

## KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR *PAVING BLOCK* BERPORI MENGUNAKAN LIMBAH BOTOL PLASTIK TIPE *POLYETHYLENE TEREPHTALATE*

Mireikel Marvel Astanto<sup>1)</sup>, Steve W.M Supit<sup>2)</sup>, Jeanely Rangkang<sup>3)</sup>, Priyono<sup>4)</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Manado<sup>1,2,3</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, Manado<sup>4</sup>

E-mail: astanto2000@gmail.com

### *Abstract*

This article presents the results of research on the effect of utilizing plastic bottle waste of type Polyethylene Terephthalate (PET) in the manufacture of porous paving blocks. Plastic bottle waste that has been processed into fine particles was used as a partial replacement for sand with substitution values of 5%, 10%, 20%, and 30% of the total weight of the sand. The porous paving block was manufactured with a hydraulic paving press and evaluated based on the compressive strength and flexural strength tests at the Manado State Polytechnic Material Testing Laboratory. Based on the results of the study, the compressive strength test for the mixed type with a composition of 5% plastic waste reached the highest compressive strength at 28 days which was 13.04 MPa while in the flexural strength test, the highest flexural strength value was in the paving block mixture with 10%. The strength of the porous paving block mixture decreased as the increase of the amount of plastic percentage. With the characteristics obtained, the use of plastic bottle waste type PET in the percentage of 5-20% of the weight of sand can be applied as pavement material in road construction with light loads such as parking lots, pedestrians walk and garden paths.

**Keywords:** Plastik waste, Porous paving block, Polyethylene Terephthalate (PET)

## PENDAHULUAN

Sampah merupakan suatu masalah yang penanganannya belum dapat dikendalikan dengan baik yang dikarenakan oleh aktivitas manusia semakin banyak karena seiring bertambahnya jumlah penduduk dan tingkat konsumsi masyarakat yang juga semakin tinggi. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan sampah lingkungan dengan tujuan utama untuk mengurangi sampah terutama sampah plastik. Salah satu cara terbaik untuk mengurangi limbah sampah plastik adalah dengan memanfaatkan atau mendaur ulang limbah sampah plastik tersebut misalnya dengan menjadikannya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan yaitu *paving block*.

Botol plastik bekas jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) merupakan salah satu jenis plastik yang dapat didaur ulang dengan mudah. Penggunaannya sebagai bahan tambah *paving block* merupakan salah satu alternatif untuk menanggulangi limbah atau

sampah plastik yang ada. Pemanfaatan limbah botol plastik bekas atau (PET) dalam teknologi *paving block* disamping dapat menambah kekuatan pada *paving block* juga mengurangi limbah atau sampah plastik. Beberapa penelitian menunjukkan potensi penggunaan limbah plastik sebagai material konstruksi misalnya yang dikemukakan oleh (AM. & Atmadi, 2020) dalam literturnya dimana dalam artikel ini menjelaskan tentang sampah plastik dalam teknologi *paving block* dapat menambah daya kuatnya. Demikian juga yang dikemukakan oleh (Fauzan, 2019) dimana penambahan sampah plastik berjenis/berlogo PET dan LDPE dalam campuran *paving block* mampu meningkatkan kuat tekan *paving block* dibandingkan dengan *paving block* normal. Pada penelitian lainnya seperti yang dikemukakan oleh (Lumintang et al., 2019) juga melaporkan potensi penggunaan limbah plastik dalam bentuk agregat kasar untuk pembuatan bak kontrol limbah rumah tangga .

Seiring dengan semakin berkembangnya kemajuan material konstruksi, saat ini telah berkembang penelitian tentang *paving block* berpori yang didisain untuk memiliki tingkat permeabilitas tinggi yang digunakan untuk mengurangi limpasan air hujan. Oleh karena itu dirasa perlu untuk dilakukan pengujian lanjutan berkaitan dengan pengaruh penggunaan limbah plastik dalam hal ini limbah botol plastik untuk dijadikan sebagai pengganti agregat halus sehingga dapat diperoleh gambaran seberapa besar penggunaan plastik ini dalam mempengaruhi karakteristik campuran khususnya pada *paving block* berpori untuk aplikasinya sebagai material perkerasan jalan.

