



## POTENSI LIMBAH BAN BEKAS SEBAGAI AGREGAT CAMPURAN BATA BETON (*PAVING BLOCK*)

Dyah Wahyu Wijayanti, Muhammad Daffa Yudhitya Rizqi Ramadhan\*, dan Waryati

Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Mulawarman, Samarinda.  
Jalan Sambaliung No.09 Kampus Gunung Kelua Samarinda 75119

\* Korespondensi penulis: [daffayudhitya818@gmail.com](mailto:daffayudhitya818@gmail.com)

### ABSTRAK

Industri ban merupakan salah satu sektor yang terus berkembang di Indonesia sehingga menghasilkan limbah ban bekas dalam jumlah yang semakin meningkat. Ban bekas bersifat *non-biodegradable* berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan apabila tidak dikelola. Salah satu upaya pemanfaatan limbah tersebut adalah sebagai bahan substitusi agregat pada pembuatan bata beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jenis dan persentase limbah ban bekas terhadap kualitas bata beton serta menilai potensi pemanfaatannya dari aspek lingkungan dan ekonomi. Penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium menggunakan limbah ban dalam dan ban luar dengan variasi substitusi sebesar 30%, 40%, dan 50%. Pengujian meliputi kuat tekan, daya serap air, uji kelimpahan dengan parameter timbal (Pb), serta analisis ekonomi. Hasil penelitian menunjukkan variasi limbah ban dalam sebesar 30% menghasilkan kinerja terbaik kuat tekan sebesar 1,92 MPa, daya serap air sebesar 9,86%, dan kadar Pb hasil uji *leaching* <0,30 mg/L sehingga masih memenuhi baku mutu yang berlaku. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa penggunaan limbah ban bekas menghasilkan biaya produksi sekitar 4% lebih rendah dibandingkan bata beton konvensional. Temuan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah ban bekas tidak hanya berpotensi mengurangi timbulan limbah dan penggunaan agregat alami, tetapi menambah nilai ekonomi melalui pemanfaatan limbah sebagai material alternatif pada produk konstruksi non-struktural.

**Kata Kunci:** Agregat Kasar, Analisis Sifat Ekonomi, Bata Beton, Limbah Ban Bekas, Pemanfaatan Limbah Padat.

### 1. Pendahuluan

Industri ban merupakan salah satu sektor industri yang terus mengalami peningkatan produksi, sehingga berkontribusi terhadap bertambahnya jumlah limbah ban bekas setiap tahunnya [1]. Peningkatan timbulan limbah tersebut menjadi tantangan dalam pengelolaan limbah padat karena ban bekas bersifat *non-biodegradable* sehingga sulit terurai secara alami dan berpotensi terakumulasi di lingkungan apabila tidak dimanfaatkan secara tepat [2]. Oleh karena itu, upaya daur ulang dan pemanfaatan kembali limbah ban menjadi bagian penting dalam mendukung pengelolaan limbah yang berkelanjutan dan ekonomi sirkular.

Penggunaan limbah ban sebagai bahan pengganti sebagai agregat kasar untuk memberikan sifat lentur dan diharapkan dapat memberi sifat kejut. Penggunaan limbah ban sebagai bahan agregat kasar diharapkan dapat memenuhi mutu yang tercapai [3] tentang bata beton baik secara fisis dan mekanis [4]. Ban bekas bukan secara langsung dikategorikan sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), tetapi pengelolannya tetap harus dilakukan secara tepat karena sifatnya yang sulit terurai serta berpotensi menimbulkan dampak lingkungan apabila dibuang secara sembarangan atau dibakar secara terbuka. Pengelolaan limbah non-B3 di Indonesia diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 Tahun 2021 [5] sebagai peraturan pelaksana dari Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 [6]. Selain itu, ban bekas diketahui mengandung berbagai material seperti karet alam, karet sintetis, karbon hitam, dan logam, termasuk timbal (Pb), sehingga pemanfaatannya sebagai material konstruksi perlu disertai evaluasi terhadap potensi pelepasan logam berat ke lingkungan melalui uji *leaching* [7]. Logam berat timbal sulit untuk terdegradasi secara biologis sehingga dapat terakumulasi dan terjadi bioakumulasi melalui rantai makanan. Timbal memiliki dampak yang buruk terhadap lingkungan karena bersifat persisten serta dikenal sebagai zat neurotoksik perkembangan yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan merugikan lingkungan secara lebih luas [8].

