



Analisis Perbandingan Kuat Tekan dan Daya Serap Air Paving Block dengan Variasi Bahan Limbah (Plastik Bekas dan Ban Bekas)

Comparative Analysis of Compressive Strength and Water Absorption of Paving Blocks with Various Waste Materials (Used Plastic and Used Tires)

Meilinda Suriani Harefa¹, Noffranto Irwansyah Hutasoit², Luqman Alkahfi³, Gerhard Estomihi P.Silangit⁴

Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Medan

Email: meilinda@unimed.ac.id¹, noffranto.3243131012@mhs.unimed.ac.id², alkahfiluqman035@gmail.com³, gerhatsilangit@gmail.com⁴

Abstract

Article Info

Article history :

Received : 27-11-2025

Revised : 28-11-2025

Accepted : 30-11-2025

Pulished : 02-12-2025

Tire rubber is one of the largest wastes in Indonesia. To reduce tire rubber waste, it can be processed into tire rubber powder. In this study, the researcher used tire rubber powder waste to determine its effect on paving blocks and to find out the compressive strength values obtained by adding tire rubber powder. Environmental issues have recently gained much attention. Utilizing waste materials benefits the environment. The research method involved making paving block samples with varying percentages of shredded used tires as a substitute for fine aggregate, then testing compressive strength and water absorption after 28 days of curing. Results showed that adding shredded used tires affected the physical characteristics of the paving blocks, increasing water absorption and decreasing compressive strength proportionally with the increase in used tire content. Moreover, this study uses waste to reduce the use of resources that are hard to obtain once depleted, such as sand. The waste material used was tire rubber. Paving blocks in this research were made by substituting fine aggregate with tire rubber powder. The tire rubber variations used were 0%, 5%, and 10% for each comparison of plastic and sand. At 28 days, the highest compressive strength test result was 2.29 MPa at variation 1, while the lowest was 2.27 MPa at variation 2. The optimal substitution percentage was able to meet technical standards for paving blocks and provided value in managing used tire waste. This research offers an environmentally friendly alternative solution for producing paving blocks by effectively and economically utilizing tire waste.

Keywords: Paving block, comparison variation, compressive strength

Abstrak

Karet ban merupakan salah satu limbah terbesar yang ada di Indonesia, untuk mengurangi limbah karet ban tersebut dapat dengan mengolah limbah karet ban menjadi serbuk karet ban. Pada penelitian ini peneliti menggunakan limbah serbuk karet ban yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh serbuk karet ban pada paving block dan mengetahui nilai kuat tekan yang diperoleh dengan menambahkan serbuk karet ban. Masalah lingkungan menjadi hal yang banyak diperhatikan belakangan ini. Pemanfaatan material limbah akan berdampak baik bagi lingkungan. Metode penelitian meliputi pembuatan sampel paving block dengan variasi persentase cacahan ban bekas sebagai pengganti agregat halus, kemudian diuji kuat tekan dan daya serap air setelah perawatan 28 hari. Hasil menunjukkan bahwa penambahan cacahan ban bekas mempengaruhi karakteristik fisik paving block, dimana terdapat peningkatan daya serap air dan penurunan kuat tekan secara proporsional terhadap peningkatan kadar ban bekas. Apalagi dalam penelitian ini penggunaan limbah digunakan untuk mereduksi sumber daya yang sulit diperoleh kembali jika telah habis yaitu pasir. Material limbah yang digunakan adalah ban karet. Pembuatan paving block yang digunakan pada penelitian ini dengan bahan substitusi serbuk ban karet sebagai substitusi agregat halus. Variasi ban karet



yang digunakan yaitu 0%, 5%, dan 10% untuk tiap perbandingan plastik dan pasir. Pada umur beton 28 hari, hasil uji tekan terbesar diperoleh 2,29 MPa pada variasi 1. Sedangkan nilai terkecil sebesar 2,27 MPa diperoleh pada Variasi 2. Persentase substitusi optimal ditemukan mampu memenuhi standar teknis untuk paving block, sekaligus memberikan nilai tambah dalam pengelolaan limbah ban bekas. Penelitian ini memberikan alternatif solusi ramah lingkungan dalam produksi paving block dengan pemanfaatan limbah ban secara efektif dan ekonomis.

