

PEMANFAATAN LIMBAH *POLYETHYLEN TEREPHTHALATE* SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL PASIR PADA PEMBUATAN BATA *INTERLOCK*

UTILIZATION OF POLYETHYLENE TEREPHTHALATE WASTE AS A PARTIAL SUBSTITUTION FOR SAND IN THE MAKING OF INTERLOCK BRICKS

Helen Libastari¹, Anisah², Muhammad Agphin Ramadhan³, Abdhy Gazali⁴, Rahmi Aulia⁵,
Muhammad Spto Nugroho⁶

^{1,2,3,4,5}Universitas Negeri Jakarta, Prodi Pendidikan Teknik Bangunan, Jl. R.Mangun Muka Raya, 13220, Indonesia

⁶Universitas Trisakti, Prodi Teknik Sipil, Jl. Kyai Tapa, 11440, Indonesia

Email: helen_1503622071@mhs.unj.ac.id

Received: 25 Januari 2026 Revised: 30 Maret 2026 Accepted: 12 April 2026 Published: 12 April 2026

ABSTRAK

Pertumbuhan industri konstruksi meningkatkan kebutuhan pasir, sementara limbah plastik PET terus meningkat dan menimbulkan tekanan lingkungan karena sulit terurai. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh substitusi parsial pasir dengan limbah PET terhadap karakteristik bata interlock meliputi tampak, ukuran, klasifikasi lubang, kuat tekan, penyerapan air, mengacu pada SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan variasi PET 0%, 30%, 40%, dan 50% dari berat pasir, diuji pada umur 28 hari. Hasil menunjukkan seluruh variasi memenuhi uji tampak (permukaan rata, tanpa cacat signifikan, tidak mudah direpihkan, sudut tidak mudah runtuh) dan uji dimensi sesuai toleransi SNI (+3/-5 mm panjang dan ±2 mm lebar/tinggi) dari ukuran cetakan. Semua benda uji tergolong bata interlock pejal (volume lubang <25%). Kuat tekan menurun seiring peningkatan PET, dari 5,31 menjadi 2,36 MPa (bata utuh) dan dari 10,45 menjadi 2,80 MPa (bata setengah), dengan hanya bata kontrol setengah memenuhi Mutu I (≥9,8 MPa). Penyerapan meningkat, sedangkan berat jenis menurun. Substitusi PET menghasilkan bata lebih ringan namun berkuat tekan lebih rendah, sehingga lebih sesuai untuk elemen non-struktural.

Kata kunci: Bata Interlock, Kuat Tekan, Limbah PET, Penyerapan Air, Substitusi Pasir

ABSTRACT

The growth of the construction industry increases the demand for sand, while PET plastic waste continues to rise and poses environmental pressure due to its low degradability. This study aims to analyze the effect of partially substituting sand with PET waste on the characteristics of interlocking bricks, including appearance, dimensions, void classification, compressive strength, and water absorption, in accordance with SNI 03-0349-1989 for concrete bricks used in masonry walls. A laboratory experimental method was applied using PET substitution levels of 0%, 30%, 40%, and 50% by sand weight, tested at 28 days. The results indicate that all mixtures met the visual requirements, showing smooth surfaces without significant defects, no flaking, and stable corners, and satisfied the SNI dimensional tolerances (+3/-5 mm for length and ±2 mm for width/height). All specimens were classified as solid interlocking bricks with void volumes below 25%. Compressive strength decreased with increasing PET content, from 5,31 to 2,36 MPa for full bricks and from 10,45 to 2,80 MPa for half bricks, with only the half-brick control meeting Grade I (≥ 9,8 MPa). Water absorption increased, while density decreased. Overall, PET substitution produces lighter bricks with lower compressive strength, making them more suitable for non-structural applications.

Keywords: Interlocking Brick, Compressive Strength, PET Waste, Water Absorption, Sand Substitution

PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri konstruksi yang terus meningkat menyebabkan kebutuhan material bangunan seperti pasir dan semen semakin besar. Eksploitasi pasir alam yang dilakukan tanpa pengelolaan berkelanjutan dapat memicu degradasi lingkungan, antara lain erosi serta kerusakan ekosistem sungai, sehingga mengancam keberlanjutan sumber daya alam (Rawa dkk., 2025). Oleh karena itu, diperlukan alternatif material yang lebih ramah lingkungan sebagai upaya mengurangi ketergantungan terhadap pasir alam dalam konstruksi (Akhtar dkk., 2024).

