

Pengaruh Plastik *Polietilena Tereftalat* Sebagai Perekat Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*

Rosalin Delia Anggraeni^{1*}, Andi Marini Indriyani², Gunaedy Utomo³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Balikpapan

*Email: rosalindelia11@gmail.com

Abstract

With the growth of the population and increasing human needs, the amount of waste produced is also rising, particularly plastic waste that is not easily biodegradable. One solution to reduce plastic waste is recycling. One approach to utilizing PET plastic waste is to use it as a mix in the production of paving blocks. This study aims to evaluate the use of plastic waste as a partial replacement for cement in paving block mixtures. The research includes compressive strength testing according to the SNI 03-0691-1996 standard for paving blocks containing PET plastic. The research method is an experiment conducted in the Civil Engineering Laboratory at the University of Balikpapan, using mix compositions of 30% PET : 70% sand, 40% PET : 60% sand, and 50% PET : 50% sand. The test results show that the 30% PET : 70% sand mixture achieves the highest average compressive strength of 15.87 MPa, meeting the C quality standard and suitable for pedestrian use. Meanwhile, the 50% PET : 50% sand mixture results in an average compressive strength of 10.0 MPa, which falls into the D quality category and is appropriate for use in gardens and other applications.

Keywords: Paving block, compressive strength, PET

Abstrak

Seiring dengan pertumbuhan populasi dan meningkatnya kebutuhan manusia, jumlah sampah yang dihasilkan juga semakin bertambah, terutama sampah plastik yang sulit terurai secara alami. Salah satu cara untuk mengurangi volume sampah plastik adalah dengan melakukan daur ulang. Salah satu metode untuk memanfaatkan sampah plastik PET adalah dengan menjadikannya sebagai bahan campuran pada pembuatan *paving block*. Penelitian ini bertujuan untuk menilai efektivitas penggunaan sampah plastik sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran *paving block*. Penelitian ini mencakup uji kuat tekan sesuai standar SNI 03-0691-1996 pada *paving block* yang mengandung plastik PET. Metode penelitian ini adalah eksperimen di laboratorium Teknik Sipil Universitas Balikpapan dengan komposisi campuran yang digunakan, yaitu 30% PET : 70% pasir, 40% PET : 60% pasir, dan 50% PET : 50% pasir. Hasil uji menunjukkan bahwa campuran 30% PET : 70% pasir menghasilkan kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 15,87 MPa, yang memenuhi standar mutu C dan cocok untuk penggunaan pejalan kaki. Sementara itu, campuran 50% PET : 50% pasir menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 10,0 MPa, yang termasuk dalam mutu D dan sesuai untuk taman serta penggunaan lainnya.

Kata kunci: *Paving Block*, kuat tekan, PET

1. Pendahuluan

Limbah plastik adalah jenis limbah yang sangat sulit terurai dan sering menyebabkan pencemaran lingkungan. Plastik ini memiliki berat yang ringan dan bentuknya tidak mudah berubah. *Polyethylene*, yang merupakan jenis plastik, diproduksi melalui proses polimerisasi, di mana molekul-molekul gas *ethylene* bergabung membentuk rangkaian panjang yang akhirnya menjadi plastik (polimer) [1]. Dalam penelitian yang dilakukan di beberapa sekolah, Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup (PPLH) Bali menyatakan bahwa botol plastik dan gelas plastik yang terbuat dari *Polyethylene Terephthalate* (PET) merupakan penyumbang terbesar sampah plastik, yakni sebesar 26% [2]. Penggunaan plastik meningkat dari tahun ke tahun sehingga sampah plastik yang dihasilkan juga meningkat.

Jenis sampah plastik ini menempati peringkat kedua dengan total 5,4 juta ton per tahun. Indonesia juga menduduki peringkat kedua secara global sebagai salah satu penyumbang utama sampah plastik ke laut, dengan total mencapai 187,2 juta ton, hanya kalah dari China, menurut data statistik sampah domestik Indonesia [3]. Penggunaan bahan limbah sebagai aditif dalam campuran beton semakin mendapat perhatian dalam penelitian terbaru. Salah satu jenis limbah yang banyak dipelajari adalah botol plastik PET [4].

