

## PENGARUH PENGGUNAAN BIJI PLASTIK SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP MUTU BETON RINGAN

M. ROSIHAN ARSYAD<sup>1</sup>, ELY MULYATI<sup>2</sup>

Fakultas Sains Teknologi, Universitas Bina Darma

Email: mrosihanarsyad@gmail.com<sup>1</sup>, ely.mazpar@gmail.com\*<sup>2</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v9i2.7909>

**Abstract:** This research aims to analyze the effect of using recycled plastic granules as a partial substitute for fine aggregate on the mechanical properties of lightweight concrete, with the background of reducing the exploitation of natural aggregate and addressing plastic waste issues. The experimental method involved creating cylindrical concrete test specimens with a design strength of  $F_c' 25$  MPa, which included normal concrete and concrete with fine aggregate substitution by plastic granules at 5%, 7.5%, and 10%. Test results showed that the optimal substitution occurred at 7.5%, which produced the highest compressive strength of 25.01 MPa at 28 days, exceeding normal concrete (24.06 MPa), while also providing optimal values for split tensile strength (2.55 MPa) and modulus of elasticity (24,958.55 MPa). While the 5% substitution still showed improvement, the 10% substitution actually caused a decrease in performance. It was concluded that the use of plastic granules as a substitute for fine aggregate up to 7.5% has the potential to produce more environmentally friendly lightweight concrete with better mechanical performance, while substitution above that level is no longer optimal.

**Keywords:** Lightweight Concrete, Plastic Granules, Fine Aggregate Substitution, Compressive Strength, Split Tensile Strength, Modulus of Elasticity.

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penggunaan biji plastik daur ulang sebagai substitusi sebagian agregat halus terhadap sifat mekanik beton ringan, dengan latar belakang mengurangi eksploitasi agregat alam dan mengatasi masalah limbah plastik. Metode eksperimen dilakukan dengan membuat benda uji silinder beton mutu  $F_c' 25$  MPa, yang mencakup beton normal dan beton dengan substitusi agregat halus oleh biji plastik sebesar 5%, 7,5%, dan 10%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa substitusi optimal terjadi pada kadar 7,5%, yang menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 25,01 MPa pada umur 28 hari, melebihi beton normal (24,06 MPa), sekaligus memberikan nilai optimal untuk kuat tarik belah (2,55 MPa) dan modulus elastisitas (24.958,55 MPa). Sementara substitusi 5% masih menunjukkan peningkatan, substitusi 10% justru menyebabkan penurunan performa. Disimpulkan bahwa penggunaan biji plastik sebagai substitusi agregat halus hingga 7,5% berpotensi menghasilkan beton ringan yang lebih ramah lingkungan dengan kinerja mekanik yang lebih baik, sedangkan substitusi di atas kadar tersebut tidak lagi optimal.

**Kata Kunci:** Beton Ringan, Biji Plastik, Substitusi Agregat Halus, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Modulus Elastisitas.

### A. Pendahuluan

Industri konstruksi dan masalah lingkungan merupakan dua hal yang saling berkaitan di era perkembangan infrastruktur saat ini. Di satu sisi, pembangunan infrastruktur terus meningkat yang berimplikasi pada tingginya kebutuhan material konstruksi, khususnya beton sebagai material utama. Beton konvensional menggunakan agregat kasar (batu pecah/kerikil) sebagai komponen utama yang mencapai 60-70% dari volume beton (Nurhayati et al., 2022). Eksploitasi agregat alam yang berlebihan telah mengakibatkan penipisan sumber daya alam dan kerusakan lingkungan, sementara di sisi lain, harga material agregat terus mengalami peningkatan (Prasetyo, 2023).

Permasalahan lingkungan akibat limbah plastik telah mencapai tahap yang mengkhawatirkan. Data terbaru menunjukkan bahwa Indonesia berkontribusi sebagai salah satu penghasil sampah

plastik ke lautan terbesar di dunia. Di sisi lain, industri konstruksi yang terus berkembang menghadapi tantangan dalam hal kelangkaan material agregat kasar (batu pecah/kerikil) sebagai penyusun utama beton. Eksploitasi agregat alam yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan kenaikan harga material. Di tengah permasalahan tersebut, Indonesia juga menghadapi krisis lingkungan yang serius akibat penumpukan limbah plastik. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2023) menunjukkan bahwa timbunan sampah plastik di Indonesia mencapai 12,8 juta ton per tahun, di mana hanya 9% yang didaur ulang, sedangkan 65% berakhir di tempat pembuangan akhir dan 26% mencemari lingkungan. Plastik jenis High-Density Polyethylene (HDPE) dan Polyethylene Terephthalate (PET) merupakan kontributor terbesar limbah plastik yang berasal dari kemasan makanan dan minuman (Arfiati et al., 2023).