Di sisi lain, peningkatan aktivitas masyarakat dan konsumsi produk berbahan plastik mengakibatkan volume limbah plastik terus bertambah setiap tahun. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) KLHK tahun 2025, timbulan sampah di DKI Jakarta mencapai 9.180,98 ton/hari dengan komposisi sampah plastik sekitar 22,95%. Kondisi ini menimbulkan permasalahan lingkungan yang serius karena limbah plastik memiliki tingkat degradasi yang rendah dan dapat mencemari tanah maupun air (Manurung dan Nursyamsi, 2025). Salah satu jenis plastik yang dominan adalah *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang banyak digunakan sebagai botol kemasan sekali pakai (Deraman dkk., 2021). PET memiliki karakteristik ringan, kuat, dan tahan air, tetapi sulit terurai secara alami sehingga berpotensi menimbulkan tekanan lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik (Rawa dkk., 2025).

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, konsep ekonomi sirkular mendorong pemanfaatan kembali limbah sebagai material bernilai guna (Al Mi'raj Rawa dkk., 2025; Zafran dkk., 2024). Salah satu pendekatan yang potensial adalah menggunakan limbah PET sebagai substitusi agregat halus (pasir) pada material konstruksi. Sejumlah penelitian

menunjukkan bahwa penambahan PET dalam kadar tertentu dapat memengaruhi sifat fisis dan mekanik material, seperti kuat tekan, berat jenis, serta penyerapan air (Zafran dkk., 2024). Pemanfaatan ini dinilai mampu mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam sekaligus memberikan solusi terhadap penumpukan limbah plastik.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji penggunaan PET pada produk bangunan. Jnr dkk., (2023) meneliti bata *interlock* berbahan pasir dan limbah plastik (LDPE dan PET) dengan metode peleburan pada suhu $\pm 220^{\circ}\text{C}$ dan menghasilkan kuat tekan optimum 10,5 MPa. Rikayasa dan Hermansyah, (2023) menyatakan bahwa substitusi PET sebesar 10% pada batako memberikan kuat tekan tertinggi 12,8 MPa serta penyerapan air yang rendah. Penelitian lain oleh Samosir dkk., (2025) pada bata ringan CLC menunjukkan bahwa kadar PET hingga 10% mampu menurunkan berat jenis dan meningkatkan kuat tekan, tetapi pada kadar lebih tinggi kekuatan menurun karena campuran tidak homogen. Selanjutnya, Zafran dkk., (2024) dan Samosir dkk., (2025) menemukan bahwa PET dapat meningkatkan performa *paving block* pada kadar tertentu, namun pada kadar tinggi justru menurunkan kuat tekan akibat distribusi partikel yang tidak merata. Odemakin dkk., (2025) juga melaporkan bahwa peningkatan kadar PET hingga 40–50% pada bata plastik pasir cenderung menurunkan kekuatan tekan karena berkurangnya ikatan antarpartikel dalam campuran.

Berdasarkan penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa penggunaan PET dalam kadar rendah ($\leq 10\%$) belum selalu memberikan perubahan signifikan, sedangkan kadar yang terlalu tinggi ($> 50\%$) berisiko menurunkan kekuatan tekan karena ikatan matriks semen-agregat melemah (Odemakin dkk., 2025; Zafran dkk., 2024; Wijaya dkk., 2022). Selain itu, sebagian besar penelitian masih terbatas pada *paving*

block atau batako dan belum banyak yang mengkaji bata *interlock* dengan kadar substitusi PET tinggi (30–50%) disertai pengujian menyeluruh berdasarkan standar nasional (Febriansyah dkk., 2024).

Bata *interlock* dikembangkan sebagai alternatif bata konvensional karena memiliki sistem pengunci yang dapat mengurangi penggunaan mortar, mempercepat pemasangan, serta menghasilkan konstruksi yang lebih presisi (Hayati dkk., 2024).. Jika dikombinasikan dengan substitusi limbah PET sebagai agregat halus, bata *interlock* berpotensi menjadi material yang lebih ramah lingkungan dan lebih ringan. Oleh karena itu, kualitas bata *interlock* perlu dievaluasi berdasarkan parameter yang relevan, yaitu tampak dan ukuran, klasifikasi lubang, kuat tekan, serta penyerapan air mengacu pada SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi substitusi parsial pasir menggunakan limbah plastik PET sebesar 0%, 30%, 40%, dan 50% terhadap karakteristik bata *interlock*, meliputi uji tampak dan ukuran, uji lubang, kuat tekan, dan penyerapan air berdasarkan SNI 03-0349-1989. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pemanfaatan limbah PET skala lebih tinggi untuk material konstruksi, serta menjadi rujukan bagi pengembangan bata *interlock* sebagai produk bangunan non-struktural yang lebih berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis pengaruh substitusi parsial pasir menggunakan limbah PET terhadap karakteristik bata *interlock*. Pengujian dan evaluasi mutu bata mengacu pada SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding.

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta (UNJ) pada bulan Agustus–Desember 2025, yang meliputi tahap persiapan material, pembuatan benda uji, perawatan (*curing*), hingga pengujian benda uji.

