



Optimasi Rasio Limbah Plastik Ldpe dan Multilayer terhadap Kuat Tekan Paving Block Optimization of Ldpe and Multilayer Plastic Waste Ratio on the Compressive Strength of Paving Blocks

Bagas Tri Suryanto¹, Nani Mulyaningsih¹, Nila Nurlina¹

¹Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Tidar

^aCorresponding author: bagastrisuryanto9@gmail.com

Abstrak

Berdasarkan data SIPSN tahun 2023, total timbunan sampah di Indonesia mencapai 69,9 juta ton, dengan 18,71% berupa sampah plastik. Limbah plastik jenis *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan *multilayer* tergolong sulit terurai dan belum termanfaatkan secara optimal. Jika dibiarkan, dapat mencemari lingkungan, menurunkan kesuburan tanah, menyumbat saluran air, dan membahayakan biota laut. Pemanfaatannya sebagai bahan substitusi dalam pembuatan *paving block* menjadi alternatif pengurangan limbah anorganik sekaligus menghasilkan material ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan rasio limbah plastik LDPE dan *multilayer* terhadap kuat tekan *paving block*. Variasi komposisi yang digunakan yaitu K1 (58,50% LDPE; 6,50% *multilayer*), K2 (51,75% LDPE; 5,75% *multilayer*), dan K3 (45% LDPE; 5% *multilayer*) dengan tambahan abu dan pasir. Hasil uji menunjukkan kuat tekan tertinggi 30,987 MPa pada variasi K1 yang masuk kategori mutu B.

Kata Kunci: LDPE; *multilayer*; kuat tekan; *paving block*; optimasi

Abstract

Based on SIPSN data in 2023, the total waste generation in Indonesia reached 69.9 million tons, with 18.71% consisting of plastic waste. Low Density Polyethylene (LDPE) and multilayer plastics are difficult to decompose and remain underutilized. If left unmanaged, they can pollute the environment, reduce soil fertility, clog drainage systems, and harm marine life. Utilizing these plastics as a substitute material in paving block production offers an alternative to reduce inorganic waste while creating eco-friendly materials. This study aims to optimize the ratio of LDPE and multilayer plastic waste on the compressive strength of paving blocks. The composition variations used were K1 (58.50% LDPE; 6.50% multilayer), K2 (51.75% LDPE; 5.75% multilayer), and K3 (45% LDPE; 5% multilayer) with the addition of ash and sand. The highest compressive strength of 30.987 MPa was obtained in K1, classified as quality grade B.

Keywords: LDPE; multilayer; compressive strength; paving block; optimization

PENDAHULUAN

Menurut data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2023, jumlah timbunan sampah di Indonesia mencapai 69,9 juta ton dengan komposisi sampah plastik sebesar 18,71%. Jenis plastik seperti LDPE dan *multilayer* merupakan limbah yang sulit terurai dan belum termanfaatkan secara optimal. Jika dibiarkan akan mencemari lingkungan, mengganggu kesuburan lahan, menyumbat saluran air hingga menyebabkan banjir, dan juga membahayakan kehidupan biota laut melalui konsumsi serpihan plastik yang dapat masuk ke dalam rantai makanan manusia. Salah satu alternatif pengelolaan

limbah plastik tersebut adalah dengan mendaur ulangnya menjadi bahan substitusi pada produk konstruksi ramah lingkungan, salah satunya *paving block*.

Pemanfaatan limbah plastik dalam pembuatan *paving block* tidak hanya mengurangi pencemaran lingkungan, tetapi juga dapat menggantikan sebagian bahan semen, sehingga menurunkan emisi karbon dari industri konstruksi. LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan *multilayer* memiliki potensi sebagai bahan pengikat dan pengisi dalam campuran beton non-struktural seperti *paving block*. Meskipun demikian, pencampuran kedua jenis plastik ini masih menghadapi kendala, terutama perbedaan titik leleh dan keseragaman distribusi dalam

campuran yang dapat memengaruhi sifat mekanik produk akhir.

Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan limbah plastik LDPE sebagai substitusi sebagian pasir dapat meningkatkan kekuatan tekan hingga 8,5 MPa (Hijah dkk., 2023), namun hasil tersebut belum memenuhi standar SNI 03-0691-1996. Selain itu, penggunaan plastik *multilayer* juga telah diuji, namun masih memerlukan optimasi terhadap proporsi bahan dan proses pencampuran agar diperoleh hasil yang optimal. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui optimasi rasio limbah plastik LDPE dan *multilayer* terhadap kuat tekan *paving block*.

Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis optimasi rasio limbah plastik LDPE dan *multilayer* terhadap kuat tekan *paving block*. Dan juga manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif solusi dalam pemanfaatan limbah plastik yang sulit terurai, sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus menghasilkan inovasi material konstruksi yang ramah lingkungan. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi untuk pengembangan penelitian sejenis di masa mendatang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Dusun Karet, Desa Bulurejo, Kecamatan Mertoyudan, Kabupaten Magelang, sebagai lokasi pembuatan dan persiapan sampel *paving block*. Pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Universitas Tidar serta Laboratorium Konstruksi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Kedua laboratorium tersebut dipilih untuk memastikan ketepatan dan keandalan hasil pengujian karena memiliki fasilitas serta peralatan yang sesuai dengan SNI yang berlaku.

Variabel bebas dalam penelitian adalah variasi prosentase perbandingan LDPE, *Multilayer*, Pasir, dan Abu dengan komposisi sebagai berikut:

- K1 = Binder 65% (LDPE 58,50%, *multilayer* 6,50%) dan agregat 35% (pasir 31,50%, abu 3,50%).
- K2 = Binder 57,50% (LDPE 51,75%, *multilayer* 5,75%) dan agregat 42,50% (pasir 38,25%, abu 4,25%).
- K3 = Binder 50% (LDPE 45%, *multilayer* 5%) dan agregat 50% (pasir 45%, abu 5%).

Variabel terikat yaitu kuat tekan *paving block*. Variabel kontrol pada penelitian ini meliputi jenis limbah yang digunakan (plastik LDPE, plastik *multilayer*, dan abu pembakaran), temperatur pemanasan yaitu 200°C dan 450°C serta lama waktu pengadukan yaitu 40 menit, dan bentuk *paving block* kubus berukuran 60×60×60 mm.

Uji yang dilakukan pada *paving block* adalah uji kuat tekan. Kuat tekan yaitu metode pengujian untuk mengetahui kemampuan suatu material, seperti beton,

dalam menahan beban tekan hingga terjadi keruntuhan. Pengujian ini penting untuk menentukan mutu dan kekuatan material dalam aplikasi konstruksi. Nilai kekuatan tekan pada *paving block* dihitung dengan rumus berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

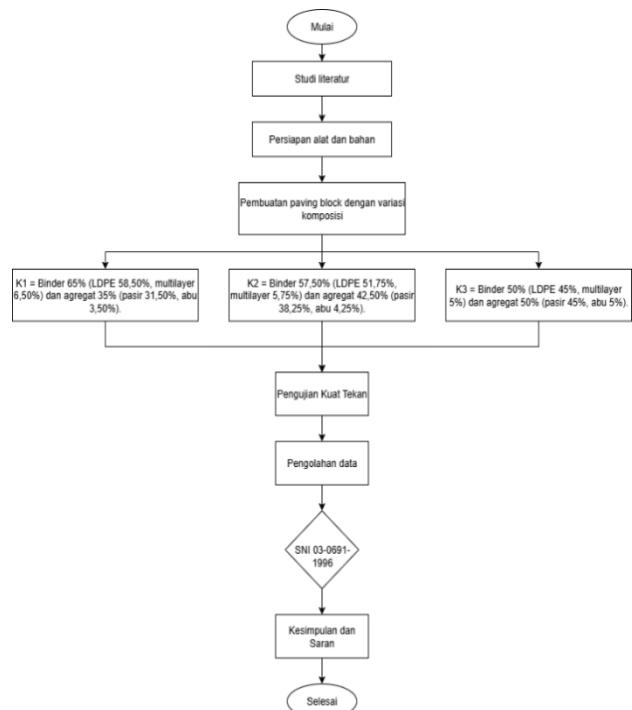
Keterangan:

σ = kuat tekan (MPa)

P = beban tekan (N)

A = luas bidang tekan (mm²)

Dari penelitian ini dapat dibuatlah diagram alir yaitu gambaran proses yang akan dilakukan pada penelitian dan dapat ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

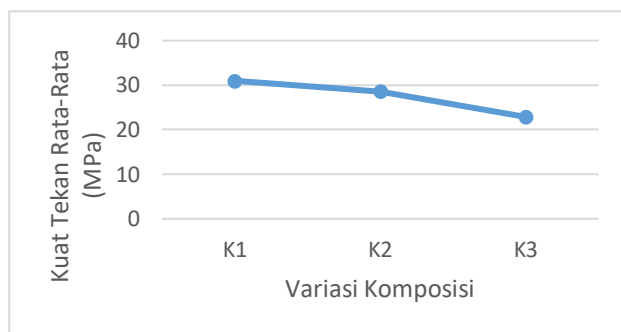
Pengujian sampel dilakukan guna mengetahui karakteristik, sifat, dan kualitas *paving block* dari campuran plastik LDPE, plastik *multilayer*, dan *bottom ash* yang diprasyaratkan menurut SNI 03-0691-1996. Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan.

Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan terhadap spesimen *paving block* dengan ukuran 60 mm x 60 mm x 60 mm. Hasil pengujian kuat tekan yang telah didapat yaitu berupa angka yang merupakan beban maksimum yang dapat diterima oleh spesimen. Selanjutnya dicari kuat tekan *paving block* dengan cara beban maksimum dibagi dengan luas bidang tekan spesimen. Didapatkan hasil dari pengujian kuat tekan sesuai Tabel 1 dan Gambar 2 berikut ini:

Tabel 1. Hubungan Variasi Komposisi dan Kuat Tekan

Kn	Spesi men	Luas Bidang Tekan (A)	Beban maksimal (P)		Kuat Tekan (σ)	Kuat Tekan Rerata (σ)
		mm ²	kgf	kN	MPa	MPa
K1	1	3600	11475	112,5	31,3	
	2	3600	11450	112,3	31,2	30,99
	3	3600	11200	109,8	30,5	
K2	1	3600	10575	103,7	28,8	
	2	3600	10475	102,7	28,5	28,58
	3	3600	10425	102,2	28,4	
K3	1	3600	8525	83,6	23,2	
	2	3600	8400	82,4	22,9	22,86
	3	3600	8250	80,9	22,5	



Gambar 2. Grafik Hubungan Variasi Komposisi dan Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa seluruh variasi *paving block* memenuhi mutu B berdasarkan SNI 03-0691-1996 dengan nilai kuat tekan rata-rata di atas 20 MPa. Variasi K1 menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 30,99 MPa, disusul oleh K2 sebesar 28,58 MPa, dan K3 sebesar 22,86 MPa. Nilai kuat tekan yang tinggi pada K1 disebabkan oleh kandungan LDPE dan *multilayer* yang lebih besar, di mana LDPE merupakan polimer termoplastik yang tersusun dari unsur karbon (C) dan hidrogen (H) dengan monomer penyusun etilena (C_2H_4). Struktur semi-kristalin bercabang panjang pada LDPE memberikan sifat lentur dan mudah melebur, sehingga mampu menyelimuti partikel pasir dan abu secara merata

Selain itu, *multilayer* yang mengandung unsur aluminium (Al), magnesium (Mg), dan mangan (Mn) turut meningkatkan kekakuan dan kestabilan struktur *paving block*. Pada variasi K2, penurunan proporsi LDPE dan *multilayer* menyebabkan sedikit berkurangnya daya lekat antarpartikel, namun masih membentuk ikatan yang kuat sehingga kuat tekan tetap tinggi. Sedangkan K3 memiliki proporsi plastik paling sedikit, menyebabkan peningkatan

rongga udara dan penurunan densitas, sehingga kuat tekan menjadi paling rendah.

Secara keseluruhan, semakin tinggi rasio LDPE dan *multilayer*, semakin baik ikatan antarpartikel yang terbentuk. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hijah, dkk (2023). Hal ini juga menunjukkan bahwa kombinasi kedua jenis limbah plastik tersebut berperan penting dalam memperkuat struktur internal *paving block* dan meningkatkan kekuatan mekaniknya tanpa penggunaan semen konvensional.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh variasi komposisi limbah plastik LDPE, limbah plastik *multilayer*, abu pembakaran, dan pasir terhadap kuat tekan *paving block*, diperoleh bahwa variasi komposisi berpengaruh signifikan terhadap nilai kuat tekan yang dihasilkan. Nilai kuat tekan rata-rata pada masing-masing variasi adalah 30,99 MPa untuk Variasi 1, 28,58 MPa untuk Variasi 2, dan 22,86 MPa untuk Variasi 3. Seluruh hasil pengujian tersebut memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996 dengan kategori Mutu B (≥ 17 MPa). Berdasarkan hasil tersebut, Variasi 1 memberikan nilai kuat tekan tertinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa komposisi ini merupakan variasi paling optimal untuk digunakan dalam pembuatan *paving block* berbahan dasar limbah plastik LDPE dan *multilayer*.

