

Pemanfaatan Sampah Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dalam Pembuatan *Paving Block* Ditinjau dari Sifat Mekanis

Ayuni Lestari^{1*}, Eka Juliafad², Yose Fajar Pratama³, dan Faisal Ashar⁴

^{1,2,3,4} Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Kota Padang
Email: ayunilestari734@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya timbulan sampah plastik, khususnya jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dari botol minuman di Kota Padang yang mencapai 64-96 ton per hari. Inovasi dalam pengelolaan limbah diperlukan untuk mengurangi dampak lingkungan sekaligus mendukung ketersediaan material konstruksi yang berkelanjutan (Siregar, 2020). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan limbah plastik PET sebagai bahan pengganti semen dalam pembuatan *paving block* ditinjau dari sifat mekanisnya yang meliputi kuat tekan, kuat lentur, kekakuan (*stiffness*), daktilitas, dan energi disipasi. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental kuantitatif berbasis laboratorium. Benda uji dibuat dengan melelehkan limbah plastik PET pada suhu $\pm 200^{\circ}\text{C}$ yang kemudian dicampur dengan pasir menggunakan empat variasi komposisi volume (PET:Pasir), yaitu: 100:0, 25:75, 50:50, dan 75:25. Hasil penelitian ini dibandingkan dengan *paving block* normal (campuran semen-pasir 1:3) dan *paving block* pracetak fabrikasi sebagai kontrol. Hasil pengujian menunjukkan bahwa limbah plastik PET yang dilelehkan mampu berfungsi secara fungsional sebagai bahan pengikat butiran pasir. Variasi campuran 50% PET : 50% Pasir merupakan komposisi paling optimal dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 13,413 MPa, yang memenuhi spesifikasi Mutu C (minimal 12,5 MPa) sesuai SNI 03-0691-1996 untuk aplikasi jalur pejalan kaki. Analisis perilaku mekanis menunjukkan bahwa variasi dengan kadar pasir lebih tinggi (25:75) menghasilkan nilai kekakuan tertinggi sebesar 2069,19 N/mm, sementara penambahan kadar PET meningkatkan daktilitas material. Namun, peningkatan kadar plastik cenderung menurunkan nilai kuat lentur dan energi disipasi. Secara keseluruhan, *paving block* berbasis PET-Pasir ini layak digunakan sebagai alternatif material konstruksi ramah lingkungan untuk kategori non-struktural.

Kata Kunci: *Paving Block*, Limbah PET, Sifat Mekanis, Kuat Tekan, Kuat Lentur, Material Berkelanjutan

Pernyataan Pendanaan

Penelitian ini tidak menerima pendanaan ataupun hibah khusus dari lembaga pendanaan mana pun di sektor publik, komersial, atau nirlaba.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada keluarga besar terkhusus orang tua, teman-teman yang telah memberikan dukungan penuh dan bantuan dari awal penelitian hingga penelitian ini selesai dilakukan. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing dan

penguji yang telah memberi saran dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian.

Etika Publikasi

Penelitian ini tidak melibatkan manusia sebagai subjek penelitian. Data yang didapatkan sepenuhnya berdasarkan pengujian di laboratorium secara nyata. Dengan demikian, penelitian ini tidak memerlukan persetujuan etika sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Penyataan AI

Struktur tata bahasa artikel ini diperbaiki dengan menggunakan ChatGPT dan Gemini, dan para penulis telah memeriksa kembali keakuratan dan kebenaran kalimat yang dihasilkan sesuai dengan topik dan data penelitian ini. Penggunaan bahasa dalam artikel ini telah diverifikasi dan divalidasi serta tidak ada kalimat yang sepenuhnya dihasilkan oleh AI tanpa validasi manual yang dimasukkan ke dalam artikel ini.

1. Pendahuluan

Peningkatan volume limbah plastik global, khususnya jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dari botol minuman sekali pakai, telah menjadi urgensi lingkungan yang signifikan di masa kini. PET merupakan polimer termoplastik yang sulit terurai secara alami, sehingga penumpukannya di tempat pembuangan akhir menyebabkan degradasi kualitas lingkungan. Di sisi lain, industri konstruksi terus mencari alternatif material berkelanjutan untuk mengurangi ketergantungan pada semen *portland*, yang proses produksinya menyumbang emisi gas rumah kaca dalam jumlah besar (Iftikhar et al., 2023).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengeksplorasi pemanfaatan limbah plastik dalam material konstruksi. Penelitian oleh Zafran et al. (2024), menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi sebesar 12,41 MPa dicapai pada variasi 50% pasir dan 50% plastik. Meskipun penelitian tersebut memberikan fondasi penting mengenai penggunaan PET sebagai pengikat, fokus analisisnya masih terbatas pada parameter fisis seperti daya serap air dan kuat tekan standar pada umur 28 hari. Namun, karakteristik mekanis yang lebih mendalam seperti bagaimana material ini berperilaku di bawah beban ekstrem dan kemampuannya untuk mendisipasikan energi belum dibahas secara komprehensif.