Beton ringan (lightweight concrete) muncul sebagai solusi inovatif dalam dunia konstruksi modern. Berat jenis beton ringan yang lebih rendah memberikan beberapa keuntungan, antara lain pengurangan beban mati struktur, efisiensi biaya fondasi, dan peningkatan kinerja seismik (Santoso et al., 2023). Salah satu pendekatan untuk menghasilkan beton ringan adalah dengan menggantikan sebagian agregat konvensional dengan material yang lebih ringan, termasuk pemanfaatan limbah plastik yang telah diolah menjadi biji plastik (plastic pellets).

Beton ringan (lightweight concrete) menjadi salah satu solusi inovatif dalam dunia konstruksi untuk mengurangi beban mati struktur, menghemat biaya fondasi, dan meningkatkan efisiensi energi. Salah satu pendekatan untuk menghasilkan beton ringan adalah dengan menggantikan sebagian agregat konvensional dengan material yang lebih ringan, termasuk limbah plastik yang telah diolah menjadi biji plastik (plastic pellets) (Nurhayati et al., 2022).

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai "Pengaruh Penggunaan Biji Plastik sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Mutu Beton Ringan" dengan harapan dapat menemukan formulasi optimal yang mampu menghasilkan beton ringan dengan kuat tekan yang memadai sekaligus berkontribusi dalam mengurangi permasalahan limbah plastik.

## B. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah metode eksperimen. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Sipil, Gedung Buuchori 3, Universitas Bina Darma Palembang, yang beralamat di Jalan Jenderal Ahmad Yani No. 15, 9/10 Ulu, Kecamatan Seberang Ulu 1, Kota Palembang, Sumatera Selatan.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

## C. Pembahasan dan Analisa

Setelah proses pembuatan benda uji di Laboratorium Teknik Sipil Kampus C Universitas Bina Darma Palembang selesai, dilakukan pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas beton ringan pada benda uji. Setelah pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap benda uji tersebut pada umur 7, 21, dan 28 hari. Dengan memanfaatkan 52

sampel objek pengujian yang terdiri dari 4 variasi campuran, di mana setiap campuran terdiri dari 9 sampel objek pengujian, berikut hasil pengujiannya

### Komposisi Campuran Beton (Mix Design)

Tabel 1 Hasil Perancangan Campuran untuk 1 sampel silinder Beton

Benda Uji	Dimensi Benda uji	Agregat Kasar (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Semen (Kg)	Air (L)	Admixture 0,2% (ml)	BP (%)	BP (g)
BN	15x30	2,805	3,609	2,538	1,315	50,768	-	-
BRBP5		2,805	3,429	2,538	1,315	50,768	5	180,457
BRBP75		2,805	3,338	2,538	1,315	50,768	7,5	270,685
BRBP10		2,805	3,248	2,538	1,315	50,768	10	360,913

Perencanaan campuran beton merupakan tahap penting dalam penelitian ini, karena menentukan proporsi material yang digunakan agar diperoleh beton ringan dengan karakteristik sesuai tujuan. Job mix formula (JMF) disusun berdasarkan standar perencanaan campuran beton yang berlaku (SNI 03-2834-2000), dengan mempertimbangkan hasil pengujian agregat, serta persyaratan mutu beton. Dalam penelitian ini, komposisi campuran tidak hanya mencakup semen, agregat halus, agregat kasar ringan, dan air, tetapi juga melibatkan penggunaan biji plastik sebagai bahan substitusi agregat halus. Berikut diperoleh rancangan *Job Mix Formula* yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

### Pengujian Slump Test, Densitas, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Dan Modulus Elastisitas Beton Ringan

#### a) Slump Test

Tabel 2 Hasil Pengujian Slump Test

NO	KODE BENDA UJI	PERSENTASE CAMPURAN (%)	NILAI SLUMP (CM)
1	BN	0	8
2	BRBP5	5	8,5
3	BRBP75	7,5	8
4	BRBP10	10	7,5

Berdasarkan tabel hasil uji slump, diperoleh nilai slump masing-masing campuran sebagai berikut: BN sebesar 8 cm, BRBP5 sebesar 8,5 cm, BRBP75 sebesar 8 cm, dan BRBP10 sebesar 7,5 cm, dengan nilai rata-rata untuk beton ringan variasi 8 cm.

Jika mengacu pada SNI 1972:2008, kisaran slump yang direkomendasikan untuk beton struktural umum adalah 7–10 cm (70–100 mm) tergantung jenis konstruksi dan metode pelaksanaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh variasi campuran berada dalam rentang tersebut, sehingga beton yang dihasilkan memiliki workability yang memadai untuk diaplikasikan di lapangan.

Nilai slump yang relatif konsisten antar variasi juga menunjukkan bahwa penggunaan biji plastik hingga 10% tidak menyebabkan perubahan signifikan terhadap kelecakan beton segar, kemungkinan karena adanya penggunaan admixture beru pengeras beton yang menjaga workability.

Dengan demikian, seluruh campuran dapat dinyatakan layak digunakan sesuai standar SNI yang berlaku.

