



Analisis Daya Serap Air *Paving Block* Dengan *Polyethylene Terephthalate* Sebagai Pengganti Semen

Fauzi Al Hidayat¹, Andi Marini Indriani², Fachruddin Harami³, Gunaedy Utomo⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Balikpapan

¹fauzi.alhidayat01@gmail.com*, ²andi.marini@uniba-bpn.ac.id*, ³fachruddin.uniba@gmail.com*,

⁴gunaedy@uniba-bpn.ac.id

Abstract

Plastic waste is one of the main challenges faced by Indonesian society. Plastic drinking bottles are one of the largest sources of waste, and it is estimated that the total amount of plastic waste worldwide will reach 12,000 million tons by 2050. So there needs to be an effort to recycle the plastic. In this study, PET plastic was used as a substitute for cement in paving blocks. The purpose of this research is to evaluate whether paving blocks using a mixture of PET plastic and sand can meet the requirements of water absorption according to SNI 03-0691-1996 standard. The comparison between PET plastic and sand is 10% : 90%, 20% : 80%, 30% : 70%, 40% : 60%, 50% : 50%, with temperatures of 240°C, 260°C, 280°C. The absorption of paving blocks by utilizing Polyethylene Terephthalate (PET) plastic as a substitute for cement decreased as the PET plastic increased. The lowest absorption was found in the 30% variation at 280°C with a value of 0.18%. The 10% plastic variation at each different temperature obtained more than 10% absorption, where the results did not meet the quality of SNI 03-0691 (1996). While the addition of 20%, 30%, 40% and 50% plastic obtained a value below 1% which means it meets the quality of A in SNI 03-0691 (1996).

Keywords: *Paving Block, Polyethylene Terephthalate, Water Absorption Capacity*

Abstrak

Permasalahan sampah plastik menjadi salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh masyarakat Indonesia. Botol minum plastik merupakan salah satu sumber limbah terbesar dan diperkirakan jumlah total sampah plastik di seluruh dunia akan mencapai 12.000 juta ton pada tahun 2050. Sehingga perlu adanya upaya untuk mendaur ulang plastik tersebut. Dalam penelitian ini, plastik PET digunakan sebagai pengganti semen dalam paving block. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi apakah paving block yang menggunakan campuran plastik PET dan pasir dapat memenuhi persyaratan penyerapan air sesuai standar SNI 03-0691-1996. Perbandingan antara plastik PET dengan pasir yaitu 10% : 90%, 20% : 80%, 30% : 70%, 40% : 60%, 50% : 50%, dengan temperatur 240°C, 260°C, 280°C. Penyerapan paving block dengan memanfaatkan plastik Polyethylene Terephthalate (PET) sebagai pengganti semen mengalami penurunan seiring bertambahnya plastik PET. Penyerapan paling rendah terdapat pada variasi 30% temperatur dengan nilai 280°C dengan nilai 0,18%. Variasi plastik 10% pada setiap temperatur yang berbeda memperoleh penyerapan lebih dari 10% dimana hasil tersebut tidak memenuhi mutu SNI 03-0691 (1996). Sedangkan pada penambahan 20%, 30%, 40% dan 50% plastik memperoleh nilai dibawah dari 1% yang berarti memenuhi mutu A pada SNI 03-0691 (1996).

Kata kunci: *Paving Block, Polyethylene Terephthalate, Daya Serap Air*

Diterima Redaksi : 2024-10-12 | Selesai Revisi : 2024-10-17 | Diterbitkan Online : 2025-08-04

1. Pendahuluan

Permasalahan sampah plastik menjadi salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh masyarakat Indonesia [1]. Salah satu kategori sampah yang mendapat perhatian secara nasional dan global adalah sampah plastik [2]. Plastik kemasan dan wadah, seperti

botol minum plastik, merupakan salah satu sumber limbah terbesar dan diperkirakan jumlah total sampah plastik di seluruh dunia akan mencapai 12.000 juta ton per tahun [3]. Penggunaan plastik di Kota Balikpapan itu sendiri sangat umum dalam aktivitas sehari-hari, seperti kemasan minuman dan kantong belanja, sehingga