Salah satu bentuk pemanfaatan limbah ban bekas yang berkembang saat ini adalah penggunaannya sebagai material alternatif pada sektor konstruksi, salah satunya sebagai campuran bata beton (*paving block*) [9]. Pendekatan ini tidak hanya bertujuan meningkatkan nilai guna limbah, tetapi juga mengurangi pemanfaatan agregat alami sehingga sejalan dengan prinsip pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan [10]. Pembuatan bata beton berbahan limbah karet ban merupakan salah satu alternatif pengolahan limbah karet ban dengan cara menghancurkan limbah karet menjadi serbuk karet [11].

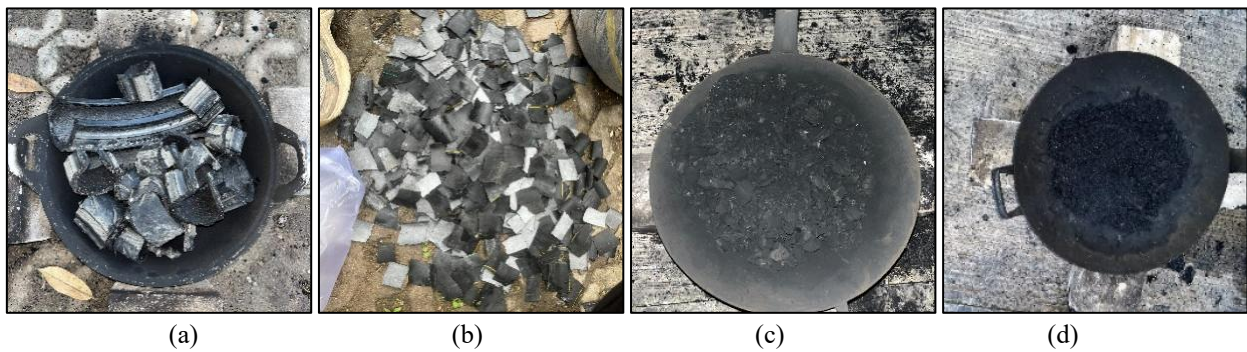
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui variasi persentase dan jenis limbah ban terhadap kualitas fisik berdasarkan SNI 03-0691-1996 [3]. Selain itu, penelitian ini juga sebagai sarana informasi dalam pengolahan limbah ban bekas sebagai agregat kasar terhadap kuat tekan dan daya serap air pada bata beton berdasarkan SNI 03-0691-1996 [3]. Penelitian ini juga mengevaluasi karakteristik teknis bata beton melalui pengujian kuat tekan dan daya serap air, tetapi juga menilai aspek keamanan lingkungan melalui uji *leaching* Pb serta aspek ekonomi dari pemanfaatan limbah ban bekas sehingga dapat mendukung pengelolaan limbah yang berkelanjutan.

