

Optimalisasi Proporsi Limbah Plastik Campuran Terhadap Kuat Tekan Paving Block

Kiki Agustin^{1*}, Ely Mulyati²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains Teknologi, Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia

*Corresponding author: ely.mazpar@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan limbah plastik Polyethylene Terephthalate (PET) sebagai substitusi agregat halus terhadap kuat tekan paving block serta menentukan proporsi optimum yang dapat meningkatkan kualitas paving block. Penelitian dilakukan secara eksperimental di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bina Darma Palembang dengan menggunakan paving block berbentuk segitiga berukuran 30 × 30 × 30 cm dan ketebalan 10 cm. Variasi kadar limbah plastik PET yang digunakan adalah 0%, 1%, 1,5%, dan 2% dari berat agregat halus. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari sesuai SNI 03-0691-1996. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan limbah plastik PET memberikan peningkatan nilai kuat tekan dibandingkan paving block normal. Pada umur 28 hari, kuat tekan rata-rata paving block normal sebesar 10,77 MPa, sedangkan campuran PET 1%, 1,5%, dan 2% masing-masing menghasilkan kuat tekan sebesar 11,93 MPa, 12,75 MPa, dan 13,25 MPa. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi PET 2%, yaitu sebesar 13,25 MPa. Selain itu, hasil pengujian material menunjukkan bahwa agregat halus dan plastik PET yang digunakan memenuhi persyaratan sebagai bahan penyusun paving block. Meskipun terjadi peningkatan kuat tekan, seluruh variasi campuran belum mampu mencapai mutu rencana sebesar f'_c 40 MPa. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan limbah plastik PET sebagai substitusi agregat halus berpengaruh terhadap peningkatan kuat tekan paving block. Proporsi optimum diperoleh pada variasi PET 2%, sehingga berpotensi digunakan sebagai alternatif material paving block mutu C untuk area pejalan kaki sekaligus mendukung upaya pemanfaatan limbah plastik yang ramah lingkungan.

Kata kunci: paving block, limbah plastik PET, kuat tekan, substitusi agregat halus, material ramah lingkungan

Abstract: This study aims to analyze the effect of using Polyethylene Terephthalate (PET) plastic waste as a partial substitute for fine aggregate on the compressive strength of paving blocks and to determine the optimum proportion that can improve their quality. The research was conducted experimentally at the Civil Engineering Laboratory of Bina Darma University, Palembang, using triangular paving blocks measuring 30 × 30 × 30 cm with a thickness of 10 cm. The PET plastic waste replacement levels were 0%, 1%, 1.5%, and 2% by weight of fine aggregate. Compressive strength tests were carried out at the ages of 7, 14, and 28 days in accordance with SNI 03-0691-1996. The results showed that the addition of PET plastic waste increased the compressive strength compared to normal paving blocks. At the age of 28 days, the average compressive strength of the normal paving block was 10.77 MPa, while the paving blocks containing 1%, 1.5%, and 2% PET achieved compressive strengths of 11.93 MPa, 12.75 MPa, and 13.25 MPa, respectively. The highest compressive strength was obtained with the 2% PET mixture, reaching 13.25 MPa. Furthermore, the material testing results indicated that both the fine aggregate and PET plastic waste met the requirements for use as paving block constituent materials. Although the compressive strength increased, none of the mixtures reached the target design strength of f'_c 40 MPa. Based on the findings, it can be concluded that the use of PET plastic waste as a partial substitute for fine aggregate has a positive effect on improving the compressive strength of paving blocks. The optimum proportion was achieved with the 2% PET mixture, indicating its potential application as Grade C paving blocks for pedestrian areas while supporting environmentally friendly plastic waste utilization.

Keywords: paving block, PET plastic waste, compressive strength, fine aggregate substitution, environmentally friendly

Pendahuluan

Di Indonesia, timbulan sampah telah menjadi permasalahan lingkungan yang semakin kompleks dan meresahkan di berbagai lapisan masyarakat. Fenomena ini tidak lagi hanya mendominasi kawasan perkotaan yang padat penduduk, melainkan telah merambah ke daerah

pedesaan. Masalah utama bersumber dari rendahnya akses pengelolaan sampah terpadu serta minimnya pemahaman masyarakat setempat mengenai tata cara pengelolaan limbah yang efektif, reduktif, dan mandiri. Akibatnya, pembuangan sampah secara sembarangan memicu penumpukan yang tidak terkendali dan mencemari ekosistem darat maupun perairan di sekitarnya. Sampah plastik menjadi salah satu faktor utama yang paling signifikan dalam memperburuk kualitas lingkungan. Sifat polimer plastik yang sangat sulit terurai secara alami menyebabkan limbah ini bertahan hingga ratusan tahun di alam.