Lisensi

Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

sampah plastik mencapai 17% dari total sampah dan menempati urutan ketiga setelah sampah organik dan kertas [4]. Polyethylene dihasilkan melalui proses polimerisasi, di mana molekul-molekul gas etilena bergabung membentuk rantai panjang molekul hingga menjadi plastik (polimer) [5]. Bahan dasar plastik yang sulit terurai memerlukan penanganan yang tepat dengan meningkatkan nilai fungsionalnya, selain mendaur ulang [6]. Dampak negatif plastik terhadap lingkungan saat ini mendorong banyak ilmuwan untuk mencari solusi dengan mengubah sifat-sifatnya, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengganti dalam pembuatan produk konstruksi [7]. Sifat plastik yang kuat, tahan lama, dan mudah dibentuk membuatnya berguna untuk berbagai keperluan [8]. Penggunaan plastik PET pada beton adalah inovasi yang membantu mengurangi penggunaan sumber daya alam, karena beton merupakan material konstruksi yang fleksibel, kuat, dan hemat biaya [9]. Dengan tujuan menciptakan inovasi baru sebagai bahan campuran pada paving block yang lebih mudah dimanfaatkan dan diperoleh, dilakukan berbagai penelitian. Satu opsi praktis yang bisa dijalankan adalah dengan melakukan pemotongan, peleburan, dan pencampuran sampah plastik [10]. Dari studi yang berasal dari Bhutan, Daur ulang sampah plastik sebagai alternatif untuk mengurangi dampak lingkungan. Plastic Waste digunakan sebagai bahan pengikat dalam pembuatan paver block tanpa semen. Paver block terdiri dari campuran berbagai jenis *Plastic Waste* dengan agregat halus alami dalam proporsi yang berbeda. Proporsi *Plastic Waste* dalam berbagai proporsi 40%, 50%, 60% dan 70% digunakan untuk menggantikan semen menunjukkan potensi penyerapan air rendah dan keausan permukaan yang minimal [11]. Kelemahan utama pada beton yang membuatnya rentan terhadap penetrasi air adalah keberadaan pori-pori dalam jumlah besar, yang mengakibatkan penurunan kekuatannya. Kelemahan utama pada beton yang membuatnya rentan terhadap penetrasi air adalah keberadaan pori-pori dalam jumlah besar, yang mengakibatkan penurunan kekuatannya [12].

Dalam penelitian ini, dilakukan percobaan terhadap uji daya serap menggunakan plastik *Polyethelene Terephthalate* (PET) sebagai bahan perekat.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Balikpapan. Plastik yang digunakan pada penelitian ini berfungsi sebagai campuran pengganti semen pada paving block. Pengujian paving block ini mengacu pada SNI 03-0691-1996 [13] tentang standar Batu Beton (*Paving Block*).

2.1. Tahapan Penelitian

2.1.1 Persiapan Material

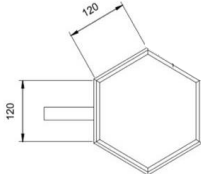
Uji material dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan sifat yang ada pada bahan dengan standar yang berlaku. Pengujian dilakukan pada material agregat halus saja dikarenakan pada penelitian ini hanya menggunakan komposisi pasir dan plastik sebagai pengganti semen. Pengujian agregat halus antara lain yaitu analisa saringan, berat jenis, penyerapan air, kadar air, dan uji pemadatan standar.

2.1.2 Persiapan dan Percetakan *Paving Block*

Dilakukannya perhitungan untuk mendapatkan campuran yang optimal melalui *trial and error*. Pada pencarian berat plastik untuk paving dilakukan dengan membuat satu volume cetakan paving berisikan 100% plastik PET dan didapatkan berat paving plastik yang akan menjadi campuran pengganti semen pada *paving block* yang akan direncanakan. Pelelehan plastik yang akan dilakukan memiliki beberapa variasi temperatur yaitu 240°C, 260°C dan 280°C. Plastik yang direncanakan untuk pencampuran sampel dibagi menjadi beberapa variasi yaitu 10%;90% ,20%;80% ,30%;70%, 40%;60% pasir, dan 50%;50% (plastik ; pasir).