## 2. Metode Penelitian

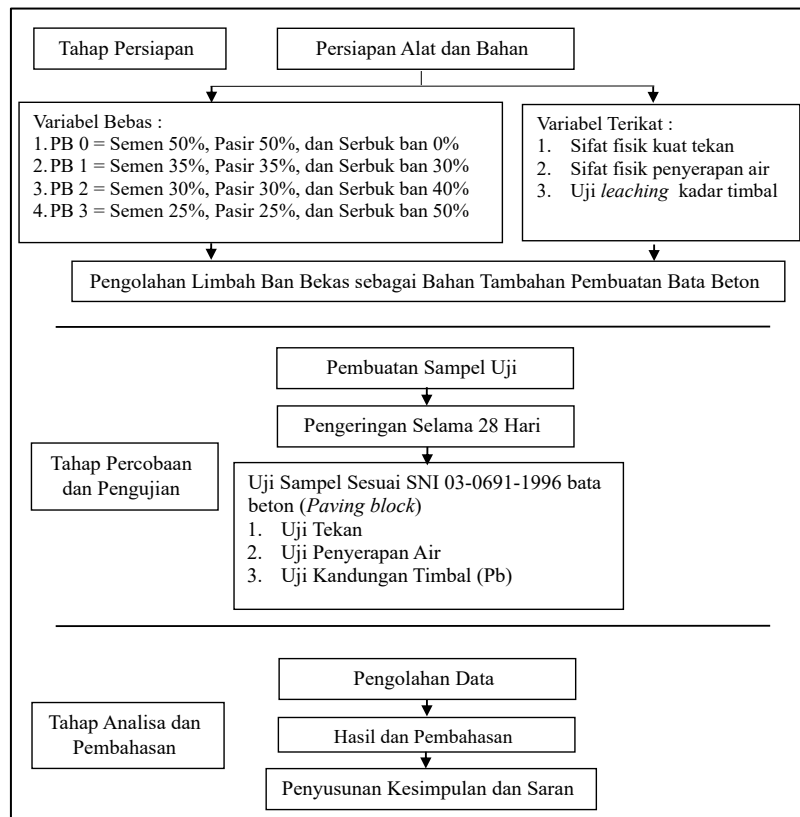
Penelitian dilakukan selama  $\pm 5$  bulan, dimulai pada bulan Mei hingga September 2025 dan dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Lingkungan serta Laboratorium Rekayasa Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman yang berlokasi di Jalan Sambaliung No. 09 Kampus Gunung Kelua, Samarinda. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium untuk menganalisis pengaruh variasi jenis dan persentase limbah ban bekas sebagai substitusi agregat kasar terhadap karakteristik bata beton, meliputi kuat tekan, daya serap air, uji kelimpahan (*leaching*) parameter timbal (Pb), serta analisis kelayakan ekonomi.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cetok, ember semen, cetakan bata beton berukuran  $20 \times 10 \times 6$  cm<sup>3</sup>, oven, baskom, timbangan digital, timbangan manual, penggaris, sarung tangan, mesin uji kuat tekan (*Compression Testing Machine*), *blowtorch*, wajan, pengaduk, pisau, gunting, gerinda, botol sampel, dan peralatan gelas laboratorium. Bahan yang digunakan meliputi semen Portland, pasir, limbah ban dalam bekas, limbah ban luar bekas, air, akuades, gas LPG, kertas sampel, dan tisu.

Selama proses penelitian dihasilkan limbah berupa sisa campuran semen dan pasir, sisa serbuk ban yang tidak digunakan, air bekas pencucian peralatan, serta emisi gas dari proses pembakaran limbah ban. Sisa campuran padat dikeringkan sebelum dibuang sebagai limbah padat laboratorium, sedangkan sisa serbuk ban dimanfaatkan kembali sebagai bahan percobaan apabila masih memenuhi spesifikasi. Air bekas pencucian ditampung terlebih dahulu hingga padatan mengendap sebelum dibuang sesuai prosedur laboratorium.



**Gambar 1.** (a) Ban Luar, (b) Ban Dalam, (c) Ban Luar Sesudah Dibakar, (d) Ban Dalam Sesudah Dibakar



**Gambar 2.** Skema Penelitian

**Tabel 1.** Persentase Bahan yang Digunakan dalam Pembuatan Bata Beton

Bata Beton	Semen		Pasir		Limbah Ban Bekas			
	Persentase (%)	Berat (kg)	Persentase (%)	Berat (kg)	Ban Dalam		Ban Luar	
					Persentase (%)	Berat (kg)	Persentase (%)	Berat (kg)
PB 0	50	1,5	50	1,5	0	0	0	0
PB 1D	35	1,05	35	1,05	30	0,9	-	-
PB 2D	30	0,9	30	0,9	40	1,2	-	-
PB 3D	25	0,75	25	0,75	50	1,5	-	-
PB 1L	35	1,05	35	1,05	-	-	30	0,9
PB 2L	30	0,9	30	0,9	-	-	40	1,2
PB 3L	25	0,75	25	0,75	-	-	50	1,5

### Pembuatan Bata Beton

Pembuatan bata beton dilakukan menggunakan cetakan berbentuk balok berukuran  $20 \times 10 \times 6 \text{ cm}^3$ . Variasi campuran terdiri atas satu sampel kontrol (PB0) dan enam variasi dengan substitusi limbah ban dalam maupun ban luar sebesar 30%, 40%, dan 50%. Setiap variasi dibuat sebanyak tiga benda uji. Tahapan pembuatan bata beton meliputi:

- pemilahan limbah ban menjadi ban dalam dan ban luar;
- pembakaran limbah ban hingga menghasilkan serbuk karet;
- penimbangan seluruh bahan sesuai komposisi campuran;
- pencampuran semen, pasir, dan serbuk ban hingga homogen;
- penambahan air secara bertahap sambil dilakukan pengadukan;
- pencetakan adonan ke dalam cetakan;

- pemadatan menggunakan spatula besi;
- pelepasan bata beton dari cetakan; dan
- proses *curing* selama 28 hari.