2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pembuatan bata *interlock* terdiri dari semen *Portland* tipe I, pasir sebagai agregat halus, air, serta limbah plastik PET. Limbah PET yang digunakan berasal dari UMKM PT. X yang telah dicacah kemudian disaring, dengan ukuran PET yang digunakan adalah cacahan lolos saringan No. 4 (4,76 mm) agar dapat berperan sebagai substitusi parsial pasir. Proses penyaringan cacahan limbah plastik PET yang lolos saringan No.4 dilakukan secara manual

Pada penelitian ini digunakan beberapa alat untuk mendukung proses pembuatan benda uji dan pengujian karakteristik bata *interlock*. Alat yang digunakan dalam proses pembuatan benda uji meliputi alat cetak bata *interlock* manual dari kayu, *mixer* pengaduk, papan alas cetakan dari kayu, serta alat bantu seperti sekop, sendok aduk, tumbukan/pemadat manual, dan kuas untuk membantu proses pencetakan dan pemadatan campuran. Alat yang digunakan dalam pengujian adalah *Universal Testing Machine* (UTM) atau mesin tekan sebagai alat utama dalam uji kuat tekan, serta jangka sorong (kaliper) untuk mengukur dimensi bata, ukuran lubang, dan luas penampang tekan, serta stopwatch sebagai alat pendukung pada proses pengujian.

Selain itu, pada pengujian klasifikasi lubang (*void*) digunakan timbangan digital ketelitian 0,1 gram, wadah/bejana pengisi pasir, serta kuas dan sikat halus untuk memastikan rongga bata dapat terisi dan dibersihkan secara tepat, serta lembar pengamatan sebagai media pencatatan data.

Pada tahap uji pendahuluan material, penelitian ini juga menggunakan beberapa peralatan pendukung, yaitu timbangan digital ketelitian 0,01 gram, oven, talam, serta alat uji berat jenis semen berupa botol *Le Chatelier*, bak air, termometer, spatula, corong, dan sarung tangan karet sebagai perlengkapan keselamatan kerja di laboratorium.

3. Variasi Campuran dan Kebutuhan Total Material

Komposisi campuran dasar bata *interlock* menggunakan perbandingan 1 : 3 (semen : pasir) dengan Faktor Air Semen (FAS) = 0,4. Variasi substitusi PET terhadap pasir dibuat sebanyak empat variasi, yaitu 0% (kontrol), 30%, 40%, dan 50% yang dihitung berdasarkan berat pasir. Berikut kebutuhan total material untuk 80 buah benda uji yang terdiri dari 40 buah bata *interlock* utuh dan 40 buah bata *interlock* setengah pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Total Material Bata *Interlock*

Persentase		Jumlah	Kebutuhan untuk 80 Benda Uji			
			Pasir (Kg)	Plastik PET (Kg)	Semen (Kg)	Air (Liter)
Bata <i>Interlock</i> Utuh	U-0%	10 Buah	40,5	0	13,5	5,4
	U-30%	10 Buah	28,35	12,15	13,5	5,4
	U-40%	10 Buah	24,3	16,2	13,5	5,4
	U-50%	10 Buah	20,25	20,25	13,5	5,4
Bata <i>Interlock</i> Setengah	S-0%	10 Buah	20,28	0	6,76	2,7
	S-30%	10 Buah	14,19	6,09	6,76	2,7
	S-40%	10 Buah	12,16	8,12	6,76	2,7
	S-50%	10 Buah	10,14	10,14	6,76	2,7
Total		80 Buah	170,17 Kg	72,95 Kg	81,04 Kg	24,8 Liter

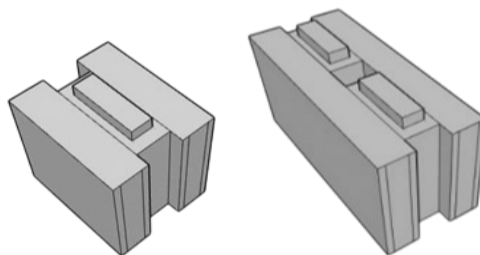
4. Benda Uji dan Jumlah Sampel

Benda uji yang digunakan berupa bata *interlock* dengan dua tipe ukuran, yaitu:

a. Bata *interlock* utuh berukuran 300 mm × 125 mm × 150 mm.

b. Bata *interlock* setengah berukuran 150 mm × 125 mm × 150 mm.

Berikut adalah bentuk bata *interlock* utuh dan setengah yang terlihat pada Gambar 1.