Masalah utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana memanfaatkan limbah PET sebagai bahan ikat tunggal untuk menggantikan peran semen sepenuhnya dalam pembuatan *paving block*. Pendekatan yang diusulkan adalah dengan melelehkan limbah PET dan mencampurkannya dengan pasir dalam berbagai variasi (100:0, 75:25, 50:50, dan 25:75) untuk mendapatkan karakteristik mekanis yang optimal.

Nilai kebaruan (*novelty*) dan inovasi dari penelitian ini terletak pada penghilangan komponen semen secara total dan fokus analisis pada sifat mekanis yang tidak terbatas pada kuat tekan saja, tetapi juga mencakup analisis daktilitas, kekakuan, dan energi disipasi.

Daktilitas didefinisikan sebagai kemampuan material untuk mengalami deformasi plastis besar sebelum mengalami patah atau hancur (Callister & Rethwisch, 2018). Sedangkan kekakuan diartikan sebagai rasio antara gaya eksternal yang bekerja terhadap besarnya deformasi yang terjadi (Gere & Timoshenko, 2000).

Inovasi ini tidak hanya menawarkan solusi pengelolaan limbah plastik yang efektif, tetapi juga menciptakan material konstruksi alternatif yang lebih tangguh dan memiliki jejak karbon yang jauh lebih rendah dibandingkan *paving block* konvensional.

2. Metode dan Bahan

2.1 Jenis Penelitian atau Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental kuantitatif berbasis laboratorium untuk menganalisis sifat mekanis *paving block* dengan campuran pasir dan limbah botol plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET). Tahapan penelitian ini terdiri dari persiapan material, pembuatan benda uji, dan pengujian mekanis *paving block*.

Penelitian ini menggunakan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai pengganti semen pada *paving block*. Proses produksi melibatkan pelelehan PET pada suhu $\pm 200^{\circ}\text{C}$ yang kemudian dicampur dengan pasir menggunakan empat variasi komposisi volume (PET:Pasir), yaitu: 100:0, 25:75, 50:50, dan 75:25. Pengujian mekanis dilakukan menggunakan dua jenis spesimen: kubus berdimensi 150 mm x 150 mm x 150 mm untuk uji kuat tekan, serta balok persegi panjang berukuran 200 mm x 100 mm x 60 mm untuk analisis uji kuat lentur.

Penentuan kebutuhan material pasir dan limbah plastik PET tidak dilakukan per satu cetakan, melainkan menggunakan metode pencampuran massa total (*batching by weight*) untuk menjaga homogenitas campuran. Pada saat penelitian, ditetapkan berat total campuran sebesar 5 kg untuk setiap variasi perbandingan. Jumlah benda uji yang dihasilkan bergantung pada volume total dari adonan tersebut

Tabel 1. Proporsi Campuran *Paving Block*

Variasi Campuran (%)	Berat total (gr)	Proporsi Campuran		
		PET (gr)	Pasir (gr)	Semen (gr)
Normal	5000	-	3750	1250
25:75	5000	1250	3750	-
50:50	5000	2750	2750	-
75:25	5000	3750	1250	-
100	5000	5000	0	-

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Penelitian dimulai dengan penyusunan proposal tugas akhir pada awal bulan November 2025, dilanjutkan dengan pelaksanaan penelitian sampai dengan April 2026.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua data, yaitu data primer dan data sekunder.

2.3.1. Data primer yang diperoleh melalui tiga jalur utama, yaitu pengujian material dasar, pembuatan sampel di laboratorium, dan hasil pengujian langsung di

laboratorium terhadap spesimen *paving block* dengan variasi campuran PET dan pasir (100:0, 75:25, 50:50, dan 25:75).

2.3.2. Data sekunder diperoleh melalui studi literatur yang relevan terhadap jurnal internasional, jurnal nasional, dan buku teks terkait teknologi material limbah plastik dan juga *paving block*.

2.4 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dimulai dengan evaluasi kelayakan bahan dasar, lalu dilanjutkan dengan pengolahan data hasil uji mekanis untuk menentukan kinerja *paving block* berbasis PET-pasir. Analisis ini bersifat kuantitatif eksperimental, menggunakan rumus standar SNI dan perhitungan statistik sederhana untuk membandingkan variasi komposisi.