Gambar 3. (a) Pembakaran Limbah Ban, (b) Pencetakan Bata Beton, (c) Pengeringan Bata Beton

### Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan mesin *Compression Testing Machine* sesuai SNI 03-0691-1996 dengan tahapan sebagai berikut.

- Bata beton diletakkan pada bidang tekan mesin.
- Mesin dijalankan hingga memberikan beban secara bertahap.
- Pembebanan dilakukan secara kontinu hingga benda uji mengalami keruntuhan.
- Beban maksimum yang diterima sampel dicatat.
- Nilai kuat tekan dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P_{\text{maks}}}{A} \times \text{kN} \quad (1)$$

di mana  $P_{\text{maks}}$  adalah beban tekan (kN),  $A$  adalah luas bidang tekan ( $\text{cm}^2$ ), dan kN adalah nilai konversi kN (101,97 kg).



Gambar 4. Pengujian Kuat Tekan Bata Beton

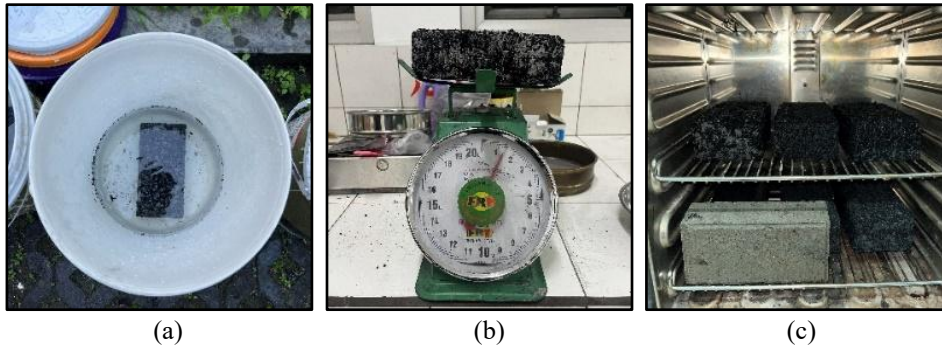
### Pengujian Daya Serap Air

Uji penyerapan air pada bata beton dilakukan dengan cara merendam bata beton yang telah dilakukan proses pengeringan selama 28 hari. Bata beton direndam hingga bata beton selama 24 jam, lalu ditimbang beratnya dalam keadaan basah. Dikeringkan dalam oven selama 24 jam dengan suhu  $105^{\circ}\text{C}$  sampai beratnya

pada dua kali penimbangan berselisih tidak lebih dari 0,2% penimbangan yang terdahulu. Proses perendaman bata beton dalam wadah berisi *aquades* dapat dilihat pada Gambar 4. Dihitung penyerapan air dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2)$$

di mana A adalah berat bata beton basah (%) dan B adalah berat bata beton kering (%).



Gambar 5. (a) Perendaman Bata Beton, (b) Penimbangan Bata Beton, (c) Pengeringan Bata Beton

### Uji Kelimpahan (*Leaching*)

Pengujian kelimpahan (*leaching*) dilakukan untuk mengetahui potensi pelepasan logam berat timbal (Pb) dari bata beton yang menggunakan limbah ban bekas. Sampel bata beton direndam dalam akuades selama 24 jam. Air rendaman kemudian diambil sebagai sampel dan dianalisis menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Hasil pengujian dibandingkan dengan baku mutu yang mengacu pada PP Nomor 22 Tahun 2021.

### Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi dilakukan untuk menentukan kelayakan harga jual bata beton (*paving block*) yang menggunakan limbah ban bekas sebagai substitusi agregat kasar. Perhitungan dilakukan berdasarkan biaya produksi yang meliputi biaya bahan baku, biaya penyusutan alat, biaya tenaga kerja, biaya operasional, serta persentase keuntungan yang diinginkan. Komponen biaya dihitung berdasarkan harga bahan dan Upah Minimum Kota (UMK) Samarinda pada tahun penelitian. Selanjutnya, total biaya produksi dihitung per 1 m<sup>2</sup> atau setara dengan 50 buah bata beton (*paving block*), kemudian ditambahkan biaya operasional sebesar 5% dari total biaya modal dan keuntungan sebesar 10% untuk memperoleh estimasi harga jual produk. Metode ini digunakan untuk mengevaluasi daya saing ekonomi bata beton berbahan limbah ban bekas dibandingkan dengan bata beton konvensional.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Analisis Sifat Tampak

Analisis sifat tampak dilakukan untuk mengevaluasi kondisi bata beton pada setiap variasi penambahan limbah ban bekas, meliputi kerataan permukaan, keberadaan cacat, kerapatan, kekasaran, kondisi rusuk-rusuk, serta homogenitas warna. Pembuatan bata beton dengan limbah ban bekas, menghasilkan bata beton dengan sifat tampak yang sama pada setiap komposisi. Pada variasi PB0 bidang permukaan tidak memiliki cacat dan memiliki kerapatan yang tinggi. Warna dari bata beton adalah abu-abu muda tanpa ada bercak.



**Gambar 6.** Bata Beton PB0

Bata beton dengan variasi limbah ban bekas 30% dengan kode PB 1D untuk ban dalam dan PB 1L untuk ban luar menunjukkan perbedaan pada sifat tampaknya. Pada PB 1D terdapat tekstur kasar dan berwarna abu-abu gelap dengan sedikit bercak. Bata beton PB 1L memiliki tekstur yang kasar serta sedikit renggang. Memiliki warna abu-abu gelap dan bercak hitam yang merata pada seluruh permukaan.



(a)

(b)

**Gambar 7.** (a) Bata Beton PB 1D, (b) Bata Beton PB 1L

Bata beton dengan penggunaan variasi limbah ban bekas 40% dengan kode PB 2D untuk ban dalam dan PB 2L untuk ban luar menunjukkan perbedaan pada sifat tampaknya. Pada PB 2D terdapat tekstur kasar dan berwarna abu-abu gelap dengan sedikit bercak. Bata beton PB 2L memiliki tekstur yang kasar serta sedikit renggang. Memiliki warna abu-abu gelap dan bercak hitam yang merata pada seluruh permukaan.



(a)

(b)

**Gambar 8.** (a) Bata Beton PB 2D, (b) Bata Beton PB 2L

Bata beton dengan penggunaan variasi limbah ban bekas 50% dengan kode PB 3D untuk ban dalam dan PB 3L untuk ban luar menunjukkan perbedaan pada sifat tampaknya. Pada PB 3D terdapat tekstur sangat kasar dan berwarna abu-abu gelap dengan dominan bercak hitam. Bata beton PB 3L memiliki tekstur sangat kasar serta renggang. Memiliki warna dominan hitam dengan sedikit bercak berwarna abu-abu.



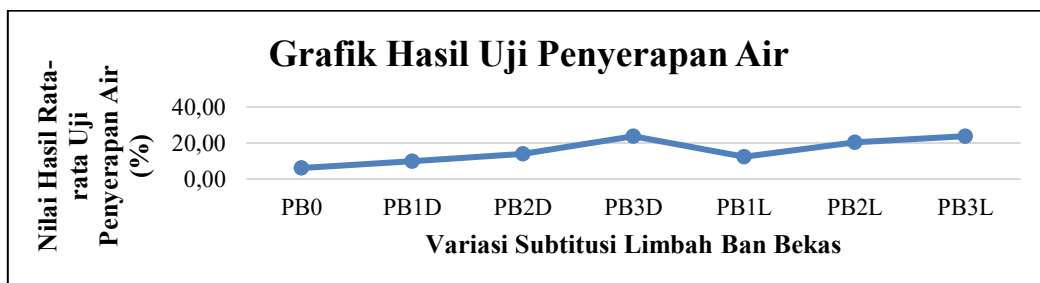
**Gambar 9.** (a) Bata Beton PB 3D, (b) Bata Beton PB 3L

**Analisis Penyerapan Air**

Pengujian penyerapan air dilakukan untuk mengetahui kemampuan bata beton dalam menyerap air. Nilai penyerapan air yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan baku mutu SNI 03-0691-1996. Hasil penyerapan air bata beton dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Uji Daya Penyerapan Air Bata Beton