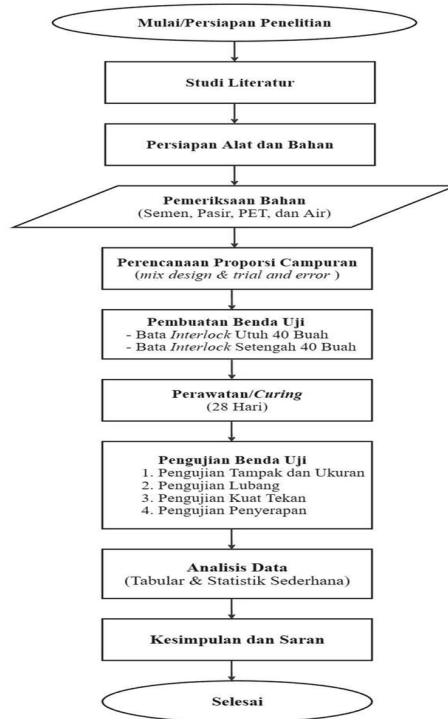


Gambar 1. Bata *Interlock* Utuh dan Setengah

Jumlah total benda uji adalah 80 sampel, terdiri dari 40 sampel bata utuh dan 40 sampel bata setengah. Seluruh benda uji dirawat dan diuji pada umur 28 hari.

5. Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis yang terlihat pada Gambar 2 berikut .



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

6. Parameter Pengujian

Pengujian karakteristik bata *interlock* dilakukan sesuai parameter mutu yang relevan dalam SNI 03-0349-1989, meliputi:

a. Uji Tampak dan Ukuran

Pengujian tampak dilakukan untuk memastikan permukaan bata tidak cacat, relatif rata, serta sudut dan rusuk tidak mudah runtuh. Pengujian ukuran dilakukan dengan mengukur panjang, lebar, dan tinggi pada beberapa titik menggunakan jangka sorong, kemudian dihitung nilai rata-ratanya dengan mempertimbangkan batas nilai toleransi berdasarkan SNI.

b. Uji Lubang (Void)

Uji lubang dilakukan untuk menentukan persentase volume lubang pada bata sebagai dasar klasifikasi bata pejal atau berlubang. Volume lubang dihitung melalui metode pengisian pasir kering pada lubang tertutup,

kemudian dibandingkan dengan volume total bata. Bata dikategorikan pejal apabila volume lubang <25% ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$Volume\ Lubang\ (\%) = \frac{A}{B} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

A = Volume Lubang (dm³)

B = Volume Total (dm³)

c. Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan mesin uji tekan atau *Universal Testing Machine* (UTM) hingga benda uji mengalami keruntuhan. Nilai kuat tekan dihitung dari beban maksimum dibagi luas penampang tekan, kemudian dibandingkan dengan kriteria mutu pada SNI 03-0349-1989 ditunjukkan pada Persamaan (2).

$$f'c (kg/cm^2) = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

P = Beban Tekan Maksimum (kg)

A = Luas Penampang (cm²)

d. Penyerapan Air

Pengujian penyerapan air dilakukan dengan metode penyiraman untuk memperoleh persentase serapan berdasarkan selisih berat benda uji kering dan jenuh air. Hasil penyerapan dibandingkan dengan batas penyerapan air yang ditetapkan dalam SNI ditunjukkan pada Persamaan (3).

$$Penyerapan (\%) = \frac{A - B}{B} \times 100\% \dots (3)$$

Keterangan:

A = Berat Benda Uji Basah (kg)

B = Berat Benda Uji Kering (kg)

7. Teknik Analisis Data

Data hasil pengujian diolah menggunakan analisis deskriptif kuantitatif dengan menghitung nilai rata-rata pada setiap variasi campuran, kemudian dibandingkan antar variasi kadar PET untuk melihat kecenderungan perubahan karakteristik bata *interlock*. Selanjutnya, hasil pengujian dibandingkan dengan persyaratan SNI 03-0349-1989 untuk menentukan klasifikasi serta mutu bata *interlock* yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Tampak dan Ukuran

Hasil pengamatan tampak menunjukkan seluruh variasi bata *interlock* dengan kadar PET 0%, 30%, 40%, dan 50% lulus uji. Walaupun pada bata *interlock* variasi PET 40%-50% permukaan tampak lebih kasar/bertekstur, kemudian terdapat beberapa sampel yang permukaannya memiliki garis minor hal ini disebabkan karena permukaan cetakan kayu yang mengelupas.

Pengujian dimensi atau ukuran bata dilakukan untuk mengetahui kesesuaian ukuran hasil cetakan. Berdasarkan pengukuran panjang, lebar, dan tinggi, seluruh benda uji masih berada dalam toleransi ukuran yang diperkenankan oleh SNI 03-0349-1989, yaitu toleransi panjang +3/-5 mm dan toleransi lebar serta tinggi ±2 mm dari ukuran cetakan. Hal ini menunjukkan bahwa variasi PET tidak menyebabkan perubahan dimensi yang berarti, sehingga bata tetap memenuhi persyaratan ukuran berdasarkan batas toleransi SNI dengan ukuran nominal/cetakan.