Bentuk dan ukuran cetakan yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Bentuk dan Ukuran Cetakan

Bentuk	Ukuran	Volume
Hexagon		2993cm ³

2.1.3 Pembuatan Sampel

Tahap pembuatan sampel dilakukan dengan mengikuti variasi yang telah ditentukan sebelumnya. Plastik akan dipanaskan sesuai dengan temperatur yang telah ditentukan bersamaan dengan pasir yang juga dipanaskan. Setelah kedua material telah mencapai suhu yang telah ditentukan, pasir dituangkan ke dalam lelehan plastik lalu diaduk bersamaan hingga tercampur merata. Sebelum dimasukkan ke cetakan, cekatakan dipanaskan terlebih dahulu diatas kompor agar campuran tidak mudah mengering saat dipadatkan.

Tabel 2. Variasi Campuran *Paving Block* PET

Bentuk	Variasi Campuran <i>Paving Block</i> PET		
	240°C	260°C	280°C
Hexagon	10;90	10;90	10;90
	20;80	20;80	20;80
	30;70	30;70	30;70
	40;60	40;60	40;60
	50;50	50;50	50;50

2.1.4 Pengujian Daya Serap Air

Pengujian sampel dilakukan dengan menimbang berat awal dan berat setelah perendaman dalam bak berisi air selama 24 jam untuk mendapatkan nilai perbandingan daya serap pada variasi yang telah ditentukan. Berikut adalah perhitungan daya serap air menurut SNI 03-0691 (1996) [13].

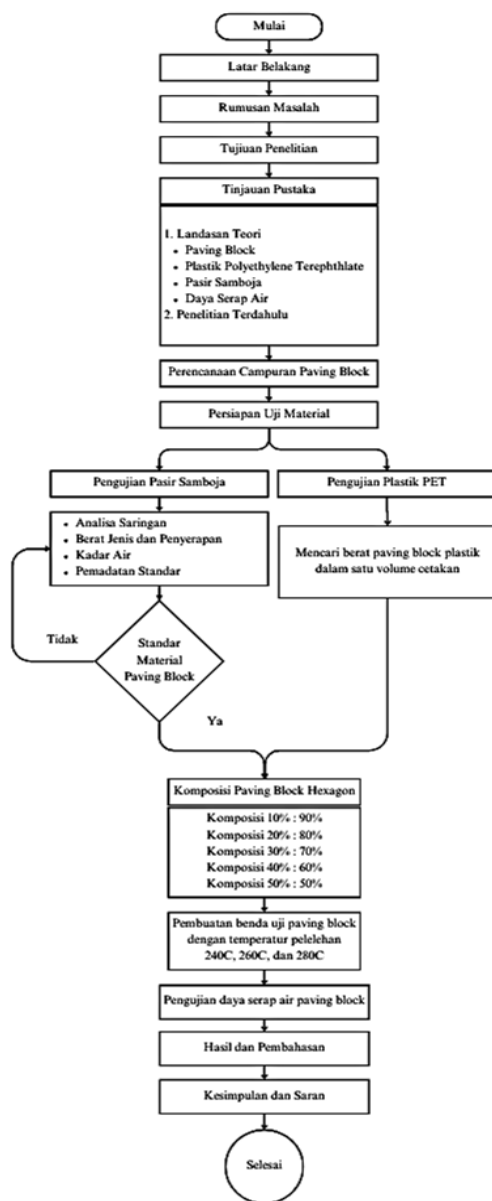
$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

A = Berat *paving block* basah

B = Berat *paving block* kering

2.2 Alur Penelitian



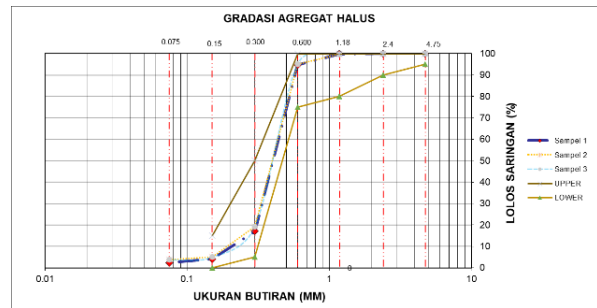
Gambar. 1 Alur Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

