

Jurnal Ilmu Lingkungan JIL - Sudarno -TIM-2026-Fly Ash - Plastik - Copy.docx

by 諾薇 席

Submission date: 13-Apr-2026 07:56PM (UTC+0800)

Submission ID: 2930521165

File name: Jurnal_Ilmu_Lingkungan_JIL_-Sudarno_-TIM-2026-Fly_Ash_-Plastik_-_Copy.docx (1.06M)

Word count: 3770

Character count: 21654

Analisis Pengaruh Variasi Lama Perendaman Terhadap Porositas dan Daya Serap Air Paving Block dengan Menggunakan Campuran Fly Ash dan Limbah Plastik

ABSTRAK

Paving block merupakan material konstruksi yang banyak digunakan pada jalan dan area pekarangan. Untuk mengurangi dampak fly ash dan plastik terhadap lingkungan, penelitian ini mengkaji pemanfaatan variasi fly ash dan limbah plastik PET sebagai bahan substitusi semen dan agregat halus dalam pembuatan paving block. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan pengujian laboratorium melalui pembuatan alat pencacah plastik, pengujian sampel di laboratorium, perencanaan *mix design*, pengecoran, pengujian, dan analisis data. Material campuran yang digunakan adalah plastik PET dan fly ash dengan persentase plastik 5% di substitusikan terhadap agregat halus (pasir) dan fly ash 5%, 10%, 15%, dan 20%, yang disubstitusikan terhadap semen. Pengujian porositas dan daya serap air paving block dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Hasil pengujian diperoleh nilai porositas berada pada 13% dengan daya serap air 7.1% pada substitusi campuran fly ash 20% dan plastik 5% dengan mutu paving block berada pada kelas C dengan kualitas paving baik pada usia 28 hari. Paving block dengan campuran plastik dan fly ash memiliki daya serap air yang lebih rendah jika dibandingkan dengan paving normal, karena sifat plastik yang hidrofobik. Variasi lama perendaman hanya memberikan pengaruh minimal pada paving berbahan plastik, sedangkan pada paving normal peningkatan serapan lebih signifikan akibat struktur pori yang lebih terbuka.

Kata kunci: Limbah plastik (PET), fly ash, porositas, penyerapan, paving block

ABSTRACT

Paving blocks are widely utilized as construction materials for roadways and yard pavements. In an effort to mitigate the environmental impact of fly ash and plastic waste, this study investigates the incorporation of fly ash and PET plastic waste as partial substitutes for cement and fine aggregates in paving block production. The research methodology combines a literature review with experimental laboratory work, including the fabrication of a plastic shredding device, material testing, mix design formulation, specimen casting, curing, and data analysis. The mixture composition consists of 5% PET plastic as a replacement for fine aggregate (sand) and fly ash variations of 5%, 10%, 15%, and 20% as a partial substitute for cement. Porosity and water absorption tests were conducted at curing ages of 7, 14, 21, and 28 days. The results indicate that the optimal mixture, containing 20% fly ash and 5% plastic, produced a porosity value of 13% and water absorption of 7.1%, meeting the criteria for Class C paving blocks at 28 days with acceptable performance. Furthermore, paving blocks incorporating plastic and fly ash exhibited lower water absorption compared to conventional paving blocks, primarily due to the hydrophobic characteristics of plastic materials. The variation in immersion duration showed only a minor influence on the modified paving blocks, whereas conventional paving blocks demonstrated a more significant increase in absorption, attributed to their relatively higher and more interconnected pore structure.

Keywords: Waste plastic (PET), fly ash, porosity, absorption, paving block

2
Citation: Pertama, S., Kedua, P., dan Akhir, P. (Tahun). Judul Jurnal Ilmu Lingkungan, xx(x), xx-xx, doi:10.14710/jil.xx.xxxx-xx

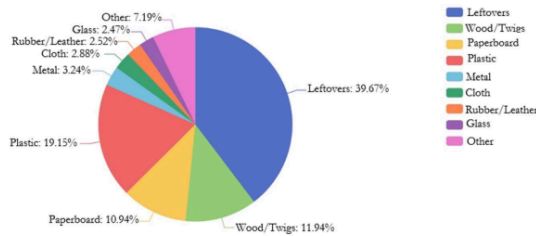
1. PENDAHULUAN

Plastik merupakan salah satu sampah non-organik yang sulit untuk terurai dan dapat menimbulkan berbagai masalah pada lingkungan. Ketika sampah plastik di buang sembarangan dan

tidak dilakukan pengolahan, maka sampah plastik tersebut akan mencemari lingkungan karena limbah plastik merupakan non-biodegradable yang sulit terurai di alam sehingga akan bertahan sangat lama di lingkungan dan menumpuk. Berdasarkan data tahun

(2019-2024) jumlah persentase komposisi sampah di Indonesia terdiri dari sisa makanan (39,65%), plastik (19,21%), kayu/ ranting (12,09%), kertas/ karton (10,83%), logam (3,24%), kain (2,91%), karet/ kulit (2,53%), kaca (2,46%), dan lainnya (7,08%). Dari data tersebut terlihat bahwa sampah plastik

merupakan jenis sampah yang persentase nya cukup tinggi di Indonesia mencapai 19,15 % dengan posisi ke dua tertinggi, untuk itu proses pengolahan dan daur ulang limbah plastik harus segera dilakukan. Gambar 1. menunjukkan persentase dari komposisi sampah berdasarkan jenis sampah.