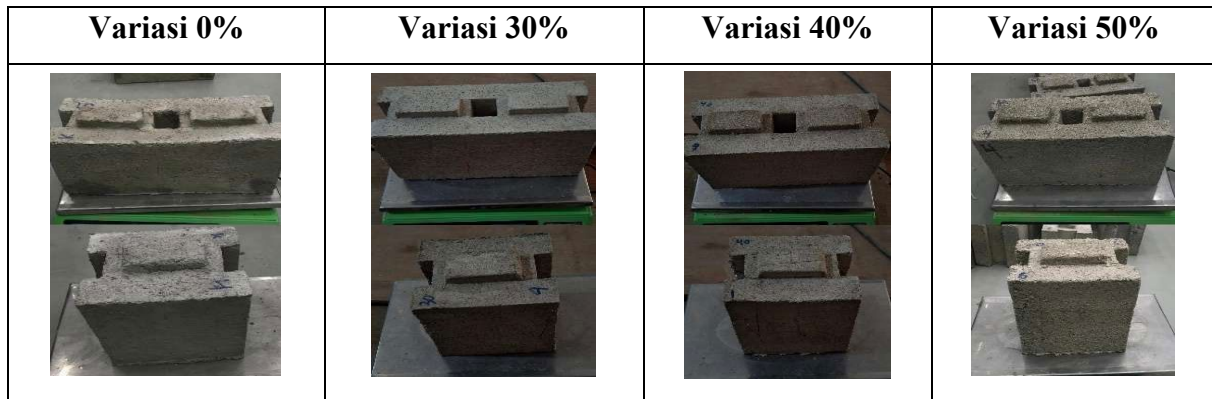
Adapun hasil pemeriksaan tampak diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Tampak Benda Uji

Kelompok Benda Uji Jenis Pemeriksaan	0%	30%	40%	50%	Hasil Uji
Permukaan rata	Rata	Rata	Rata	Rata	Lulus Uji
Terdapat cacat	Tidak cacat	Tidak cacat	Tidak cacat	Tidak cacat	Lulus Uji
Bagian sudut tak mudah runtuh/direpihkan	Tidak mudah	Tidak mudah	Tidak mudah	Tidak mudah	Lulus Uji

Dokumentasi pengujian tampak bata *interlock* variasi 0%, 30%, 40%, dan 50%

ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini sebagai berikut.



Gambar 3. Dokumentasi Pengujian Tampak Bata *Interlock*

Hasil pengujian ukuran / dimensi benda uji (bata *interlock* utuh) ditunjukkan pada Tabel 3 di bawah ini sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Ukuran/Dimensi Benda Uji (Bata *Interlock* Utuh)

Bata <i>Interlock</i> Utuh											
No.	Benda Uji	Ukuran Benda Uji (mm)			Persentase Perbedaan Ukuran (%)			Ket.	Toleransi dan Rentang Ukuran sesuai SNI (mm)		
		Panjang	Lebar	Tinggi	Panjang	Lebar	Tinggi		P	L	T
1.	BI U0% (Kontrol)	300,41	126,67	151,20	0,14	1,34	0,8	Lulus Uji	300	123	148
2.	BI PET U30%	300,37	124,60	150,73	0,12	0,32	0,49	Lulus Uji	-	-	-
3.	BI PET U40%	300,34	123,93	150,50	0,11	0,86	0,33	Lulus Uji	305	127	152
4.	BI PET U50%	300,25	124,13	150,63	0,08	0,7	0,42	Lulus Uji			

Hasil pengujian ukuran / dimensi benda uji (bata *interlock* setengah) ditunjukkan pada Tabel 4 di bawah ini sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Ukuran/Dimensi Benda Uji (Bata *Interlock* Setengah)

Bata <i>Interlock</i> Setengah											
No.	Benda Uji	Ukuran Benda Uji (mm)			Persentase Perbedaan Ukuran (%)			Ket.	Toleransi dan Rentang Ukuran sesuai SNI (mm)		
		Panjang	Lebar	Tinggi	Panjang	Lebar	Tinggi		P	L	T
1.	BI S0% (Kontrol)	150,31	124,82	150,38	0,21	0,14	0,25	Lulus Uji	150	123	148
2.	BI PET S30%	150,09	124,54	150,12	0,06	0,37	0,08	Lulus Uji	155	127	152
3.	BI PET S40%	150,21	123,92	149,65	0,14	0,86	0,23	Lulus Uji			
4.	BI PET S50%	150,59	124,21	150,13	0,39	0,63	0,09	Lulus Uji			

2. Pengujian Lubang (*Void*)

Pengujian lubang dilakukan untuk menentukan klasifikasi bata *interlock* sebagai bata pejal atau berlubang. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa seluruh variasi bata *interlock* memiliki persentase

volume lubang kurang dari 25%. Dengan demikian, seluruh benda uji diklasifikasikan sebagai bata *interlock* pejal.

Adapun hasil pengujian lubang (*void*) pada bata *interlock* utuh terlihat pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Pengujian Lubang (*Void*) Benda Uji (Bata *Interlock* Utuh)

No.	Variasi	Volume Bata (dm ³) B	Volume Lubang (dm ³) A	Persentase Lubang (%) A/B	Klasifikasi SNI
		(Rata-rata)			
1.	BI U0% (Kontrol)	5,66	0,17	2,94	Pejal
2.	BI PET U30%	5,64	0,18	3,11	Pejal
3.	BI PET U40%	5,6	0,18	3,28	Pejal
4.	BI PET U50%	5,61	0,19	3,46	Pejal

Adapun hasil pengujian lubang (*void*) pada bata *interlock* setengah terlihat pada Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Pengujian Lubang (*Void*) Benda Uji (Bata *Interlock* Setengah)

No.	Variasi	Volume Bata (dm ³) B	Volume Lubang (dm ³) A	Persentase Lubang (%) A/B	Klasifikasi SNI
		(Rata-rata)			
1.	BI S0% (Kontrol)	2,82	0	0	Pejal
2.	BI PET S30%	2,81	0	0	Pejal
3.	BI PET S40%	2,79	0	0	Pejal
4.	BI PET S50%	2,81	0	0	Pejal

Adapun hasil pengujian lubang (*void*) pada bata *interlock* utuh terlihat pada Gambar 4 sebagai berikut.



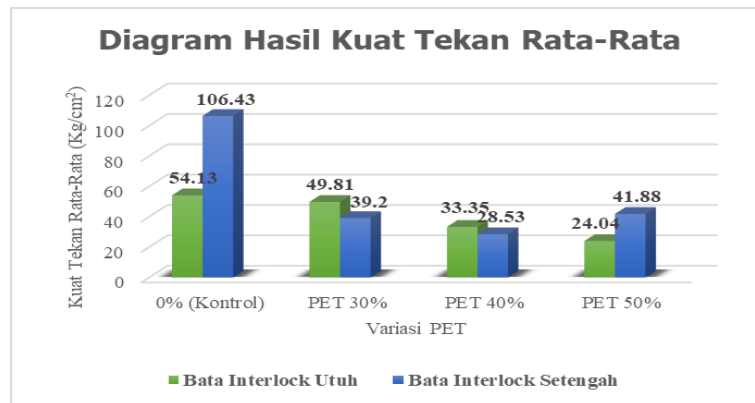
Gambar 4. Dokumentasi Pengukuran Lubang (*Void*) Bata *Interlock*

Meskipun persentase volume lubang cenderung meningkat seiring bertambahnya kadar PET, peningkatan tersebut masih berada jauh di bawah batas maksimum yang ditetapkan oleh SNI. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi PET hingga 50% belum mengubah karakter bata *interlock* menjadi bata berlubang.

3. Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan adanya penurunan kuat tekan seiring peningkatan kadar PET.

Pada bata *interlock* utuh, kuat tekan rata-rata menurun dari 54,13 kg/cm² (5,31 MPa) pada variasi kontrol (0% PET) menjadi 24,04 kg/cm² (2,36 MPa) pada variasi 50% PET. Sementara itu, pada bata *interlock* setengah, kuat tekan menurun dari 106,43 kg/cm² (10,45 MPa) pada variasi kontrol menjadi 28,53 kg/cm² (2,8 MPa) pada variasi 40% PET. Adapun hasil pengujian kuat tekan pada bata *interlock* terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Hasil Rata-Rata Pengujian Kuat Tekan Bata *Interlock* Utuh dan Setengah

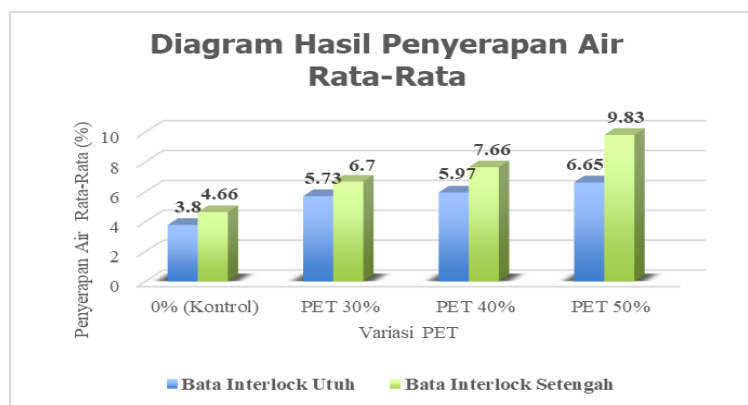
Berdasarkan klasifikasi mutu menurut SNI 03-0349-1989, hanya bata *interlock* setengah dengan variasi kontrol yang memenuhi persyaratan Mutu I ($\geq 100 \text{ kg/cm}^2$ atau 9,8 MPa). Variasi lainnya berada pada mutu yang lebih rendah dan tidak memenuhi persyaratan untuk elemen struktural.