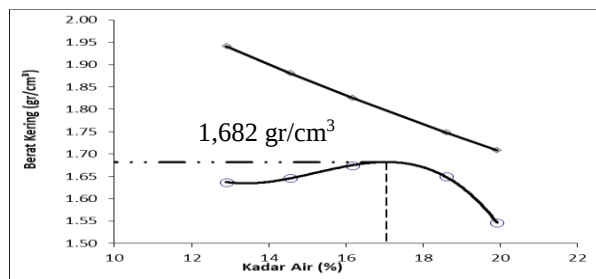
3.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

Tabel 3. Data Pengujian Agregat Halus

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



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Butiran Terhadap Persentase Lolos Saringan Untuk Saringan Untuk Saringan Halus



Gambar 3. Grafik Hubungan Berat Isi Kering Dengan Kadar Air

Hasil daripada pengujian analisa saringan pada Tabel 3 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa agregat halus pasir Samboja memenuhi kriteria daerah IV dengan kategori jenis pasir halus dikarenakan hasil pengujian agregat halus berada diantara batas atas (*Upper*) dan batas bawah (*Lower*). Dapat disimpulkan pasir Samboja telah memenuhi persyaratan sebagai bahan penyusun *paving block*. Sedangkan pada Gambar 3, diketahui bahwa berat kering optimal pasir sebesar 1,682 gr/cm³.

3.2 Berat Plastik PET

Didapatkan berat plastik setelah membuat paving dengan material plastik dalam satu volume cetakan hexagon yaitu diperoleh sebesar 3076g/cm³. Kemudian dari hasil berat tersebut dikalikan dengan persentase plastik yang sudah direncanakan.

3.3 Berat Pasir

Berat pasir diperoleh melalui uji pemadatan standar. Setelah mendapatkan nilai kepadatan maksimum (MDD) senilai 1,682gr/cm³ kemudian dikalikan dengan luas volume dari cetakan *paving block*. Lalu dikalikan

lagi dengan persentase yang telah direncanakan Berat pasir didapat.

3.3 Komposisi Campuran *Paving Block* PET

Setelah mendapati berat plastik dalam satu cetakan dan berat pasir dalam satu cetakan, maka dapat dibuat untuk komposisi persentase yang digunakan untuk membuat *paving block* PET seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi Campuran *Paving Block* PET

Bentuk	Variasi (%)	Jumlah Sampel	Berat Plastik (gram)	Berat Pasir (gram)
Hexagon	10:90	3	307	4531
	20:80	3	613	4027
	30:70	3	920	3524
	40:60	3	1227	3021
	50:50	3	1534	2517

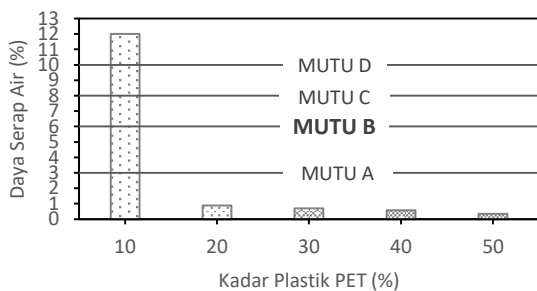
3.4 Hasil Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air dilakukan untuk menghitung seberapa besar *paving block* PET mampu menyerap air. Hasil dari uji daya serap air *paving block* PET dapat dilihat sebagai berikut:

a) Hasil Uji Daya Serap *Paving Block* Bentuk Hexagon Temperatur 240°C

Tabel 5. Hasil Uji Daya Serap Air *Paving Block* PET Pada Temperatur 240°C

No.	Variasi Campuran PET:Pasir	Berat (g)		Penyerapan Air Rata-rata (%)
		Basah (A)	Kering (B)	
1.	10:90	5526	4829	14,43
2.	20:80	4669	4633	0,78
3.	30:70	4458	4435	0,51
4.	40:60	4256	4240	0,36
5.	50:50	4053	4044	0,23