2.4.1. Analisis Uji Kelayakan Material

Uji kelayakan material dilakukan untuk memastikan bahwa bahan penyusun memenuhi persyaratan sebelum digunakan dalam pembuatan benda uji. Bahan yang diuji yaitu semen sebagai material pembuatan *paving block* normal dan pasir sebagai agregat utama dalam pembuatan semua variasi benda uji.

2.4.2. Analisis Hasil Uji Sifat Mekanis

Dalam penelitian ini, sifat mekanis yang akan dianalisis meliputi kuat tekan, kuat lentur, kekakuan (*stiffness*), daktilitas, dan juga energi disipasi dari variasi campuran *paving block*. Sifat mekanis tersebut dipilih karena mewakili sifat mekanis dari *paving block* yang menentukan mutu dan daya tahannya terhadap beban maupun pengaruh lingkungan. Kuat tekan pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-0691-1996. Sedangkan kuat lentur mengacu pada SNI 4154:2014.

2.4.3. Analisis Hubungan Antar Parameter

Hubungan antar parameter yang digunakan dalam penelitian ini saling berkaitan secara intrinsik dalam menentukan mutu akhir *paving block* yang disubstitusi limbah botol plastik (PET), meliputi hubungan berat benda uji terhadap kuat tekan dan kuat lentur, dan juga hubungan variasi campuran *paving block* PET dengan sifat mekanis.

2.4.4. Analisis Perbandingan dengan Sampel Kontrol

Analisis ini dilakukan untuk memvalidasi performa inovasi *paving block* PET dan Pasir. Benda uji dalam penelitian ini dibandingkan dengan performa dari *paving block* konvensional (normal), dan juga *paving block* fabrikasi. Terakhir yaitu mengevaluasi kesesuaian nilai kuat tekan benda uji dengan SNI 03-0691-1996.

2.5 Penelitian Relevan

- a. Penelitian oleh Zafran et al. (2024)) menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah plastik PET sebagai bahan pengikat dalam *paving block* tanpa semen menghasilkan kuat tekan optimum sebesar 12,41 MPa pada komposisi 50% pasir : 50% plastik, yang memenuhi standar perkerasan ringan.
- b. Penelitian Sani et al. (2024), menunjukkan bahwa variasi bentuk dan komposisi memengaruhi kuat tekan, di mana bentuk wajik dengan campuran 30% PET : 70% pasir menghasilkan nilai tertinggi sebesar 15,9 MPa, diikuti hexagon 13,5 MPa dan balok 12,4 MPa, yang termasuk dalam kategori mutu C.
- c. Penelitian Zubaidi et al. (2025), menunjukkan bahwa penambahan pasir sebesar 10% pada *paving block* berbasis PET menghasilkan kuat tekan optimum sebesar

96,87 kg/cm² (\approx 8 MPa), sedangkan peningkatan hingga 30% justru menurunkan kekuatan akibat ikatan material yang kurang optimal.

- d. Penelitian Kahfi et al. (2025) menemukan bahwa komposisi 65% plastik : 35% pasir dengan tambahan oli bekas menghasilkan kuat tekan optimum sebesar 12,25 MPa, sementara peningkatan kadar plastik menyebabkan penurunan berat jenis dan daya serap air.
- e. Penelitian Paramita (2025), menunjukkan bahwa penambahan PET sebesar 0,5% pada *paving block* berbasis semen menghasilkan kuat tekan sebesar 24,29 MPa dan kuat lentur sebesar 2,97 MPa, serta meningkat menjadi 24,71 MPa dengan penambahan akselerator, yang menunjukkan peran PET sebagai *filler* dalam meningkatkan kinerja mekanis.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa rasio campuran plastik PET dan pasir secara signifikan memengaruhi karakteristik mekanis *paving block*. Data hasil pengujian diringkas dalam tabel dan grafik untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai perilaku material.

3.1. Hasil Uji Kelayakan Bahan

Tabel 2. Hasil Uji Kelayakan Material Pasir

Keterangan	Kadar air (%)	Kadar lumpur (%)	Berat Jenis	Daya serap air (%)	Analisa saringan	Berat Isi	
						Gembur	Padat
Pasir	2,647%	3,707%	2,929	4,130	Zona III	1,121	1,322

Tabel 3. Hasil Uji Kelayakan Material Semen

Keterangan	Berat jenis	Konsistensi normal (%)	Waktu Ikat (menit)
Semen	2,93	27%	75

Hasil pengujian kelayakan material menunjukkan bahwa pasir memiliki kadar lumpur sebesar 3,707% dan masuk dalam Zona III (pasir agak halus), sementara semen memiliki waktu ikat 75 menit dengan konsistensi 27%, di mana seluruh parameter tersebut telah memenuhi standar teknis sebagai bahan ikat dan pengisi.