### b) Pengujian Densitas

Tabel 3 Hasil Densitas Beton Ringan Segar

KODE BENDA UJI	BERAT WADAH + BETON SEGAR (kg)	BERAT WADAH KOSONG (kg)	VOLUME (m <sup>3</sup> )	DENSITAS BETON RINGAN SEGAR (kg/m <sup>3</sup> )
BN	19,4	10,5	0,00529875	1679,64
BRBP-5	19,1	10,4		1641,90
BRBP-7,5	19	10,4		1623,02
BRBP-10	19	10,5		1604,15

Berdasarkan tabel diatas, dapat dianalisis bahwa densitas atau massa jenis beton ringan segar bervariasi tergantung pada komposisi campuran. Beton normal (BN) menunjukkan densitas tertinggi, yaitu sebesar 1679,64 kg/m<sup>3</sup>. Sementara itu, pada beton ringan biji plastik (BRBP) dengan campuran variasi 5%, 7,5% dan 10%, terjadi penurunan densitas seiring dengan peningkatan proporsi bahan pengganti tersebut.

Campuran BRBP-5 memiliki densitas 1641,90 kg/m<sup>3</sup>, BRBP-7,5 sebesar 1623,02 kg/m<sup>3</sup>, dan BRBP-10 mencapai 1604,15 kg/m<sup>3</sup>. Pola ini mengindikasikan bahwa substitusi bahan dalam campuran beton ringan berhasil mengurangi berat jenisnya, yang merupakan karakteristik utama dari beton ringan.

Tabel 4 Hasil Densitas Beton Ringan Kering

KODE BENDA UJI	BERAT BENDA UJI (Kg)	VOLUME (m <sup>3</sup> )	DENSITAS (Kg/m <sup>3</sup> )
BN	8,7	0,00529875	1641,896674
BRBP-5	8,5		1604,151923
BRBP-7,5	8,3		1566,407172
BRBP-10	8,2		1547,534796

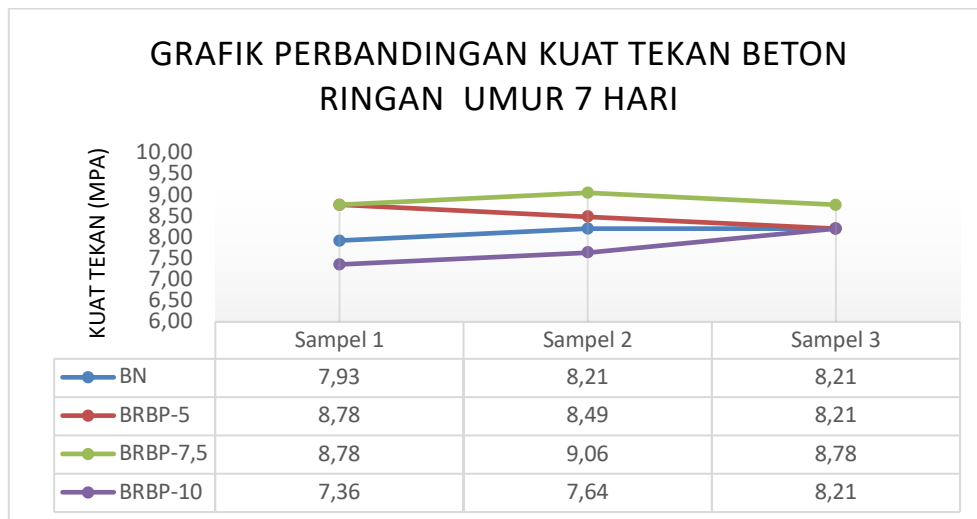
Berdasarkan tabel hasil pengujian diatas, dapat dilihat bahwa terdapat variasi nilai densitas pada empat benda uji beton ringan dengan komposisi yang berbeda. Beton normal (BN) menunjukkan densitas tertinggi, yaitu sekitar 1641,90 kg/m<sup>3</sup>. Sementara itu, ketiga sampel beton ringan biji plastik (BRBP) mengalami penurunan densitas seiring dengan peningkatan proporsi bahan pengganti atau bahan ringan yang digunakan. Beton BRBP-5 memiliki densitas 1604,15 kg/m<sup>3</sup>, BRBP-7,5 sebesar 1566,41 kg/m<sup>3</sup>, dan BRBP-10 tercatat 1547,53 kg/m<sup>3</sup>.

