

# PENGARUH LIMBAH KARET BAN SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT LENTUR BETON NORMAL

\* Alviansyah Walid Oktura<sup>1</sup>, Agi Rivi Hendardi<sup>1</sup>, Risnandar Nurdianto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Universitas Perjuangan Tasikmalaya, Kota Tasikmalaya, Negara Indonesia

\*)Penulis korespondensi: Alviansyah Walid Oktura (1903020030@unper.ac.id)

Received: 24 April 2024 Revised: 23 April 2025 Accepted: 23 April 2025

**Abstract**— Concrete is one of the construction materials that is very commonly used in a construction, both in the construction of buildings, bridges, roads, and other constructions, this is because concrete is resistant to environmental decay, wear-resistant and resistant to weather (hot, cold, rain, sunlight) while the lack of concrete is the low ability to withstand tensile loads because concrete is a brittle material. this research was conducted by adding waste tire rubber to aggregate coarse with variations of 0%, 5%, 10%, and 15% on the weight of coarse aggregate. Concrete measuring 15 x 15 x 60 cm was tested at the age of 7, 14 and 28 days. Normal concrete at 7.14 and 28 days old produces values of 3.67 MPa, 4.73 MPa and 5.44 MPa. 5% waste rubber tire variation concrete at 7.14 and 28 days yielded values of 3.11 MPa, 4.33 MPa and 4.47 MPa. Concrete variations of 10% waste tire rubber at 7.14 and 28 days yielded values of 3.67 MPa, 4.89 MPa and 4.93 MPa. 15% tire rubber waste variation concrete at 7.14 and 28 days produces values of 3.00 MPa, 3.29 MPa and 3.60 MPa. Normal concrete without a mixture of tire rubber waste produces the highest flexural strength value at 28 days with a value of 5.44 MPa compared to a mixture of 5% and 10% tire waste which produces values of 4.47 and 4.93. while in the waste tire rubber mixture 15% produces a value of 3.60 does not meet the required bending strength of 3.83 MPa.

**Keywords** — Concrete, Strong Bending, Slump, Waste Rubber Tire.

**Abstrak**— Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang sangat umum digunakan dalam sebuah konstruksi, baik dalam konstruksi bangunan, jembatan, jalan, dan konstruksi lainnya, hal ini dikarenakan beton tahan terhadap pembusukan lingkungan, tahan aus dan tahan terhadap cuaca (panas, dingin, hujan, sinar matahari) sedangkan kekurangan beton yaitu rendahnya kemampuan menahan beban tarik karena beton merupakan bahan yang getas (brittle). penelitian ini dilakukan dengan menambahkan limbah karet ban pada agregat kasar dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% pada berat agregat kasar. beton ukuran 15 x 15 x 60 cm dilakukan pengujian pada umur 7,14 dan 28 hari. Beton normal pada umur 7,14 dan 28 hari menghasilkan nilai sebesar 3,67 MPa, 4,73 MPa dan 5,44 MPa. beton variasi limbah karet ban 5% pada 7,14 dan 28 hari menghasilkan nilai 3,11 MPa, 4,33 MPa dan 4,47 MPa. beton variasi limbah karet ban 10% pada 7,14 dan 28 hari menghasilkan nilai 3,67 MPa, 4,89 MPa dan 4,93 MPa. beton variasi limbah karet ban 15% pada 7,14 dan 28 hari menghasilkan nilai 3,00 MPa, 3,29 MPa dan 3,60 MPa. Beton normal tanpa campuran limbah karet ban menghasilkan nilai kuat lentur paling tinggi pada 28 hari dengan nilai 5,44 MPa di bandingkan dengan campuran limbah karet ban 5% dan 10 % yang menghasilkan nilai sebesar 4,47 dan 4,93 . Sedangkan pada campuran limbah karet ban 15% menghasilkan nilai sebesar 3,60 tidak memenuhi kuat lentur yang disyaratkan 3,83 MPa.

**Kata kunci** — Beton, Kuat Lentur, Slump, Limbah Karet Ban.

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang paling umum digunakan dalam pembangunan berbagai jenis infrastruktur seperti jembatan, gedung, jalan, rumah, dan struktur lainnya. Material ini memiliki berbagai keunggulan, antara lain tahan terhadap pembusukan, keausan, dan pengaruh cuaca ekstrem. Namun, beton juga memiliki kelemahan yaitu bersifat kaku dan memiliki kekuatan tarik yang rendah. Oleh karena itu, dalam praktik konstruksi, beton biasanya diperkuat dengan bahan tambahan atau tulangan untuk meningkatkan kemampuannya dalam menahan gaya tarik.

Dengan berkembangnya teknologi dan meningkatnya kepedulian terhadap lingkungan, banyak penelitian dilakukan untuk mencari alternatif bahan tambahan dalam campuran beton yang ramah lingkungan. Salah satu pendekatan yang menarik adalah pemanfaatan limbah karet dari ban bekas sebagai bahan tambah agregat kasar.

Penambahan cacahan karet pada beton dapat meningkatkan fleksibilitas beton sekaligus mengurangi limbah karet yang jumlahnya semakin meningkat setiap tahun (Anwar, 2021). Karet memiliki beberapa sifat unggul yang mendukung penggunaannya dalam beton, seperti ketahanan terhadap air, stabilitas yang baik, kelenturan tinggi, serta kemampuan menahan deformasi akibat beban dinamis (Cifriadi et al., 2021).