PET adalah jenis resin polimer termoplastik yang termasuk dalam kategori polyester. Biasanya, PET digunakan dalam pembuatan berbagai macam botol plastik yang transparan dan tembus pandang, seperti botol pada air mineral, jus, minyak goreng, kecap, sambal, serta berbagai jenis botol minuman lainnya. Disarankan untuk menggunakan PET sekali pakai saja, karena penggunaan berulang terutama pada suhu tinggi dapat meningkatkan resiko terkena kanker [5]. Plastik ini mulai melunak pada suhu 180°C dan sepenuhnya mencair pada suhu 260°C. PET tidak ideal untuk menyimpan air hangat atau panas dan sebaiknya digunakan hanya sekali saja. Penggunaannya tidak disarankan untuk

menyimpan makanan pada suhu di bawah 60°C. [6].

Beberapa penelitian terdahulu yang menjadi acuan untuk melakukan penelitian dalam pembuatan *paving block* dengan plastik PET. Kuat tekan *paving block* plastik dengan penambahan pasir dengan presentase pasir yang digunakan yaitu 0%, 25%, 50%, dari volume plastik yang telah dilelehkan. Hasil pengujian, kuat tekan rata-rata tertinggi yang diperoleh penggunaan pasir dengan presentase pasir 0% yaitu sebesar 15,623 MPa, sedangkan untuk kadar pasir 25% dan 50% masing-masing 6,888 MPa dan 10,737 MPa, sehingga *paving block* 0% pasir dapat digunakan untuk pejalan kaki dan untuk *paving block* 50% dapat digunakan untuk taman kota, tetapi untuk *paving block* 25% belum memenuhi syarat standar SNI 03-0691-1996 [7].

Penelitian lainnya menggunakan campuran limbah anorganik (plastik) sebagai pengganti semen dan menguji kuat tekan *paving block* yang dihasilkan. Hasil uji kuat tekan *paving block* campuran limbah plastik PET dan LDPE yang dihasilkan sebagai pengganti semen terhadap kuat tekan *paving block* adalah tipe LDPE dengan variasi 50% ; 50% dengan nilai rata-rata kuat tekan 8,5 MPa dengan kategori *paving block* mutu D baik digunakan untuk taman dan penggunaan lainnya [8].

Penelitian lain memanfaatkan limbah botol plastik sebagai bahan pembuatan *paving block* ramah lingkungan tanpa semen. Variasi yang digunakan mulai dari 20% PET: 80% agregat, 25% PET: 75% agregat, 30% PET: 70% agregat, 35% PET: 65% agregat, 40% PET: 60% agregat. Perbandingan 20% PET dan 80% pasir mencapai kategori perkerasan C dengan kuat tekan 19,65 MPa, sedangkan campuran dengan perbandingan 20% PET dan 80% abu batu mencapai kategori perkerasan B dengan kuat tekan 24,20 MPa [9].

Penelitian yang dikembangkan berbeda dengan penelitian yang ada sebelumnya dengan penambahan plastik 30%, 40% dan 50% dan menjadikan plastik sebagai pengganti semen, sehingga dapat diketahui karakteristik kuat tekan dari *paving block* menggunakan sampah

plastik yang dikombinasikan dengan pasir samboja untuk memanfaatkan material lokal Kalimantan Timur.

Hal ini melibatkan pengolahan kembali sampah plastik untuk digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan *paving block*. Dalam konteks ini, tujuan dari penelitian adalah untuk menyelidiki kemungkinan menggunakan limbah plastik jenis PET sebagai komponen dalam pencampuran *paving block* yang ramah lingkungan dan memiliki kinerja yang optimal. Dengan menggali lebih dalam pada topik ini, harapannya adalah dapat menemukan solusi inovatif yang tidak hanya mengurangi dampak negatif dari limbah plastik PET, tetapi juga meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi dalam industri konstruksi.

2. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan menggunakan metode eksperimen di lab bahan konstruksi Universitas Balikpapan. Metode eksperimen ini bertujuan untuk memperoleh pengaruh variasi sampel tertentu terhadap variabel yang lain guna memperoleh hasil yang wajar. Objek penelitian ini yaitu melakukan penelitian terhadap *paving block* dengan plastik jenis PET sebagai bahan perekat dengan presentase 30%, 40%, dan 50% berbentuk wajik yang berukuran 15 x 15 x 8 cm.