### c) Pengujian Kuat Tekan Beton Ringan 7 Hari

Tabel 5 Pengujian kuat tekan beton 7 hari

NO	KODE BENDA UJI	PERSENTASE CAMPURAN (%)	UMUR	PEMBACAAN PADA MESIN UJI (KN)	KONVERSI KE NEWTON (N)	LUAS PENAMPANG (MM)	Mpa	RATA-RATA
1	BN	0 (0 gram)	7 HARI	140	140000	17662,5	7,93	8,12
				145	145000		8,21	
				145	145000		8,21	
2	BRBP5	5 (180,457 gram)	7 HARI	155	155000	17662,5	8,78	8,49
				150	150000		8,49	

3	BRBP75	7,5 (270,685 gram)	145	145000	8,21	8,87
			155	155000	8,78	
			160	160000	9,06	
			155	155000	8,78	
4	BRBP10	10 (360,913 gram)	130	130000	7,36	7,74
			135	135000	7,64	
			145	145000	8,21	



Gambar 2 Grafik kuat tekan umur 7 hari

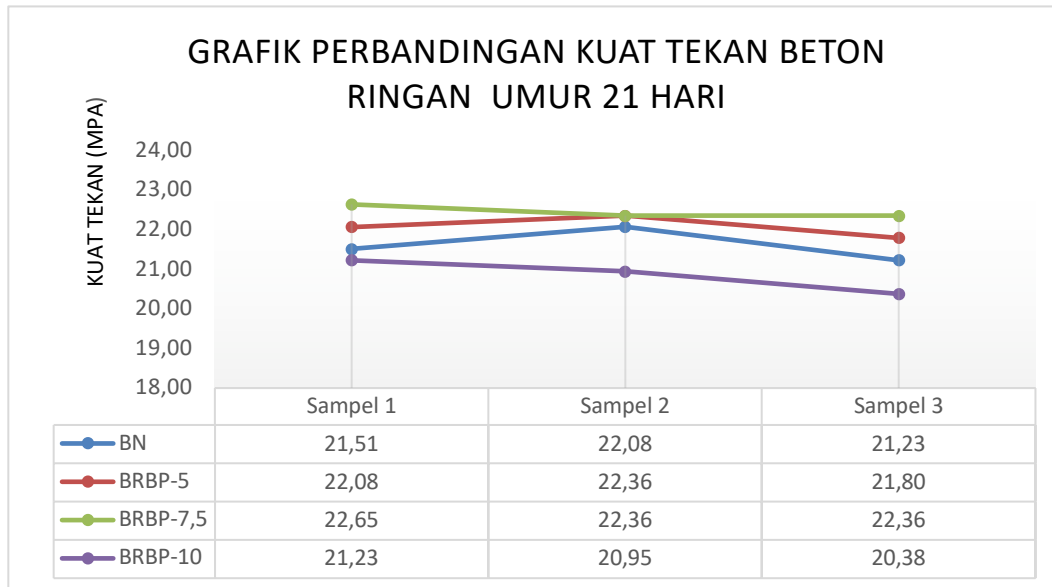
Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton ringan pada umur 7 hari yang disajikan pada grafik, terlihat variasi nilai pada setiap sampel. Beton normal (tanpa substitusi biji plastik) menunjukkan nilai kuat tekan 8,12 MPa. Pada variasi penambahan biji plastik sebesar 5%, nilai kuat tekan yang diperoleh adalah 8,49 Mpa, menunjukkan kemiripan performa awal. Peningkatan yang lebih signifikan mulai terlihat pada variasi 7,5%, di mana nilai kuat tekan mencapai 8,87 MPa, mengindikasikan bahwa ada pengaruh dari penambahan biji plastik yang di substitusikan dapat meningkatkan kekuatan. Namun, pada variasi 10%, mengalami penurunan nilai kuat tekan yang di dapat sebesar 7,74 Mpa, yang lebih rendah dibandingkan beton normal dan variasi 5% serta 7,5%, menunjukkan bahwa penambahan yang berlebih mengakibatkan penurunan dalam nilai kuat tekan beton ringan.

#### d) Pengujian Kuat Tekan Beton Ringan 21 Hari

Tabel 6 Pengujian Kuat Tekan Beton 21

NO	KODE BENDA UJI	PERSENTASE CAMPURAN (%)	UMUR	PEMBACAAN PADA MESIN UJI (KN)	KONVERSI KE NEWTON (N)	LUAS PENAMPANG (MM)	Mpa	RATA-RATA
1	BN	0 (0 gram)	21 HARI	380	380000	17662,5	21,51	21,61
				390	390000		22,08	
				375	375000		21,23	
2	BRBP-5	5		390	390000		22,08	22,08

		(180,457 gram)		395	395000		22,36	
				385	385000		21,80	
3	BRBP-7,5	7,5 (270,685 gram)		400	400000		22,65	22,46
				395	395000		22,36	
				395	395000		22,36	
				375	375000		21,23	
4	BRBP-10	10 (360,913 gram)		370	370000		20,95	20,85
				360	360000		20,38	