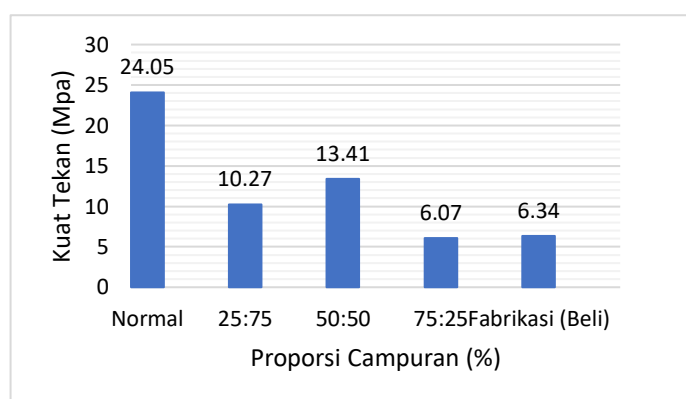
Meskipun nilai berat isi pasir, baik dalam kondisi gembur yaitu 1,121 maupun padat yaitu 1,322, berada di bawah ambang batas minimum SNI, material ini tetap dinyatakan layak karena hasil pengujian kekuatan akhir *paving block* normal mampu mencapai Mutu B.

Rendahnya berat isi tersebut mengindikasikan bahwa pasir memiliki porositas yang lebih tinggi atau gradasi yang sangat halus, namun hal ini tidak menghalangi terbentuknya ikatan matriks yang cukup kuat saat dikombinasikan dengan material lain dalam campuran, sehingga efektivitas material tetap teruji melalui performa mekanis produk akhir.

3.2. Hasil Kuat Tekan

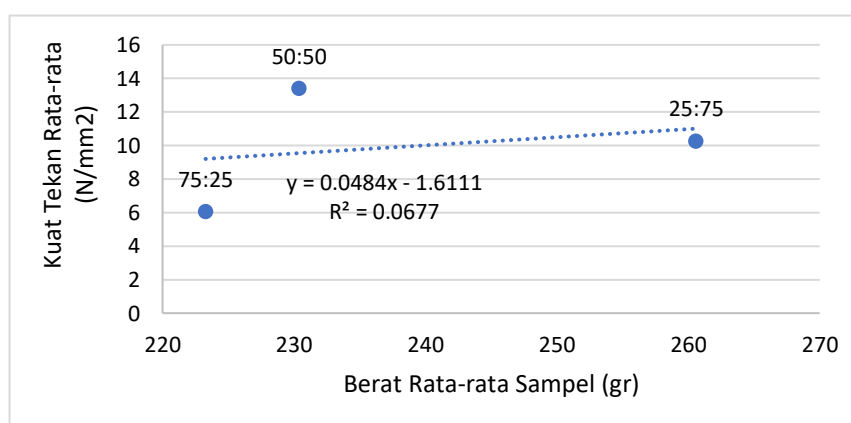
Tabel 4. Hasil Kuat Tekan *Paving Block*

Variasi Campuran	Standar	Berat Rata-rata Sampel (gr)	Kuat Tekan Rata-rata (N/mm ²)	Mutu
Normal	SNI 03-0691-1996	278,523	24,053	B
25:75		260,587	10,267	D
50:50		230,390	13,413	C
75:25		223,270	6,067	-
Fabrikasi (Beli)		470,633	6,335	-



Gambar 1. Grafik Hasil Kuat Tekan

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan menggunakan mesin CTM, variasi Inovasi 50% PET : 50% Pasir merupakan komposisi paling optimal dengan nilai kekuatan rata-rata sebesar 13,413 MPa, sehingga menjadi satu-satunya sampel inovasi yang berhasil memenuhi spesifikasi Mutu C (minimal 12,5 MPa) sesuai standar SNI 03-0691-1996 untuk aplikasi jalur pejalan kaki. Sebaliknya, variasi Inovasi 25:75 hanya mencapai Mutu D (10,267 MPa), sementara variasi Inovasi 75:25 (6,067 MPa) dan sampel Fabrikasi/Beli (6,335 MPa) tidak memenuhi syarat mutu minimal SNI, seperti yang tertera pada tabel 1.



