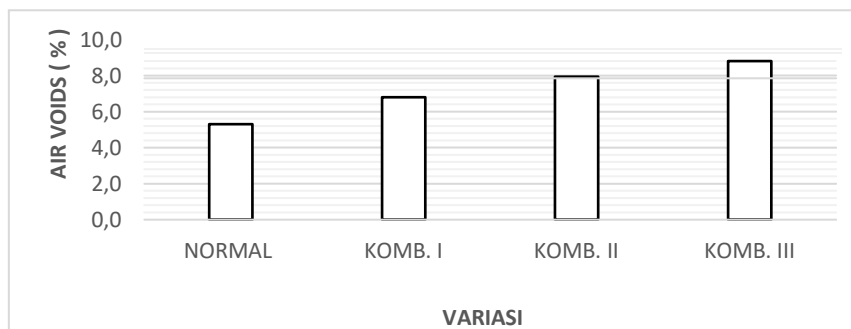
Berdasarkan Gambar 2 terlihat beton ringan normal memiliki kuat tekan 32,4 MPa, sedangkan beton ringan campuran sampah plastik 0,2% memiliki kuat tekan 32,6 MPa, campuran sampah plastik 0,4% memiliki kuat tekan 22,4 MPa, dan campuran sampah plastik 0,6% memiliki kuat tekan sebesar 18,4 MPa. Kuat tekan beton ringan yang mengandung sampah plastik 0,2% lebih tinggi dibandingkan dengan beton ringan biasa, menurut temuan uji ukur kuat tekan. Sedangkan penambahan limbah plastik 0,4 dan 0,6% tidak disarankan karena nilai kuat tekan yang rendah masing-masing sebesar 22,4 MPa dan 18,4 MPa, jauh di bawah kuat tekan normal beton ringan yang diinginkan.

B. Hasil pengujian *air voids*

Untuk mengetahui proporsi rongga udara pada sampel beton ringan, pengujian ini dilakukan setelah beton ringan tersebut diawetkan dan setelah didiamkan selama 28 hari. Gelembung udara yang terjadi selama atau setelah proses pencetakan cenderung meninggalkan rongga pada beton. Tidak mungkin mengisolasi masalah porositas pada beton. karena pasta semen tidak sepenuhnya mampu menutupi celah-celah antar partikel agregat. Beton akan menyerap air melalui aksi kapiler semakin berpori. Temuan pengujian ruang udara pada beton ringan berikut ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari

Variasi	<i>Air Voids</i> Beton ringan (%)			Mean <i>Air Voids</i> beton ringan (%)
	I	II	II	
Normal	3,61	3,99	4,34	4,0
Komb. I	4,84	5,02	6,75	5,5
Komb. II	8,36	7,72	7,74	7,9
Komb. III	8,46	8,66	9,29	8,8



Gambar 2. Grafik Kuat tekan

Berdasarkan Gambar 2. terlihat bahwa beton ringan standar memiliki kerapatan rongga udara sebesar 4%, sisir. 1 menunjukkan kepadatan rongga udara 5,5%, komb. 2 menunjukkan kepadatan rongga udara 7,9%, dan sisir. 3 menunjukkan kepadatan rongga udara 8,8%. Oleh karena itu, nilai rongga udara meningkat seiring dengan bertambahnya ukuran ruang udara dalam beton. Menurut hasil pengujian rongga udara di atas, menambahkan sampah plastik ke dalam campuran beton ringan dalam jumlah 0, 2, atau 6% menghasilkan lebih banyak ruang udara daripada beton ringan biasa.

Kesimpulan

Berdasarkan temuan penelitian dapat dikatakan bahwa beton ringan memiliki kuat tekan 32,6 MPa lebih tinggi dibandingkan dengan beton ringan tanpa campuran limbah plastik (Low density polyethylene) yang memiliki kuat tekan 32,4 MPa, untuk campuran bahan 0,2% limbah plastik LDPE (Low density polyethylene). Selain itu, dibandingkan beton ringan tanpa campuran sampah plastik (Low density polyethylene) yang memiliki lubang udara 4%, sampah plastik LDPE 0,2% memiliki rongga udara 5,5% lebih banyak.

Daftar Pustaka

- [1] Ailmitra Pratiwi Yoesran, N. R. (2018). *Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Substitusi/Pengganti Agregat Kasar untuk Campuran Beton Ringan. 1*, 318–323.
- [2] Badan Standardisasi Nasional., & SNI 15-3500-2004. (2004). *Semen Portland Campur. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta*, 1–11.
- [3] Diningsih, A., & Rangkuti, N. A. (2020). Penyuluhan Pemakaian Plastik sebagai Kemasan Makanan dan Minuman yang Aman digunakan untuk Kesehatan di Desa Labuhan Rasoki. *Jurnal Education and Development*, 8(1), 17–20.
- [4] Fasani, A. Z., Rahmasari, F., Hastuti, T., & Triastuti, T. (2022). Pemanfaatan Agregat Plastik pada Pembuatan Bata Beton. *Rekayasa Sipil*, 16(2), 82–86. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2022.016.02.2>
- [5] Hikmah Auliya, N., Ahila, N., Hadi, A. K., Fadhil, A., & Syarif, M. (2022). *Limbah Plastik sebagai Substitusi Agregat Kasar untuk Beton Ringan. 4*, 2655–7266. <https://mail.jurnal.ft.umi.ac.id/index.php/JILMATEKS>
- [6] Pradana, Y. T. (2019). Analisa Pengaruh Campuran Limbah Plastik Sebagai Material Beton Ringan. *Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area*, 1–105. <http://repository.uma.ac.id/handle/123456789/10589>
- [7] Riyadi, M., & Sari, T. W. (2021). Analisis Sifat Fisis Agregat Halus Pasir Dan Limbah Plastik. *Construction and Material Journal*, 3(2), 97–103. <https://doi.org/10.32722/cmj.v3i2.3935>
- [8] Rohman, S. Al., Ibadurrahman, M., & Dharmawansyah, D. (2020). Analisis Pengaruh Jenis Plastik Terhadap Densitas Dan Kuat Tekan Pada Batako Ringan Berbahan Limbah Plastik Dan Batu Apung. *Jurnal Teknik dan Sains*, 1(2), 57–65