2.1. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data primer. Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil pengujian benda uji di laboratorium secara langsung. Untuk mendapatkan data primer tersebut, perlu dilakukan pengujian yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Pelaksanaan Pengujian

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian
1.	Analisa saringan	SNI ASTM C136-2012
2.	Berat jenis dan penyerapan air	SNI 03-1970-1990
3.	Kadar air	SNI 1971-2011
4.	Uji pemadatan standar	SNI 1742:2008

5.	Kuat Tekan <i>paving block</i>	SNI 03-0691-1996
----	--------------------------------	------------------

2.2. Proporsi Campuran *Paving Block*

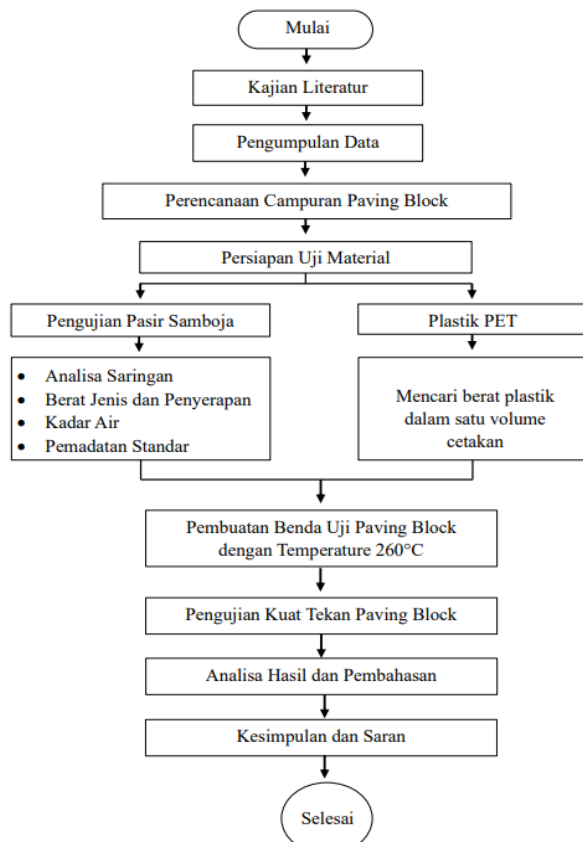
Pengujian kekuatan tekan dilakukan pada benda uji *paving block* dan terdapat tiga variasi komposisi campuran yang diuji, yaitu 30% PET : 70% pasir, 40% PET : 60% pasir, dan 50% PET : 50% pasir. Untuk setiap variasi campuran, diambil tiga buah benda uji, sehingga total jumlah benda uji yang digunakan adalah sembilan buah. Rincian jumlah benda uji dan material yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Benda Uji dan Kebutuhan Material Pada *Paving Block*

Bentuk	Variasi (%)	Jumlah Sampel	Berat Plastik (gram)	Berat Pasir (gram)
Wajik	30 : 70	3	524	1978
	40 : 60	3	699	1695
	50 : 50	3	874	1413
Total		9	2.097	5.086

2.3. Tahapan Penelitian

Agar penelitian ini dapat mencapai hasil yang sesuai dengan tujuan dan berjalan dengan terarah, dibuatlah bagan alir penelitian sebagai pedoman pelaksanaan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

Tahapan - tahapan penelitian tersebut dirancang untuk mempermudah setiap langkah dalam proses penelitian. Adapun tahap-tahap tersebut adalah sebagai berikut: Pertama, tahap persiapan alat dan bahan, di mana peralatan dan bahan diperiksa untuk memastikan kesiapan. Kedua, pemeriksaan material untuk memastikan kualitas dan kesesuaian bahan. Ketiga, perencanaan campuran benda uji yang melibatkan formulasi campuran bahan. Keempat, pencetakan benda uji sesuai spesifikasi. Kelima, perawatan benda uji agar mencapai kekuatan yang diinginkan. Keenam, pengujian benda uji untuk mengukur performa spesimen. Ketujuh, analisis data dan pembahasan untuk memahami hasil. Terakhir, penyusunan kesimpulan dan saran berdasarkan temuan.

3. Hasil dan Pembahasan

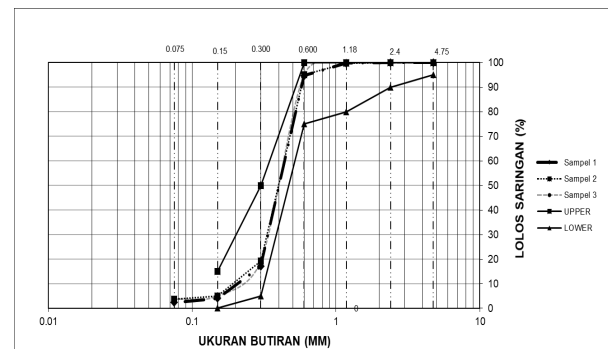
Sebelum melakukan pengujian kekuatan tekan pada benda uji *paving block*, terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap material

yang digunakan untuk menyusun *paving block*. Pengujian material ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Balikpapan yang bertujuan untuk mengetahui sifat – sifat fisik atau karakteristik agregat halus. Material penyusun *paving block* adalah pasir dan plastik (PET).

Pada pengujian pasir mengacu pada pengujian agregat halus material penyusun beton, Plastik PET yang digunakan berasal dari sampah bekas botol air mineral yang dikumpulkan lalu dibersihkan dan dicacah menjadi ukuran yang lebih kecil agar lebih cepat meleleh. Sedangkan pada pengujian plastik hanya dilakukan pengujian berat isi untuk karakteristik plastik lainnya menggunakan data sekunder dari material plastik PET.

3.1. Hasil Pengujian Analisa Saringan

Uji analisa saringan pada pasir Samboja menerapkan standar SNI ASTM C136-2012 untuk memperoleh batas gradasi butir agregat halus dan mengetahui apakah agregat yang digunakan untuk memenuhi zona spesifikasi yang telah ditetapkan. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Ukuran Butiran Terhadap Persentase Lolos Saringan

Pengujian analisa saringan bertujuan untuk menentukan ukuran butir dari agregat halus dalam satu set saringan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa modulus halus butir (MHB) yang diperoleh dari analisis gradasi material agregat halus adalah 2,75. Nilai ini berada dalam rentang yang disyaratkan yaitu diantara 1.5 dan 3.8 (SNI 03 – 1750 – 1990). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pasir

Samboja termasuk dalam kategori pasir halus di daerah IV, karena hasil uji berada di antara batas atas dan bawah daerah gradasi IV. Oleh karena itu, pasir ini dapat diklasifikasikan sebagai pasir halus yang memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan dalam pembuatan *paving block*.

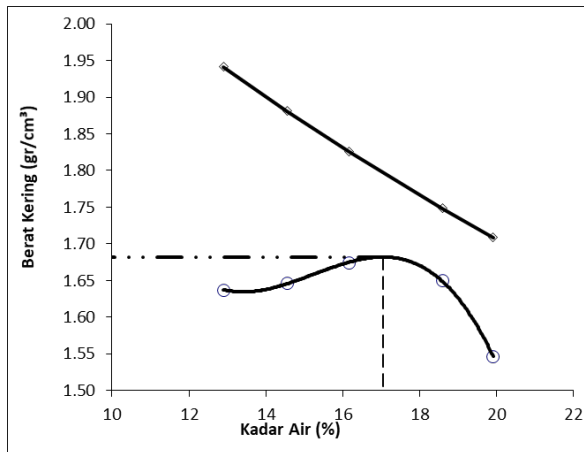
3.2. Hasil Pengujian Pemadatan Standar

Pencampuran *paving block* dengan metode *trial and error* untuk mencari berat pasir dan plastik yang tepat untuk satu volume cetakan. Sebelum menentukan berat pasir, perlu dilakukan pengujian pemadatan standar untuk mendapatkan nilai kepadatan maksimum. Hasil pengujian pemadatan standar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pemadatan Standar

No	Jenis Pengujian	Hasil
1	Kadar Air Optimum (OMC)	17.05 %
2	Berat Kering Maks (MDD)	1.682 gr/cm ³

Sedangkan grafik dari hasil pengujian pemadatan standar ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Berat Isi Kering dengan Kadar Air

Berdasarkan Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa nilai pada berat isi kering (MDD) sebesar 1.682 gr/cm³ dan kadar air optimum (OMC) sebesar 17.05%. Hasil pada berat isi kering (MDD) menjadi nilai untuk menentukan berat pasir pada satu volume cetakan.

3.3. Data Hasil Pengujian Agregat Halus

Hasil pengujian agregat halus yang telah dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Balikpapan, ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil	Persyaratan	Keterangan
1.	Analisa saringan	Gradasi IV	Gradasi I, II, III, IV	Memenuhi
2.	Berat jenis (gr/cm ³)	2.587	1.6 – 3.3	Memenuhi
3.	Penyerapan air (%)	0.73	0.2 – 2	Memenuhi
4.	Kadar air (%)	2.44	3 – 5	Tidak Memenuhi
5.	Pemadatan Standar	1.682 (gr/cm ³)	1.4 – 1.9	Memenuhi

Berdasarkan hasil data uji agregat halus pasir Samboja yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa pasir Samboja memenuhi standar persyaratan yang sudah ditentukan sehingga pasir Samboja bisa digunakan untuk bahan penyusun *paving block*.

3.4. Hasil Pemeriksaan Plastik PET

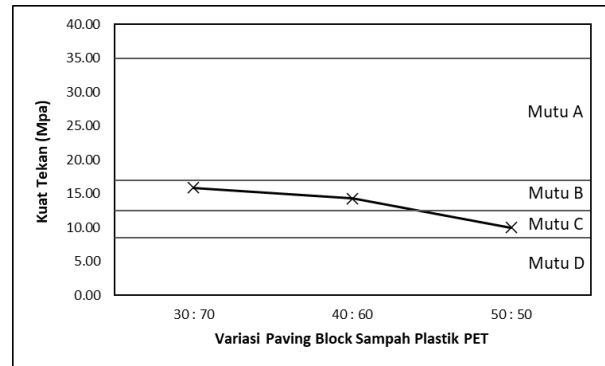
Pemeriksaan plastik hanya dilakukan melalui pengujian berat isi. Ini dilakukan dengan cara membuat *paving block* menggunakan 100% plastik, dan dari hasil ini, kita bisa mendapatkan berat plastik yang digunakan untuk satu volume cetakan. Dengan demikian, jumlah plastik yang diperlukan untuk satu volume cetakan wajik adalah 1747 gram.

3.5. Hasil Pengujian Kuat Tekan

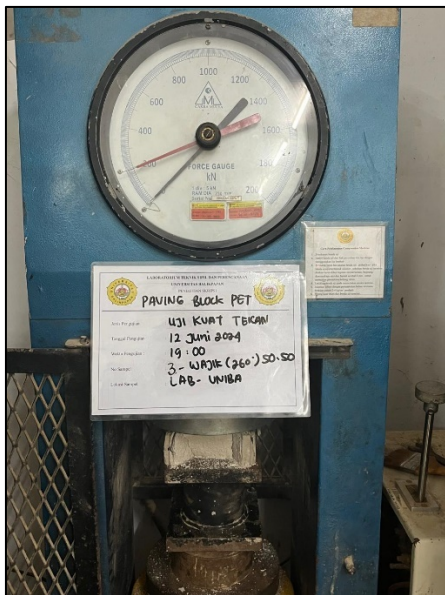
Setelah pengujian fisis material penyusun *paving block* proses dilanjutkan dengan campuran dan pembuatan benda uji sesuai dengan variasi dan jumlah yang diperlukan. Aspek utama dalam pemilihan material meliputi kualitas bahan, ketersediaan, dan biaya produksi. Ketiga faktor ini secara langsung memengaruhi kekuatan, ketahanan, kehalusan, dan efisiensi dalam proyek konstruksi [10]. Sampel benda uji dibuat menggunakan cetakan *paving block* berbentuk wajik, kemudian diuji menggunakan alat uji kuat tekan.



Gambar 4. Sampel *Paving Block* Dengan Campuran Plastik PET



Gambar 6. Grafik Hubungan Variasi Komposisi PET Terhadap Kuat Tekan



Gambar 5. Pengujian Kuat Tekan Menggunakan Compression Machine Analog

Hasil uji kuat tekan untuk setiap variasi *paving block* ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Kuat Tekan *Paving Block*

Variasi	No Sampel	Luas (mm ²)	Gaya		Kuat Tekan Rata - Rata (MPa)
			Kn	N	
30 : 70	1	21.000	300	300000	15,87
	2	21.000	370	370000	
	3	21.000	330	330000	
40 : 60	1	21.000	325	325000	14,28
	2	21.000	295	295000	
	3	21.000	280	280000	
50 : 50	1	21.000	250	250000	10,0
	2	21.000	200	200000	
	3	21.000	180	180000	

Gambar 4 menunjukkan dengan jelas bahwa peningkatan persentase agregat plastik PET secara signifikan mempengaruhi nilai kekuatan tekan *paving block*. Semakin tinggi persentase agregat plastik PET yang ditambahkan ke dalam campuran, nilai kekuatan tekan *paving block* cenderung menurun secara progresif. Sebagai contoh, pada komposisi campuran 30:70, diperoleh nilai kekuatan tekan rata-rata sebesar 15.87 MPa, yang merupakan nilai kekuatan tekan tertinggi di antara semua variasi yang diuji.

Komposisi ini memenuhi standar mutu C, sehingga *paving block* yang dihasilkan dari campuran ini dianggap cocok untuk digunakan sebagai material pejalan kaki. Pada komposisi campuran 40:60, nilai kekuatan tekan rata-rata tercatat sebesar 14.28 MPa, yang juga memenuhi standar mutu C dan masih layak digunakan untuk pejalan kaki. Di sisi lain, pada komposisi campuran 50:50, nilai kekuatan tekan rata-rata yang diperoleh adalah 10.0 MPa, yang merupakan nilai terendah dibandingkan dengan variasi lainnya. Akibatnya, komposisi ini hanya memenuhi standar mutu D, sehingga *paving block* yang dihasilkan lebih sesuai untuk digunakan di taman dan aplikasi lainnya yang tidak memerlukan kekuatan tekan tinggi.

Kuat tekan dari *paving block* dipengaruhi oleh komposisi bahan dasar yang digunakan. Kuat tekan yang cukup tinggi terjadi karena komposisi tersebut memungkinkan terjadinya ikatan yang kuat antara bahan penyusun beton dan PET. Kekuatan ikatan yang baik ini tentunya akan meningkatkan kekuatan tekan

beton itu sendiri [11]. Kuat tekan yang menurun menunjukkan bahwa semakin banyak plastik yang ditambahkan, kekuatan tekan pada *paving block* dari sampah plastik PET akan terus menurun. Hal ini disebabkan karena kurangnya ikatan yang efektif antara pasir dan PET, yang mengakibatkan adanya rongga udara dalam sampel.

Rongga udara ini dapat mengurangi kepadatan dan kekuatan material, sehingga mengakibatkan penurunan kuat tekan. Penemuan ini sejalan dengan riset sebelumnya yang menyatakan bahwa penambahan 30% hingga 50% plastik PET secara keseluruhan dapat menurunkan nilai kuat tekan seiring dengan meningkatnya kandungan PET [12]. Menunjukkan bahwa ada batas optimal untuk penambahan PET dalam *paving block* untuk mempertahankan kekuatan struktural. Sejalan dengan riset sebelumnya, juga menunjukkan penurunan nilai kuat tekan seiring dengan peningkatan persentase agregat limbah plastik PET. di mana semakin tinggi persentase penambahan agregat limbah plastik PET, maka nilai kekuatan tekan beton akan semakin rendah [13].

Hal ini juga didukung oleh riset terdahulu yang mengungkapkan bahwa plastik PET dapat pecah menjadi potongan kecil ketika mengalami benturan atau tekanan yang tinggi. Pembakaran juga menjadi lebih sulit karena plastik PET mengeras lebih cepat, yang menyebabkan proses pencetakan menjadi kurang efektif dan membuat *paving block* lebih rentan terhadap retak, sehingga menurunkan kuat tekan yang dihasilkan [14].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis terhadap *paving block* yang menggunakan bahan plastik PET, dapat disimpulkan bahwa komposisi 30:70 menghasilkan rata-rata nilai kuat tekan sebesar 15.87 MPa, yang merupakan nilai tertinggi di antara variasi yang diuji. Dengan demikian, komposisi ini memenuhi standar mutu C dan cocok untuk digunakan sebagai material pejalan kaki. Sementara itu, pada komposisi 40:60 dan 50:50 menghasilkan

rata-rata yang lebih rendah dimana penambahan plastik semakin menurunkan kuat tekan *paving block*.

5. Saran

Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan mengubah variasi campuran PET dan pasir, memvariasikan bentuk *paving block*, dan mengamati pengaruh penggunaan PET murni yang dijual di pasaran dengan menggunakan botol plastik yang di peroleh di lingkungan. Penelitian lanjutan ini akan memberikan wawasan lebih mendalam tentang bagaimana plastik PET dapat mempengaruhi kualitas akhir *paving block*, serta menjelajahi potensi manfaat lingkungan dan ekonomis dari penggunaan bahan ini.

6. Daftar Pustaka

- [1] Achidah, F., Marini Indriani, A., & Utomo, G. (2024). *Pengaruh Penambahan Cacahan Plastik Pet (Polyethylene Terephthalate) Pada Beton Menggunakan Agregat Kasar Batu Petangis Terhadap Kuat Tekan*. 18(6).
- [2] Alfirahman, R., & Widodo, S. (2023). Efek Penambahan Serat Limbah Botol Polyethylene Terephthalate (Pet) Dan Fly Ash Terhadap Hasil Uji Ultrasonic Pulse Velocity Pada Self Compacting Concrete. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), 1.
<https://doi.org/10.29103/Tj.V13i1.795>
- [3] Indah Damayanti, D., Marini Indriani, A., & Utomo, G. (2023). *Influence Utilization Waste Plastic Polyethylene Terephthalate On The Flexural Strength Of Concrete With Use East Kalimantan Aggregate* (Vol. 10, Issue 3). <http://cived.ppj.unp.ac.id/index.php/cived766>

- [4] Fadli, K., Marini Indriani, A., & Utomo, G. (2023). *Analisis Kuat Lentur Beton Menggunakan Plastik Jenis Polyhyhleterepthele(Pet) Sebagai Rigid Pavement*.
- [5] Patriotika, F., Suraja Pulungan, S., & Siregar, N. (2022). *Uji Kesesuaian Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Bahan Dasar Sampah Plastik Pet Dan Ldpe Dengan Sni 03-0691-1996*. <https://doi.org/10.35334/Be.V1i1.2864>
- [6] Arafah, S., Bahri, S., Muarif, A., & Islami, N. (2023). *Kajian Paving Block Campuran Limbah Plastik Pet Terhadap Kuat Tekan Dengan Standard Sni 03-0691-1996*. 7(2), 115–119.
- [7] Enda D, Sastra M, Lizar, Zulkarnain, & Rahman B. (2019). *Penggunaan Plastik Tipe Pet Sebagai Pengganti Semen Pada Pembuatan Paving*. 9(2), 1–5.
- [8] Hijah, S. N., Hamsyuni, M., Basoeki, D., & Iskandar, I. (2022). *Pengaruh Campuran Limbah Anorganik (Plastik) Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Paving Block*.
- [9] Karisma, D. A., Nursandah, F., & Rahmawaty, F. (2023). *Utilization Of Plastic Bottle Waste As Material For Making Sustainable Cement-Less Aesthetic Paving Blocks*. *Inersia Lnformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 19(2), 261–270. <https://doi.org/10.21831/Inersia.V19i2.67250>
- [10] Widiyanto, T. W., Indriani, A. M., & Utomo, G. (2023). *Kuat Lentur Beton Menggunakan Agregat Batu Petangis Dan Pasir Semboja Dengan Penambahan Botol Plastik*. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 6(2), 112–122. <https://doi.org/10.30737/Jurmateks.V6i2.4989>
- [11] Wahyudi, Y., Indriani, A. M., & Utomo, G. (2023). *Analisis Kuat Tekan Beton Modifikasi Polyethylene Terephthalate (Pet)*.
- [12] Kridi, E., & Etell, H. Mac. (2024). *Modelling Water Absorption Index And Compressive Strength Of Paving Stone Composites With Polyethylene Terephthalate (Pet) As Total Binder Replacement*. *International Journal Of Advances In Scientific Research And Engineering*, 10(04), 01–12. <https://doi.org/10.31695/Ijasre.2024.4.1>
- [13] Asrar, A., Bachtiar, E., Gusty, S., Rachim, F., Ritnawati, R., & Setiawan, A. (2020). *Pemanfaatan Daur Ulang Limbah Plastik Polyethylene Terephthalate (Pet) Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton*. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 3(2). <https://doi.org/10.31602/Jk.V3i2.4076>
- [14] Cahyani, R. I., Irfaniyah, D., Fikri Alfarizki, A., Kusumah, F. H., Syarif, N., & Jakarta, H. (2023). *Paving Block Quality With Several Types Of Plastic Waste On Compressive Strength*. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1, 110–116. <https://doi.org/10.5281/Zenodo.10428700>