Gambar 2. Grafik Hubungan Berat dan Kuat Tekan *Paving Block* Variasi PET-Pasir

Grafik pada gambar 2 menunjukkan korelasi positif yang sangat lemah antara berat rata-rata sampel dengan kuat tekan *paving block*, yang dibuktikan oleh nilai koefisien

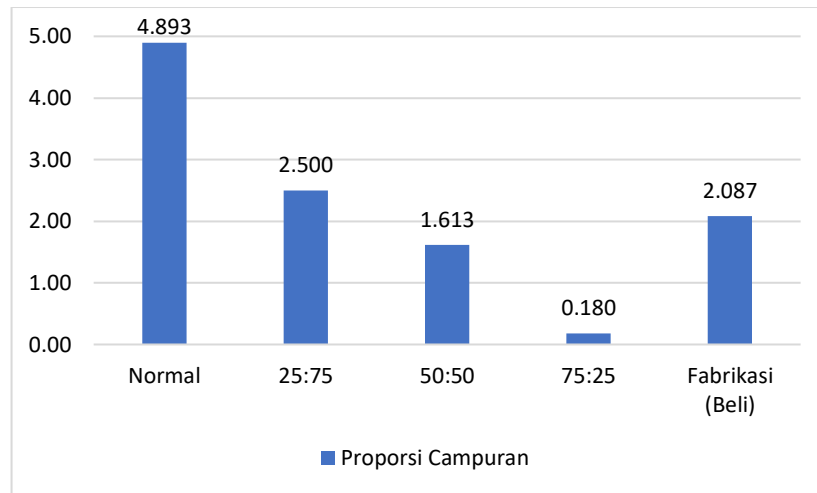
determinasi R^2 yang sangat rendah, yaitu 0,0677 (hanya sekitar 6,7% variabel kuat tekan yang dipengaruhi oleh berat). Meskipun garis tren menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya berat, titik data variasi 50:50 justru menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi 13,41 MPa meskipun beratnya bukan yang paling besar. Fenomena ini mengindikasikan bahwa kuat tekan *paving block* PET tidak hanya bergantung pada berat atau densitas semata, melainkan lebih dipengaruhi oleh optimalisasi ikatan antarmassa (*interlocking*) antara plastik PET dan pasir yang mencapai titik jenuh terbaik pada rasio seimbang. Ketidaklinearitas ini mempertegas bahwa pada titik tertentu, penambahan agregat pasir yang meningkatkan berat justru dapat menurunkan kekuatan tekan jika volume pengikat PET tidak lagi mencukupi untuk menyelimuti seluruh permukaan butiran pasir secara sempurna.

3.3. Analisis Kuat Lentur

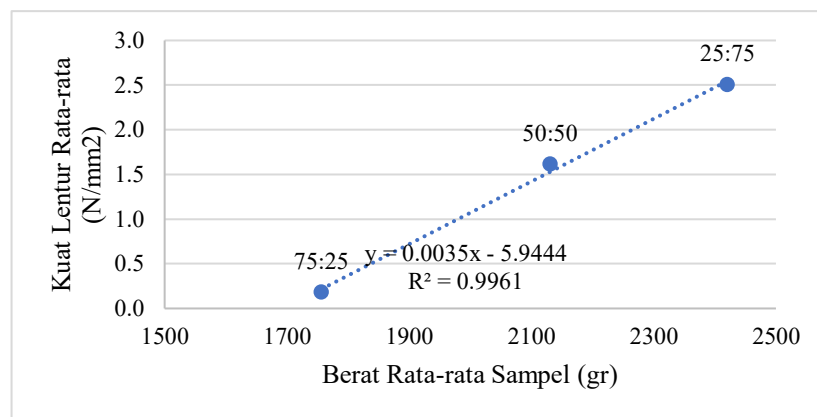
Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur menggunakan metode pembebanan satu titik di tengah (*center-point loading*), variasi Inovasi 25% PET : 75% Pasir menunjukkan performa terbaik di antara seluruh sampel campuran plastik dengan nilai rata-rata tertinggi sebesar 2,5 MPa, yang bahkan mengungguli sampel fabrikasi/beli yang hanya mencapai 2,087 MPa. Namun, terjadi penurunan kuat lentur yang signifikan menjadi 1,613 MPa pada variasi 50:50 dan mencapai titik terendah pada variasi 75:25 dengan nilai 0,180 MPa, dikarenakan dominasi plastik PET yang meningkatkan fleksibilitas namun menurunkan kekakuan struktural material dalam menahan momen patah dibandingkan Sampel Normal yang tetap unggul dengan nilai 4,893 MPa.

Tabel 5. Hasil Kuat Lentur *Paving Block*

Variasi Campuran	Standar	Berat Rata-rata Sampel (kg)	Kuat Lentur Rata-rata (N/mm ²)
Normal	SNI 4154:2014	2,585	4,893
25:75		2,421	2,500
50:50		2,131	1,613
75:25		1,757	0,180
Fabrikasi (Beli)		2,379	2,087



Gambar 3. Grafik Kuat Lentur



Gambar 4. Grafik Hubungan Berat dan Kuat Lentur Variasi Campuran PET-Pasir

Grafik pada gambar 4 menunjukkan hubungan linier yang sangat kuat antara berat rata-rata sampel dengan kuat lentur *paving block*, di mana nilai koefisien korelasi R^2 mengindikasikan korelasi positif yang hampir sempurna. Hal ini berarti setiap peningkatan berat sampel, yang dipicu oleh peningkatan proporsi pasir dalam campuran (seperti pada variasi 25:75), diikuti secara konsisten oleh peningkatan kekuatan lentur material. Dengan nilai koefisien determinasi R^2 mencapai 0,9961, dapat disimpulkan bahwa 99,61% variasi nilai kuat lentur ditentukan secara langsung oleh berat atau densitas sampel, sementara pengaruh faktor luar lainnya sangat minimal. Secara teknis, dominasi pasir meningkatkan kepadatan massa *paving block*, sehingga struktur menjadi lebih kokoh dalam menahan beban lentur dibandingkan variasi dengan dominasi plastik PET yang cenderung lebih ringan dan memiliki kekuatan mekanis lebih rendah.

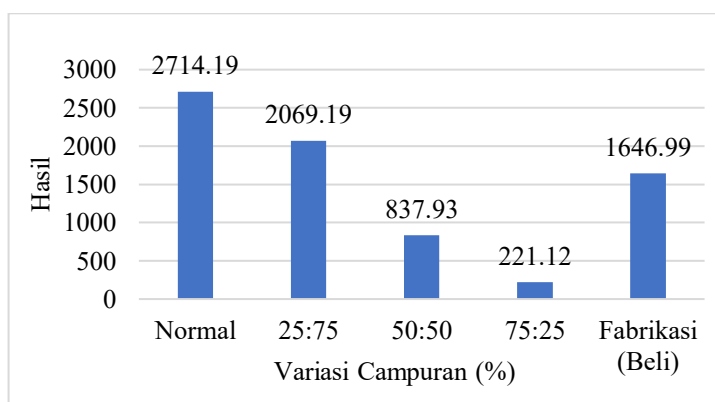
3.4. Hasil Kekakuan (*Stiffness*) pada *Paving Block*

Nilai kekakuan ini diperoleh dari rasio antara gaya eksternal yang bekerja (F) terhadap besarnya deformasi (Δ) yang terjadi pada daerah elastis material, menggunakan data hasil kuat lentur. Dari analisis yang dilakukan, didapatkan data kekakuan seperti pada table 6..

Tabel 6. Hasil Kekakuan pada *Paving Block*

Variasi	Gaya (F) (N)	Deformasi (Δ) (mm)	Kekakuan (k) (N/mm)
Normal	5940	2,189	2714,19
25:75	3170	1,532	2069,19
50:50	1670	1,993	837,93
75:25	200	0,9045	221,12
Fabrikasi (Beli)	2860	1,7365	1646,99

Data menunjukkan bahwa variasi 25% PET : 75% Pasir memiliki nilai kekakuan tertinggi di antara sampel inovasi lainnya, yaitu sebesar 2069,19 N/mm. Nilai ini bahkan lebih tinggi dari sampel Fabrikasi (Beli) yang hanya memiliki kekakuan sebesar 1646,99 N/mm. Tingginya nilai kekakuan pada variasi 25% PET disebabkan oleh dominasi pasir, sehingga memperkuat struktur mekanis material dalam menahan perubahan bentuk.

