JURNAL TEKNOLOGI TERPADU VOL. 12 NO. 2 OKTOBER 2024 ISSN 2338 - 6649

Received: September 2024	Accepted: Oktober 2024	Published: Oktober 2024

Pengaruh Variasi Bentuk *Paving Block* Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan

Abdu Sani[1*], Gunaedy Utomo[2], Andi Marini Indriani[3]

[1,2,3]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Balikpapan

[*]Email: abdusani1908@gmail.com

Abstract

The amount of waste produced from human activities is increasing along with population growth and increasing levels of public consumption. There is a need for environmental waste management with the main aim of reducing the amount of waste. Polyethylene Terephthalate (PET) is a type of plastic that is easily recycled. Its use as an additional material in making paving blocks is an alternative for dealing with plastic waste. In this research, PET plastic was used as a cement substitute in paving blocks. The aim of this research is to assess whether paving blocks using a mixture of PET plastic and sand can meet the compressive strength test requirements according to the SNI 03-0691-1996 standard. The mixture used between PET plastic and sand is 30% PET: 70% sand in diamond, block and hexagon shapes with a temperature of 260○C. The test results show that in the diamond shape the average compressive strength reaches 15.9 MPa which is included in quality C and can be used for pedestrians. Meanwhile, the beam form results in an average compressive strength of 12.4 MPa which is included in quality D and can be used for gardens and other users.

Keywords: Paving block, Polyethylene terephthalat, Compressive strength

Abstrak

Jumlah sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia semakin meningkat seiiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan meningkatnya tingkat konsumsi masyarakat. Perlu adanya pengelolaan sampah lingkungan yang bertujuan utama untuk mengurangi jumlah sampah. *Polyethylene Terephthalate* (PET) merupakan jenis plastik yang mudah didaur ulang dengan mudah. Penggunaannya sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *paving block* merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi limbah plastik. Dalam penelitian ini, plastik PET digunakan sebagai pengganti semen dalam *paving block*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji apakah *paving block* yang menggunakan campuran plastik PET dan pasir dapat memenuhi persyaratan uji kuat tekan sesuai standar SNI 03-0691-1996. Campuran yang digunakan antara plastik PET dengan pasir yaitu 30% PET: 70% pasir dengan bentuk wajik, balok, dan hexagon dengan temperatur 260°C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada bentuk wajik rata-rata kuat tekan mencapai 15,9 MPa yang masuk kedalam mutu C dan dapat digunakan untuk pejalan kaki. Sedangkan pada bentuk balok mendapatkan hasil kuat tekan rata-rata sebesar 12,4 MPa yang termasuk dalam mutu D dan dapat digunakan untuk taman dan pengguna lain.

Kata kunci: *Paving block*, *Polyethylene terephthalate,* Kuat tekan

1. Pendahuluan

Sampah plastik merupakan suatu masalah yang sulit untuk dikelola dengan baik yang dikarenakan oleh aktifitas manusia meningkat secara signifikan seiring bertambahnya jumlah penduduk dan tingkat konsumsi masyarakat yang juga semakin tinggi [1]. Hal ini terjadi tentunya karena semakin banyak kebutuhan masyarakat yang akhirnya menimbulkan pertambahan kuantitas sampah terutama sampah plastik dan apabila tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan berbagai macam masalah terhadap kesehatan hidup dan lingkungan [2]. Salah satu jenis sampah yang menjadi fokus perhatian baik di tingkat nasional maupun global adalah sampah plastik [3].

Limbah plastik merupakan jenis limbah yang sangat sulit terurai, sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan [4], dan juga peningkatan jumlah sampah mengganggu keindahan lingkungan sekitar, dan jika menumpuk, dapat menyebabkan bencana banjir [5]. Dampak buruk plastik terhadap lingkungan saat ini mendorong banyak ilmuwan untuk mencari solusi dengan mengubah sifat-sifatnya, sehingga plastik dapat digunakan sebagai alternatif bahan dalam pembuatan produk konstruksi [6]. Sehingga penting untuk mengurangi limbah plastik menjadi produk berguna. Salah satu alternatif daur ulang limbah plastik adalah menggunakannya sebagai campuran dalam pembuatan *paving block* sebagai pengganti semen [7].

Penelitian terdahulu mendapatkan hasil variasi terbaik yang lolos dari syarat mutu *paving block* dengan variasi perbandingan 50%:50% dengan nilai rata-rata kuat tekan 8,5 MPa yang dapat dimasukan dalam *paving block* mutu D yang biasa digunakan untuk taman dan penggunaan lainnya [8]. Selanjutnya, penelitian lainnya memperoleh nilai rata-rata kuat tekan pada variasi plastik 30%:70% sebesar 12,04 MPa [9]. Kemudian penelitian yang memperoleh nilai rata-rata kuat tekan pada variasi 10%:90% sebesar 13,01 MPa [10].

Oleh karena itu, penggunaan plastik sebagai salah satu inovasi teknologi dalam konstruksi menjadi penting, di mana plastik ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving*. Seiring dengan perkembangan teknologi, terus dilakukan usaha untuk mengembangkan alternatif-alternatif teknologi yang inovatif [11]. *Paving block* umumnya terbuat dari campuran semen, agregat, dan air [12]. Menurut (SNI 03-0691-1996), *Paving block* umumnya digunakan sebagai alternatif penutup atau pengeras permukaan jalan. Selain itu, *paving block* memiliki berbagai aplikasi, dari penggunaan yang sederhana hingga yang memerlukan spesifikasi khusus [13].

Terdapat berbagai bentuk *paving block* yang bergantung pada cetakannya. Di antara berbagai opsi bahan penutup tanah, *paving block* menawarkan banyak variasi dalam hal bentuk, ukuran, tekstur permukaan, dan kekuatan. Namun, belum diketahui dengan pasti apakah variasi bentuk *paving block* mempengaruhi kekuatan tekan masing-masing bentuk. Selain komposisi bahan, bentuk *paving block* juga berperan dalam menentukan kekuatan tekan. Bentuk standar yang umum digunakan belum tentu memberikan performa terbaik dalam hal kekuatan. *Paving block* yang biasanya digunakan untuk pengujian standar mencakup bentuk persegi panjang, hexagon, dan wajik [14].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis berbagai bentuk *paving block* yang dikombinasikan dengan campuran plastik PET dan agregat halus. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman dalam pembuatan *paving block* yang lebih kuat dan tahan lama, sekaligus mendukung upaya pemanfaatan limbah plastik untuk mengurangi dampak lingkungan [15]. Selain itu, penelitian ini juga untuk mengetahui bagaimana campuran limbah plastik yang digunakan sebagai pengganti semen mempengaruhi kekuatan tekan *paving block,* serta untuk mengurangi limbah plastik. Maka dilakukan penelitian mengenai bagaimana pengaruh variasi bentuk *paving block* terhadap kekuatan tekan.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, metode eksperimen dilakukan di laboratorium Universitas Balikpapan. Tujuannya untuk memperoleh pengaruh variasi bentuk tertentu terhadap variabel lainnya dan memperoleh hasil yang valid. Penelitian ini fokus pada *paving block* yang dicampur dengan plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dengan presentase 30% dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan tekan *paving block* tersebut

2.1. Persiapan Material

Uji material dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan sifat yang ada pada bahan dengan standar yang berlaku. Pengujian dilakukan pada material agregat halus saja dikarenakan pada penelitian ini hanya menggunakan komposisi pasir dan plastik sebagai pengganti semen.

2.2. Komposisi Campuran *Paving Block* PET

Komposisi pada penelitian ini terbagi menjadi beberapa variasi, yaitu sesuai pada Tabel 1:

Tabel 1. Komposisi Campuran 10:90 *Paving Block* PET

Bentuk	Komposisi (%)	Jumlah sampel	Berat Plastik (gram)	Berat Pasir (gram)
Balok	10;90	3	172	2.422
Wajik	10;90	3	175	2.534
Hexagon	10;90	3	307	4.531

Tabel 2. Komposisi Campuran 30:70 *Paving Block PET*

Bentuk	Komposisi (%)	Jumlah sampel	Berat Plastik (gram)	Berat Pasir (gram)
Balok	30;70	3	516	1884
Wajik	30;70	3	524	1978
Hexagon	30;70	3	920	3524

Tabel 3. Komposisi Campuran 30:70 *Paving Block PET*

Bentuk	Komposisi (%)	Jumlah sampel	Berat Plastik (gram)	Berat Pasir (gram)
Balok	50;50	3	860	1346
Wajik	50;50	3	874	1413
Hexagon	50;50	3	1534	2517

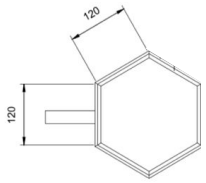
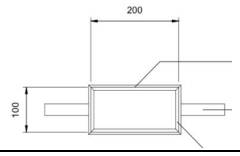
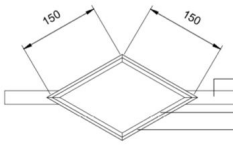
2.3. Persiapan Sampel dan Percetakan *Paving Block* PET

Dilakukannya perhitungan untuk mendapatkan campuran yang optimal melalui *trial and error*. Pada pencarian berat plastik untuk paving dilakukan dengan membuat satu volume percetakan paving berisikan 100% plastik PET dan didapatkan berat paving plastik yang akan menjadi campuran pengganti semen pada *paving block* yang akan direncanakan.

Plastik yang direncakan untuk pencampuran variasi campuran antara plastik dan pasir yaitu 10%:90%, 30%:70%, dan 50%:50% dengan pelelehan di 260°C.

Bentuk dan ukuran cetakan yang akan digunakan ditunjukkan pada Table 4.

Tabel 4. Bentuk dan Ukuran Cetakan

Bentuk	Ukuran	Volume
Hexagon		2993cm^3
Balok		1600cm^3
Wajik		1680cm^3

2.4. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan satndar SNI 03-0691-1996 menggunakan alat kuat tekan Compression Mechine Analog dengan kapasitas 1200 Kn hingga benda uji hancur, lalu menghitung kuat tekan. Berikut adalah perhitungan uji kuat tekan menurut SNI 03-0691 (1996).

$$fc' = \frac{P}{L}$$

Keterangan :

fc' = Kuat tekan (MPa)

P = Beban tekan (N)

L = Luas bidang tekan (mm2

2.5. Tahapan Penelitian

Semua persiapan yang diperlukan sebelum penelitian dibahas dalam tahapan ini, termasuk menyiapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan selama proses pembuatan paving block dari bahan dasar sampah plastik PET *(polyethylene terephthalate).* Pemeriksaan agregat halus material juga meliputi pengambilan dan pembersihan sampah PET, serta pemeriksaan agregat halus untuk berat jenis, penyerapan udara, dan k Plastik jenis PET, yang telah disiapkan, dimasukkan ke dalam wadah selama sepuluh hingga lima belas menit. Setelah plastik mencair, masukkan pasir ke dalam campuran dan aduk secara merata. Tujuan dari tahap pencetakan ini adalah untuk menyiapkan cetakan *paving block* yang telah dioleskan oli untuk mencegah lengket. Setelah itu, plastik dan

3. Hasil dan Pembahasan

Sebelum melakukan uji kekuatan tekan pada *paving block,* terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap material penyusunan. Pengujian material ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Balikpapan untuk mengidentifikasi sifat-sifat atau karakteristik agregat halus. Material penyusun *paving block* adalah pasir dan plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET). Pengujian pasir mengikuti prosedur pengujian agregat halus untuk beton, sedangkan pengujian plastik hanya mencakup pengujian berat isi untuk menilai karakteristik plastik lainnya menggunakan data sekunder dari material plastik PET. Hasil dari pengujian laboratorium yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

3.1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Hasil dari pengujian agregat halus ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil
1	Analisa Saringan	Zona IV
2	Berat Jenis	2,5
3	Penyerapan Air	0,9
4	Kadar Air	2,44
5	Uji Pemadatan Standar	1,682

3.2. Berat Plastik

Didapatkan berat plastik setelah membuat paving dengan material plastik dalam satu volume cetakan balok yaitu diperoleh sebesar 1719g/cm^3, pada bentuk wajik memperoleh 1747g/cm^3, dan pada hexagon memperoleh 3067g/cm^3.

3.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Setelah pengujian fisis pada material penyusun *paving block,* langkah selanjutnya adalah mencampur dan membuat benda uji sesuai dengan variasi dan jumlah yang diperlukan. Sampel benda uji dibuat dengan menggunakan cetakan *paving block* berbentuk balok, wajik, hexagon, dan kemudian diuji menggunakan alat uji kekuatan tekan di laboratorium [16].

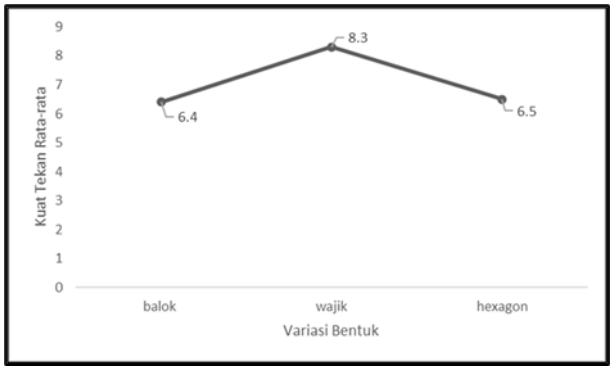
3.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan 10:90

Hasil uji kuat tekan *paving block* berbentuk balok, wajik, dan hexagon dengan komposisi 10% plastik PET dan 90% pasir disuhu 260°C yang di tampilkan pada Tabel 6 dan Gambar 1.

Tabel 6. Hasil Kuat Tekan 10:90

No	Bentuk	Komposisi	Luas penampang (mm^2)	Kuat tekan rata-rata (Mpa)
1	Balok	10:90	20196	6,4
2	Wajik	10:90	21000	8,3
3	Hexagon	10:90	37421,3	6,5

Berdasarkan pada Tabel 6 dan Gambar 1, diketahui hasil uji kuat tekan *Paving Block* variasi campuran 10% plastik PET : 90% pasir dengan 3 bentuk yang berbeda, menunjukkan bahwa pada campuran 10:90 mendapatkan hasil kuat tekan yang rendah . Ini menunjukkan bahwa pada bentuk wajik memperoleh nilai kuat tekan sebesar 8,3 MPa sedangkan pada bentuk balok mendapatkan nilai kuat tekan sebesar 6,4 MPa, dan pada bentuk hexagon mendapatkan nilai kuat tekan sebesar 6,5 MPa.



Gambar 1. Grafik pengujian Kuat Tekan Rata-rata komposisi 10:90

Hal ini menunjukkan bahwa pada campuran 10:90 ini tidak dapat memenuhi standar mutu yang ditentukan. Penurunan nilai kuat tekan terjadi karena kurang optimal lekatan antara plastik dan pasir, yang mengakibatkan banyaknya rongga dan membuat *paving block* tidak padat saat diuji. Penelitian ini sejalan dengan peningkatan penggunaan bahan campuran plastik PET dapat mempengaruhi kekuatan tekan *paving block,* menyebabkan penurunan nilai tersebut [17]. Penurunan ini juga dapat terjadi karena lekatan antara bahan penyusun tidak bekerja secara optimal, sehingga menghasilkan banyak rongga atau celah kosong yang membuat tidak padatnya *paving block.*

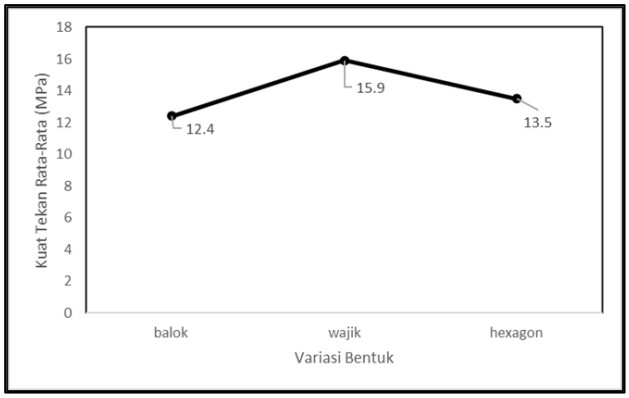
3.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan 30:70

Hasil uji kuat tekan *paving block* berbentuk balok, wajik, dan hexagon dengan komposisi 30% plastik PET dan 70% pasir pada suhu 260°C di tampilkan pada Tabel 7 dan Gambar 2.

Table 7. Hasil Kuat Tekan 30:70

No	Bentuk	Komposisi	Luas penampang (mm^2)	Kuat tekan rata-rata (Mpa)
1	Balok	30:70	20196	12,4
2	Wajik	30:70	21000	15,9
3	Hexagon	30:70	37421,3	13,5

Berdasarkan data dari Tabel 7 dan Gambar 2, perbandingan uji kuat tekan rata-rata *paving block* dengan komposisi 30% Plastik PET dan 70% pasir dengan 3 bentuk yang berbeda, menunjukkan hasil bahwa dengan bentuk wajik memperoleh hasil kuat tekan sebesar 15,9 MPa dan masuk kedalam mutu C yang menunjukkan bahwa pada bentuk wajik ini memberikan hasil terbaik dalam mengukur kekutan *paving block* dari campuran plastik PET dan pasir.



Gambar 2. Grafik pengujian Kuat Tekan Rata-rata komposisi 30:70

Sedangkan, pada bentuk balok mengalami penurunan dengan nilai kuat tekan sebesar 12,4 MPa dan masuk kedalam mutu D, pada bentuk hexagon mendapatkan nilai kuat tekan mencapai 13,5 MPa dan masuk kedalam mutu

C. Hal ini dikarenakan bahwa kekuatan tekan berkurang seiring dengan peningkatan ukuran partikel pasir. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, yang menunjukkan bahwa peningkatan ukuran partikel pasir mengakibatkan penurunan kohesi antar partikel, karena luas kontak antar partikel berkurang seiring dengan bertambahnya ukuran partikel [18].

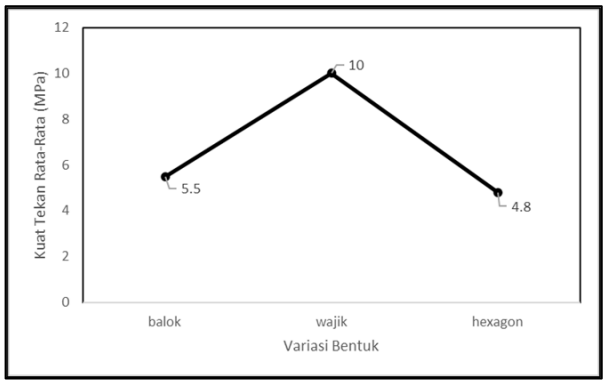
3.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan 50:50

Hasil uji kuat tekan *paving block* berbentuk balok, wajik, dan hexagon dengan komposisi 50% plastik PET dan 50% pasir di suhu 260°C di tunjukkan pada Tabel 8 dan Gambar 3:

Tabel 8. Hasil Kuat Tekan 50:50

No	Bentuk	Komposisi	Luas penampang (mm^2)	Kuat tekan rata-rata (Mpa)
1	Balok	50:50	20196	5,5
2	Wajik	50:50	21000	10
3	Hexagon	50:50	37421,3	4,8

Berdasarkan data dari Tabel 8 dan Gambar 3, perbandingan uji kuat tekan rata-rata *paving block* dengan komposisi 50% Plastik PET dan 50% pasir pada 3 bentuk yang berbeda menunjukkan bahwa campuran 50:50 mengalami penurunan kuat tekan dibanding dengan campuran 40:60, pada bentuk wajik memperoleh nilaikuat tekan sebesar 10 MPa.

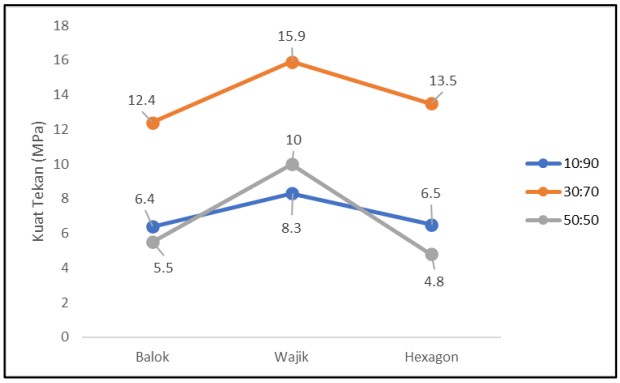


Gambar 3. Grafik pengujian Kuat Tekan Rata-rata komposisi 50:50

Selain itu, pada bentuk balok memperoleh nilai kuat tekan sebesar 5,5 MPa dan pada bentuk hexagon memperoleh nilai kuat tekan sebesar 4,8 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa bentuk wajik memiliki nilai kuat tekan yang paling optimum dan masuk kedalam mutu D yang dapat digunakan untuk taman dan penggunaan lain. Penurunan kuat tekan terjadi karena pada saat proses pembakaran plastik PET cenderung mengeras lebih cepat dan menyebabkan *Paving Block* mudah retak. Penelitiann ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, ketika plastik PET mengalami benturan atau tekanan tinggi, ia dapat pecah menjadi potongan-potongan kecil [19]. Selama proses pembakaran, plastik PET lebih cepat mengeras, yang membuat proses pembakaran menjadi sulit. Akibatnya, pencetakan menjadi kurang optimal dan *paving block* menjadi lebih mudah retak.

3.7 Perbandingan Kuat Tekan *Paving Block* keseluruh

Gambar 4 menunjukan perbandingan kuat tekan *paving blok* untuk semua perbandingan dan variasi bentuk. Secara umum, *paving block* bentuk wajik untuk setiap komposisi mengahasilkan kuat tekan paling tinggi dibandingkan dengan bentuk lainnya. Ini menunjukan bahwa bentuk *paving block* yang lebih kompleks mendistribusikan beban dengan lebih baik yang menghasilkan tekanan yang lebih besar.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Kuat Tekan keseluruhan

Kuat tekan *paving block* dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti komposisi bahan, metode pencampuran, proses pemadatan, dan bahan tambahan lainnya. Teknik pencampuran yang baik memastikan distribusi material yang merata sangat penting untuk mencapai kekuatan tekan yang optimal [20]. Dari Gambar 4 juga menunjukkan penurunan kuat tekan *paving block* seiring degan meningkatnya persentase limbah botol plastik PET yang digunakan sebagai pengganti semen, yang berimplikasi pada penurunan kualitas *paving block* berpori. Kekuatan tekan beton yang menggunakan campuran plastik cenderung menurun karena permukaan plastik yang licin menyebabkan ikatan antara bahan menjadi lemah [21].

4. Kesimpulan

Paving block berbentuk wajik secara umum memiliki kuat tekan tertinggi dibandingkan dengan bentuk lainnya. Selanjutnya campuran 30% PET dan 70% pasir juga memiliki kekuatan tekan tertinggi dibandingkan dengan komposisi lainnya.

5. Saran

Pada penelitian selanjutnya variasi bentuk dapat dikembangkan lagi. Kemudian perlu dilakukan penelitian untuk menambah campuran material lain

6. Daftar Pustaka

[1] M. M. Astanto, W. S. Supit, J. Rangkang, and Priyono, “kuat tekan dan kuat kuat lentur *paving block* berpori menggunakan limbah botol plastik PET,” 2022.

[2] A. Ahmad Raka, “Pengaruh Penambahan Limbah Plastik *Polyethylene Terepthalate* (Pet) Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Pada *Paving Block*,” vol. 16, no. 1, p. p-ISSN, 2019.

[3] S. Agyeman, N. K. Obeng-Ahenkora, S. Assiamah, and G. Twumasi, “Exploiting recycled plastic waste as an alternative binder for *paving blocks* production,” *Case Studies in Construction Materials*, vol. 11, Dec. 2019, doi: 10.1016/j.cscm.2019.e00246.