Sebagai langkah efektif untuk pengurangan dampak negatif penimbunan tersebut, diperlukan inovasi teknologi tepat guna yang mampu mengelola limbah plastik menjadi produk bahan bangunan yang memiliki daya tahan tinggi. Salah satu alternatif yang sangat potensial adalah pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan substitusi atau bahan pengikat dalam pembuatan paving block. Inovasi ini tidak hanya berperan sebagai penyelamatan lingkungan tetapi juga mampu menekan biaya produksi material bangunan tanpa mengabaikan aspek mutu dan nilai jualnya. Berdasarkan SNI 03-0691-1996, paving block didefinisikan sebagai suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat sejenis, air, dan agregat halus. Secara mekanis, paving block konvensional memiliki kelemahan yaitu sifat getas. Pemanfaatan limbah plastik jenis Polyethylene Terephthalate (PET) menawarkan alternatif modifikasi karakteristik material untuk mengisi pori-pori mikro material dan meningkatkan kuat tekan paving block.

Penelitian ini difokuskan pada penggunaan limbah plastik PET yang dikelola sebagai pengganti agregat halus. Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini antara lain untuk mengetahui pengaruh proporsi limbah plastik campuran terhadap kualitas kuat tekan paving block dan menganalisis karakteristik paving block terhadap kualitas substitusi limbah plastik terhadap agregat halus. Manfaat dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi alternatif untuk penanganan limbah plastik ramah lingkungan dalam material konstruksi, menurunkan biaya produksi paving block, dan memberikan manfaat pengelolaan limbah untuk peningkatan kualitas produk struktur paving.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental kuantitatif yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bina Darma sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996. Desain penelitian melibatkan pembuatan bahan uji berupa blok paving tipe Triangle berukuran 30 x 30 x 30 cm dengan ketebalan 10 cm yang dibuat secara terkontrol untuk memastikan keseragaman dimensi. Variasi penambahan limbah plastik PET sebagai pengganti sebagian berat agregat kasar dilakukan dengan kadar 0%, 1%, 1,5%, dan 2%. Sampel yang digunakan berjumlah sembilan paving blok untuk setiap variasi komposisi, sehingga total terdapat 36 benda uji. Prosedur pengumpulan data diawali dengan penyiapan bahan berupa semen

portland tipe I, pasir halus, air, plastik PET, dan superplasticizer. Pengujian dilakukan melalui uji material awal seperti analisis saringan, berat jenis, berat isi, kadar lumpur pasir, hingga pengujian pH air. Benda uji kemudian dirawat (curing) dengan cara perendaman dan diuji karakteristiknya yang meliputi daya serap air dan kuat tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari menggunakan mesin uji kuat tekan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif dan komparatif untuk membandingkan hasil kuat tekan setiap variasi sehingga dapat ditarik kesimpulan proporsi optimal penambahan limbah plastik PET.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pengujian material pendahuluan yang telah dilakukan di laboratorium, kualitas air yang digunakan untuk pencampuran beton memenuhi syarat dengan tingkat keasaman (pH) netral. Analisis saringan agregat halus menunjukkan modulus kehalusan butiran sebesar 2,58 yang memenuhi kriteria zona distribusi SNI 03-2834-2000. Pengujian berat jenis pasir memperoleh nilai kondisi kering 2,41 gr dan semu 2,46 gr, sementara berat isi pasir gembur adalah 1.152 gr/cc dan padat 1.201 gr/cc. Kadar lumpur tercatat sebesar 0,672% yang berarti aman dan tidak melebihi ambang batas toleransi 5% yang dapat menurunkan kekuatan ikatan semen. Limbah plastik PET yang telah dicacah juga menunjukkan modulus kehalusan 2,48 yang terdistribusi secara baik sebagai material pengisi parsial agregat halus. Keseluruhan material dinyatakan layak digunakan untuk proses pembuatan campuran paving block sesuai rencana JMF (Job Mix Formula).