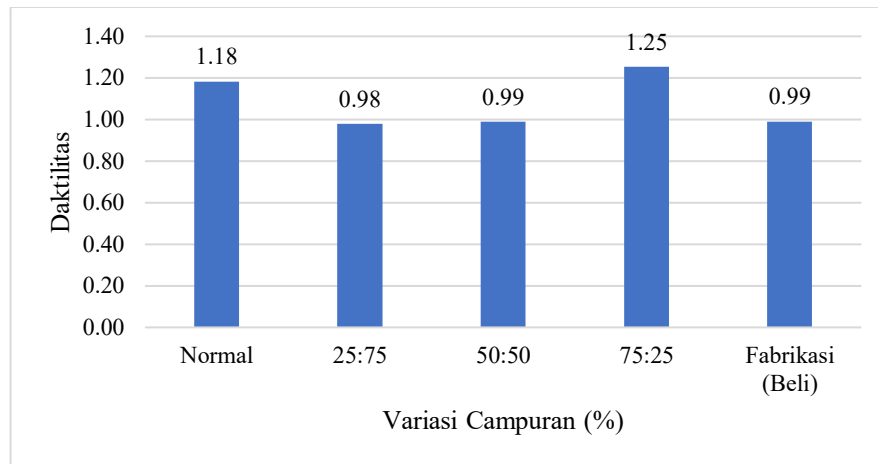


Gambar 5. Grafik Kekakuan (*Stiffness*) pada *Paving Block*

3.5. Hasil Daktilitas pada *Paving Block*

Tabel 7. Hasil Daktilitas pada *Paving Block*

Variasi	<i>Displacement</i> (Δ) <i>ultimate</i>	<i>Displacement</i> (Δ) <i>yield</i>	Daktilitas
Normal	2,588	2,189	1,18
25:75	1,50	1,53	0,98
50:50	1,97	1,99	0,99
75:25	1,13	0,90	1,25
Fabrikasi (Beli)	1,72	1,7365	0,99



Gambar 6. Grafik Daktilitas *Paving Block*

Variasi dengan kadar plastik tertinggi, yaitu 75% PET, memiliki nilai daktilitas terbesar mencapai 1,25. Peningkatan daktilitas pada variasi tertentu mengindikasikan bahwa penambahan material PET dapat meningkatkan kemampuan deformasi *paving block*, sehingga berpotensi meningkatkan ketahanan terhadap retak dan beban berulang. Hal ini bahwa sifat polimer plastik PET yang fleksibel memberikan kemampuan kepada material untuk tetap terikat dan mengalami deformasi yang besar sebelum benar-benar hancur.

3.6. Hasil Energi Disipasi pada *Paving Block*

Dalam penelitian ini, nilai energi disipasi dihitung berdasarkan luas area di bawah kurva hubungan beban dan lendutan (*load-displacement*) hingga mencapai titik beban maksimum atau runtuh.

$$\text{Luas area bawah} = \frac{(P_1 + P_2)}{2} \times (\Delta_2 - \Delta_1) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

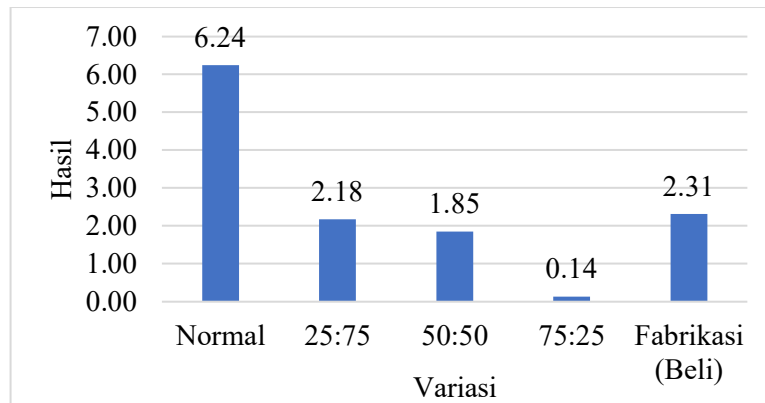
P_1, P_2 = Nilai beban pada hasil kuat lentur (N)

Δ_1, Δ_2 = Nilai *displacement* pada hasil kuat lentur (mm)

Hasil penjumlahan semua luas area bawah kurva beban-lendutan (*load-displacement*) mewakili total Energi Disipasi atau ketangguhan material sebelum hancur. Energi disipasi menggunakan satuan *joule*. Dari data hasil kuat lentur yang telah dianalisis, didapatkan hasil nilai energi disipasi sebagai berikut.

Tabel 8. Hasil Energi Disipasi *Paving Block*

Variasi	Energi Disipasi (W)
Normal	6,24
25:75	2,18
50:50	1,85
75:25	0,14
Fabrikasi (Beli)	2,31



Gambar 7. Grafik Energi Disipasi *Paving Block*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *paving block* normal memiliki nilai energi disipasi tertinggi yaitu sebesar 6,24 *joule* yang menunjukkan kemampuan penyerapan energi paling besar dibandingkan variasi lainnya.

Untuk variasi *paving block* PET-Pasir, mengalami penurunan signifikan hingga mencapai nilai 0,14 pada variasi 75:25. Penurunan energi disipasi pada variasi PET menunjukkan bahwa meskipun material mengalami deformasi, kemampuan menahan beban relatif rendah sehingga luas kurva menjadi kecil.

Sementara itu, *paving block* fabrikasi (beli) memiliki nilai energi disipasi sebesar 2,31, yang lebih tinggi dibandingkan beberapa variasi campuran PET, namun masih lebih rendah dibandingkan *paving block* normal.

3.2. Pembahasan

Secara keseluruhan, variasi kadar PET yang signifikan memengaruhi seluruh parameter mekanis *paving block*, namun penelitian ini menetapkan kuat tekan sebagai indikator utama penentuan komposisi optimal sesuai klasifikasi SNI 03-0691-1996. Hasil pengujian menunjukkan variasi PET-pasir 50:50 sebagai komposisi optimum dengan kuat tekan tertinggi sebesar 13,41 MPa. Meskipun polimer PET cenderung meningkatkan deformasi dan menurunkan kekakuan dibandingkan beton konvensional (Callister & Rethwisch, 2018), parameter pendukung seperti kuat lentur, daktilitas, dan energi disipasi tetap dikaji untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai perilaku material. Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis kurva beban-lendutan yang mendalam, sehingga tidak hanya mengonfirmasi kekuatan struktur, tetapi juga memperluas pemahaman terhadap mekanisme keruntuhan material berbasis limbah plastik sebagai alternatif konstruksi ramah lingkungan.

4. Kesimpulan

Pemanfaatan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai bahan pengikat dalam pembuatan *paving block* terbukti dapat menggantikan fungsi semen secara fungsional dan menghasilkan material perkerasan alternatif. Variasi komposisi PET dan pasir menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap sifat mekanis, di mana peningkatan kadar PET menghasilkan material yang lebih daktil namun menurunkan kekakuan, kuat lentur, dan energi disipasi, sedangkan peningkatan kadar pasir meningkatkan kekakuan dengan nilai tertinggi sebesar 2069,19 N/mm pada komposisi dominan pasir. Campuran seimbang PET–pasir (50:50) memberikan kuat tekan optimal sebesar 13,413 MPa yang telah memenuhi persyaratan mutu C sesuai SNI 03-0691-1996 untuk aplikasi jalur pejalan kaki, meskipun tidak

menunjukkan kekakuan yang tinggi. Secara keseluruhan, *paving block* berbasis PET–pasir memiliki karakteristik mekanis yang cukup baik dan layak digunakan sebagai material konstruksi non-struktural.

Referensi

- Bata Beton *Paving Block*, Badan Standarisasi Nasional (1996).
- BSN. (2014). Metode uji kekuatan lentur beton (menggunakan balok sederhana dengan beban terpusat di tengah bentang)
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (10th ed.). John Wiley & Sons. https://books.google.co.id/books?id=dmoTEQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Gere, J. M., & Timoshenko, S. P. (2000). Mekanika Bahan Jilid 1 Edisi Keempat.
- Iftikhar, B., Alih, S. C., Vafaei, M., Ali, M., Javed, M. F., Asif, U., Ismail, M., Umer, M., Gamil, Y., & Amran, M. (2023). *Experimental study on the eco-friendly plastic-sand paver blocks by utilising plastic waste and basalt fibers*. *Heliyon*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17107>
- Kahfi, M. I., Hasibuan, M. H. M., & Lubis, M. (2025). Analisis Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Campuran Limbah Plastik Jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) untuk Perkerasan Jalan.
- Paramita, A. H. (2025). Analisis Sifat Mekanis *Paving Block* Dengan Penambahan Limbah Plastik Jenis *Polyethylene Terephthalene*.
- Sani, A., Utomo, G., & Indriani, A. M. (2024). Pengaruh Variasi Bentuk *Paving Block* Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan. 12(2).
- Siregar, R. (2020). Analisis *Compressive Stress* pada *Paving Block* Tipe *Grass* Berbahan Sampah Plastik. *Jurnal Teknik Mesin ITI*, 4(2), 52. <https://doi.org/10.31543/jtm.v4i2.406>
- Zafran, M. R., Nurhendi, R. N., & Chandra, D. (2024). Analisis Pemanfaatan Sampah Plastik Berjenis PET Pada *Paving Block*. 2, 208–215.
- Zubaidi, Kurnia, R. D. I., & Fadhil, A. (2025). Studi Kuat Tekan *Paving Block* Plastik *Polyethylene Terephthalate* Dengan Proses Pelelehan Dan Substitusi Pasir. *Jurnal Teknik Sipil (JTSIP)*, 4(1), 51–55.