Gambar 3 Grafik kuat tekan umur 21 hari

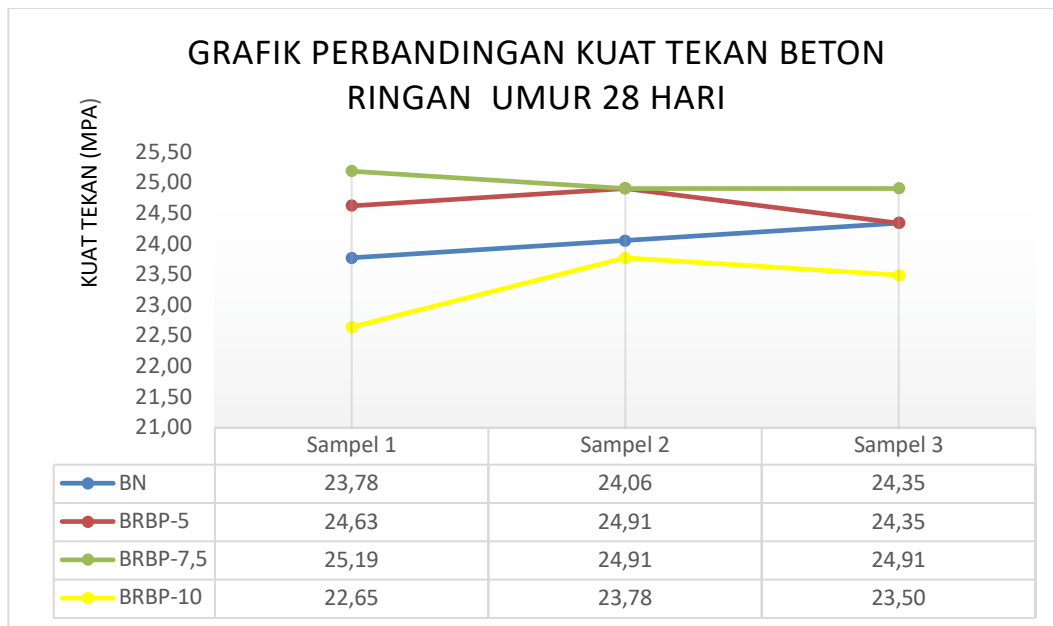
Berdasarkan grafik kuat tekan beton ringan umur 21 hari, beton normal mencapai kuat tekan rata-rata 21,61 MPa. Pada variasi 5%, kuat tekan rata-rata terbaca 22,08 MPa, yaitu sedikit lebih tinggi daripada beton normal (naik  $\pm 0,47$  Mpa). Kenaikan kembali terjadi pada variasi 7,5% dengan nilai 22,46 MPa, meningkat sekitar 0,85 MPa atau  $\pm 3,93\%$  dibanding beton normal. Sementara variasi 10% menunjukkan 20,85 MPa, lebih rendah dari beton normal dan beton substitusi biji plastik lainnya (5% dan 7,5%). Pola ini konsisten dengan hasil pengujian umur 7 hari, yang memperkuat kesimpulan bahwa persentase substitusi biji plastik sebesar 7,5% merupakan titik optimal dalam meningkatkan kuat tekan beton ringan pada fase pertengahan hidrasi (21 hari).

#### e) Pengujian Kuat Tekan Beton Ringan 28 Hari

Tabel 7 Pengujian kuat tekan beton 28 hari

NO	KODE BENDA UJI	PERSENTASE CAMPURAN (%)	UMUR	PEMBACAAN PADA MESIN UJI (KN)	KONVERSI KE NEWTON (N)	LUAS PENAMPANG (MM)	Mpa	RATA-RATA
1	BN	0 (0 gram)	28 HARI	420	420000	17662,5	23,78	24,06
				425	425000		24,06	
				430	430000		24,35	
2	BRBP-5	5		435	435000		24,63	24,63

		(180,457 gram)		440	440000		24,91	
				430	430000		24,35	
3	BRBP-7,5	7,5 (270,685 gram)		445	445000		25,19	25,01
				440	440000		24,91	
				440	440000		24,91	
				400	400000		22,65	
4	BRBP-10	10 (360,913 gram)		420	420000		23,78	23,31
				415	415000		23,50	