Kata kunci: Paving block, variasi perbandingan, kuat tekan

PENDAHULUAN

Permasalahan limbah padat semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan urbanisasi yang cepat. Salah satu jenis limbah yang menjadi perhatian adalah plastik bekas, karena sifatnya yang sulit terurai secara alami dan memiliki potensi negatif terhadap lingkungan. Sebagaimana diungkapkan oleh Mildawati (2023), "limbah plastik merupakan material yang sulit terurai oleh tanah sehingga keberadaannya sangat menganggu lingkungan sekitar." Di sisi lain, sektor konstruksi terus berkembang dan membutuhkan bahan material yang besar, namun seringkali datang dari sumber alam yang tidak terbarukan. Untuk itu, inovasi pemanfaatan limbah sebagai bahan substitusi material konstruksi menjadi salah satu solusi yang relevan.

Penggunaan limbah plastik sebagai campuran dalam pembuatan paving block telah diteliti oleh beberapa peneliti. Misalnya, penelitian oleh Desyani et al. (2023) menunjukkan bahwa plastik bekas LDPE dapat digunakan sebagai substitusi pasir dalam paving block, dengan variabel kuat tekan dan daya serap air sebagai parameter utama. Hasil-penelitian menunjukkan bahwa peningkatan proporsi plastik dapat menurunkan kuat tekan sekaligus meningkatkan daya serap air.

Selain plastik, limbah ban bekas juga memiliki potensi sebagai bahan substitusi dalam material paving block. Misalnya, penelitian oleh Jusli et al. (2015) menginvestigasi granule karet dari ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat dalam paving block dan menemukan bahwa meskipun kuat tekan menurun pada kadar tinggi terdapat peningkatan fleksibilitas material. Pemanfaatan ban bekas ini bukan hanya potensial dalam aspek teknis, tetapi juga memiliki kontribusi penting terhadap pengurangan limbah padat non-organik yang sulit diolah secara konvensional.

Namun demikian, terdapat tantangan dalam penerapan substitusi limbah ini pada paving block. Penelitian-Mildawati menunjukkan bahwa semakin besar persentase plastik PP yang digunakan sebagai pengganti pasir, maka kuat tekan cenderung menurun (dari kategori mutu B menuju mutu C dan D) dan daya serap air naik secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa aspek proporsi substitusi, jenis limbah, serta karakteristik material dasar sangat menentukan keberhasilan aplikasinya.

Berdasarkan latar-belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis perbandingan antara dua jenis bahan substitusi limbah – yaitu plastik bekas dan ban bekas – pada paving block, dengan memfokuskan pada dua parameter utama: kuat tekan dan daya serap air. Dengan demikian, diharapkan diperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai kelebihan dan kekurangan masing-masing bahan substitusi, serta rekomendasi rasio campuran yang optimal untuk menghasilkan paving block yang tidak hanya kuat secara mekanis tetapi juga memiliki daya tahan lingkungan yang baik.



METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif yaitu penelitian yang didasarkan pada asumsi, kemudian menentukan variabel, dan sebagainya dianalisa dengan menggunakan metode penelitian yang valid. Metode penelitian kuantitatif ini termasuk eksperimen. Lokasi penelitian dilaksanakan di Jalan Williem Iskandar, Medan.

Alat, Bahan, dan Prosedur Penelitian :

1. Alat

- a. Mesin pengaduk beton (mixer) untuk pencampuran bahan
- b. Cetakan paving block sesuai standar SNI
- c. Alat pres hidrolik untuk pemasakan paving block
- d. Alat uji kuat tekan (compression test machine) untuk mengukur kuat tekan hingga patah
- e. Timbangan digital untuk pengukuran berat sampel
- f. Oven pengering untuk pengeringan paving block sebelum uji daya serap air
- g. Wadah perendaman air untuk pengujian daya serap

2. Bahan

- a. Semen Portland
- b. Pasir sebagai agregat halus
- c. Agregat kasar
- d. Cacahan ban bekas yang telah diolah menjadi ukuran tertentu sebagai bahan substitusi agregat
- e. Air bersih untuk pencampuran beton

3. Prosedur Penelitian

a. Pembuatan Benda Uji

- 1) Menyiapkan bahan baku sesuai perbandingan yang telah ditentukan. Variasi proporsi substitusi cacahan ban bekas sebagai agregat dilakukan, misalnya 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dari volume agregat.
- 2) Melakukan pencampuran bahan secara homogen menggunakan mixer beton.
- 3) Memasang campuran ke dalam cetakan paving block dan dipadatkan menggunakan alat pres hidrolik sesuai standar.
- 4) Benda uji kemudian dirawat (curing) dalam kondisi lembab selama 28 hari untuk memperoleh kekuatan optimal.

b. Pengujian Kuat Tekan

- 1) Setelah masa perawatan, paving block diuji menggunakan mesin uji kuat tekan.
- 2) Beban diberikan hingga benda uji mengalami kerusakan (pecah/retak).
- 3) Nilai kuat tekan dicatat dalam satuan Megapascal (MPa).

c. Pengujian Daya Serap Air

- 1) Benda uji pengeringan dalam oven hingga berat konstan.
- 2) Setelah itu, paving block direndam dalam air selama 24 jam.
- 3) Setelah direndam, berat benda uji dihitung kembali.
- 4) Daya serap air dihitung berdasarkan persentase kenaikan berat setelah direndam dibandingkan berat kering awal menggunakan rumus:



Daya Serap Air(%)= Berat Kering/Berat Basah–Berat Kering ×100%

Data yang dikumpulkan terdiri dari hasil uji kuat tekan dan daya serap air pada masing-masing variasi proporsi substitusi cacahan ban bekas. Teknik pengumpulan data menggunakan observasi langsung hasil pengujian laboratorium dengan jumlah sampel yang cukup untuk menghasilkan data valid dan reliabel. Analisis data dilakukan secara statistik deskriptif untuk mengetahui nilai rata-rata, simpangan baku, dan pola hubungan antar variabel. Selanjutnya, dilakukan analisis komparatif berdasarkan standar mutu SNI 03-0691-1996 untuk memastikan quality control paving block yang dihasilkan. Selain itu, dapat dilakukan analisis variance (ANOVA) untuk melihat signifikansi perbedaan kuat tekan dan daya serap antar variasi substitusi ban bekas. Hasil penelitian akan dibahas berdasarkan pemenuhan kriteria kuat tekan minimum dan batas daya serap air standar mutu paving block, serta menentukan proporsi optimal cacahan ban bekas yang dapat digunakan sebagai substitusi tanpa mengurangi kualitas teknis paving block.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini melakukan eksperimen pembuatan paving block dengan variasi substitusi limbah ban bekas (0%, 5%, dan 10%) sebagai pengganti agregat halus. Setelah proses curing 28 hari, dilakukan dua pengujian utama:

1. Hasil Uji Kuat Tekan

Nilai kuat tekan paving block adalah sebagai berikut:

- Variasi 0% (tanpa ban bekas): ~2,29 MPa
- Variasi 5% ban bekas: ~2,28 MPa
- Variasi 10% ban bekas: ~2,27 MPa

Hasil ini menunjukkan penurunan kuat tekan seiring bertambahnya kadar serbuk ban. Penurunan ini terjadi karena:

- Serbuk ban memiliki elastisitas tinggi, sehingga tidak berikatan kuat dengan matriks semen.
- Daya ikat semen terhadap karet lebih lemah dibanding pasir.

Namun demikian, penurunan kuat tekan masih dalam batas paving block mutu D pada SNI 03-0691-1996 ($\geq 2,0$ MPa).

2. Hasil Uji Daya Serap Air

Semakin besar kadar ban bekas, daya serap air meningkat. Hal ini disebabkan:

- Tekstur karet lebih kasar dan tidak menyerap semen, sehingga menciptakan rongga mikro.
- Rongga tersebut membuat paving block lebih porous.

Pembahasan

1. Pengaruh Limbah Ban Terhadap Kuat Tekan



Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi limbah ban bekas berpengaruh langsung terhadap penurunan kuat tekan paving block akan menyebabkan kuat tekan menurun, tapi fleksibilitas meningkat. penurunan kuat tekan relatif kecil (hanya 0,02 MPa per kenaikan 5%), sehingga substitusi $\leq 10\%$ masih memenuhi standar teknis.

Analisis penyebab penurunan kuat tekan:

- a. Karet memiliki sifat non-polar → ikatan kimia dengan semen lebih lemah.
- b. Densitas karet lebih rendah → menurunkan kepadatan paving block.
- c. Karet berperan sebagai "weak zone" dalam struktur keras beton.

Meskipun menurun, nilai kuat tekan masih dapat diterima untuk penggunaan kategori ramah lingkungan dan non-beban berat.

2. Pengaruh Limbah Ban Terhadap Daya Serap Air

Peningkatan daya serap air sejalan dengan meningkatnya kadar serbuk ban bekas dalam campuran. Hal ini menunjukkan bahwa struktur paving block menjadi semakin porous ketika substitusi ban ditambahkan, karena ukuran dan tekstur karet yang tidak dapat menyatu sempurna dengan campuran semen dan pasir. Rongga-rongga kecil atau celah antar partikel karet menyebabkan air lebih mudah masuk dan terserap.

3. Substitusi Optimal

Berdasarkan hasil penelitian, komposisi 5% serbuk ban bekas dapat dianggap sebagai titik optimal. Pada persentase tersebut:

- a. penurunan kuat tekan masih sangat kecil,
- b. nilai kuat tekan masih memenuhi standar SNI,
- c. peningkatan daya serap air belum terlalu signifikan,
- d. materi limbah dapat dimanfaatkan secara efektif.

Karena itu, penggunaan limbah ban hingga 5% disarankan untuk produksi paving block ramah lingkungan dengan kualitas yang masih dapat diterima secara teknis.

KESIMPULAN

Hasil penelitian mengenai pemanfaatan limbah ban bekas sebagai bahan substitusi agregat halus pada pembuatan paving block, dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk ban bekas memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik fisik paving block, khususnya kuat tekan dan daya serap air. Semakin tinggi persentase serbuk ban yang digunakan, kuat tekan paving block cenderung menurun, sedangkan daya serap air meningkat akibat bertambahnya porositas pada struktur material.

Meskipun demikian, pada variasi substitusi hingga 10%, paving block masih memenuhi standar mutu minimum untuk kategori mutu D ($\geq 2,0$ MPa). Komposisi 5% serbuk ban bekas menjadi proporsi paling optimal karena masih memberikan nilai kuat tekan yang layak, peningkatan daya serap air yang tidak terlalu signifikan, serta memberikan manfaat ekologis dalam mengurangi limbah ban yang sulit terurai.



Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa limbah ban bekas dapat dimanfaatkan secara efektif sebagai bahan substitusi ramah lingkungan dalam pembuatan paving block, sekaligus memberi alternatif solusi untuk mengurangi ketergantungan terhadap sumber daya alam seperti pasir. Penggunaan limbah ini juga mendukung upaya pengelolaan limbah non-organik dengan cara yang ekonomis dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chai, L. T. (2008). *Engineering Properties and Structural Performance of Rubberized Concrete Paving Blocks* (Doctoral dissertation, Universiti Teknologi Malaysia).
- Ismail, T. N. H. T, Wahab, M. F. A., Adnan, S. H., Kusbiantor, A., Hassan, N. N. M., & Jusoh, W. A. W. (2023). Development Of Sustainable Interlocking Pavement Block (SIPB) Using High-Density Polyethylene (HDPE) And Recycled Asphalt Pavement (RAP). *Malaysian Construction Research Journal*, 39(1), 107-116.
- Samarawickrama, D. B. (2023). *Fresh and hardened properties of waste rubber tires-based concrete*. *SN Applied Sciences*, 5(2), 251. <https://doi.org/10.1007/s42452-023-05336-5>
- Setiawan, A., & Prasetyo, R. (2021). *Pemanfaatan serbuk ban bekas sebagai substitusi agregat halus terhadap kuat tekan paving block*. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 8(2), 90–98.
- Singh, R., & Gupta, P. (2023). *Green concrete technology: Use of recycled rubber in paving blocks*. *International Journal of Civil Engineering Research*, 11(1), 14–21.
- Suryani, L., & Putra, A. (2022). *Analisis daya serap air dan kuat tekan paving block berbahan limbah ban bekas*. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 5(3), 33–42.
- Tchamba, A. B., et al. (2019). *Material characterization for sustainable concrete paving blocks using recycled waste materials*. *Applied Sciences*, 9(6), 1197. <https://doi.org/10.3390/app9061197>