Hari	Variasi	Sampel Uji	Nilai Penyerapan Air (%)	Rata-rata (%)	Mutu <i>Paving Block</i>	Standar Penyerapan Air
28	PB 0	1	6,00	6,15	C	SNI-03-0691-1996-PAVING BLOCK :  Rata – Rata Maksimal A : 3% B : 6% C : 8% D : 10%
		2	6,30			
		3	6,15			
	PB 1D	1	10,00	9,86	D	
		2	10,32			
		3	9,27			
	PB 2D	1	14,29	13,95	-	
		2	13,29			
		3	14,29			
	PB 3D	1	25,00	23,69	-	
		2	23,48			
		3	22,58			
	PB 1L	1	13,33	12,34	-	
		2	12,42			
		3	11,26			
	PB 2L	1	20,00	20,44	-	
		2	20,00			
		3	21,31			
	PB 3L	1	23,33	23,80	-	
		2	24,58			
		3	23,48			



**Gambar 10.** Grafik Nilai Rata-rata Uji Penyerapan Air Bata Beton



Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai penyerapan air terendah diperoleh pada variasi PB0 sebesar 6,15% sehingga memenuhi mutu C berdasarkan SNI 03-0691-1996, sedangkan seluruh variasi dengan penambahan limbah ban bekas mengalami peningkatan nilai penyerapan air. Variasi PB1D masih memenuhi mutu D dengan nilai rata-rata 9,86%, sedangkan variasi lainnya memiliki nilai penyerapan air di atas batas maksimum standar.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Iduwin dkk. (2023) [10] yang melaporkan bahwa peningkatan penggunaan limbah karet ban menyebabkan kenaikan daya serap air akibat meningkatnya porositas campuran paving block. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Nugroho dkk. (2023) [9] pada campuran beton menggunakan serbuk ban bekas yang menunjukkan bahwa semakin besar persentase substitusi agregat, semakin tinggi porositas material yang terbentuk.

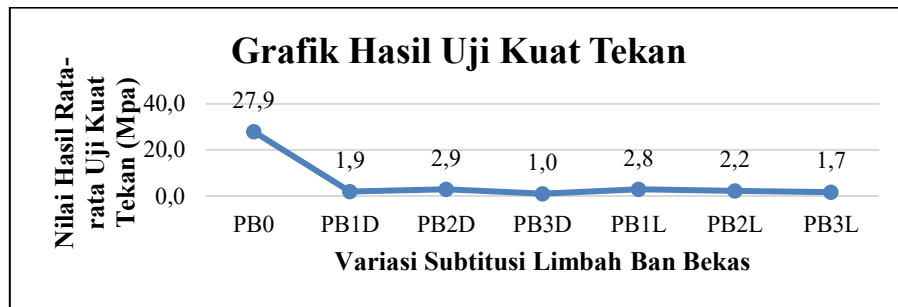
Dari sudut pandang teknik lingkungan, peningkatan daya serap air menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah ban sebagai material konstruksi masih memerlukan optimasi komposisi agar fungsi pengurangan limbah tetap dapat dicapai tanpa menurunkan kualitas produk secara signifikan. Oleh karena itu, penggunaan limbah ban bekas perlu dibatasi pada persentase tertentu agar diperoleh keseimbangan antara aspek teknis dan aspek pemanfaatan limbah padat.

### **Analisis Kuat Tekan Bata Beton**

Nilai kuat tekan yang diperoleh dibandingkan dengan baku mutu SNI 03-0691-1996. Hasil kuat tekan bata beton dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Uji Kuat Tekan Bata Beton

Hari	Variasi	Sampel Uji	Nilai Kuat Tekan (kN)	Nilai Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)	Mutu Paving Block	Standar Kuat Tekan
28	PB 0	1	478,00	23,9	27,93	B	SNI-03-0691-1996 PAVING BLOCK :  A : Min 35 & rata-rata 40 B : Min 17 & rata-rata 20 C : Min 12,5 & rata-rata 15 D : Min 8,5 & rata-rata 10
		2	576,00	28,8			
		3	622,00	31,1			
	PB 1D	1	29,00	1,4	1,92	-	
		2	41,00	2,0			
		3	45,00	2,2			
	PB 2D	1	50,00	2,5	2,88	-	
		2	67,00	3,3			
		3	56,00	2,8			
	PB 3D	1	21,00	1,0	1,02	-	
		2	16,00	0,8			
		3	24,00	1,2			
	PB 1L	1	46,00	2,3	2,85	-	
		2	84,00	4,2			
		3	41,00	2,0			
	PB 2L	1	43,00	2,1	2,22	-	
		2	29,00	1,4			
		3	61,00	3,0			
	PB 3L	1	35,00	1,7	1,68	-	
		2	34,00	1,7			
		3	32,00	1,6			



Gambar 11. Grafik Nilai Rata-rata Uji Kuat Tekan Bata Beton

Hasil menunjukkan bahwa hanya variasi bata beton 0% limbah yang memenuhi standar mutu. Variasi PB0 menghasilkan kuat tekan 27,93 Mpa dan tergolong pada mutu B. Pada variasi lain nilai kuat tekannya dibawah dari standar mutu SNI 03-0691-1996 [3]. Semakin banyak limbah ban bekas yang digunakan, maka semakin rendah nilai kuat tekannya terutama ketika digunakan dengan proporsi optimal dan metode proses yang tepat, sehingga dengan naiknya daya serap air maka daya kuat tekan bata beton akan menurun.

Semakin rendah kemampuan penyerapan air dari bata beton, hal ini berbanding lurus dengan hasil dari uji serap air yang di mana nilai serap air bertambah besar seiring dengan bertambahnya persentase penggunaan limbah ban bekas sebagai agregat. Semakin tinggi daya serap air bata beton, semakin rendah juga nilai dari kuat tekan [12].

Secara lingkungan, hasil tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah ban bekas tidak selalu ditujukan untuk menghasilkan material dengan kekuatan tinggi, melainkan sebagai alternatif pengelolaan limbah padat melalui konsep pemanfaatan kembali (*reuse*) dan daur ulang (*recycle*). Dengan demikian, bata beton berbahan limbah ban lebih sesuai untuk aplikasi non-struktural yang tidak memerlukan kuat tekan tinggi, sehingga tetap memberikan manfaat dalam mengurangi akumulasi limbah ban di lingkungan.

### Analisis Uji Kelimpahan (*Leaching*)

Pengujian *leaching* dilakukan untuk mengevaluasi potensi pelepasan logam berat timbal (Pb) dari bata beton yang mengandung limbah ban bekas. Seluruh variasi menghasilkan konsentrasi timbal <0,30 mg/L, sehingga masih memenuhi baku mutu berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021[6].

Hasil tersebut menunjukkan bahwa matriks semen mampu mengikat logam berat sehingga pelepasannya ke lingkungan menjadi sangat rendah. Mekanisme immobilisasi tersebut menyebabkan logam berat tidak mudah larut meskipun material terpapar air.

Dari perspektif teknik lingkungan, hasil ini merupakan temuan penting karena menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah ban bekas sebagai bahan campuran bata beton tidak hanya berpotensi mengurangi jumlah limbah yang dibuang ke lingkungan, tetapi juga mampu menekan risiko pencemaran logam berat. Dengan demikian, pemanfaatan limbah ban pada bata beton berpotensi menjadi salah satu bentuk pengelolaan limbah padat yang lebih aman dan berkelanjutan.

### Analisis Ekonomi Pemanfaatan Limbah Ban Bekas

Analisis ekonomi juga dilakukan pada penelitian ini untuk menentukan harga jual bata beton dengan tambahan limbah ban bekas. Penentuan harga jual ditentukan berdasarkan aspek bahan, alat, karyawan, operasional, dan persentase keuntungan yang ingin diperoleh. Analisis ekonomi yang dilakukan didasarkan pada data Kota Samarinda dan *update* harga pada tahun perencanaan.

Bata beton dengan substitusi agregat limbah ban bekas dinilai dapat bersaing dengan bata beton konvensional. Nilai harga jual masih berada pada kisaran harga jual bata beton yang dijual di wilayah Samarinda, yaitu Rp 85.000/m<sup>2</sup> hingga Rp 145.000/m<sup>2</sup> untuk bata beton bentuk balok. Limbah ban bekas yang didapatkan dari hasil pengumpulan maka tidak akan mengalami kenaikan harga yang tinggi dari bata beton



konvensional. Harga jual bata beton masih setara atau sedikit lebih murah dibandingkan dengan bata beton konvensional, karena agregat yang lebih mahal digantikan oleh limbah ban bekas.

Selain memberikan nilai ekonomi melalui pengurangan biaya bahan baku, pemanfaatan limbah ban bekas juga memberikan nilai tambah lingkungan karena mengurangi jumlah limbah yang berpotensi mencemari lingkungan apabila dibuang atau dibakar secara terbuka. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah ban sebagai bahan substitusi agregat dapat mendukung penerapan ekonomi sirkular melalui peningkatan nilai guna limbah menjadi produk konstruksi yang memiliki nilai ekonomi.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pemanfaatan limbah ban bekas sebagai substitusi agregat pada bata beton memengaruhi sifat fisik material. Peningkatan persentase limbah ban menyebabkan nilai penyerapan air meningkat dan kuat tekan menurun sehingga hanya variasi PB0 yang memenuhi persyaratan kuat tekan SNI 03-0691-1996, sedangkan pada pengujian penyerapan air hanya variasi PB1D (30%) yang masih memenuhi mutu D. Seluruh variasi menunjukkan hasil uji *leaching* timbal (Pb) di bawah baku mutu PP Nomor 22 Tahun 2021 sehingga penggunaan limbah ban bekas tidak menimbulkan potensi pencemaran logam berat yang melebihi standar lingkungan. Dari aspek ekonomi, pemanfaatan limbah ban bekas menghasilkan biaya produksi yang kompetitif dengan bata beton konvensional. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa limbah ban bekas memiliki potensi sebagai alternatif pemanfaatan limbah padat dalam material konstruksi non-struktural yang mendukung pengurangan timbulan limbah sekaligus memberikan nilai tambah ekonomi.

#### Referensi

- [1] A. Supriyanto dan Y. Y. Kristiawan, "Pemanfaatan Limbah Ban Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Metode Pirolisis," *J. Tek. Atw*, hal. 35–40, 2017.
- [2] S. Gumelar, "Pendayagunaan Limbah Ban Bekas Berbasis Steam Menjadi Kursi," *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 2, no. 6, hal. 603, 2024, [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12198730>
- [3] SNI 03 0691 1996, "Bata Beton (Paving Block)," *Badan Standarisasi Nas.*, hal. 1–5, 1996.
- [4] T. M. Fahri, A. J. Nasution, dan R. Rahman, "Pemakaian Serbuk Ban Untuk Paving Blok Bentuk Heksagon (Segi Enam)," *Pus. Stud. Pendidik. Rakyat*, vol. 4, hal. 55–65, 2024.
- [5] P. Menteri, L. Hidup, D. A. N. Kehutanan, M. Lingkungan, H. Dan, dan K. Republik, "BERITA NEGARA," no. 1214, 2021.
- [6] P. R. I. / P. R. Indonesia., "Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.," 2021, *Lembaran Negara Republik Indonesia, Jakarta*.
- [7] M. Taylor dan N. Kruger, "Tyre weights an overlooked diffuse source of lead and antimony to road runoff," *Sustain.*, vol. 12, no. 17, 2020, doi: 10.3390/SU12176790.
- [8] A. Putra, W. E. Fitri, dan F. A. Febria, "Toxicity of Lead Metal To Health and Environment :," *J. Kesehat. Med. Sainika*, vol. 14, no. 1, hal. 158–174, 2023.
- [9] G. Nugroho, A. Pujianto, dan E. Kania, "Pengaruh Substitusi Serbuk Karet Ban Bekas Sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Kuat Tekan Beton," vol. 3, no. 2, hal. 1–6, 2023.
- [10] T. Iduwin, D. D. Purnama, dan P. S. Putri, "Penggunaan Limbah Karet Ban Terhadap Kuat Tekan Dan Penyerapan Paving Block," *J. Forum Mek.*, vol. Vol. 12, no. No. 1, hal. P-ISSN: 2356-1491, E-ISSN: 2655-8211, 2023.
- [11] Winarto, J. Tanijaya, dan D. Sandy, "Penggunaan Crumb Rubber Pada Pembuatan Paving Block," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 7, no. 1, hal. 28–35, 2025.
- [12] D. Larasati, I. Iswan, dan S. Setyanto, "Uji Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Campuran Tanah dan Kapur Dengan Alat Pematat Modifikasi," *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 4, no. 1, hal. 11–22, 2016, doi: 10.23960/jrsdd.v4i1.342.