Gambar 4. Rata-rata Penyerapan Air *Paving Block* PET Pada Temperatur 240°C

Menurut Tabel 5 dan Gambar 4. Hasil uji coba setelah perendaman 24 jam menunjukkan bahwa campuran 10% PET : 90% pasir memiliki penyerapan tertinggi sebesar 14,43%. Pada campuran 20% PET : 80% pasir, penyerapan turun signifikan sebesar 94,8% menjadi 0,78%. Campuran 50% PET : 50% pasir memiliki penyerapan terendah, yaitu 0,23%. Campuran 10% PET belum memenuhi standar penyerapan, sedangkan campuran 20% hingga 50% memenuhi standar kategori

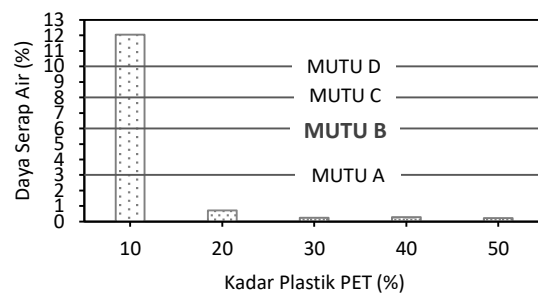
DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v6i2.1004>

mutu A dengan maksimum penyerapan 3%. Penelitian ini serupa dengan [14], menunjukkan tren penurunan penyerapan; pada penambahan 10% diperoleh 8,71%, diikuti penurunan signifikan sebesar 2% pada 20%, dan penurunan lebih lanjut hingga penambahan plastik mencapai 50%.

b) Hasil Uji Daya Serap *Paving Block* Bentuk Hexagon Temperatur 260°C

Tabel 6. Hasil Uji Daya Serap Air *Paving Block* PET Pada Temperatur 260°C

No.	Variasi Campuran PET:Pasir	Berat (g)		Penyerapan Air Rata-rata (%)
		Basah (A)	Kering (B)	
1.	10:90	5414	4832	12,05
2.	20:80	4666	4633	0,73
3.	30:70	4448	4437	0,24
4.	40:60	4251	4239	0,29
5.	50:50	4053	4045	0,21



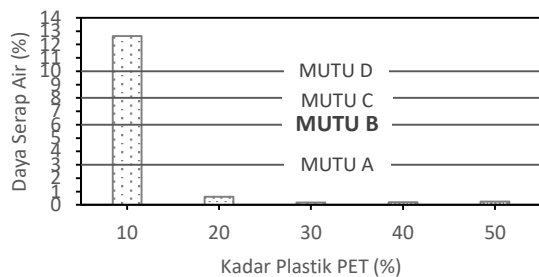
Gambar 5. Rata-rata Penyerapan Air *Paving Block* PET Pada Temperatur 260°C

Berdasarkan Tabel 6. Dan Gambar 5. hasil pengujian menunjukkan bahwa daya serap air terbesar pada paving block terjadi pada campuran 10% PET : 90% pasir (12,05%). Penyerapan menurun signifikan pada campuran 20% PET : 80% pasir (0,73%), 30% PET : 70% pasir (0,24%), lalu terjadi kenaikan pada campuran 40% PET : 60% pasir (0,29%), dan turun lagi pada 50% PET : 50% pasir (0,21%). Campuran PET 10% tidak memenuhi standar, sementara campuran 20% hingga 50% memenuhi standar penyerapan mutu A (maksimal 3%). Penyerapan penelitian ini berbeda dengan [15], penyerapan terendah terjadi pada campuran 100% plastik. Pada campuran 50% pasir dan 50% plastik, penyerapan sebesar 0,353% tanpa retak. Namun, penelitian lain dengan 50% plastik menunjukkan penyerapan lebih rendah sebesar 0,21% tetapi terjadi keretakan.

c) Hasil Uji Daya Serap *Paving Block* Bentuk Hexagon Temperatur 280°C

Tabel 7. Hasil Uji Daya Serap Air Bentuk *Paving Block* PET Pada Temperatur 280 °C

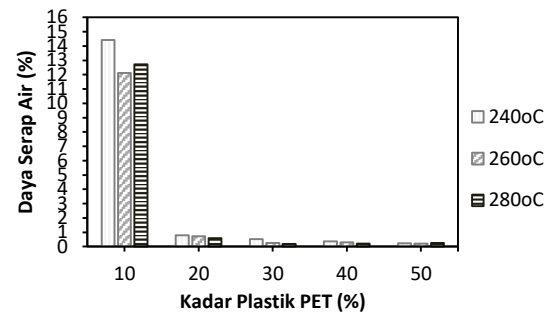
No.	Variasi Campuran PET:Pasir	Berat (g)		Penyerapan Air Rata-rata (%)
		Basah (A)	Kering (B)	
1.	10:90	5444	4834	12,63
2.	20:80	4661	4633	0,60
3.	30:70	4447	4439	0,18
4.	40:60	4252	4243	0,20
5.	50:50	4056	4046	0,25

Gambar 6. Rata-rata Penyerapan Air *Paving Block* PET Pada Temperatur 280 °C

Berdasarkan Pada Tabel 7 dan Gambar 6, menunjukkan hasil pengujian *paving block* wajik dengan temperatur 280°C dan perendaman selama 24 jam. Penyerapan terbesar yaitu dengan campuran variasi 10% PET : 90% pasir dengan nilai penyerapan rata-rata 12,72%, sedangkan nilai terkecil ada pada variasi 30% PET : 70% pasir dengan nilai penyerapan rata-rata 0,18%. Terjadi kenaikan kembali pada variasi 40% PET : 60% pasir dan 50% PET : 50% pasir yaitu dengan nilai 0,20 dan 0,25%. Dari perhitungan penyerapan air rata-rata dapat dilihat bahwa variasi 10% PET : 90% pasir tidak memenuhi standar penyerapan, sedangkan variasi penambahan 20% hingga 50 % PET memenuhi standar penyerapan mutu A. Pada pengujian *paving block* wajik dengan temperatur 280°C ini serupa dengan penelitian [16] Penambahan limbah LDPE hingga mencapai perbandingan 30% LDPE terhadap 70% pasir menyebabkan peningkatan dalam penyerapan air. Fenomena ini dapat dikaitkan dengan pengembangan matriks yang optimal pada perbandingan LDPE terhadap pasir 30:70. Sebagai hasilnya, penyerapan air minimum pada spesimen kontrol teramat pada perbandingan 30% LDPE terhadap 70% pasir, yakni sebesar 2,16%.

d) Perbandingan Daya Serap Air Berdasarkan Temperatur

Pada Gambar 7 menjelaskan bahwa perbandingan hasil uji daya serap *paving block* PET bentuk balok akan dijabarkan sebagai berikut. Pengaturan suhu terhadap campuran *paving block* dapat mempengaruhi kepadatan karena suhu yang tinggi memperlambat proses pengeringan campuran, membuat benda uji menjadi lebih mudah untuk dipadatkan atau diproses secara mekanis.



Gambar 7. Grafik Hubungan Penyerapan Air Rata-rata Berdasarkan Temperatur

Berdasarkan Gambar 7, menunjukkan penambahan persentase plastik penyerapan terbesar pada variasi campuran 10% PET : 90% pasir terdapat pada balok temperatur 240°C dengan nilai rata-rata penyerapan 14,43% dan yang terendah ada pada temperatur 260°C dengan nilai rata-rata penyerapan 12,05%. Berkurangnya daya serap air terjadi pada variasi campuran 20% PET : 80% pasir dengan nilai penyerapan terbesar terdapat pada temperatur 240°C dengan nilai rata-rata penyerapan 0,78% dan terendah pada temperatur 280°C dengan nilai penyerapan rata-rata 0,60%, variasi campuran 30% PET : 70% pasir memiliki nilai daya serap tertinggi terdapat pada temperatur 240°C dengan nilai penyerapan rata-rata 0,51% dan penyerapan terendah yaitu 0,18% terdapat pada temperatur 280°C, variasi campuran 40% plastik : 60% pasir memiliki daya serap paling besar pada temperatur 240°C dengan nilai 0,36% dan yang terendah adalah pada temperatur 280°C dengan nilai penyerapan 0,20%, variasi campuran 50% PET : 50% pasir, pada temperatur 260°C memiliki daya serap yang rendah dibandingkan dua temperatur lainnya dengan nilai daya serap 0,21%. Penelitian ini serupa dengan [17], daya serap air semakin rendah dengan semakin banyaknya penggunaan plastik, bahkan dapat mencapai 0%. *Paving block* yang menggunakan campuran plastik memiliki daya serap air lebih rendah karena sifat plastik yang tidak menyerap air.

4. Kesimpulan

Penyerapan *paving block* dengan memanfaatkan plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai pengganti semen mengalami penurunan seiring bertambahnya plastik PET. Penyerapan paling rendah terdapat pada variasi 30% temperatur dengan nilai 280°C dengan nilai 0,18%. Variasi plastik 10% pada setiap temperatur yang berbeda memperoleh penyerapan lebih dari 10% dimana hasil tersebut tidak memenuhi mutu (Badan Standarisasi Nasional) SNI 03-0691 (1996). Sedangkan pada penambahan 20%, 30%, 40% dan 50% plastik memperoleh nilai dibawah dari 1% yang berarti memenuhi mutu A pada SNI 03-0691 (1996).

5. Daftar Rujukan

- [1] J. A. Aryasatiani and T. Alfiah, "Potential Reduction Of Low Density Polyethylene (LDPE) Plastic Waste As A Paving Block Mixed Material," 2022, doi: 10.19907/jcepd.202x.xxx.

- [2] 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.
- [3] B. H. Ryu, S. Lee, and I. Chang, "Pervious pavement blocks made from recycled polyethylene terephthalate (PET): Fabrication and engineering properties," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 16, Aug. 2020, doi: 10.3390/SU12166356.
- [4] 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.
- [5] A. M. I. G. U. Fajriaty Achidah, "Pengaruh Penambahan Cacahan Plastik Pet (Polyethylene Terephthalate) Pada Beton Menggunakan Agregat Kasar Batu Petangis Terhadap Kuat Tekan," 2024.
- [6] J. Gradasi and T. Sipil, "Pengaruh Pengisian Rongga Campuran Aspal Porus Menggunakan Limbah Plastik PET (Polyethylene Terephthalate)," vol. 8, no. 1, pp. 30–39, 2024.
- [7] 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.
- [8] J. Gradasi and T. Sipil, "Pengembangan Beton Ringan Agregat Plastik Untuk Sekat Kanal Di Lahan Gambut: Narrative Review," vol. 8, no. 1, pp. 1–11, 2024.
- [9] G. Utomo, A. M. Indriani, and D. I. Damayanti, "The Effect of 0.8% Polyethylene Terephthalate Plastic Waste Substitution on the Flexural Strength on K-175 Concrete," in *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, Mar. 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202450002011.
- [10] I. M. Susila, N. P. G. Suardana, C. I. P. K. Kencanawati, I. N. A. Thanaya, and I. W. B. Adnyana, "The Effect Of Composition Of Plastic Waste Low Density Polyethylene (LDPE) With Sand To Pressure Strength And Density Of Sand/Ldpe Composites," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/539/1/012043.
- [11] 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.
- [12] M. Šešlija, N. Radović, D. Jovanov, D. Kukaras, A. Starčev-Čurčin, and I. Jokanović, "Possibilities of pervious concrete application in road construction," Aug. 01, 2018, *Strojarski Fakultet*, doi: 10.17559/TV-20160524162507.
- [13] Badan Standarisasi Nasional, "SNI-03-0691-1996" tentang Bata beton (Paving block)."
- [14] M. A. Sultan, A. Tata, and A. Wanda, "Penggunaan Limbah Plastik PP Sebagai Bahan Pengikat Pada Campuran Paving Block," *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, vol. 6, no. 2, pp. 95–102, Oct. 2020, doi: 10.31849/siklus.v6i2.4552.
- [15] M. Rifqi, A. Brizi, A. Rakhmawati, and Y. Armandha, "Pemanfaatan Limbah Plastik Ldpe Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Bata Beton (Paving Block)."
- [16] S. Ahmad *et al.*, "Effect of coconut fiber on low-density polyethylene plastic-sand paver blocks," *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 14, no. 8, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.asej.2022.101982.
- [17] 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.