Gambar 1. Persentase komposisi sampah berdasarkan jenis sampah
(Sumber: Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN)-Data Pengelolaan sampah)

Peningkatan penggunaan plastik sekali pakai menyebabkan akumulasi sampah sulit untuk ditangani, terutama pada wilayah perkotaan yang padat penduduk seperti Jakarta. Apabila tidak diolah dengan baik, sampah plastik akan menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, kesehatan, dan ekonomi. Dari sisi lingkungan, plastik yang menumpuk di daratan dapat menurunkan kualitas tanah dan air tanah akibat pelepasan senyawa kimia berbahaya seperti bisfenol A (BPA) dan phthalates (Sajjad et al., 2022; Teuten et al., 2009) (Laz Persis, 2023). Di perairan, plastik terfragmentasi menjadi mikroplastik yang termakan oleh biota laut dan berpotensi masuk ke rantai makanan manusia (De-la-Torre, 2020; Khan et al., 2024). Penelitian menunjukkan bahwa plastik di laut juga memicu kerusakan ekosistem melalui entanglement, ingestion, dan penyebaran spesies invasif (Lebreton et al., 2017; Rochman et al., 2013).

Selain itu, dampak kesehatan manusia semakin nyata. Mikro dan nano-plastik dapat menimbulkan stres oksidatif, inflamasi, gangguan hormon, hingga risiko gangguan metabolisme (Prata et al., 2020). Studi terbaru bahkan mengaitkan paparan mikroplastik prenatal dengan peningkatan risiko bayi lahir dengan berat badan rendah, yang diperkirakan mencapai lebih dari 200.000 kasus per tahun secara global (Bao et al., 2023). Secara global, produksi hingga pembakaran plastik diperkirakan menyumbang 3-14% emisi gas rumah kaca pada tahun 2050 (Zheng & Suh, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan plastik bukan hanya isu lingkungan, tetapi juga tantangan serius bagi kesehatan masyarakat dan pembangunan berkelanjutan. Dengan berbagai dampak tersebut, pengelolaan sampah plastik melalui pendekatan sirkular seperti daur ulang, pemanfaatan kembali, dan

inovasi material ramah lingkungan menjadi sangat penting untuk keberlanjutan ekosistem dan kualitas hidup manusia. Penanganan sampah plastik yang dilakukan dengan konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) merupakan cara yang populer dalam mengelola sampah plastik (Hutabarat & Mulyani, 2022; Mohammed et al., 2021; Pandiyarajan et al., 2022). *Reduce* berarti mengurangi penggunaan dan pembelian barang berbahan plastik, terutama yang sekali pakai. *Reuse* berarti menggunakan kembali barang bekas sebagai kerajinan tangan, seperti botol plastik, plastik, dan kertas. *Recycle* berarti mendaur ulang sampah plastik sehingga memiliki produk nilai guna (Irwan et al., 2022; Ma'uloh et al., 2021; Triawan et al., 2018). Berbagai penelitian lainnya juga mengeksplorasi pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan campuran dalam pembuatan paving block. Pendekatan yang dipelajari diantaranya (1) substitusi sebagian agregat halus/kasar dengan cacahan plastik, (2) penggunaan plastik yang dilelehkan sebagai bahan pengikat (plastic-sand blocks), yang menggantikan sebagian semen (3) kombinasi plastik dengan bahan tambahan seperti serat basalt atau abu sisa industri untuk meningkatkan kinerja mekanik. Hasil penelitian menunjukkan potensi pengurangan penggunaan semen dan agregat halus serta pengurangan jejak karbon pada beberapa komposisi, walaupun pengaruh terhadap kuat tekan dan daya tahan dipengaruhi oleh jenis plastik, rasio campuran, serta proses produksi (Iftikhar, Alih, Vafaei, Ali, et al., 2023; Iftikhar, Alih, Vafaei, Javed, et al., 2023). Menurut SNI 03-0691-1996, paving block di klasifikasikan berdasarkan kuat tekan dan daya serap air, sebagaimana di tunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Paving Block Berdasarkan SNI 03-0691-1996