Berdasarkan diagram tersebut, penurunan kuat tekan ini disebabkan oleh karakteristik PET yang memiliki permukaan licin dan sifat hidrofobik sehingga ikatan antara PET dan pasta semen tidak sebaik ikatan antara pasir dan semen. Selain itu, meningkatnya kadar PET menyebabkan distribusi campuran menjadi kurang homogen dan meningkatkan porositas

mikro, yang berdampak langsung pada penurunan kemampuan bata dalam menahan beban tekan.

4. Pengujian Penyerapan Air

Hasil pengujian penyerapan air menunjukkan bahwa nilai penyerapan air meningkat seiring dengan peningkatan kadar PET. Bata *interlock* utuh memiliki nilai penyerapan air berkisar antara 3,80% hingga 6,65%, sedangkan bata *interlock* setengah berkisar antara 4,66% hingga 9,83%. Adapun hasil rata-rata penyerapan air pada bata *interlock* utuh dan setengah terlihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Diagram Hasil Rata-Rata Pengujian Penyerapan Air Bata *Interlock* Utuh dan Setengah

Meskipun terjadi peningkatan penyerapan air, seluruh variasi bata *interlock* masih memenuhi persyaratan maksimum penyerapan air rata-rata menurut SNI 03-

0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding, yaitu $\leq 25\%$.

Berdasarkan diagram tersebut, Peningkatan penyerapan air disebabkan oleh bertambahnya rongga dalam material bata akibat perbedaan sifat fisik PET dibandingkan pasir, yang mengakibatkan air lebih mudah masuk ke dalam pori-pori bata.

5. Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis (BJ) dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara berat benda uji terhadap volumenya. Pengujian ini dilakukan sebagai pengujian tambahan untuk memperkuat pengujian sebelumnya, dengan menimbang berat benda uji dalam kondisi kering, kemudian menghitung volume efektif benda uji dengan memperhitungkan adanya lubang pada bata *interlock*.

Hasil perhitungan berat jenis menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar PET yang digunakan, semakin rendah berat jenis bata *interlock*. Pada bata *interlock* utuh, berat jenis menurun dari 2.020,35 kg/m³ pada variasi kontrol menjadi 1.442,13 kg/m³ pada variasi 50% PET.

Penurunan berat jenis ini menunjukkan bahwa penggunaan PET menghasilkan bata *interlock* yang lebih ringan dibandingkan bata konvensional. Hal ini menjadi keunggulan dari sisi pengurangan beban mati bangunan, meskipun harus diimbangi dengan pertimbangan penurunan kuat tekan.

6. Analisis Keseluruhan Pengujian

Hasil penelitian memperlihatkan adanya hubungan yang konsisten antara perubahan komposisi material dan performa bata *interlock*. Substitusi pasir menggunakan PET menghasilkan pergeseran sifat material dari karakter agregat mineral yang padat menuju karakter material yang lebih ringan dan kurang rapat. Perubahan ini membentuk pola "*trade-off*" yang jelas, dimana semakin tinggi kadar PET, bata menjadi semakin ringan, namun kemampuan menahan beban tekan cenderung menurun. Pola tersebut menunjukkan bahwa PET tidak hanya berperan sebagai pengganti volume agregat,

tetapi juga memengaruhi mekanisme ikatan dalam material semen, terutama karena permukaan PET yang licin dan karakteristiknya yang tidak menyatu sebaik pasir terhadap pasta semen.

Berdasarkan keseluruhan pengujian, peningkatan kadar PET juga berkorelasi dengan meningkatnya celah internal (*void mikro*) sehingga permukaan bata menjadi lebih berpori. Hal ini menjelaskan mengapa perubahan pada penyerapan air cenderung sejalan dengan penurunan kuat tekan. Dengan kata lain, penurunan performa mekanik tidak terjadi secara terpisah, melainkan merupakan konsekuensi langsung dari perubahan kerapatan internal yang disebabkan oleh distribusi PET dalam campuran.

Dari perspektif aplikasi/implementasi, temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan PET pada bata *interlock* tetap relevan dan bernilai, khususnya untuk elemen *non-struktural* karena masih mampu mempertahankan karakter geometris dan bentuk fisik yang stabil, sekaligus menghadirkan keuntungan berupa bobot yang lebih rendah. Dengan demikian, pemanfaatan PET tidak hanya menawarkan solusi teknis pada material konstruksi, tetapi juga memberi kontribusi pada aspek lingkungan melalui pengurangan limbah plastik dan pengurangan konsumsi pasir alam. Namun, untuk penerapan yang memerlukan ketahanan tekan tinggi, penggunaan PET harus dibatasi atau dikombinasikan dengan strategi peningkatan ikatan dan kepadatan campuran agar tidak menurunkan mutu bata secara signifikan.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi parsial pasir menggunakan limbah plastik PET sebesar 0%, 30%, 40%, dan 50% pada bata *interlock* tidak menurunkan kualitas tampak maupun ketelitian ukuran karena seluruh variasi masih memenuhi