Pengujian daya serap air pada paving block normal memperlihatkan nilai serapan sebesar 6% yang mengklasifikasikan produk tersebut ke dalam mutu B berdasarkan SNI 03-0691-1996. Penambahan plastik PET secara signifikan menurunkan tingkat serapan air. Pada variasi campuran PET 1%, 1,5%, dan 2%, daya serap air masing-masing menurun menjadi 4%, 3,3%, dan 2,9%. Penurunan daya serap ini mengindikasikan bahwa partikel polimer plastik PET efektif mengisi pori-pori mikro pada struktur paving block, sehingga membatasi rongga penetrasi air dan meningkatkan kepadatan material. Khusus pada campuran PET 2%, tingkat serapan air mencapai angka di bawah 3%, yang memenuhi standar penyerapan air yang sangat ketat meskipun kuat tekannya harus diperhatikan lebih lanjut.

Evaluasi karakteristik mekanis difokuskan pada uji kuat tekan menggunakan mesin uji pada umur perawatan 7, 14, dan 28 hari. Hasil rekapitulasi rata-rata pengujian disajikan pada Tabel 1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan paving block mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur perawatan dan penambahan proporsi plastik PET. Pada umur 28 hari, paving block normal hanya mencapai kuat tekan 10,77 MPa. Penambahan PET sebesar 1%, 1,5%, dan 2% meningkatkan kuat tekan secara berturut-turut menjadi 11,93 MPa, 12,75 MPa, dan 13,34 MPa. Peningkatan kekuatan ini mengindikasikan bahwa plastik PET memberikan perkuatan tambahan pada struktur interfasi, meski peningkatan tersebut tergolong tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan target desain. Kendati campuran LP-2% menunjukkan nilai kuat tekan paling

optimal di angka 13,34 MPa, seluruh variasi paving block masih belum mampu mencapai target mutu rencana kuat tekan f'_c 40 MPa. Hal ini dimungkinkan terjadi akibat keterbatasan ikatan kimia antara partikel PET dan pasta semen jika dibandingkan dengan agregat konvensional, serta kemungkinan perlunya optimalisasi proses pemadatan dan perawatan.

Tabel 1. Rekapitulasi Uji Kuat Tekan Rata-rata (MPa)

Umur Pengujian	LP-0 (Normal)	LP-1%	LP-1,5%	LP-2%
7 Hari	6,89	7,02	7,06	7,22
14 Hari	9,31	9,36	9,49	9,57
28 Hari	10,77	11,93	12,75	13,25

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan terhadap uji kuat tekan paving block dengan substitusi limbah plastik PET, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan limbah plastik memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kuat tekan material. Kuat tekan paving block normal pada umur 28 hari tercatat sebesar 10,77 MPa, sedangkan substitusi dengan limbah plastik PET persentase 1%, 1,5%, dan 2% mampu menghasilkan peningkatan kuat tekan secara berurutan menjadi 11,93 MPa, 12,75 MPa, dan 13,34 MPa. Persentase substitusi limbah plastik PET yang menghasilkan kuat tekan paling maksimal terdapat pada proporsi 2%. Dengan demikian, substitusi limbah plastik sebesar 2% dapat direkomendasikan penggunaannya pada konstruksi paving block mutu C yang ditujukan untuk area pejalan kaki, meskipun secara keseluruhan hasil tersebut belum memenuhi target kuat tekan f'_c 40 MPa yang direncanakan di awal. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan agar menaikkan pemakaian bahan substitusi limbah plastik PET dengan batasan tertentu agar tidak mempengaruhi lapisan antarmuka paving block secara negatif, serta menggunakan bentuk dan ukuran cetakan yang berbeda untuk memastikan homogenitas dan akurasi hasil pengujian.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Rektor Universitas Bina Darma dan Dekan Fakultas Sains dan Teknologi atas dukungan dan fasilitas yang diberikan. Penghargaan secara khusus ditujukan Ketua Program Studi Teknik Sipil sekaligus dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, dan saran yang sangat berharga selama proses penyelesaian penelitian ini. Tidak lupa penulis sampaikan terima kasih kepada kedua orang tua, keluarga, sahabat, dan rekan-rekan mahasiswa Angkatan 2022 Program Studi Teknik Sipil yang selalu memberikan motivasi moral maupun bantuan tenaga selama pelaksanaan pengujian di laboratorium hingga tahap penyelesaian naskah.

Referensi

- Badan Standardisasi Nasional. (1995). SNI 03-3976-1995: Persyaratan bahan, peralatan, dan pelaksanaan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). SNI 03-0691-1996: Bata beton (Paving block). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- Badan Standardisasi Nasional. (1996). SNI 03-4142-1996: Metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1969:2008: Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1970:2008: Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 03-1973-2008: Cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Hendratta, J. A., Handayani, D., Safarizki, H. A., & Ilonka, W. A. (2025). Pengaruh penggunaan limbah plastik PET dan styrofoam untuk pembuatan batafoam (eco-brick) dengan substitusi serbuk kapur terhadap reduksi limbah di Surakarta. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Hidayat, A. T. (2025). Pemanfaatan sampah plastik PET (Polyethylene Terephthalate) dan PP (Polypropylene) menggunakan proses pirolisis menjadi bahan bakar minyak. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 7(4), 2840–2854.
- Kader, M. A., Herlina, E., & W. S. (2021). Pengelolaan sampah plastik menjadi paving block sebagai prospek bisnis pada masyarakat prasejahtera. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*.
- Kusumaningtyas, E., Savariski, H. A., & Wibawa, S. A. (2025). Paving block tanpa semen dengan menggunakan limbah plastik HDPE (High Density Polyethylene). *Jurnal Infrastruktur*, 9(1), 17–29.
- Melani, N., & Mulyati, E. (2025). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah Beton Ringan Ramah Lingkungan. Palembang: Universitas Bina Darma.
- Mulyati, E., Madina, L. O., Basos, S., & Harahap, L. H. (2024). *Metode Penelitian : Buku Referensi*. Palembang: Penerbit Bina Darma.
- Nizar, M., Putra, A., Zahrani, N. A., Zahra, T. A., Bella, B. C., Hariyadi, A. G., et al. (2025). Sampah plastik sebagai ancaman terhadap lingkungan. Jakarta: *Jurnal Lingkungan Hidup*.
- Nurito, N., Andriyono, S., Hendrayana, H., Husni, I. A., Hidayat, R., Ulinuha, M. R., et al. (2022). Karakteristik sampah plastik di Laguna Segara Anakan Cilacap. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 6051, 293–301.
- Panuntun, Y. D. (2023). Pengaruh substitusi agregat halus menggunakan limbah stone crusher (abu batu) pada karakteristik beton berakselerator kalsium klorida. (Skripsi Tidak Diterbitkan). Universitas Sebelas Maret.
- Puspitasari, I. R. A. (2023). Kajian perbandingan kuat tekan dan berat jenis beton dengan pasir Mundu dan pasir Malang. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), 147–156.
- Rahma, T. (2025). Pemanfaatan limbah styrofoam sebagai campuran beton dan Tamcem 60 RA sebagai bahan tambah terhadap kuat tekan paving block. (Skripsi Tidak Diterbitkan). Universitas Bina Darma.
- Rangkuti, R. A. (2024). Pemanfaatan limbah plastik menjadi paving block. (Skripsi, Fakultas Teknik). Universitas Medan Area.
- Simatupang, J. H. (2022). Proses pembuatan paving block di PT Raja Wali Mandiri Indo Jaya. (Laporan Kerja Praktik, Fakultas Teknik). Universitas Medan Area.
- Supriani, F., Jonrinaldi, & Beriyadi, A. (2020). Analisis perbandingan kuat tekan mortar berdasarkan modulus halus butir (MHB) pasir sungai dengan pasir gunung. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Syefringa, F. (2021). Pengaruh penambahan limbah plastik sebagai campuran beton terhadap kuat tekan dan daya serap air pada paving block. (Skripsi Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Riau.
- Tambunan, R. C., & Saputri, J. (2024). Pemanfaatan sampah plastik sebagai material paving block. *Jurnal Rekayasa Sipil*.
- Tarigan, S. A., Samosir, N., & Johnnees. (2025). Pemanfaatan limbah plastik berjenis HDPE dan PET sebagai substitusi agregat terhadap sifat mekanik paving block. *Jurnal Bahan Bangunan*.
- Wati, L., Brata, J. T., Hasisin, L. O., & Ali, L. (2025). Pengelolaan bank sampah berbasis komunitas: Meningkatkan kesadaran dan kualitas lingkungan. *Jurnal Lingkungan Berkelanjutan*, 1(1), 1–7.
- Widya Apriani, F., Lubis, F., & R. H. (2023). Kuat tekan paving block campuran limbah plastik, styrofoam, dan oli menggunakan SNI 03-0691-1996. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(3), 104–110.