Gambar 4 Grafik kuat tekan umur 28 hari

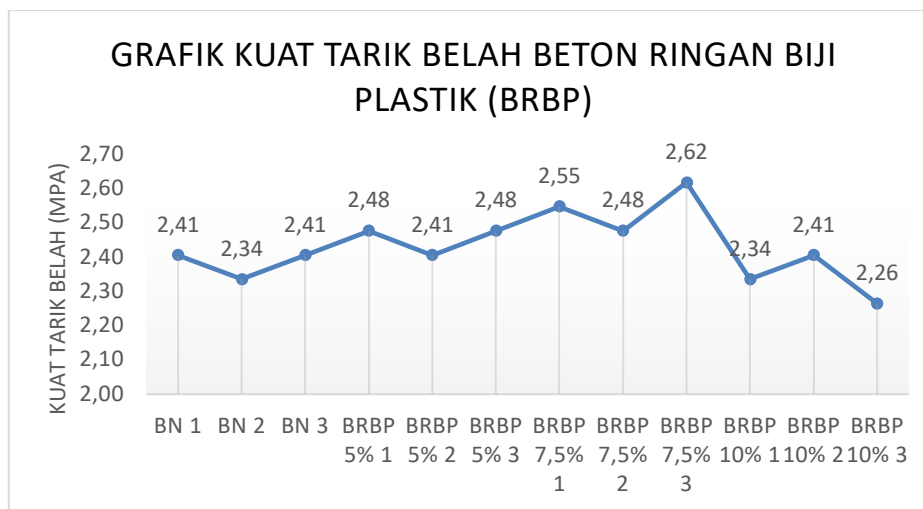
Berdasarkan grafik kuat tekan beton ringan umur 28 hari, beton normal memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 24,06 MPa. Pada variasi substitusi biji plastik sebesar 5%, kuat tekan rata-rata sedikit lebih tinggi yaitu 24,63 MPa, memberikan sedikit peningkatan dibanding beton normal. Peningkatan paling signifikan terjadi pada variasi substitusi biji plastik sebesar 7,5%, dengan kuat tekan rata-rata mencapai 25,01 MPa, atau naik sekitar 0,95 MPa (3,94%) dibanding beton normal. Sedangkan pada variasi 10%, kuat tekan rata-rata tercatat 23,31 MPa, lebih rendah dari beton normal dan beton variasi lainnya (5% dan 7,5%).

#### f) Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Ringan

Tabel 8 Pengujian Kuat Tarik Belah

KODE BENDA UJI	UMUR	PERSENTASE CAMPURAN	Dimensi Benda Uji		KN	KN (x2)	KUAT TARIK BELAH	
			Diameter (mm)	Tinggi (mm)			Mpa	Rata-Rata (Mpa)
BN	28 HARI	0%	150	300	170	340	2,41	2,38
					165	330	2,34	

				170	340	2,41	
BRBP-5	5%	150	300	175	350	2,48	2,45
				170	340	2,41	
				175	350	2,48	
				180	360	2,55	
BRBP-7,5	7,5%	150	300	175	350	2,48	2,55
				185	370	2,62	
				165	330	2,34	
BRBP-10	10%	150	300	170	340	2,41	2,34
				160	320	2,26	



Gambar 5 Grafik Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Ringan

Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik belah pada umur 28 hari, diperoleh nilai rata-rata kuat tarik belah untuk beton normal sebesar 2,38 MPa, variasi dengan substitusi biji plastik 5% sebesar 2,45 MPa, variasi 7,5% sebesar 2,55 MPa, serta variasi 10% sebesar 2,34 MPa.

Dari hasil tersebut terlihat bahwa substitusi biji plastik terhadap agregat halus pada beton ringan memberikan pengaruh pada peningkatan maupun penurunan nilai kuat tarik belah. Variasi dengan substitusi 7,5% biji plastik menunjukkan nilai tertinggi, yaitu dengan nilai rata-rata 2,55 MPa, yang berarti adanya peningkatan dibandingkan beton normal. Hal ini mengindikasikan bahwa pada kadar tersebut terjadi reaksi, sehingga ikatan antar partikel menjadi lebih kuat.

Sebaliknya, pada variasi 5% dan 10% nilai kuat tarik belah relatif lebih rendah dibandingkan variasi 7,5%, bahkan variasi 10% sedikit di bawah nilai beton normal. Hal ini menunjukkan bahwa ada batas optimal substitusi, berkurangnya kandungan agregat halus sebagai bahan pengisi dan membantu mengikat agregat kasar utama menyebabkan penurunan kekuatan tarik belah.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan biji plastik sebagai pengganti sebagian agregat halus memberikan hasil paling efektif pada kadar 7,5%, karena mampu meningkatkan kemampuan beton ringan dalam menahan gaya tarik tidak langsung dibandingkan variasi lainnya.

## g) Pengujian Modulus Elastisitas Beton Ringan

Tabel 9 Perhitungan Modulus Elastisitas Beton Ringan Normal

Benda Uji		Kode	Tinggi Benda Uji	Beban (KN)	Pembacaan Dial $\Delta L$	$\Delta L$ (mm)	Pmax (KN)	A	Tegangan ( $\sigma$ )	Regangan ( $\epsilon$ )	Modulus (E)
Variasi	Umur										
	28	BN	195	0	0	0,00	450	17662,5	0,000	0,00000	18400,57
				16,25	0,975	0,010			0,920	0,00005	
				50	3	0,030			2,831	0,00015	
				100	6	0,060			5,662	0,00031	
				150	9	0,090			8,493	0,00046	
				160	9,6	0,096			9,059	0,00049	
				170	10,2	0,102			9,625	0,00052	
				180	10,8	0,108			10,191	0,00055	
				190	11,4	0,114			10,757	0,00058	
				200	12	0,120			11,323	0,00062	