[4] A. M. I. G. U. Fajriaty Achidah, “Pengaruh Penambahan Cacahan Plastik Pet (Polytethylene Terephthalate) Pada Beton Menggunakan Agregat Kasar Batu Petangis Terhadap Kuat Tekan,” 2024.

[5] S. Surya Kusuma, A. Marini Indriani, and G. Utomo, “Pengaruh Penggunaan Polyethylene Terephthalate sebagai Agregat Halus terhadap Kuat Lentur Beton,” *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil*, vol. 8, no. 2, pp. 249–254, 2024, doi: 10.32832/komposit.v8i2.15097.

[6] S. Supit, Priyono, A. Sirun, and M. Astanto, “Study On Pervious Concrete *Paving Block* Containing Plastic Waste Type Pet As A Sand Replacement,” in *Proceedings of International Structural Engineering and Construction*, ISEC Press, 2022. doi: 10.14455/ISEC.2022.9(2).MAT-20.

[7] B. Burhanuddin, “pemanfaatan plastik bekas untuk bahan utama pembuatan *paving block,”* 2020.

[8] S. N. Hijah, M. Hamsyuni, D. Basoeki, and I. Iskandar, “Pengaruh Campuran Limbah Anorganik (Plastik) Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan *Paving Block”.*

[9] M. Yazid and R. Ramadhan Husaini, “Penggunaan Limbah Plastik Polypropylene Sebagai Substitusi Semen Pada *Paving Block*,” *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sipil*, vol. 1, pp. 34–38, 2023.

[10] Hermansyah and S. Marselina, “Pemanfaatan Cacahan Limbah Plastik Dalam,” 2022.

[11] Y. Wahyudi, A. Marini Indriani, and G. Utomo, “Analisis Kuat Tekan Beton Modifikasi Polyethylene Terephthalate (Pet),” 2023.

[12] Masbuhin, “Pengaruh Subtitusi Lumpur Sidoarjo (Lusi) Terhadap Kuat Tekan Bata Beton (*Paving Block),”* Vol. 13, No. 2, Pp. 2620–4770, 2020.

[13] S. N. , V. A. Sudarno, "Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Pembuatan *Paving block,*" 2021.

[14] A. Putra and A. Kurniawandy, "Pengaruh Variasi Bentuk *Paving Block* Terhadap Kuat Tekan," 2021.

[15] F. M. S. P. I. K. P. A. K. B. K. D. R. Assa'adatul Kamilah, "Pelatihan Pembuatan Ecobrick Upaya Penanggulangan Sampah Plastik," 2023.

[16] D. Mayasari, T. Yuhanah, and Y. Zuriatni, "Analisis Laju Infiltrasi Dan Kekuatan Porous *Paving Block* Substitusi Fly Ash Dan Cangkang Kerang Darah," 2022.

[17] Oktoyudha, Handayani, Khotimah, and M. Eng, "Pengaruh Penambahan Cacah Sampah Plastik *Polyetilene Terephlate* (Pet) Pada Variasi Rancang Campur *Paving Block,"* 2023.

[18] K. Tempa *et al.*, "An experimental study and sustainability assessment of plastic waste as a binding material for producing economical cement-less paver blocks," *Engineering Science and Technology, an International Journal*, vol. 26, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.jestch.2021.05.012.

[19] R. I. Cahyani, D. Irfaniyah, A. Fikri Alfarizki, F. H. Kusumah, N. Syarif, and H. Jakarta, "*Paving Block* Quality With Several Types of Plastic Waste on Compressive Strength," *Jurnal Ilmiah Multidisipline*, vol. 1, pp. 110–116, 2023, doi: 10.5281/zenodo.10428700.

[20] A. H. Thambas, H. Riogilang, M. D. J. Sumajouw, and M. Onibala, "Pemanfaatan Paving Blok Dari Sampah Plastik," 2024.

[21] N. A. Desyani, A. S. Yuwono, and H. Putra, "Assessing the Performance of Melted Plastic as a Replacement for Sand in *Paving Block," Advances in Technology Innovation*, vol. 8, no. 3, pp. 219–228, 2023, doi: 10.46604/aiti.2023.11508.