## **METODE PENELITIAN**

Tahapan pertama adalah perencanaan komposisi campuran berdasarkan literatur dimana diperoleh data karakteristik limbah plastik, serta persen plastik yang akan digunakan sebagai pengganti agregat halus. Bentuk plastik yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengganti sebagian agregat halus dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



**Gambar 1.** Agregat sintetis PET yang digunakan

Dalam penelitian ini digunakan prosentase sebesar 5% (PBP5%), 10% (PBP10%), 20% (PBP20%), dan 30% (PBP30%) dari berat agregat halus, sedangkan *paving block* berpori normal (PBN) sebagai pembanding. Selama ini di Indonesia belum ada standar khusus terkait dengan perencanaan campuran (*mix design*) untuk beton pori atau bata beton berpori. Referensi yang dipakai dalam penelitian ini mengacu pada *ACI 522R-10 Report on Pervious Concrete*. Berdasarkan referensi komposisi campuran yang ada, dimodifikasi dan ditetapkan perbandingan rasio semen : agregat kasar : agregat halus = 1 : 1,5 : 4 . Pada komposisi campuran ini juga digunakan *superplasticizer* dengan prosentase 0,5% dari berat semen berdasarkan literatur dari (Gusneli Yanti et al., 2021) dan (Pandei et al., 2019).

Pada tahap pertama sebelum memasuki *mix design* pada *Paving block* berpori dilakukan pengecekan sifat material, tujuannya untuk memahami sifat fisik dan mekanik material, yang akan mempengaruhi kualitas dari bata beton itu sendiri. Setelah dilakukan pemeriksaan karakteristik material, dilakukan pembuatan benda uji menggunakan dimensi 21 cm x 11 cm x 6 cm. Pecetakan benda uji dilakukan dengan bekerja sama dengan industri pembuatan *paving block*, CV. Mitra Nusantara di Kab. Minahasa Utara. Setelah dilakukan pembuatan benda uji, dilakukan perawatan dengan siraman air sampai pada hari pengujian yakni 7, 14 dan 28 hari.

Proses kuat tekan pada *paving block* berpori dapat dilihat pada Gambar 2.(a) Pengujian ini mengacu pada Uji tekan Bata Beton (*Paving block*) SNI 03-0691-2002. Analisa pengujian menggunakan kuat tekan sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (2)$$

Keterangan:

$$\begin{aligned}
 f'c &= \text{Kuat tekan (MPa)} \\
 P &= \text{Beban tekan (N)} \\
 A &= \text{Luas penampang benda uji (mm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

Proses pengujian kuat lentur pada *paving block* berpori seperti pada Gambar 2.(b) di bawah, diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kuat lentur maksimum yang dialami oleh benda uji. Rumus perhitungan kuat lentur adalah sebagai berikut:

$$f_b = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (3)$$

Keterangan :

$$\begin{aligned}
 f_b &= \text{Kuat lentur beton (MPa)} \\
 P &= \text{Beban/Gaya (N)} \\
 L &= \text{Panjang } paving \text{ block (mm)} \\
 b &= \text{Lebar } paving \text{ block (mm)} \\
 h &= \text{Tebal } paving \text{ block (mm)}
 \end{aligned}$$



(a) Pengujian kuat tekan *paving block*



(b) Pengujian kuat lentur *paving block*

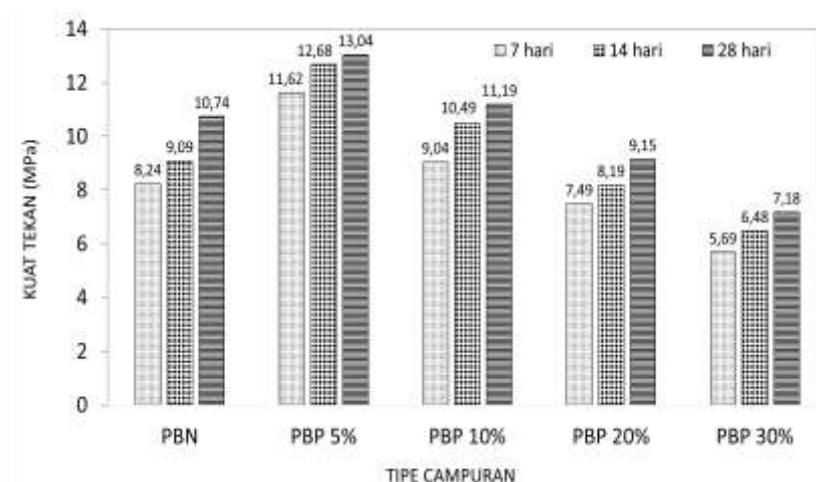
**Gambar 2.** (a) Pengujian kuat tekan dan (b) kuat lentur *paving block* berpori

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kuat tekan ini ditinjau dari hasil kuat tekan *paving block* berpori normal dan dengan rekayasa agregat halus menggunakan limbah sampah plastik jenis PET (Polyethylene Terephthalate) 5%, 10%, 20% dan 30 % dari berat agregat halus, dengan umur benda uji yaitu 7, 14, dan 28 hari. Untuk campuran PBN pada umur 7 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 8,24 MPa, pada umur 14 hari memiliki nilai kuat tekan

sebesar 9,09 MPa, dan umur ke 28 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 10,74 MPa sedangkan untuk campuran *paving block* plastik berpori tipe campuran PBP 5% memiliki rata-rata nilai kuat tekan tertinggi, untuk umur 7 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 11,62 MPa, dan umur 14 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 12,68 MPa, sedangkan untuk umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan paling tinggi yaitu sebesar 13,04 MPa. Untuk tipe campuran PBP 10% memiliki nilai rata-rata tertinggi kedua dari tipe campuran *paving block* plastik berpori untuk umur 7 hari memiliki nilai sebesar 9,04 MPa, dan untuk umur 14 hari memiliki nilai sebesar 10,49 MPa, dan umur 28 hari memiliki nilai sebesar 11,19 MPa, sedangkan pada tipe campuran PBP 20% memiliki nilai kuat tekan untuk umur 7 hari sebesar 7,49 MPa, dan 14 hari sebesar 8,19 MPa, dan untuk umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 9,15 MPa. Tipe campuran PBP 30% memiliki rata-rata nilai kuat tekan paling rendah dari seluruh tipe campuran *paving block* plastik berpori untuk umur 7 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 5,69 MPa, umur 14 hari sebesar 6,48 MPa, dan umur 28 hari sebesar 7,18 MPa.

Pada Gambar 3 memperlihatkan nilai rata-rata kuat tekan untuk keseluruhan tipe campuran *paving block*. Dari hasil-hasil yang dikemukakan di atas, dapat disimpulkan bahwa *paving block* berpori dengan tipe campuran PBP 5% masuk kedalam kelas mutu C dan dapat diaplikasikan untuk pejalan kaki sesuai dengan standar klasifikasi mutu *paving block* SNI 03-0691-2002. Capaian hasil penelitian ini jika dibandingkan dengan (Surya et al., 2021) menunjukkan bahwa, komposisi paving dengan substitusi plastik 1 : 4 dan 1 : 5 dengan ukuran 21 cm x 11 cm x 6 cm, yang cocok untuk digunakan pada taman kota dan pedestrian untuk pejalan kaki. Adapun penurunan kekuatan tekan yang diakibatkan oleh penambahan prosentase limbah plastik dapat disebabkan oleh karena berkurangnya daya rekat limbah karena perencanaan komposisi semen menggunakan komposisi pasir, prosentase semen harus ditingkatkan agar bisa diperoleh hasil menghampiri mortar normal, sebagaimana yang dikemukakan juga oleh (Masdiana et al., 2021).

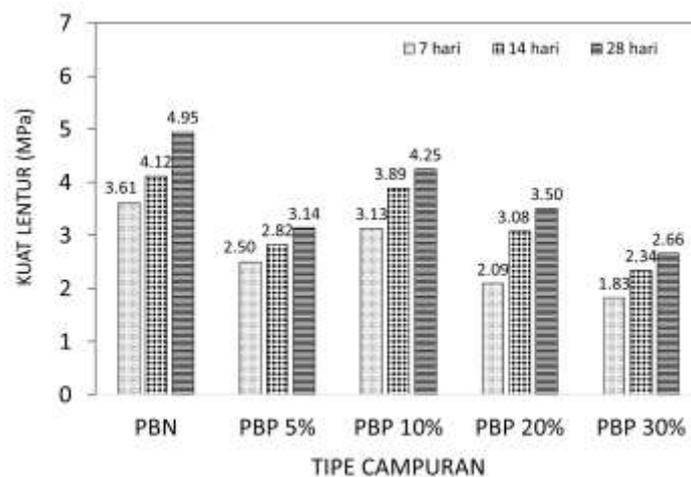


**Gambar 3.** Grafik kuat tekan rata-rata *paving block*

Pengujian kuat lentur pada *paving block* berpori dilakukan pada umur benda uji 7, 14 dan 28 hari dengan menggunakan mesin uji tekan di Laboratorium Uji Material Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado. Tipe campuran PBN memiliki rata-rata nilai kuat lentur tertinggi dibandingkan dengan tipe campuran PBP. Pada umur 7 hari untuk tipe PBN memiliki nilai kuat lentur sebesar 3,61 MPa, 14 hari sebesar 4,12 MPa, dan 28 hari memiliki nilai sebesar 4,95 MPa. Untuk nilai kuat lentur pada campuran *paving block* plastik berpori PBP 10% memiliki rata-rata nilai kuat lentur tertinggi dari tipe campuran *paving block* plastik berpori lainnya dimana untuk umur 7 hari memiliki nilai kuat sebesar 3,13 MPa, umur 14 hari memiliki nilai 3,98 MPa, dan 28 hari memiliki nilai sebesar 4,25 MPa. Pada tipe campuran PBP 5% memperlihatkan nilai kuat lentur pada 7 hari sebesar 2,50 MPa, 14 hari sebesar 2,82 MPa, dan 28 hari sebesar 3,14 MPa, dan untuk tipe campuran PBP 20% memperlihatkan nilai kuat tekan untuk umur 7 hari sebesar 2,09 MPa, 14 hari sebesar 3,08 MPa, dan 28 hari sebesar 3,50 MPa. Adapun untuk tipe campuran PBP 30% memiliki rata-rata nilai kuat lentur paling rendah, untuk 7 hari 1,83 MPa, 14 hari 2,34 MPa, dan 28 hari sebesar 2,66 MPa.

Pada Gambar 4 memperlihatkan nilai rata-rata pengujian kuat lentur *paving block*. Dari hasil penelitian kuat lentur ini dapat disimpulkan bahwa untuk jenis *paving block* berpori normal masih mendominasi hasil pengujian kuat lentur, sedangkan untuk tipe campuran PBP 10% memiliki rata-rata nilai kuat lentur tertinggi dari setiap jenis

campuran *paving block* plastik berpori, dan untuk tipe campuran PBP 30% memiliki nilai rata-rata pengujian kuat lentur paling rendah.



**Gambar 4.** Grafik kuat lentur rata-rata *paving block*

## SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian, pembahasan, dan analisa dapat diambil kesimpulan, bahwa semakin bertambahnya prosentase limbah botol plastik PET sebagai pengganti agregat halus, maka nilai mutu pada *paving block* plastik berpori semakin rendah. Prosentase limbah plastik PET yang direkomendasikan digunakan sebagai pengganti sebagian agregat halus adalah sebesar 5% dan dapat diaplikasikan dalam konstruksi trotoar atau pelataran parkir, pedestrian, jalan non struktural, seperti pemukiman atau perumahan. Beberapa saran yang penulis usulkan untuk dijadikan bahan pertimbangan antara lain yaitu perlu adanya pengembangan tentang penggunaan pencampuran limbah *plastik* jenis lain seperti LDPE, HDPE, PVC, PP, PS, dan lain sebagainya. Dalam pembuatan agregat sintetis sebaiknya plastik yang akan digunakan harus dibersihkan dan dicuci terlebih dahulu. Proses pelelehan agregat perlu dikontrol dan harus mencapai suhu  $150^{\circ}$ - $180^{\circ}$ C karena jika melewati suhu pemanasan tersebut agregat sintetis akan mudah rapuh atau hancur.

## DAFTAR PUSTAKA

- AM., R. S., & Atmadi, P. B. (2020). Pemanfaatan Limbah Pet Sebagai Substitusi Agregat Halus Pada *Paving block* . *TEDODOLITA+ Media Komunikasi Ilmiah di Bidang Teknik*, Vol. 21, No.1. DOI: [10.53810/jt.v21i1.332](https://doi.org/10.53810/jt.v21i1.332).

- ASTM C136. *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregate*.
- Fauzan, R. F. Z. (2019). Pengaruh penambahan sampah plastik PET dan LDPE terhadap Kuat Tekan *Paving block* . 6<sup>th</sup> ACE Conference, 29 Oktober 2019, Padang, Sumatera Barat. hal. 179–187.
- Gusneli Yanti, Zainuri, & Shanti Wahyuni Megasari. (2021). Variasi Penambahan Sikacim Pada Beton Porous. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 10(1), 112–123. <https://doi.org/10.22225/pd.10.1.2617.112-123>
- Lumintang, V. S., Da, E., Sarajar, C., Sumajouw, H., & Supit, S. W. M. (2019). Kuat Tekan Beton Dengan Kerikil Plastik Untuk Pembuatan Bak Kontrol Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, Vol.1. No.1, hal.38–46.
- Masdiana, M., Sulha, S., Mursidi, B., Machmud, S., Prasetia, M. ., & Lewikinta, A. . (2021). Studi Pengaruh Limbah Plastik Sebagai Subtitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Rekayasa Sipil*, Vol.15, No.3, hal. 222–227.
- Pandei, R. W., Supit, S. W. M., Rangan, J., & Karwur, A. (2019). Studi Eksperimen Pengaruh Pemanfaatan Superplastikizer Terhadap Kuat Tekan Dan Permeabilitas Beton Berpori (Pervious Concrete). *Jurnal Poli-Teknologi*, Vol.18, No.1, hal.45–52. <https://doi.org/10.32722/pt.v18i1.1288>
- SNI 03-0691-2002. Bata beton (*paving block*). Badan Standarisasi Nasional (1996).
- SNI 03-1968-1990: Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. Badan Standarisasi Nasional (1990).
- SNI 1969-2008: Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Badan Standarisasi Nasional (2008).
- SNI 2417-2008. Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. Badan Standarisasi Nasional (2008).
- Surya, A., Al Anzari, D. A., Juniarti, A., & Setiawan, A. (2021). Pemanfaatan Limbah Plastik Polyethylene Terephthalate Sebagai Pengganti Agregat Halus Dalam Pembuatan *Paving block* . *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, Vol.21, No.3, hal.526–531. <https://doi.org/10.35965/eco.v21i3.1078>