persyaratan, serta seluruh benda uji memiliki volume lubang < 25% sehingga tetap diklasifikasikan sebagai bata *interlock* pejal. Namun, peningkatan kadar PET terbukti memengaruhi karakteristik mekanik dan fisik bata, yakni kuat tekan cenderung menurun seiring bertambahnya kadar PET, sedangkan penyerapan air meningkat meskipun masih berada dalam batas standar Mutu I ($\leq 25\%$). Selain itu, berat jenis bata menurun signifikan karena densitas PET lebih rendah dibanding pasir sehingga bata yang dihasilkan menjadi lebih ringan. Secara keseluruhan, penggunaan PET menghasilkan bata *interlock* yang lebih ringan dan tetap layak dari aspek tampak serta klasifikasi, namun dengan konsekuensi penurunan kuat tekan, sehingga bata *interlock* dengan campuran PET 30%, 40%, dan 50% belum memenuhi persyaratan Mutu I ($\geq 9,8$ MPa) karena kuat tekannya hanya berkisar $\pm 2,36$ – $4,87$ MPa; oleh sebab itu variasi tersebut lebih sesuai dikategorikan untuk aplikasi non-struktural (mutu III–IV), seperti elemen pengisi/partisi ringan, dinding *non*-beban, serta kebutuhan arsitektural atau dekoratif yang tidak memerlukan kekuatan tekan tinggi, sehingga tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi PET terhadap karakteristik bata *interlock* telah tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, M. N., Bani-Hani, K. A., Malkawi, D. A. H., dan Albatayneh, O. (2024). Suitability of Sustainable Sand for Concrete Manufacturing: A Complete Review of Recycled and Desert Sand Substitution. *Results in Engineering*, 23(102478), 1-11.
- Badan Standarisasi Nasional. (1989). *SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding*. Jakarta.
- Deraman, R., Nawati, M. N. M., Yasin, M. N., Ismail, M. H., dan Ahmed, R. S. M. O. M. (2021). Polyethylene Terephthalate Waste Utilisation for Production of Low Thermal Conductivity Cement Sand Bricks. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 88(3), 117–136.
- Febriansyah, M. C. dan Attar, M. (2024). Prototipe Bata Lego (*Interlock*) Berbahan Dasar Sampah Plastik Daur Ulang Jenis Polimer HDPE. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 18(1), 1-12.
- Hayati, Y., Sabri, Aprilia, C., Malahayati, N., Asyifa, C. N., Munirwansyah, dan Afifuddin, M. (2024). Rancang Bangun untuk Konstruksi Dinding Rumah dengan Bahan Bata *Interlock*. *KAWANAD: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(1), 62–68.
- Jnr, A. K., Mohammed, L., Tagbor, T. A., Tulashie, S. K., dan Cheeseman, C. (2023). Recycling Waste Plastics into Plastic-Bonded Sand Interlocking Blocks for Wall Construction in Developing Countries. *Sustainability*, 15(24), 16602.
- Manurung, D. P. A. dan Nursyamsi. (2025). Pemanfaatan Limbah Plastik PET dalam Pembuatan Bata Ringan CLC: Studi Eksperimental. *Syntax Literate Journal*, 10(5), 5058-5069.
- Odemakin, M, Yardimli, S., dan Safarkhani, M. (2025). Comparative Thermal Performance of Recycled Plastic Bricks: A Property-based Analysis for Energy-efficient Housing. *A+Arch Design*, 11(2), 127-147.
- Rawa, M. A. M., Harudu, L., Nursalam, L. O., dan Andrias, A. (2025). Dampak Penambangan Pasir terhadap Kerusakan Lingkungan dan Dinamika Sosial. *Jurnal Teknik & Lingkungan*, 8(1), 45–54.

Rikayasa, H., dan Hermansyah. (2023). Pembuatan Batako Menggunakan Plastik PET Sebagai Bahan Pengganti Pasir untuk Menentukan Nilai Kuat Tekan. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 6(3), 448–454.

Samosir, S. A., Nursyamsi, N., dan Tarigan, J. (2025). Pemanfaatan Limbah Plastik Berjenis HDPE dan PET Sebagai Substitusi Agregat Terhadap Sifat Mekanik *Paving Block*. *Academia Open*, 10(1), 1-20.

Wijaya, S., Daryati, D., dan Saleh, R. (2022). Pemanfaatan Abu Sekam Padi dan Plastik PET Menjadi Pengganti Sebagian Agregat Halus dalam Pembuatan *Paving Block*. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 17(2), 70–76.

Zafran, M. R. (2024). Analisis Pemanfaatan Sampah Plastik Berjenis PET pada *Paving Block*. *Proteksi: Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil*, 6(2), 208–215