Pengaruh penambahan limbah karet ban sebagai pengganti agregat halus pada beton. Variasi penambahan limbah karet ban sebesar 5%, 10%, dan 15% dari volume agregat halus diuji pada umur 28 hari. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan limbah karet ban hingga 10% dapat meningkatkan kuat lentur beton, namun penambahan lebih dari itu menyebabkan penurunan kekuatan (Ramadhan & pratiwi, 2024). Meskipun terjadi penurunan kekuatan lentur, temuan ini tetap relevan dalam konteks pemanfaatan limbah karena menunjukkan potensi penggunaan karet sebagai bahan tambahan dalam beton, khususnya untuk proyek yang tidak membutuhkan kekuatan maksimal.

Melalui penelitian ini, diharapkan pemanfaatan limbah karet ban sebagai agregat kasar dalam campuran beton dapat menjadi solusi inovatif dan ramah lingkungan. Penelitian dilakukan dengan variasi penambahan limbah karet sebanyak 5%, 10%, dan 15% terhadap berat agregat kasar, guna mengkaji pengaruhnya terhadap kuat lentur beton normal. Hasil penelitian ini nantinya diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai efektivitas penggunaan karet dalam campuran beton serta mendorong penerapan material alternatif yang mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan.

### 1.1 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat diambil dari penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Bagaimana pengaruh karet ban sebagai penambahan agregat kasar terhadap kuat lentur beton normal?
- 2) Bagaimana hasil perbandingan kuat lentur beton normal dengan kuat lentur beton dengan penambahan agregat kasar limbah karet ban?

### 1.2 Tujuan Penelitian

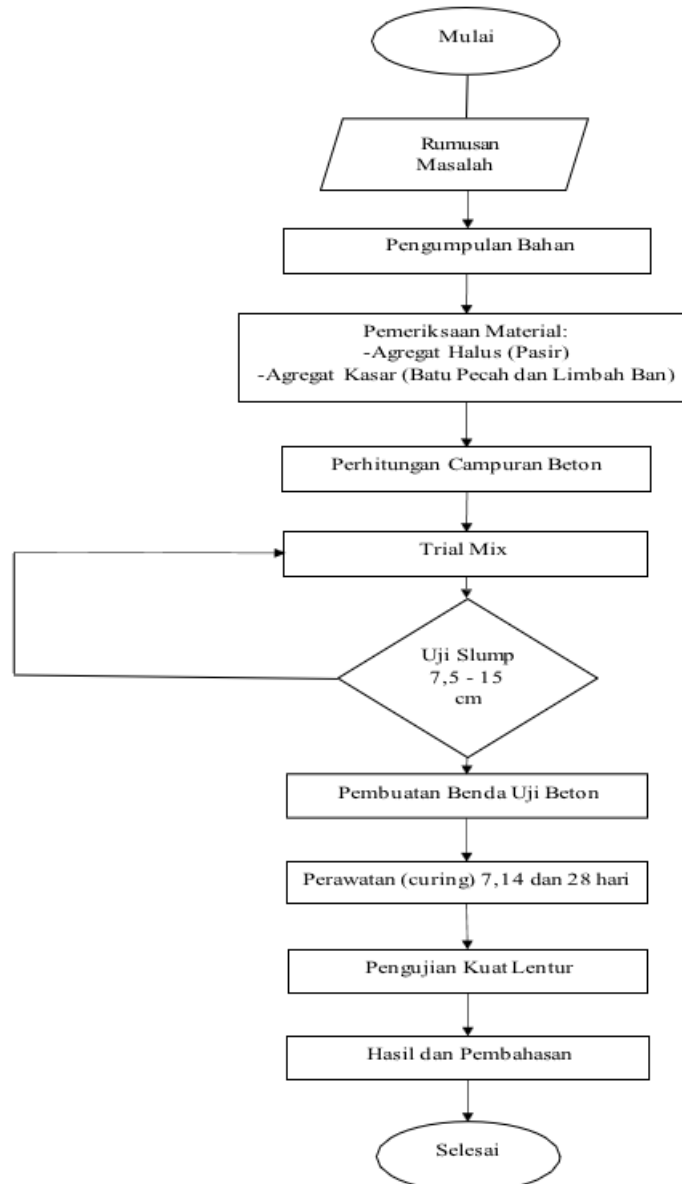
Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Menganalisa kuat lentur beton dengan penambahan karet ban sebagai agregat kasar.
- 2) Mengalisa perbandingan antara beton normal dengan beton yang menggunakan karet ban sebagai penambah agregat kasar.

## 2. METODE

Metode penelitian yang dipakai dalam penelitian ini yaitu dengan cara eksperimen dan studi pustaka atau literatur sesuai Gambar 1. Alur penelitian yang ditampilkan dalam gambar dimulai dengan perumusan masalah, di mana ditentukan fokus dan tujuan dari penelitian. Selanjutnya dilakukan pengumpulan bahan, termasuk agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah dan limbah ban), serta material lainnya yang dibutuhkan. Setelah bahan terkumpul, dilakukan pemeriksaan material untuk mengetahui kualitas dan kesesuaian material, khususnya terhadap agregat halus dan kasar. Tahap berikutnya adalah perhitungan campuran beton untuk menentukan proporsi bahan yang optimal. Kemudian dilakukan trial mix, yaitu pencampuran awal beton untuk diuji melalui uji *slump* dengan rentang kelecakan 7,5–15 cm. Jika hasil uji *slump* tidak sesuai, campuran akan disesuaikan kembali.

Apabila campuran memenuhi syarat *slump*, proses dilanjutkan ke pembuatan benda uji beton. Setelah itu, benda uji dirawat (*curing*) selama 7, 14, dan 28 hari untuk memastikan perkembangan kekuatan beton secara bertahap. Setelah proses perawatan selesai, dilakukan pengujian kuat lentur untuk mengetahui seberapa besar kekuatan lentur beton yang diuji. Terakhir, hasil dari pengujian dianalisis dalam tahap hasil dan pembahasan, sebelum penelitian dinyatakan selesai.



Gambar 1. Alur Penelitian

## 2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Azka Ready Mix Kota Tasikmalaya dan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Perjuangan Tasikmalaya. Waktu penelitian yang direncanakan kurang lebih selama 2 bulan.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

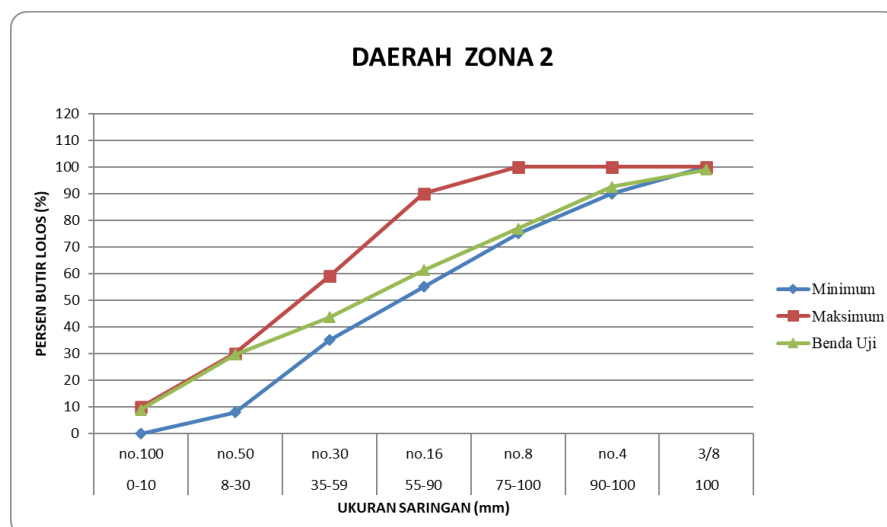
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis Saringan

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis saringan (*sieve analysis*) terhadap agregat halus (pasir) untuk dua sampel yang masing-masing memiliki berat 1000 gram. Proses ini bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butiran agregat halus dan menghitung modulus kehalusan (*fine modulus*). Dari hasil pengayakan menggunakan saringan dengan ukuran dari 3/8 inci hingga no.200, diketahui bahwa sebagian besar agregat tertahan pada saringan no.16 hingga no.50, yang menunjukkan bahwa material tersebut termasuk dalam kategori pasir kasar. Rata-rata persentase butiran yang lolos pada setiap saringan dihitung dan dibandingkan dengan standar spesifikasi. Nilai rata-rata modulus kehalusan dari kedua sampel adalah 3,85, yang menunjukkan bahwa pasir yang digunakan termasuk dalam pasir dengan gradasi baik dan cocok digunakan dalam campuran beton, sesuai dengan standar spesifikasi teknis. Dari data hasil analisis saringan agregat halus Galunggung masuk pada zona 2 dilihat dari SNI-03-2834- 2000 (Foulhudan et al., 2022) sesuai Gambar 3.

Tabel 1. Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus

Sieve size		Weight		Total Weight		Total Percent		Total Percent		AVG	SPEC
inchi	mm	Retained (gr)		Retained (gr)		Retained (%)		Passing (%)			
		1	2	1	2	1	2	1	2		
1 1/2	38,1										
1	25,4										
3/4	19										
3/8	9,5	11	9	11	9	1,1	0,9	98,9	99,1	99	100
no.4	4,75	64	65	75	74	7,5	7,4	92,5	92,6	92,55	90-100
no.8	2,36	154	159	229	233	22,9	23,3	77,1	76,7	76,9	75-100
no.16	1,18	160	153	389	386	38,9	38,6	61,1	61,4	61,25	55-90
no.30	0,6	180	172	569	558	56,9	55,8	43,1	44,2	43,65	35-59
no.50	0,3	143	138	712	696	71,2	69,6	28,8	30,4	29,6	8-30
no.100	0,15	205	207	917	903	91,7	90,3	8,3	9,7	9	0-10
no.200	0,075	56	66	973	969	97,3	96,9	2,7	3,1	2,9	
PAN		27	31	1000	1000						
						1	2				
						3,88	3,83				
						3,85					

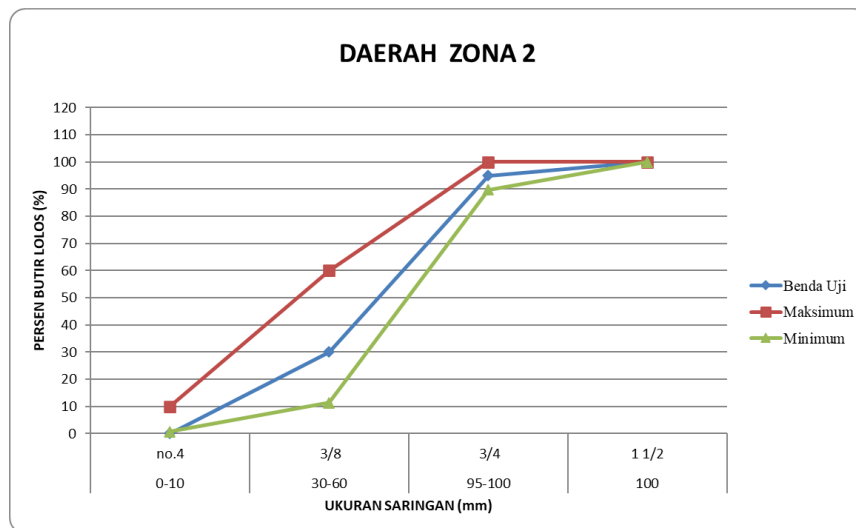


Gambar 3. Gambar Batas Gradasi Agregat halus

Hasil Tabel 2 menunjukkan bahwa sebagian besar agregat tertahan pada ayakan 3/8 inci (9,5 mm) dengan retensi sebesar 784 gram dan 786 gram pada sampel pertama dan kedua, masing-masing menyumbang sekitar 85,4% dan 92% dari total berat. Ini berarti sebagian besar partikel berada dalam rentang ukuran tersebut. Semakin kecil ukuran ayakan, semakin sedikit material yang tertahan, hingga pada PAN hanya tersisa 9 gram dan 5 gram, menunjukkan sedikitnya material halus. Nilai *Fine Modulus* (FM) untuk kedua sampel adalah 6,92 dan 7,05, dengan rata-rata 6,98, yang mengindikasikan bahwa agregat ini tergolong kasar. Dari hasil analisis saringan agregat kasar Galunggung menggunakan ukuran 10-20 mm masuk kedalam zona 2 sesuai Gambar 4.

Tabel 2. Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar

Sieve size	mm	Weight Retained (gr)		Total Weight Retained (gr)		Total Percent Retained (%)		Total Percent Passing (%)		AVG	SPEC	inci
		1	2	1	2	1	2	1	2			
1												
											1 1/2	38,1
											1	25,4
3/4	19	70	134	70	134	7	13,4	93	86,6	89,8		
3/8	9,5	784	786	854	920	85,4	92	14,6	8	11,3	100	
no.4	4,75	137	75	991	995	99,1	99,5	0,9	0,5	0,7	90-100	
no.8	2,36					100	100				75-100	
no.16	1,18					100	100				55-90	
no.30	0,6					100	100				35-59	
no.50	0,3					100	100				8-30	
no.100	0,15					100	100				0-10	
no.200	0,075											
PAN		9	5	1000	1000							
											1	2
										Fine Modulus :	6,92	7,05
												6,98



Gambar 4 Gambar Batas Gradasi Agregat Kasar

### 3.2 Hasil Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur dilakukan untuk mengetahui jumlah endapan lumpur yang terkandung pada agregat halus (Alami et al., 2021). Dari hasil pengujian didapatkan kadar lumpur sebanyak 4% sehingga memenuhi syarat untuk penggunaan agregat halus pembuatan beton karena kadar lumpur < 5%, hasil pengujian kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Galunggung

Keterangan	A	B	Rata-Rata
Tinggi Lumpur	20	19	19,5
Tinggi Pasir	455	450	452,5
Kadar Lumpur $((V_2/(V_1+V_2))*100\%$	4%	4%	4%

### 3.3 Pengujian Kadar Air

Dari pengujian kadar air agregat halus Galunggung didapatkan rata-rata nilai kadar air sebesar 3,4%, hasil pengujian kadar air agregat halus Galunggung dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan dua sampel (A dan B). Sampel A menunjukkan kadar air sebesar 2,7%, sedangkan sampel B menunjukkan 4,2%. Perbedaan ini bisa disebabkan oleh distribusi kelembapan yang tidak merata dalam material.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus Galunggung

Keterangan	Satuan	A	B	Kadar air rata-rata
Berat wadah	Gr	134	134	3,4%
Wadah + agregat	Gr	1134	1134	
Berat agregat	Gr	1000	1000	
Berat kering agregat	Gr	974	960	
Kadar air	%	2,7%	4,2%	

Dari pengujian kadar air agregat kasar Galunggung didapat kadar air rata-rata sebesar 1%, hasil pengujian kadar air agregat kasar Galunggung dapat dilihat pada Tabel 5. engan hasil yang konsisten dari kedua sampel (A dan B), masing-masing menunjukkan kadar air sebesar 1%. Ini menunjukkan bahwa agregat kasar memiliki kadar air yang lebih rendah dan lebih stabil dibanding agregat halus.

Tabel 5. Pengujian Kadar Air Agregat Kasar Galunggung

Keterangan	Satuan	A	B	Kadar air rata-rata
Berat wadah	Gr	167	167	1%
Wadah + agregat	Gr	1167	1167	
Berat agregat	Gr	1000	1000	
Berat kering agregat	Gr	990	989	
Kadar air	%	1%	1%	

### 3.4 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus Galunggung didapat berat jenis ssd rata-rata yaitu 2,60 gr, berat jenis *bulk* rata-rata yaitu 2,51 gr, berat jenis semu rata-rata yaitu 2,75%, dan penyerapan air rata-rata 3,52% dengan penyerapan air <5% sehingga agregat halus Galunggung baik digunakan dalam campuran beton, hasil pengujian berat jenis dan penyerapan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Galunggung

	A	B	RATA-RATA
Berat Contoh Kering Permukaan (Ssd)	500	500	500
Berat Botol + Air Sampai Batas Kalibrasi	660	660	660
Berat Contoh + Botol + Air Sampai Batas Kalibrasi	967	968	967,5
Berat Contoh Kering Oven	480	486	483
Berat Jenis Ssd $S / (B+S-C)$	2,59	2,60	2,60

Berat Jenis Bulk	$A / (B+S-C)$	2,49	2,53	2,51
Berat Jenis Semu	$A / (B+A-C)$	2,77	2,73	2,75
Penyerapan Air	$[(S-A)/A] \times 100\%$	4,17%	2,88%	3,52%

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar Galunggung didapat berat jenis ssd rata-rata yaitu 2,80 gr, berat jenis bulk rata-rata yaitu 2,77 gr, berat jenis semu rata-rata yaitu 2,87 gr, dan penyerapan air rata-rata yaitu 1,32 % dengan penyerapan air <2,5% sehingga agregat kasar Galunggung baik digunakan dalam campuran beton, hasil pengujian berat jenis dan penyerapan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Galunggung

	A	B	RATA-RATA
Berat Contoh Kering Permukaan	500	500	500
Berat Dalam Air	319	324	321,5
Berat Contoh Kering Oven	495	492	493,5
Berat Jenis Ssd	$B / (B-C)$	2,76	2,84
Berat Jenis Bulk	$A / (B-C)$	2,73	2,80
Berat Jenis Semu	$A / (A-C)$	2,81	2,93
PENYERAPAN AIR	$[B-A]/A \times 100\%$	1,01%	1,63%

### 3.5 Pengujian Slump

Dengan meningkatnya jumlah karet ban pada campuran beton maka nilai *slump* semakin menurun, sehingga semakin meningkatnya jumlah karet ban pada campuran beton sifat *workability* beton akan menurun, hasil pengujian slump dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Slump Pada Beton Dengan Variasi Penambahan Karet Ban

No.	Volume Agregat (%)	Nilai Slump (cm)
1	0%	13
2	5%	13
3	10%	12,5
4	15%	12,5

### 3.6 Pelaksanaan Campuran Beton

Jumlah campuran beton  $fc'30$  MPa dihitung berdasarkan SNI 03-2847-2002 (Haristha & Bastian, 2022), dengan volume balok yang digunakan adalah  $0,0135 \text{ m}^3$ , dengan jumlah balok yang digunakan sebanyak 3 buah sehingga total volume yaitu  $0,0405 \text{ m}^3$  dan *safety factor* 10% yaitu menjadi  $0,04185 \text{ m}^3$ . Setelah diperoleh tiap campuran beton maka pelaksanaan campuran beton dengan variasi karet ban 0%, 5%, 10%, dan 15% dapat dilihat pada Tabel 9, 10, 11, dan 12.

Dalam setiap variasi, jumlah agregat halus, semen, dan air dijaga tetap konstan, yaitu masing-masing sebesar 28,957 kg, 1.009 kg, dan 8,575 liter. Sementara itu, jumlah agregat kasar menurun seiring dengan meningkatnya persentase karet ban, yaitu dari 38,385 kg pada campuran 0% menjadi 32,627 kg pada campuran 15%. Penurunan tersebut digantikan oleh penambahan limbah karet ban secara proporsional, mulai dari 1,919 kg (5%) hingga 5,757 kg (15%). Hal ini menunjukkan adanya pergeseran material dengan tetap mempertahankan total massa agregat kasar dan karet ban dalam proporsi yang seimbang.

Tabel 9. Campuran Beton Variasi Karet Ban 0%

Bahan	Nilai	Satuan
Agregat kasar	38.385	Kg
Limbah Karet Ban	0	Kg
Agregat Halus	28.957	Kg
Semen	1.009	Kg
Air	8.575	Liter



Tabel 10. Campuran Beton Variasi Karet Ban 5%

Bahan	Nilai	Satuan
Agregat kasar	36.465	Kg
Limbah Karet Ban	1.919	Kg
Agregat Halus	28.957	Kg
Semen	1.009	Kg
Air	8.575	Liter

Tabel 11. Campuran Beton Variasi Karet Ban 10%

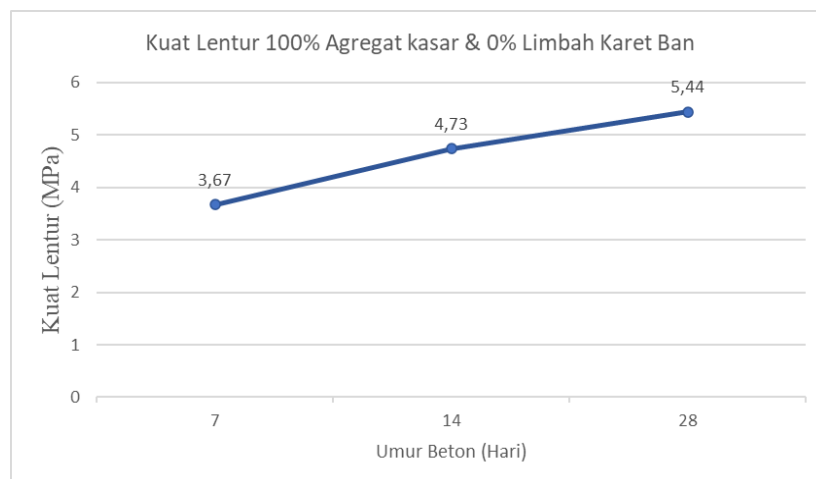
Bahan	Nilai	Satuan
Agregat kasar	34.546	Kg
Limbah Karet Ban	3.838	Kg
Agregat Halus	28.957	Kg
Semen	1.009	Kg
Air	8.575	Liter

Tabel 12. Campuran Beton Variasi Karet Ban 15%

Bahan	Nilai	Satuan
Agregat kasar	32.627	Kg
Limbah Karet Ban	5.757	Kg
Agregat Halus	28.957	Kg
Semen	1.009	Kg
Air	8.575	Liter

### 3.7 Pengujian Kuat Lentur

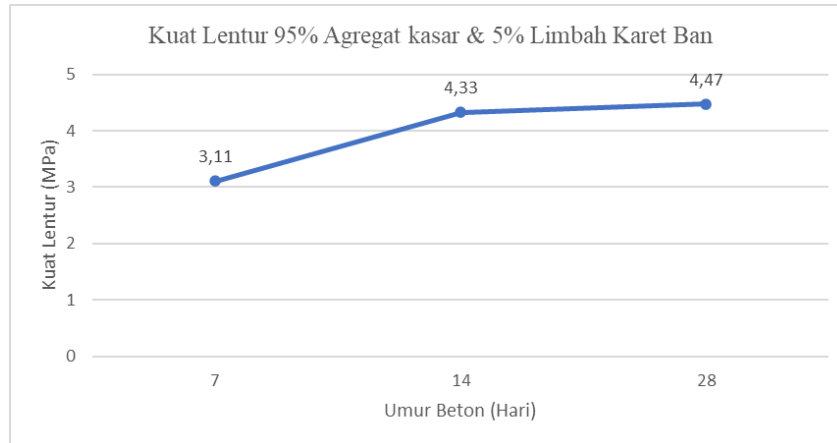
Gambar 4 menunjukkan hubungan antara umur beton dengan kuat lentur beton pada campuran dengan 100% agregat kasar dan 0% limbah karet ban. Terlihat bahwa kuat lentur beton meningkat seiring bertambahnya umur beton. Pada umur 7 hari, kuat lentur tercatat sebesar 3,67 MPa, kemudian meningkat menjadi 4,73 MPa pada umur 14 hari, dan mencapai 5,44 MPa pada umur 28 hari. Pola ini menunjukkan proses hidrasi semen yang berlangsung secara progresif, sehingga struktur internal beton menjadi lebih padat dan kuat dari waktu ke waktu.


 Gambar 4. Kuat Lentur Beton  $f_c$ '30 MPa

Gambar 5 menggambarkan perkembangan kuat lentur beton dengan komposisi 95% agregat kasar dan 5% limbah karet ban pada tiga interval umur beton, yaitu 7, 14, dan 28 hari. Terlihat bahwa kuat lentur mengalami peningkatan dari 3,11 MPa pada hari ke-7 menjadi 4,33 MPa pada hari ke-14, dan kemudian meningkat sedikit menjadi 4,47 MPa pada hari ke-28. Meskipun kekuatan lentur mengalami kenaikan seiring bertambahnya umur

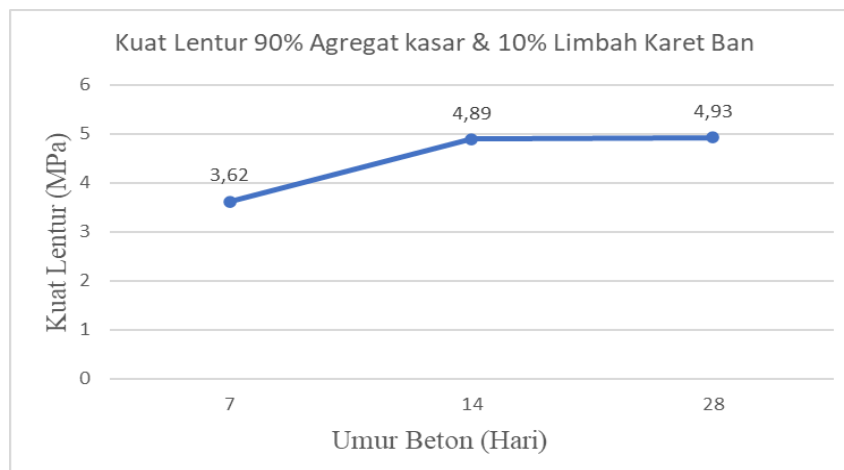


beton, laju peningkatannya cenderung melambat setelah 14 hari, yang bisa menunjukkan bahwa proses hidrasi semen telah mulai mencapai titik jenuh atau bahwa keberadaan karet ban sedikit menghambat pertumbuhan kekuatan beton dalam jangka panjang. Dibandingkan dengan beton tanpa limbah karet ban, nilai kuat lentur beton ini lebih rendah, namun tetap menunjukkan karakteristik pertumbuhan kekuatan yang wajar.



Gambar 5. Kuat Lentur Beton  $f_c'30$  MPa dengan Variasi Karet Ban 5%

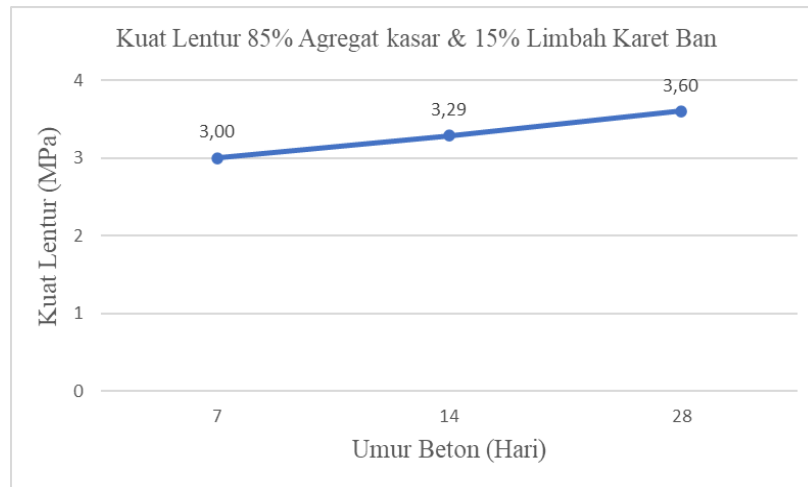
Gambar 6 menunjukkan perkembangan kuat lentur beton dengan campuran 90% agregat kasar dan 10% limbah karet ban pada umur beton 7, 14, dan 28 hari. Pada hari ke-7, kuat lentur sebesar 3,62 MPa, kemudian meningkat signifikan menjadi 4,89 MPa pada hari ke-14. Namun, peningkatan selanjutnya sangat kecil, yaitu menjadi 4,93 MPa pada hari ke-28, yang menunjukkan bahwa kekuatan hampir mencapai titik maksimum pada hari ke-14. Pola ini menandakan bahwa penggunaan limbah karet ban sebanyak 10% masih mampu menghasilkan beton dengan kekuatan lentur yang tinggi dan stabil, bahkan mendekati atau melebihi kekuatan beton normal pada hari ke-28. Hal ini bisa menunjukkan bahwa pada persentase ini, limbah karet memberikan kontribusi positif terhadap fleksibilitas dan daya tahan beton terhadap beban lentur, tanpa mengganggu secara signifikan proses pengerasan atau hidrasi.



Gambar 6. Kuat Lentur Beton  $f_c'30$  MPa dengan Variasi Karet Ban 10%

Gambar 7 menggambarkan perkembangan kuat lentur beton dengan campuran 85% agregat kasar dan 15% limbah karet ban pada umur beton 7, 14, dan 28 hari. Terlihat bahwa kuat lentur mengalami peningkatan secara bertahap dari 3,00 MPa pada hari ke-7 menjadi 3,29 MPa pada hari ke-14, dan kemudian mencapai 3,60 MPa pada hari ke-28. Meskipun mengalami pertumbuhan, laju peningkatan kuat lentur pada variasi ini tergolong rendah jika dibandingkan dengan campuran yang mengandung limbah karet ban dalam persentase yang lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa pada kadar 15%, limbah karet mulai memberikan dampak yang lebih signifikan terhadap penurunan performa mekanis beton, khususnya dalam hal ketahanan terhadap beban lentur. Dengan demikian, penggunaan limbah karet ban sebesar 15% masih memungkinkan, namun perlu

dipertimbangkan dengan hati-hati karena pengaruh negatif terhadap kekuatan struktural mulai terlihat lebih jelas.

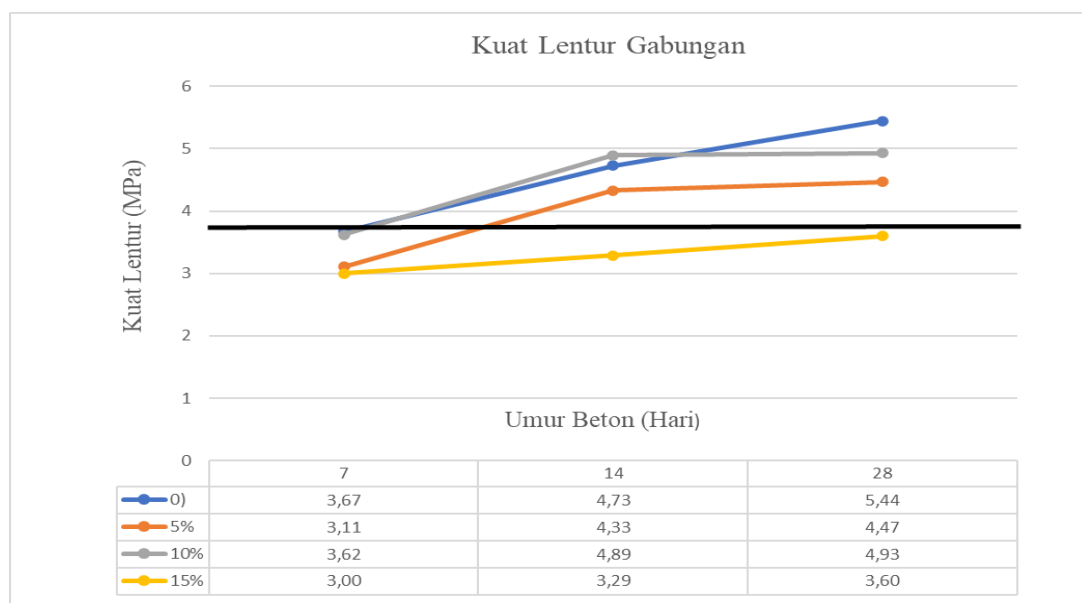


Gambar 7. Kuat Lentur Beton  $f_c'30$  MPa dengan Variasi Karet Ban 15%

Gambar grafik diatas menunjukkan perbandingan kuat lentur beton berdasarkan variasi penggunaan limbah karet ban sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% terhadap umur beton 7, 14, dan 28 hari. Secara umum, semua variasi menunjukkan peningkatan kuat lentur seiring bertambahnya umur beton. Campuran tanpa limbah karet (0%) menghasilkan kuat lentur tertinggi pada hari ke-28 sebesar 5,44 MPa, diikuti oleh campuran dengan 10% limbah karet sebesar 4,93 MPa, yang menunjukkan performa hampir setara dengan beton normal.

Menariknya, campuran dengan 10% limbah karet memberikan hasil kuat lentur yang paling optimal di antara variasi yang mengandung limbah, bahkan lebih tinggi daripada campuran dengan 5% limbah yang hanya mencapai 4,47 MPa pada umur 28 hari. Sementara itu, campuran dengan 15% limbah menunjukkan hasil paling rendah, yaitu 3,60 MPa, yang mengindikasikan bahwa kandungan limbah yang terlalu tinggi dapat menurunkan kemampuan lentur beton.

Dari grafik ini dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah karet ban hingga 10% masih dapat diterima dan bahkan memberikan hasil yang cukup kompetitif, namun penambahan lebih dari itu (seperti 15%) berpotensi menurunkan kualitas beton secara signifikan. Garis horizontal hitam yang tampak dalam grafik kemungkinan menunjukkan batas kuat lentur minimum yang dipersyaratkan, dimana variasi 0%, 5%, dan 10% berada diatas batas tersebut, sementara 15% berada di ambang batas.



Gambar 8. Gambar Keseluruhan Kuat lentur Campuran Karet Ban Sebagai Pengganti Agregat Kasar

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

- 1) Beton normal pada umur 7,14 dan 28 hari menghasilkan nilai sebesar 3,67 MPa, 4,73 MPa dan 5,44 MPa. beton variasi limbah karet ban 5% pada 7,14 dan 28 hari menghasilkan nilai 3,11 MPa, 4,33 MPa dan 4,47 MPa. beton variasi limbah karet ban 10% pada 7,14 dan 28 hari menghasilkan nilai 3,67 MPa, 4,89 MPa dan 4,93 MPa. beton variasi limbah karet ban 15% pada 7,14 dan 28 hari menghasilkan nilai 3,00 MPa, 3,29 MPa dan 3,60 MPa.
- 2) Beton normal tanpa campuran limbah karet ban menghasilkan nilai kuat lentur paling tinggi pada 28 hari dengan nilai 5,44 MPa di bandingkan dengan campuran limbah karet ban 5% dan 10 % yang menghasilkan nilai sebesar 4,47 dan 4,93. sedangkan pada campuran limbah karet ban 15% menghasilkan nilai sebesar 3,60 tidak memenuhi kuat lentur yang disyaratkan 3,83 MPa.

Penelitian ini menunjukkan adanya potensi pemanfaatan limbah karet ban sebagai pengganti sebagian agregat kasar dalam campuran beton, yang merupakan solusi inovatif dan ramah lingkungan dalam pengelolaan limbah padat. Keterbaruan dari penelitian ini terletak pada identifikasi persentase optimal penggunaan limbah karet ban dalam campuran beton yang masih mampu mempertahankan atau mendekati kuat lentur beton normal. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan limbah karet ban sebesar 10% memberikan kinerja kuat lentur tertinggi di antara semua variasi campuran yang mengandung limbah, dengan nilai mendekati beton normal, yaitu 4,93 MPa pada umur 28 hari. Ini menunjukkan bahwa penggunaan limbah karet ban hingga 10% tidak hanya memungkinkan dari sisi teknis, tetapi juga memberikan alternatif berkelanjutan dalam konstruksi beton. Namun, penambahan limbah karet hingga 15% menurunkan kuat lentur secara signifikan hingga dibawah batas minimum yang disyaratkan ( $< 3,83$  MPa), sehingga tidak direkomendasikan. Penelitian ini memperkuat peluang integrasi prinsip ekonomi sirkular dan konsep hijau (*green material*) dalam industri beton, sekaligus memberikan kontribusi terhadap pengurangan limbah karet di lingkungan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alami, N., Nusantoro, A., & Annafi, M. (2021). Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Penggilingan Batu Paras. *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 5(2), 64–75.
- Anwar, K. (2021). *Pengaruh Pencampuran Limbah Plastik Jenis Ldpe (Low Density Poly Ethilen) Pada Laston AC-WC Material Kampar Terhadap Karakteristik Marshall*. Universitas Islam Riau.
- Cifriadi, A., Falaah, A. F., & Puspitasari, S. (2021). Korelasi antara sistem vulkanisasi dengan sifat mekanis dan sifat redaman vulkanisat karet butil tanpa pengisi. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 37(2), 77–86.
- Foulhudan, J., Nurtanto, D., & Krisnamurti, K. (2022). Perbandingan Mix Design SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656: 2012 Ditinjau dari Proses Pengecoran Beton Normal. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 5(2), 98–107.
- Haristha, Y., & Bastian, E. (2022). Analisis Pengaruh Penambahan Ijuk 0, 25% dan 0, 5% Pada Campuran Beton fc'14, 5 MPa (Non Struktur). *Rang Teknik Journal*, 5(1), 77–82.
- Ramadhan, M., & pratiwi, S. (2024). indonesia PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KARET BAN SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT LENTUR BETONPENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KARET BAN SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT LENTUR BETON. *PILAR*, 19, 65–70. <https://doi.org/10.53893/pilar.v19i2.9420>