Tabel 10 Perhitungan Modulus Elastisitas Beton Ringan Biji Plastik 5%

Benda Uji		Kode	Tinggi Benda Uji	Beban (KN)	Pembacaan Dial $\Delta L$	$\Delta L$ (mm)	Pmax (KN)	A	Tegangan ( $\sigma$ )	Regangan ( $\epsilon$ )	Modulus (E)
Variasi	Umur										
	28	BRBP-5	195	0	0	0,00	450	17662,5	0,000	0,00000	19390,9649
				25,00	1	0,010			1,415	0,00005	
				50	2	0,020			2,831	0,00010	
				100	5	0,050			5,662	0,00026	
				150	8	0,080			8,493	0,00041	
				160	8,6	0,086			9,059	0,00044	
				170	9,2	0,092			9,625	0,00047	
				180	9,8	0,098			10,191	0,00050	
				190	10,4	0,104			10,757	0,00053	
				200	11	0,110			11,323	0,00056	

Tabel 11 Perhitungan Modulus Elastisitas Beton Ringan Biji Plastik 7,5%

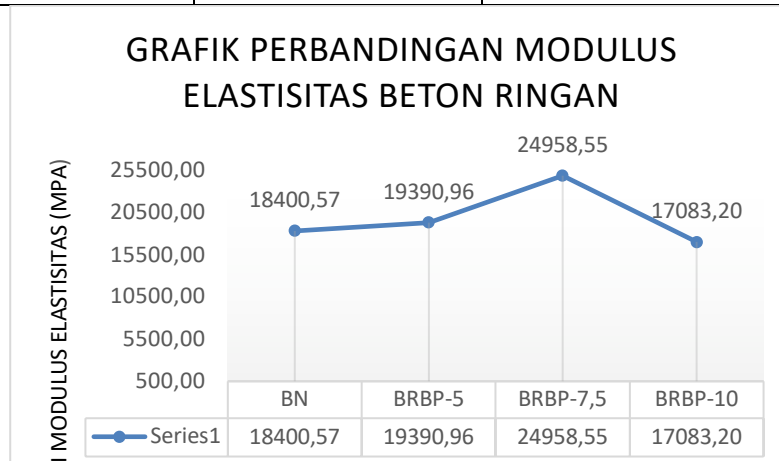
Benda Uji		Kode	Tinggi Benda Uji	Beban (KN)	Pembacaan Dial $\Delta L$	$\Delta L$ (mm)	Pmax (KN)	A	Tegangan ( $\sigma$ )	Regangan ( $\epsilon$ )	Modulus (E)
Variasi	Umur										
	28	BRBP-7,5	195	0	0	0,000	450	17662,5	0,000	0,00000	24958,5534
				16,67	1	0,010			0,944	0,00005	
				50	3	0,030			2,831	0,00015	
				100	5	0,050			5,662	0,00026	
				150	7	0,070			8,493	0,00036	
				160	7,4	0,074			9,059	0,00038	
				170	7,8	0,078			9,625	0,00040	
				180	8,2	0,082			10,191	0,00042	
				190	8,6	0,086			10,757	0,00044	
				200	9	0,090			11,323	0,00046	

Tabel 12 Perhitungan Modulus Elastisitas Beton Ringan Biji Plastik 10%

Benda Uji		Kode	Tinggi Benda Uji	Beban	Pembacaan Dial	$\Delta L$	Pmax (KN)	A	Tegangan	Regangan	Modulus (E)
Variasi	Umur			(KN)	$\Delta L$	(mm)			( $\sigma$ )	( $\epsilon$ )	
				0	0	0,000			0,000	0,00000	
				12,50	1	0,010			0,708	0,00005	
				50	4	0,040			2,831	0,00021	
				100	7	0,070			5,662	0,00036	
				150	10	0,100			8,493	0,00051	
				160	10,6	0,106	450	17662,5	9,059	0,00054	17083,2046
				170	11,2	0,112			9,625	0,00057	
				180	11,8	0,118			10,191	0,00061	
				190	12,4	0,124			10,757	0,00064	
				200	13	0,130			11,323	0,00067	

Tabel 13 Hasil Gabungan Pengujian Modulus Elastisitas

KODE BENDA UJI	UMUR BENDA UJI	MODULUS ELASTISITAS (E)
BN	28 HARI	18400,57
BRBP-5		19390,96492
BRBP-7,5		24958,55342
BRBP-10		17083,20462



Gambar 6 Grafik Perbandingan Hasil Modulus Elastisitas Beton Ringan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton ringan normal memiliki modulus elastisitas sebesar 18.400,57 MPa. Pada beton ringan dengan substitusi biji plastik 5%, nilai modulus elastisitas naik menjadi 19.390,96 MPa, atau lebih tinggi sekitar 990,39 MPa dibandingkan beton normal. Pada substitusi 7,5%, nilai modulus elastisitas tercatat 24.958,55 MPa, selisihnya 6.557,98 MPa lebih tinggi dari beton ringan normal. Sementara itu, pada substitusi 10%, modulus elastisitas menurun menjadi 17.083,20 MPa, atau lebih rendah sekitar 1.317,37 MPa dibandingkan beton normal. Perbandingan ini menunjukkan bahwa substitusi biji plastik sebesar 5% dan 7,5% menyebabkan kenaikan modulus elastisitas, sedangkan pada substitusi 10% justru menghasilkan penurunan nilai modulus elastisitas dibandingkan dengan beton normal.