Saran

Hasil penelitian ini memberikan peluang untuk pengembangan lebih lanjut. Disarankan untuk meneliti variasi komposisi dengan penambahan proporsi limbah plastik atau material pengisi lain guna meningkatkan kuat tekan hingga mendekati Mutu A. Selain itu, perlu dilakukan uji sifat elastisitas atau *modulus patah (flexural strength)* agar karakteristik deformasi material dapat diketahui secara kuantitatif dan memberikan gambaran lebih lengkap terhadap kinerja *paving block* berbasis limbah plastik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional. (1996). SNI 03-0691-1996: Bata Beton (*Paving Block*). Badan Standarisasi Nasional.
- [2] Bagas, I. A. R., Widiyanti, I., & Septiandini, E. (2024). Limbah Sebagai Bahan Pembuatan *Paving Block*. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 1176–1182.
- [3] Burhanuddin, B., Basuki, B., & Darmanijati, M. (2020). Pemanfaatan Limbah Plastik Bekas Untuk Bahan Utama Pembuatan *Paving Block*. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 18(1), 1–7.

<https://doi.org/10.37412/jrl.k18i1.20>

UNTIRTA. Vol. V, No 1 (41-45).

- [4] Hijah, S. N., Hamsyuni, M., Dewi Basoeki, P., & Iskandar, I. (2023). Pengaruh Campuran Limbah Anorganik (Plastik) Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 1(2), 185–196. <https://doi.org/10.35334/be.k1i2.3451>
- [5] Kesehatan, T., & Lingkungan, D. A. N. (n.d.). BAHAYA PLASTIK. 03(1).
- [6] Nurkhaerani, F., dkk. (2024). Analisis *Paving Block* berdasarkan Sifat Tampak dan Reduksi Limbah Plastik *Multilayer*, Limbah Keramik Sanitary , dan Limbah Kardkas Sepatu Analysis of *Paving Blocks* based on Visible Properties and Reduction of *Multilayer* Plastic Waste , Sanitary Cerami. 6(2), 91–97.
- [7] Patriotika, F., dkk (2022). Uji Kesesuaian Kuat Tekan *Paving Block* Menggunakan Bahan Dasar Sampah Plastik PET dan LDPE dengan SNI 03-0691-1996. *Borneo Engineering: Jurnal ...*, 6(3), 217–226.
- [8] Brizi, Muhammad. (2019). Pembuatan Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE sebagai Bahan Campuran Pembuatan Bata Beton (*Paving Block*).
- [9] Putri, D., & Kinasti, R. M. . (2019). Pemanfaatan Limbah Abu Pembakaran Sampah Non Organik Sebagai Bahan Substitusi Pasir Pada Pembuatan *Paving Block*. *Sekolah Tinggi Teknik PLN*, 12(1), 1–7.
- [10] Putu, N., dkk. (2022). Sampah plastik dan upaya pengurangan timbulan sampah plastik. 5(1), 72–82.
- [11] Riyandini, V. L., dkk. (2021). Pengaruh Komposisi Plastik *Multilayer* Dan Plastik Hdpe Terhadap Sifat Fisik Papan Polimer. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 21(2), 156. <https://doi.org/10.36275/stsp.k21i2.385>
- [12] Sifiani, E., dkk (2023). PLASTIK LDPE (*Low Density Polyethylene*) SEBAGAI CAMPURAN KOMPOSIT POLIMER *PAVING BLOCK*. *Jurnal Orbita*, 1(1), 1–2.
- [13] Siregar, R. (2021). Peningkatan Nilai Kekuatan Tekan *Paving Block* Berbahan Sampah Plastik Melalui Optimalisasi Peleburan dan Persentasi Komposisi Pasir. *Rotasi*, 23(3), 38–43. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/view/37114>
- [14] Yansen, A., dkk (2023). Manajemen Pengolahan Sampah Plastik *Multilayer* Menjadi Kemasan Plastik *Multilayer*. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(3), 2866–2877.
- [15] Siregar, Rolan. dkk. (2019). Korelasi Besar Temperatur Pemanasan Cetakan Terhadap Kualitas Hasil Press *Paving Block* Berbahan dasar Sampah Plastik. *FLYWHEEL: JURNAL TEKNIK MESIN*