Mutu Paving Block	Kuat Tekan (MPa)		Penyerapan air rata-rata maks (%)	Penggunaan
	Rata-rata	Min		
A	40	35	3	Jalan raya, area dengan beban sangat berat (pelabuhan, bandara)
B	20	17.0	6	Jalan dengan beban sedang (jalan lingkungan, jalan kompleks, parkir)
C	15	12.5	8	Trotoar dan area pejalan kaki
D	10	8.5	10	Area taman, halaman rumah, atau area dengan beban ringan

Beberapa penelitian juga menyebutkan, bahwa paving block berbasis plastik-sand (tanpa atau dengan sedikit semen) mampu mencapai kekuatan yang memadai untuk area lalu lintas rendah hingga sedang bila komposisi dan proses dikendalikan, sedangkan penelitian yang lain juga menemukan penurunan kuat tekan bila plastik hanya dicampurkan sebagai pengganti agregat halus dalam campuran beton terutama pada fraksi plastik yang tinggi, sehingga diperlukan optimasi proporsi dan perlakuan permukaan agregat plastik yang tepat. Di samping itu, kajian LCA (life cycle assessment) dan analisis ekonomi awal menunjukkan potensi pengurangan emisi CO₂ dan biaya jika limbah plastik dapat dimanfaatkan secara lokal dan skala produksi disesuaikan (Agrawal et al., 2023; Fauzan et al., 2023). Sejumlah penelitian dan pengabdian masyarakat di Indonesia telah mengembangkan metode pembuatan paving block dari limbah PET, LDPE, dan campuran plastik rumah tangga, serta mengevaluasi aspek teknis dan sosial ekonominya. Namun, ada kebutuhan penelitian yang lebih sistematis dan terdokumentasi untuk: (a) menentukan batas persentase plastik dan fly ash yang aman agar mutu paving block memenuhi standar, (b) mengevaluasi ketahanan jangka panjang terhadap cuaca dan abrasi, (c) menetapkan prosedur proses (pencucian, pencacahan, peleburan/pengikatan) yang dapat diterapkan di skala industri kecil-menengah, dan (d) melakukan analisis siklus hidup dan biaya yang komprehensif khusus untuk kondisi Indonesia (Agyeman et al., 2019; Hardinsi et al., 2022; Mahagadha et al., 2023). Pembakaran batu bara di pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) menghasilkan limbah berupa abu terbang (*fly ash*) yang menjadi ancaman terhadap lingkungan akibat dari jumlah *fly ash* terus meningkat dan tidak ditangani dengan tepat, sehingga berpotensi mencemari lingkungan karena partikel halus yang dihasilkan ketika proses pembakaran batubara terlepas ke udara. *Fly ash* memiliki kandungan silika yang tinggi, berkisar 40-60%, yang bisa digunakan kembali untuk menjadi bahan baku pembuatan kaca, semen, keramik, dan elektronik (Chinara Abinawa & Alieftiyani Paramita Gobel, 2024). *Fly ash* termasuk limbah B3 yang bisa dimanfaatkan secara maksimal penggunaannya

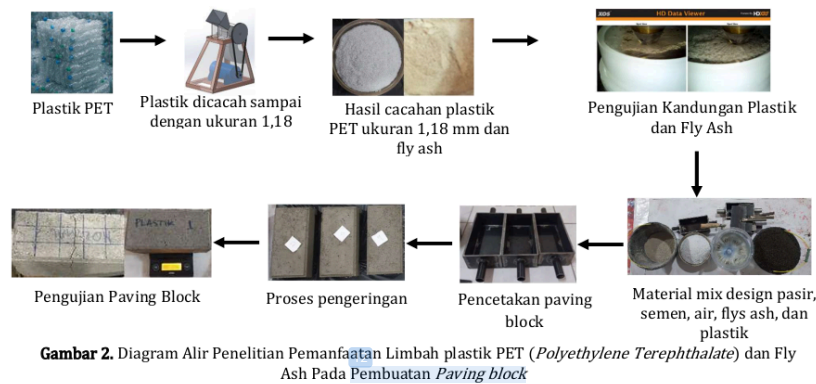
menjadi salah satu campuran beton yang memberikan dampak baik pada lingkungan dan mendukung prinsip pembangunan yang berkelanjutan (Ashad et al., 2020; Rahmadini Utami & Eka Murtinugraha, 2023).

Berdasarkan pengertian dan penjelasan dari pentingnya pembuatan paving block ramah lingkungan dengan material plastik sebagai pengganti agregat halus serta limbah *fly ash* yang dapat digunakan sebagai pengganti agregat semen (Lestari Riyandini et al., 2024), maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah pengaruh kuat tekan dan daya serap air paving block akibat substitusi *fly ash* dengan semen dan substitusi plastik dengan pasir.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan limbah plastik PET (Polyethylene Terephthalate) dan fly ash sebagai bahan campuran pembuatan paving block yang ramah lingkungan dengan fokus pada (1) komposisi dan ukuran cacahan plastik (penggantian agregat), (2) pengujian kuat tekan dan absorpsi air (*water absorption*) sesuai dengan SNI, serta (3) penilaian keuntungan lingkungan ekonomi skematis. Dengan menggabungkan hasil pengujian laboratorium dan studi literatur, diharapkan penelitian ini dapat memberikan rekomendasi teknis dan praktik produksi yang dapat meningkatkan nilai tambah dari limbah plastik dan fly ash yang memenuhi persyaratan mutu beton B, C, dan D untuk aplikasi penggunaan pada pedestrian, area parkir, dan trotoar.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengujian laboratorium melalui serangkaian tahapan, dimulai dari survei lapangan, pembuatan alat pencacah plastik, pengujian sampel di laboratorium, perencanaan *mix design*, pengecoran, pengujian, analisis data, hingga penyusunan laporan. Diagram alir proses penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat seperti pada Gambar 2.



2.1 Komposisi Campuran Pembuatan Paving Block (mix design)

Setelah proses pencacahan plastik selesai dilakukan maka proses selanjutnya adalah melakukan analisis *mix design* (desain komposisi campuran). Desain komposisi campuran dilakukan berdasarkan standar SNI untuk mendapatkan proporsi setiap material campuran yang digunakan, (A, 2018; Difo

Alfindo & Rita Nasmirayanti, 2022; Hakim et al., 2021; SNI 03-2834-2000, 2000; SNI 7656:2012, 2012; Sukardi et al., 2022). Tabel 3 menunjukkan komposisi campuran material pembuatan *paving block* dengan proporsi substitusi plastik PET sebesar 5% dari agregat halus dan fly ash sebesar 5%-20% dari agregat semen.

Tabel 2. Komposisi Campuran Material Pembuatan Paving Block dengan Campuran plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) dan Fly Ash

Jumlah Sampel (buah)	Persentase (%)		Berat (kg)		Semen (kg)	Agregat Halus/ Pasir (kg)	Air (kg)
	Plastik	Fly Ash	Plastik	Fly Ash			
12	0	0	0	0	4.32	25.53	2.98
12		5	0.0127	0.216	4.104	25.518	2.98
12		10	0.0127	0.432	3.888	25.518	2.98
12		15	0.0127	0.648	3.672	25.518	3.9744
12		20	0.0127	0.864	3.456	25.518	2.98

Pencetakan/ pembuatan *paving block* dilakukan untuk 60 buah sampel dengan penambahan campuran plastik dan fly ash. Sebelum dilakukan pencetakan maka semua material pasir, semen, plastik cacahan, dan air sudah dipersiapkan terlebih dahulu sesuai dengan hasil analisis *mix design*, (Foulhuda et al., 2022). Gambar 3. menunjukan hasil pencetakan *paving block* yang dilakukan di laboratorium. Setelah proses pencetakan *paving block* maka akan dilakukan pengeringan *paving block* dengan suhu ruangan 26-28 °C. Paving block yang sudah dicetak kemudian

didinginkan sampai mengeras merata. Proses pengondisian paving block plastik ini sekitar 1 hari (24 jam) (Badan Standardisasi Nasional, 1996).



Gambar 3. Hasil Pencetakan dan Curing *Paving Block* dengan Menggunakan Campuran Plastik PET dan Fly Ash

2.2 Pengujian Daya Serap Air dan Massa Jenis

Adapun tujuan dari pengujian daya serap air ini adalah untuk mengukur ketahanan terhadap cuaca dan lingkungan, mengecek kualitas campuran, menentukan tingkat kepadatan dan kekuatan dari *paving block*, serta mendukung keberlanjutan dari pengembangan campuran material (abu sekam padi) yang digunakan. *Paving block* dengan daya serap air yang baik cenderung memiliki persentase yang lebih rendah, (Badan Standardisasi Nasional, 1996; Wajdi et al., 2023). Rentang ini penting karena *paving block* sering digunakan untuk area yang terbuka dan terkena air hujan langsung. Daya serap yang rendah membantu *paving block* tetap kuat dan tahan terhadap pelapukan serta kerusakan akibat perubahan suhu. Analisa perhitungan daya serap *paving block* digunakan dengan rumus:

$$\text{Daya Serap Air (\%)} = \frac{(W_2 - W_1)}{W_1} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

W_1 = Berat *Paving Block* dalam kondisi kering

W_2 = Berat *Paving Block* dalam kondisi basah.

Untuk menentukan nilai massa jenis *paving block* dapat dihitung dengan:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

Dengan:

ρ = Massa jenis (kg/cm^3 atau kg/m^3)

m = Massa benda (kg)

V = Volume benda (cm^3)

2.3 Pengujian Porosity

Porositas spesimen *paving block* ditentukan dengan mengukur berat kering dan berat jenuh setelah 24 jam perendaman air. Nilai porositas dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$P = \frac{W_b - W_k}{V \times \rho_{\text{water}}} \times 100\% \quad (3)$$

Di mana P adalah porositas (%), W_b adalah berat jenuh, W_k adalah berat kering oven, V adalah volume spesimen, dan ρ_{water} merupakan massa jenis air.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Kandungan Fly Ash dan Plastik

Pengujian kandungan unsur kimia fly ash dan plastik dilakukan di Pusat Laboratorium Forensik Polri (PUSLABFOR) dengan menggunakan HDXRF. Hasil pengujian menunjukkan bahwa unsur kimia silikon memiliki persentase kandungan terbesar yaitu 215.606 ppm atau sekitar 21,56% dimana unsur silikon ini dapat mengikat oksigen sehingga membentuk unsur SiO_2 (Silikon dioksida/ silika) yang bisa meningkatkan kuat tekan dan daya tahan (durabilitas) beton. Beberapa jenis unsur kimia lainnya yang di kandung oleh fly ash dapat dilihat pada Tabel 4.

Table 4 Hasil Pengujian Kandungan Kimia Fly Ash

No	Element	Concentration/ppm	%
1	Si (14)	215606	21.56
2	Fe (26)	73003	7.30
3	Ca (20)	71148	7.12
4	Al (13)	53502	5.35
5	K (19)	7972	0.80
6	P (15)	5643	0.56
7	Ti (22)	4831	0.48

8	S (16)	1517	0.15
9	Mn (25)	1091	0.11

Dari hasil pengujian kandungan kimia plastik PET didapatkan hasil bahwa unsur kimia silikon memiliki persentasi yang terbanyak sebesar 27.143 ppm sekitar 2,7% diikuti dengan unsur kimia Al dengan

nomor unsur 13 sebesar 11.774 ppm sekitar 1,17% dan beberapa jenis unsur kimia lain yang di kandung dapat di lihat pada Tabel 5.

Table 5. Hasil Pengujian Kandungan Kimia Plastik

No	Element	Concentration/ppm	%
1	Si (14)	27143	2.7143
2	Al (13)	11774	1.1774
3	Ca (20)	8601	0.8601
4	Fe (26)	2124	0.2124
5	P (15)	1299	0.1299
6	S (16)	311	0.0311
7	Sb (51)	234	0.0234
8	Ti (22)	146	0.0146
9	Cl (17)	125	0.0125

Dari hasil pengujian kandungan kimia yang dilakukan pada fly ash dan plastik diperoleh bahwa silikon memiliki persentase kandungan terbesar sebesar 21,56% dan 2,7%. Hal ini menunjukkan kandungan yang sama juga dengan kandungan kimia semen

untuk silika sebesar 17-25%. Dari hasil ini menunjukan bahwa plastik, fly ash dan semen akan berikatan dengan baik dan mampu mempengaruhi kuat tekan dan daya serap air paving block.

3.2 Analisis Daya Serap Air Pada Paving Block

Berdasarkan pada Tabel 6. Dapat di lihat hasil pengujian daya serap air pada umur paving block 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Dari data hasil pengujian daya serap air yang dilakukan pada semua umur paving block menunjukkan penurunan daya serap air yang ditambahkan cacahan plastik sebagai pengganti agregat halus/ pasir, dimana paving block

yang ditambahkan cacahan plastik sebesar 5% memiliki penyerapan air yang lebih rendah daripada paving block normal, substitusi fly ash 5%-20% juga membuat hasil penyerapan dari paving block berbeda, dimana daya serap airnya menunjukkan penurunan seiring bertambahnya jumlah persentasi fly ash. Dari hasil pengujian daya serap yang dilakukan diperoleh nilai daya serap air berada pada 7.1%-11.07%.

Table 6. Hasil Pengujian Daya Serap Air Paving Block

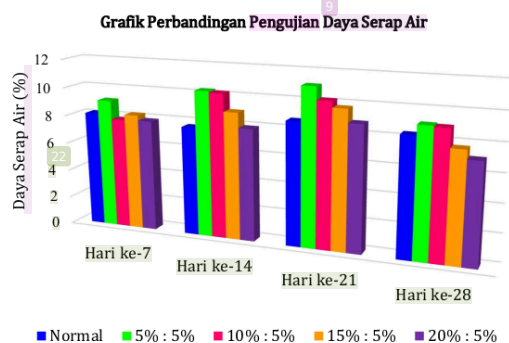
Variasi/ Sampel	Hari ke-7		Hari ke-14		Hari ke-21		Hari ke-28	
	Daya Serap (%)	Massa Jenis (ρ) kg/m ³	Daya Serap (%)	Massa Jenis (ρ) kg/m ³	Daya Serap (%)	Massa Jenis (ρ) kg/m ³	Daya Serap (%)	Massa Jenis (ρ) kg/m ³
Normal	8.14	1911	7.68	1974	8.68	1922	8.36	1958
5%: 5%	9.12	1813	10.28	1782	11.07	1793	9.06	1807
10%: 5%	7.81	1847	10.19	1771	10.18	1806	8.99	1856
15%: 5%	8.22	1842	8.96	1844	9.75	1824	7.73	1833
20%: 5%	7.87	1890	7.92	1929	8.83	1857	7.1	1896

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang dilakukan dengan substitusi semen dengan fly ash sebesar 5%-20% dan substitusi agregat halus dengan plastik sebesar 5% diperoleh nilai daya serap air terkecil berada pada paving block umur 28 hari

dengan kadar fly ash 20% dan plastik 5% dengan daya serap air sebesar 7.1% dimana paving block berada pada mutu C, dengan standart daya serap air maksimum $\leq 8\%$, hal ini membuktikan bahwa penambahan fly ash dan plastik sebagai pengganti

sebagian dari semen dan pasir memberikan pengaruh terhadap daya serap air pada paving block. Sedangkan nilai dari massa jenis paving block berada pada 1771-1958 kg/m³ yang masih berada pada massa jenis

paving block dengan campuran plastik PET ±1800-2100 kg/m³. Gambar 5 menunjukkan hasil dari daya serap dan massa jenis paving block pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Daya Serap Air pada Paving Block

3.3 Analisis Porosity Pada Paving Block

Berdasarkan pada Tabel 7. Dapat di lihat hasil pengujian daya serap air pada umur paving block 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Dari data hasil pengujian porosity yang dilakukan pada semua umur paving block menunjukkan penurunan porositas yang ditambahkan cacahan plastik sebagai pengganti agregat halus/ pasir, dimana paving block yang

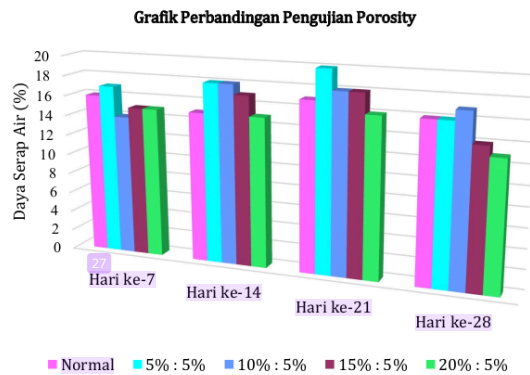
ditambahkan cacahan plastik sebesar 5% memiliki porosity yang lebih rendah daripada paving block normal, substitusi *fly ash* 5%-20% juga membuat hasil porosity dari paving block berbeda, dimana porosity menunjukkan penurunan seiring bertambahnya jumlah persentasi *fly ash*. Dari hasil pengujian yang dilakukan diperoleh nilai porosity berada pada 13%-18%.

Table 7. Hasil Pengujian Porosity Paving Block

Variasi/ Sampel	Hari ke-7		Hari ke-14		Hari ke-21		Hari ke-28	
	Porosity (%)	Massa Jenis (ρ) kg/m ³	Porosity (%)	Massa Jenis (ρ) kg/m ³	Porosity (%)	Massa Jenis (ρ) kg/m ³	Porosity (%)	Massa Jenis (ρ) kg/m ³
Normal	16	1911	15	1974	17	1922	16	1958
5%: 5%	17	1813	18	1782	20	1793	16	1807
10%: 5%	14	1847	18	1771	18	1806	17	1856
15%: 5%	15	1842	17	1844	18	1824	14	1833
20%: 5%	15	1890	15	1929	16	1857	13	1896

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang dilakukan dengan substitusi semen dengan *fly ash* sebesar 5%-20% dan substitusi agregat halus dengan plastik sebesar 5% diperoleh nilai porosity terkecil berada pada paving block umur 28 hari dengan kadar *fly ash* 20% dan plastik 5% dengan porosity 13% dimana paving block berada pada kualitas baik, dengan standart porosity masih berada pada (10-

15%), hal ini membuktikan bahwa penambahan *fly ash* dan plastik sebagai pengganti sebagian dari semen dan pasir memberikan pengaruh terhadap porosity pada paving block.



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Porosity pada Paving Block

3.4 Hubungan Antara Daya Serap Air dan Porosity

Hubungan antara porositas dan penyerapan air merupakan parameter penting dalam mengevaluasi kualitas paving block. Porositas yang lebih tinggi umumnya menyebabkan penyerapan air yang lebih tinggi karena peningkatan volume rongga di dalam material (Rangan et al., 2025). Akibatnya, kekuatan tekan menurun karena pori-pori internal mengurangi kepadatan dan ikatan matriks. Oleh karena itu, paving block dengan porositas dan penyerapan air yang lebih rendah cenderung menunjukkan kekuatan tekan yang lebih tinggi dan daya tahan yang lebih baik (Subashi De Silva & Priyamali, 2022).

Pada Tabel 8. dapat dilihat hasil pengujian daya serap air dan porosity paving block pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Dari data hasil pengujian

daya serap air dan porosity yang dilakukan pada semua umur paving block menunjukkan penurunan pada substitusi cacahan plastik sebagai pengganti agregat halus/ pasir sebesar 5% dan substitusi *fly ash* dengan semen sebesar 5-20% memiliki penyerapan air dan porosity yang lebih rendah daripada paving block normal, nilai daya serap dan porosity terendah berada pada usia paving block 28 hari dengan nilai daya serap 7.1% dan porosity 13%. Penggunaan *fly ash* 20% dan plastik 5% pada campuran paving block mempengaruhi sifat karakteristik fisik dan kimia campuran yang mampu menurunkan porositas dan penyerapan air yang lebih rendah.

Table 8. Hasil Pengujian Daya Serap Air dan Porosity Paving Block

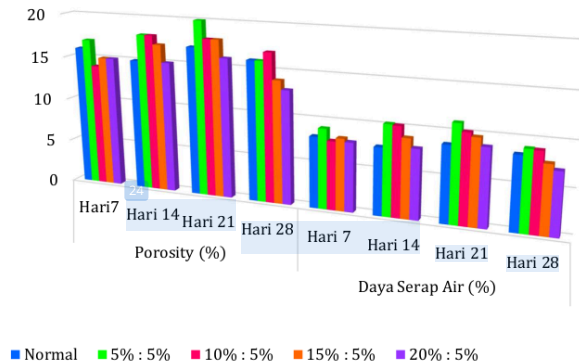
Variasi/ Sampel	Hari ke-7		Hari ke-14		Hari ke-21		Hari ke-28	
	Daya Serap (%)	Porosity (%)	Daya Serap (%)	Porosity (%)	Daya Serap (%)	Porosity (%)	Daya Serap (%)	Porosity (%)
Normal	8.14	16	7.68	15	8.68	17	8.36	16
5%: 5%	9.12	17	10.28	18	11.07	20	9.06	16
10%: 5%	7.81	14	10.19	18	10.18	18	8.99	17
15%: 5%	8.22	15	8.96	17	9.75	18	7.73	14
20%: 5%	7.87	15	7.92	15	8.83	16	7.1	13

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang dilakukan dengan substitusi semen dengan *fly ash* sebesar 5%-20% dan substitusi agregat halus dengan plastik sebesar 5% diperoleh nilai daya serap air dan

porosity terkecil jika di bandingkan dengan paving block normal, dimana nilai dari daya serap dan porosity paving block normal pada usia 28 hari memiliki nilai 8.36% dan 16%. Dari hasil ini

menunjukkan bahwa paving block normal berada pada kualitas paving sedang dengan nilai porositas (15-20%). Jika hasil ini di bandingkan dengan paving block dengan campuran 20% fly ash dan plastik 5% , maka paving block berada pada paving block mutu C dengan kualitas paving baik dengan nilai porositas

(10-15%). Gambar 6 menunjukkan grafik hubungan antara daya serap air dengan porosity paving block, dimana dari hasil analisis diperoleh bahwa nilai daya serap rendah maka nilai porosity juga akan rendah, begitu juga sebaliknya.



Gambar 6. Grafik Hubungan Daya Serap Air dan Porosity pada Paving Block

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada analisis pengaruh lama perendaman pada campuran fly ash dan plastik diperoleh kesimpulan dimana paving block pada usia 28 hari dengan menggunakan campuran fly ash 20% dan plastik 5% memiliki nilai porosity 13% dan daya serap air 7.1% dengan kualitas paving baik mutu C. Nilai ini jika di bandingkan dengan paving normal yang memiliki nilai porosity 16% dan daya serap 8.36% dengan kualitas paving sedang. Dari hasil ini menunjukkan bahwa campuran fly ash dan plastik pada pembuatan paving block mampu menurunkan daya serap dan porosity dan kualits paving block lebih baik dari paving normal.

Jurnal Ilmu Lingkungan JIL - Sudarno -TIM-2026-Fly Ash - Plastik - Copy.docx

ORIGINALITY REPORT

21%

SIMILARITY INDEX

16%

INTERNET SOURCES

14%

PUBLICATIONS

11%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Sudarno P Tampubolon, Deviana Pratiwi Munthe, Medyawanti Pane, Irene V Simanjuntak et al. "Analysis of Water Absorption in the Utilization of Plastic Waste as a Mixed Material for Making Environmentally Friendly Paving Blocks", Formosa Journal of Applied Sciences, 2026 Publication	2%
2	ejournal.undip.ac.id Internet Source	1%
3	edoc.tips Internet Source	1%
4	dspace.uui.ac.id Internet Source	1%
5	adoc.pub Internet Source	1%
6	Submitted to Universitas Tanjungpura Student Paper	1%
7	Submitted to LL DIKTI IX Turnitin Consortium Part II Student Paper	1%
8	ejournal.itp.ac.id Internet Source	1%
9	Tio Yanuar Widodo, Hendramawat Aski Safarizki. "Pengaruh Pemanfaatan Limbah Las Karbit Sebagai Substitusi Sebagian Semen	1%

Terhadap Kuat Tekan Paving Block", Seminar Nasional Teknik Sipil, 2025

Publication

10	text-id.123dok.com Internet Source	1 %
11	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	1 %
12	repository.ummat.ac.id Internet Source	1 %
13	Adinda Audina Zahroh, Kholidia Ayunaning, Rahmat Dwi Sutrisno. "Judul ini agak rusak tolong untuk diloloskan Doi nya", Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 2025 Publication	1 %
14	lib.unnes.ac.id Internet Source	1 %
15	repository.radenintan.ac.id Internet Source	1 %
16	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1 %
17	nanopdf.com Internet Source	<1 %
18	repository.lppm.unila.ac.id Internet Source	<1 %
19	Rizka Felly, Verry Andre Fabiani, Nurhadini Nurhadini, Ristika Oktavia Asriza. "SOSIALISASI DAN EDUKASI PENINGKATAN KUALITAS PUPUK KOMPOS DARI SAMPAH ORGANIK MENGGUNAKAN MESIN PENGADUK PUPUK DI KSM SRIMENANTI JAYA SUNGAILIAT", SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan, 2022 Publication	<1 %

20	Submitted to Universidad Católica San Pablo Student Paper	<1 %
21	ft.unimal.ac.id Internet Source	<1 %
22	Submitted to UIN Raden Intan Lampung Student Paper	<1 %
23	jurnal.unma.ac.id Internet Source	<1 %
24	123dok.com Internet Source	<1 %
25	Submitted to Institut Teknologi Kalimantan Student Paper	<1 %
26	jurnal.pusjatan.pu.go.id Internet Source	<1 %
27	www.scribd.com Internet Source	<1 %
28	Muhammad Fauzi Romadhon, Pran Moch. Saleh, Muh. Firmansyah Fattah, Jati Ratna Afifah et al. "PENINGKATAN ADOPSI INOVASI PEMBENAH TANAH FABA-COMFE MELALUI SEKOLAH LAPANGAN UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS PETANI MENUJU PERTANIAN BERKELANJUTAN", JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri), 2025 Publication	<1 %
29	ejournal.uki.ac.id Internet Source	<1 %
30	Submitted to Cerritos College Student Paper	<1 %
31	ilmupengetahuanumum.com Internet Source	<1 %
32	repository.maranatha.edu Internet Source	

<1 %

33 repository.umy.ac.id:8080
Internet Source

<1 %

34 Muhammad Bagus Syahputra, Dian Rahayu Jati, Ochih Saziati. "Identifikasi Potensi Abu Terbang (Fly Ash) Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Pada Pembuatan Paving Block Ramah Lingkungan", Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, 2023
Publication

<1 %

35 Roza Mildawati, Rahmad Alvin, Sri Hartati Dewi. "ANALISA PERBANDINGAN KUAT TEKAN PAVING BLOCK MENGGUNAKAN PASIR COR DANAU BINGKUANG DAN PASIR URUG GARUDA SAKTI", Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil, 2024
Publication

<1 %

36 digilib.uinsa.ac.id
Internet Source

<1 %

37 ejournal.unesa.ac.id
Internet Source

<1 %

38 repository.ub.ac.id
Internet Source

<1 %

39 Cahyaning Kilang Permatasari, Hery Kristiyanto, Sucipto Sucipto, Fadillah Fadillah. "LITERATUR REVIEW: PEMANFAATAN FLY ASH TERHADAP KUAT TEKAN PAVING BLOCK", CivETech, 2025
Publication

<1 %

40 Yusuf Amran, Arif Wahyu Permana, Septyanto Kurniawan. "PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK JENIS POLYPROPYLENE SEBAGAI BAHAN UTAMA PAVING BLOCK PLASTIS DENGAN

<1 %

CAMPURAN ARANG SEKAM PADI MENGACU
PADA SNI 03-0691-1996", TAPAK (Teknologi
Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi
Teknik Sipil, 2024

Publication

41

Ari Ramaddan, Anisah Anisah, R. Eka
Murtinugraha. "Pemanfaatan Campuran
Limbah Plastik Hdpe dan Fly Ash sebagai
Subtitusi Agregat Halus Pada Paving Block
sebagai Implementasi Pada Mata Kuliah Ilmu
Bahan Bangunan", Jurnal Pendidikan
Tambusai, 2026

<1 %

Publication

42

Erlina Erlina. "PENGARUH PENAMBAHAN
SERAT IJUK TERHADAP KEKUATAN MORTAR
BETON PAVING BLOCK", CivETech, 2020

<1 %

Publication

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On