#### D. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian, substitusi agregat halus dengan biji plastik pada beton ringan menunjukkan pengaruh signifikan terhadap sifat mekaniknya, dengan persentase optimal sebesar

7,5% yang menghasilkan kinerja tertinggi (kuat tekan 25,01 MPa, kuat tarik belah 2,55 MPa, dan modulus elastisitas 24.958,55 MPa). Beton dengan komposisi ini layak diaplikasikan untuk struktur ringan dan non-struktural karena memenuhi syarat kuat tekan minimum, sementara substitusi 10% masih sesuai untuk elemen non-struktural seperti paving block. Selain manfaat teknis, penggunaan biji plastik ini juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dengan memanfaatkan limbah dan mengurangi ketergantungan pada agregat alam.

#### Daftar Pustaka

- Andrady, A. L., & Neal, M. A. (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, \*364\*(1526), 1977–1984.
- Arfiati, E., et al. (2023). *Studi Komposisi dan Karakteristik Sampah Plastik di Indonesia*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Ashby, M. F. (2016). *Materials Selection in Mechanical Design* (5th ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- ASTM C33. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. ASTM International.
- ASTM C39-86. *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. ASTM International.
- ASTM C125. *Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates*. ASTM International.
- Auliya, F., & Amal, B. A. (2022). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik HDPE Terhadap Kuat Tekan Beton Fc'20 Mpa Dengan Variasi Bahan Tambah Sikafume. *Jurnal Teknik Sipil, X(X)*, XX-XX.
- Bimantoro, R. (2024). *Teknologi Beton: Teori dan Praktek*. Malang: Penerbit Universitas Brawijaya Press.
- Brydson, J. A. (1999). *Plastics Materials* (7th ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Callister, W. D. (2007). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (7th ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Damayanti, R., dkk. (2024). *Dasar-Dasar Konstruksi Beton*. Bandung: Refika Aditama.
- Ghazali, F., & Kusena, R. (2023). *Spesifikasi Beton Ringan Struktural Berdasarkan SNI*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Hamka, H., dkk. (2024). Dampak Sampah Plastik terhadap Lingkungan dan Upaya Penanggulangannya. *Jurnal Lingkungan Hidup Indonesia*, \*18\*(1), 45-56.
- Itsna, M. F. (2024). *Perilaku Mekanik Beton Bertulang*. Surabaya: Penerbit ITS Press.
- Kahfi, A., dkk. (2025). *Karakteristik Material Pembentuk Beton*. Yogyakarta: Deepublish.
- Kardiyono Tjokrodinuljo. (1996). *Teknologi Semen dan Beton*. Yogyakarta: Penerbit Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Murdiyoto, A., & Suropto, S. (2022). *Pengujian Material Beton di Laboratorium*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Nurfakhirah, N., dkk. (2024). Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Benda Uji Kubus dan Silinder. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Perencanaan*, \*12\*(2), 112-120.
- Nurhayati, S., dkk. (2022). Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Bahan Substitusi Agregat pada Pembuatan Beton Ringan. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, \*7\*(3), 210-222.
- Plastics Design Library*. (2000). *Handbook of Plastics, Elastomers, and Composites* (4th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Prasetyo, B. (2023). *Krisis Material dan Solusi Berkelanjutan dalam Konstruksi*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Rismayasari, R., dkk. (2023). Aplikasi Beton Ringan pada Struktur High Rise Building. *Jurnal Teknologi Infrastruktur*, \*5\*(1), 33-42.
- Romadhon, A., & Santoso, B. (2024). *Manajemen Sampah Anorganik: Teori dan Studi Kasus*. Malang: Penerbit UB Media.

- Santoso, B., dkk. (2023). *Beton Ringan: Material Inovatif untuk Konstruksi Modern*. Jakarta: Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama.
- SK SNI M 621990 03. *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2493-1991. *Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-4168-1996. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Badan Standardisasi Nasional.
- Sopyan, H., dkk. (2024). *Beton Ringan dan Aplikasinya*. Semarang: Penerbit Unissula Press.
- Supratikno, dkk. (2019). *Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Beton Teknik Sipil*. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Widya Dharma, X(X), XX-XX*.
- Wiswamitra, K., & Perdana, I. (2021). *Beton Aerasi (Hebel): Produksi dan Pemasangan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Zafran, A. (2024). *Spesifikasi dan Standar Mutu Beton Ringan*. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara.