



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 2 Tahun 2025 Page 3329-3344

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Pengaruh Limbah Cangkang Telur Sebagai Bahan Campuran Pada Kuat Tekan Beton

Calvin Dionisius Pasaribu<sup>1✉</sup>, Hermansyah Hermansyah<sup>2</sup>

Fakultas Teknik, Universitas Medan Area

Email: [hermansyah@staff.uma.ac.id](mailto:hermansyah@staff.uma.ac.id)<sup>1✉</sup>

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah cangkang telur sebagai bahan campuran dalam beton terhadap kuat tekan yang dihasilkan. Limbah cangkang telur digunakan sebagai substitusi sebagian agregat halus dengan variasi sebesar 1%, 3%, dan 7%. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 14 dan 28 hari menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan mutu beton K-150. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan cangkang telur berpengaruh terhadap kuat tekan beton, dengan peningkatan kuat tekan pada variasi 7% dibandingkan variasi lainnya.

Kata Kunci: *Beton, Limbah Cangkang Telur, Kuat Tekan, Mutu Beton*

### Abstract

This study aims to determine the effect of using eggshell waste as a mixture in concrete on the resulting compressive strength. Eggshell waste is used as a partial substitute for fine aggregate with variations of 1%, 3%, and 7%. Compressive strength testing was carried out at the age of 14 and 28 days using cylindrical test objects with concrete quality K-150. The results showed that the addition of eggshells affected the compressive strength of concrete, with an increase in compressive strength in the variation of 7% compared to other variations.

Keywords: *Concrete, Eggshell Waste, Compressive Strength, Concrete Quality*

## PENDAHULUAN

Beton merupakan material yang sering digunakan dalam konstruksi. Salah satu kelebihanannya adalah pengerjaannya yang mudah dan kekuatannya yang tinggi. Menurut Neville (1995), beton merupakan material yang paling banyak digunakan di dunia karena memiliki kemampuan untuk dibentuk dalam berbagai ukuran dan bentuk serta kekuatan yang dapat diandalkan dalam jangka waktu panjang. Selain memiliki kelebihan tersebut, para peneliti di bidang energi juga telah memperhatikan faktor energi dalam memberikan penilaian terhadap material beton yang ramah lingkungan.

Teknologi konstruksi ramah lingkungan dipercaya dapat melestarikan lingkungan global dan menjaga sumber daya alam yang ada. Menurut Kibert (2016), konsep *green construction* menekankan pada pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan melalui efisiensi energi, pemanfaatan bahan daur ulang, serta pengurangan limbah konstruksi. Oleh karena itu, teknologi konstruksi ramah lingkungan dapat digagas dengan memanfaatkan limbah lingkungan sebagai bahan baku pengganti atau pelengkap dalam campuran beton. Hal ini sejalan dengan pendapat Mehta (2001) yang menyatakan bahwa penggantian bahan-bahan alami dengan limbah industri atau rumah tangga dalam beton dapat mengurangi emisi karbon dan menekan eksploitasi sumber daya alam.

Selain itu, ketersediaan material alam untuk konstruksi juga sangat terbatas. Sebaliknya, permintaan material tersebut terus meningkat sehingga perlu dicari sumber daya alternatif, seperti pemanfaatan kembali limbah yang dibuang menjadi material konstruksi yang ramah lingkungan, meliputi limbah industri, konstruksi, pertanian, dan rumah tangga yang belum dimanfaatkan. Cangkang telur merupakan salah satu material yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan beton ini (Tumbel, dkk., 2020).

Data dari Direktorat Jenderal Peternakan (2018) menunjukkan bahwa produksi telur Indonesia pada tahun 2018 mencapai 2.561.481 ton dengan rata-rata 213.457 ton per bulan. Produksi cangkang telur akan tetap melimpah selama produksi telur masih berlangsung di industri peternakan. Stadelman dan Cotterill (1973) melaporkan bahwa cangkang telur terdiri dari 98,2% kalsium karbonat, 0,9% magnesium, dan 0,9% fosfor. Hunton (2005) menyatakan bahwa kulit telur terdiri dari 97% kalsium karbonat. Kulit telur biasanya mengandung 3% fosfor, serta 3% magnesium, kalium, natrium, seng, mangan, besi, dan tembaga. (Butcher dan Miles, 1990). Kandungan ini menjadikan cangkang telur sebagai kandidat bahan tambahan atau pengganti dalam campuran beton, khususnya sebagai pengganti sebagian agregat halus.

Penelitian ini menggunakan material kulit telur sebagai pengganti sebagian agregat halus dalam campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk menilai dampak campuran kulit

telur terhadap kekuatan tekan beton, yang diharapkan dapat memberikan hasil terbaik. Kandungan polistirena adalah 1% dan 1,5%, yang merupakan jenis limbah rumah tangga berbahan dasar plastik yang sering mencemari lingkungan karena ketahanannya terhadap dekomposisi.

Benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Setiap variasi berisi dua sampel. Pengujian kuat tekan dilakukan saat umur beton 7 hari dan dilakukan konversi ke umur beton 28 hari, sesuai dengan standar pengujian kuat tekan beton dari SNI 1974:2011.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Islam Sumatera Utara (UISU) dalam kurun waktu tiga bulan. Bahan yang digunakan meliputi semen Portland Type I, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air bersih, dan limbah cangkang telur yang dikumpulkan dari warung makan. Benda uji yang digunakan berupa beton silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Variasi campuran terdiri dari beton normal dan beton dengan substitusi cangkang telur sebesar 1%, 3%, dan 7% terhadap agregat halus. Setiap variasi diuji pada umur 14 dan 28 hari dengan total 18 sampel.

Tahapan penelitian meliputi:

1. Persiapan Bahan dan Pemeriksaan – Melakukan pengujian berat jenis, analisa saringan, kadar air, dan kadar lumpur pada agregat.
2. Pembuatan Benda Uji – Penyusunan mix design mengacu pada SNI 7656:2012 dengan mutu beton K-150, pencampuran bahan, serta pengecoran dalam cetakan silinder.
3. Perawatan Beton (Curing) – Benda uji direndam dalam air selama 14 dan 28 hari sesuai prosedur SNI 2493-2011.
4. Pengujian Kuat Tekan – Dilakukan menggunakan Compression Testing Machine (CTM) berdasarkan ASTM C 39/C 39M.

Hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui pengaruh variasi cangkang telur terhadap kuat tekan beton, yang dibandingkan dengan beton normal.

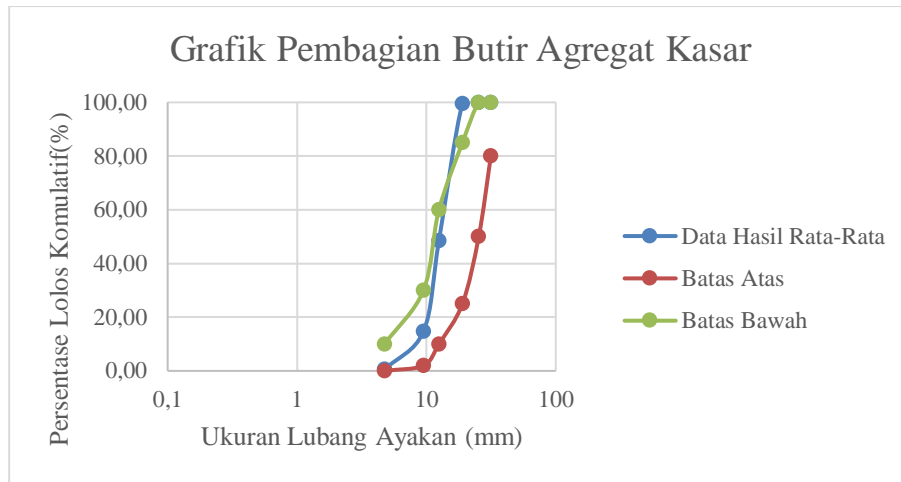
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Material Agregat Kasar

Tabel 1. Analisa saringan agregat kasar

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR										
Tipe Material		: Agregat Kasar (Kerikil)								
Berat Sampel		: 2500 Gram								
No.	Sieve	Berat Tertahan		Persentase Tertahan		Persen Kumulatif				Rata-rata
		I	II	I	II	Tertahan		Lolos		
						I	II	I	II	
1	31,5	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
2	25,4	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3	19	6	16	0,24	0,65	0,24	0,65	99,76	99,35	99,56
4	12,5	1258	1276	50,73	51,45	50,97	52,10	49,03	47,90	48,47
5	9,5	834	840	33,63	33,87	84,60	85,97	15,40	14,03	14,72
6	4,75	368	336	14,84	13,55	99,44	99,52	0,56	0,48	0,52
7	PAN	14	12	0,56	0,48	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Total		2480	2480	100,00	100,00	335,24	338,23			
Rata-rata				100,00		336,73				
Modulus Kehalusan				3,37						

Sumber: Hasil penelitian, 2024



Gambar 1. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Hasil pengujian agregat kasar yang dapat dipakai dalam campuran beton harus mempunyai modulus kehalusan (FM) antara 5,5-7,5. Dari hasil pemeriksaan diperoleh FM sebesar 3,35 dan 3,38 (rata-rata 3,37) sehingga dapat digunakan dalam percobaan.

Tabel 2. Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

PENGUJIAN KADAR AIR AGREGAT KASAR						
Tipe Material	: Agregat Kasar					
Berat Material	: 2500 gram					
Keterangan	Simbol	Berat (gr)		Kadar Air (%)		Rata-rata Kadar Air (%)
		I	II	I	II	
Berat Wadah	Wc	200,00	200,00	0,80	0,72	0,76
Berat benda uji sebelum dioven	Ws	2500,00	2500,00			
Berat benda uji setelah dioven	Wd	2480,00	2482,00			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Berdasarkan percobaan yang dilakukan, diperoleh hasil kadar air agregat kasar sebesar 0,80% dan 0,72% (rata-rata 0,76%). Sedangkan, kadar air agregat kasar yang disyaratkan oleh ASTM adalah sebesar 0-3 %. Hal ini menunjukkan kadar air yang diperoleh dalam percobaan ini sesuai dengan standar ASTM. Maka, agregat kasar (kerikil) yang digunakan dalam percobaan ini layak untuk menjadi campuran beton.

Tabel 3. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR				
Tipe Material		: Agregat Kasar		
Volume Material		2500 kg		
Keterangan	Berat sampel		Kadar Lumpur	Rata-rata
	Sebelum dioven (W2)	Setelah dioven (W3)		
Sampel I	2500	2480	0,80	0,76
Sampel II	2500	2482	0,72	

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Dari hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar dilaboratorium didapatkan nilai kadar lumpur pada Agregat tersebut sebesar 0,80% dan 0,72% (rata-rata 0,76%) < 1%, Ini menunjukkan bahwa Agregat kasar layak untuk menjadi campuran beton.

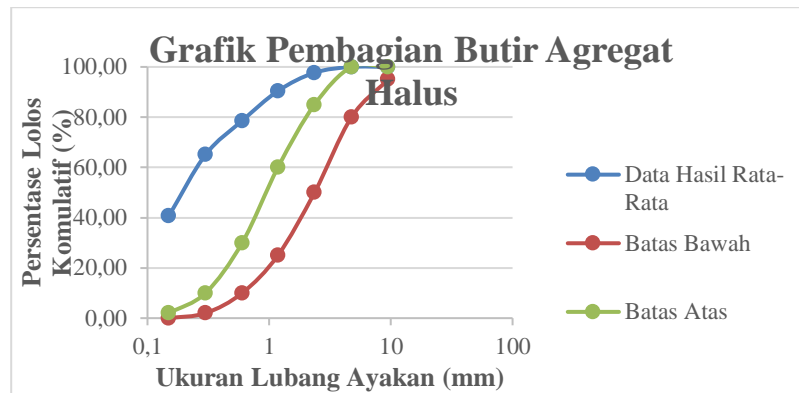
Hasil Pengujian Material Agregat Halus

Tabel 4. Analisa saringan agregat halus

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS										
Tipe Material		: Agregat Halus (Pasir)								
Berat Sampel		: 500 Gram								
No.	Sieve	Berat Tertahan		Persentase Tertahan		Persen Kumulatif				Rata-rata
		I	II	I	II	Tertahan		Lolos		
						I	II	I	II	
1	9,5	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
2	4,75	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3	2,36	10	12	2,07	2,50	2,07	2,50	97,93	97,50	97,71
4	1,18	34	36	7,05	7,50	9,13	10,00	90,87	90,00	90,44
5	0,6	56	58	11,62	12,08	20,75	22,08	79,25	77,92	78,58
6	0,3	66	64	13,69	13,33	34,44	35,42	65,56	64,58	65,07
7	0,15	116	118	24,07	24,58	58,51	60,00	41,49	40,00	40,75
8	0,075	170	164	35,27	34,17	93,78	94,17	6,22	5,83	6,03
9	PAN	30	28	6,22	5,83	100,0	100,0	0,00	0,00	0,00

						0	0			
Berat Material	482	480	100,00	100,00		318,67	324,17			
Rata- rata			100,00			321,42				
Modulus Kehalusan			3,21							

Sumber: Hasil Penelitian, 2024



Gambar 2. Grafik analisa saringan agregat halus, Sumber: Hasil penelitian, 2024

Hasil pengujian didapat hasil FM sebesar 1,25 %, dan 1,30% (rata-rata 1,28%). Nilai gradasi Agregat Halus berada di luar dari batas maksimum menurut batas standar ASTM, hasil ini disebabkan butiran Agregat Halus yang sangat halus dibandingkan dengan agregat halus normal.

Tabel 5. Pengujian Kadar Air agregat halus

PENGUJIAN KADAR AIR AGREGAT HALUS						
Tipe Material	: Agregat Halus					
Berat Material	: 500 gram					
Keterangan	Simbol	Berat (gr)		Kadar Air (%)		Rata-rata Kadar Air (%)
		I	II	I	II	
Berat Wadah	Wc	300,00	300,00			
Berat benda uji sebelum dioven	Ws	500,00	500,00	2,80	3,60	3,20
Berat benda uji setelah dioven	Wd	486,00	482,00			

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Persyaratan untuk berat SSD harus berada diantara berat jenis kering dan berat jenis semu, sedangkan untuk spesifikasi absorbs harus < 5% dari haril pemeriksaan yang didapat, maka material tersebut memenuhi persyaratan.

Tabel 6. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS						
Tipe Material		: Agregat Halus				
Volume Material		: 120 ml dan 100 ml				
Keterangan	Volume Lumpur (V1)	Volume Pasir (V2)	Rata-rata		V1 + V2	Kadar Lumpur
			V1	V2		
Sampel I	4,00	120,00	5,5	110	115,5	4,76
Sampel II	7,00	100,00				

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Hasil percobaan yang dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa persentase kadar lumpur yang diperoleh dari percobaan kali ini adalah 4,75%. Hasil ini memenuhi ketentuan kadar lumpur dalam agregat halus yang disyaratkan dalam campuran beton harus lebih kecil dari 5%.

Hasil Pengujian Material Semen (ASTM C 403M – 99)

Tabel 7. Pengujian Berat Jenis Semen

PENGUJIAN BERAT JENIS SEMEN 64 gr			
Keterangan	Simbol	sampel I	Sampel II
Berat Benda Uji (gr)	<i>B</i>	64	64
Volume awal (ml)	<i>V1</i>	0,1	0,1
Volume akhir (ml)	<i>V2</i>	21,5	20,7
Berat jenis air	<i>d</i>	1gr/ml	
Berat jenis semen (gr/ml)	$\frac{B}{(V2-V1)} \times d$	2,99	3,11
		3,05	

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Setelah dilakukan pengujian didapat hasil berat jenis semen dengan nilai 2,99 dan 3,11 (Rata-rata 3,05). BJ Semen Portland mempunyai kisaran 3,0 – 3,2.

Tabel 8. Pengujian Kehalusan Semen

PENGUJIAN KEHALUSAN SEMEN PORTLAND (50 gram)							
Tipe Material		: Semen Portland					
Berat Material		: 50 gram					
No. Saringan	Berat				Kehalusan (%)		
	Tertahan (gr)		Tertahan (%)		Komulatif Tertahan		Rata-rata
	I	II	I	II	I	II	
No. 100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
No. 200	8,00	6,00	16,00	12,00	16,00	12,00	14,00
PAN	42,00	44,00	84,00	88,00	100,00	100,00	86,00
Jumlah	50,00	50,00					

Sumber: Hasil penelitian, 2024

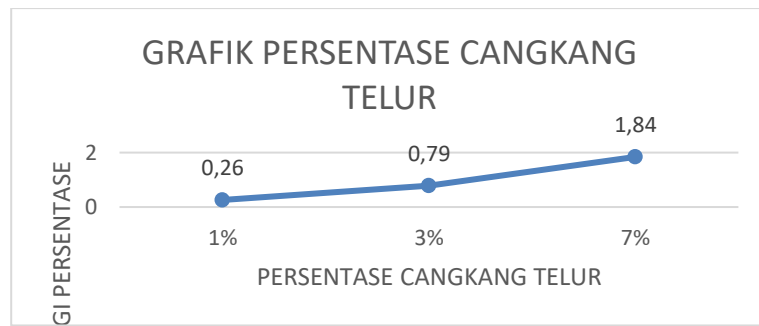
Dari hasil percobaan di atas didapat data-data yang telah memenuhi syarat yang sesuai dengan standart ketetapan kehalusan semen portland. Karena yang tertahan di saringan No. 100 0% dan yang tertahan disaringan No. 200 10,4 %. Semakin halus butiran semen maka semakin banyak air yang diperlukan dalam proses pencampuran, karena semakin halus semen maka luas permukaan juga semakin besar.

#### Subtitusi Cangkang Telur

Tabel 9. Penggunaan Cangkang Telur

PENGUJIAN CANGKANG TELUR				
Keterangan	P1	P2	F	P
6 benda uji	1%	26.24	0.26	25.98
	3%	26.24	0.79	25.45
	7%	26.24	1.84	24.40

Sumber: Hasil penelitian, 2024



Gambar 3. Grafik Persentase Cangkang Telur

Perhitungan persentase cangkang telur dilakukan dengan mengalikan berat agregat halus dengan persentase cangkang telur yang digunakan. Pada variasi pertama dengan persentase cangkang telur 1%, jumlah cangkang telur yang digunakan adalah 0,26 kg, yang diperoleh dari perhitungan  $26,24 \text{ kg} \times 1\%$ . Selanjutnya, untuk variasi dengan 3% cangkang telur, berat cangkang telur yang digunakan adalah 0,79 kg, dihitung dari  $26,24 \text{ kg} \times 3\%$ . Sementara itu, pada variasi 7%, jumlah cangkang telur yang digunakan mencapai 1,84 kg, yang diperoleh dari  $26,24 \text{ kg} \times 7\%$ . Dalam perhitungan ini, P1 menunjukkan persentase cangkang telur yang digunakan dalam campuran beton, P2 merupakan berat agregat halus pada beton normal, F adalah berat cangkang telur yang digunakan sesuai variasi, dan P merupakan berat agregat halus untuk beton variasi setelah dilakukan substitusi dengan cangkang telur.

Zat Tambah silika

Tabel 10. Penggunaan Zat tambah silika

PENGUJIAN SILIKA		
Zat tambah Silika %	Berat semen (kg)	Berat Silika yang digunakan
5.00	11.48	0.57

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Perhitungan jumlah silika yang digunakan dalam campuran dilakukan dengan mengalikan persentase zat tambah silika dengan berat semen. Pada perhitungan ini, digunakan silika sebanyak 5% dari berat semen, yaitu 11,48 kg. Dengan demikian, jumlah silika yang digunakan adalah 0,57 kg, yang diperoleh dari perhitungan  $5\% \times 11,48 \text{ kg}$ . Dalam perhitungan ini, 5% merupakan persentase zat tambah silika yang digunakan dalam campuran beton, 11,48 kg adalah berat semen yang diperlukan untuk pembuatan benda uji sebanyak enam silinder, dan 0,57 kg merupakan berat zat tambah silika yang digunakan sesuai dengan persentase yang ditentukan.

Hasil Campuran Beton Normal dan Beton Variasi

Tabel 11. Mix Design

MIX DESIGN BETON NORMAL DAN BETON VARIASI									
Keterangan	Campuran Beton Normal dan Beton Variasi						Jumlah Benda Uji (biji)	Umur Benda Uji (hari)	
	Semen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Air (kg)	Cangkang Telur (kg)	silika (gr)		14	28
	Beton Normal	11.48	26.24	35,64	6,88			6	3
Beton Variasi I	11.48	25.45	35,64	6,88	0.26	0,57	6	3	3
Beton Variasi II	11.48	24.14	35,64	6,88	0.79	0,57	6	3	3
Beton Variasi III	11.48	22.30	35,64	6,88	1.84	0,57	6	3	3
Jumlah	45.92	98.14	142,56	27,52	2.89	1,71	24	12	12

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Untuk melakukan analisis pengaruh bahan tambah serbuk arang briket dan bestmittel pada kuat tekan beton K-150 ( $f'c = 12,35$  MPa), maka perlu membuat rencana campuran (mix design) beton dan menghitung volume dan berat bahan-bahan yang diperlukan. Kita juga perlu menentukan jumlah bahan untuk membuat benda uji kuat tekan silinder beton ukuran 15 cm x 30 cm dengan variasi cangkang telur 1%, 3%, dan 7%, serta silika sebanyak 5%.

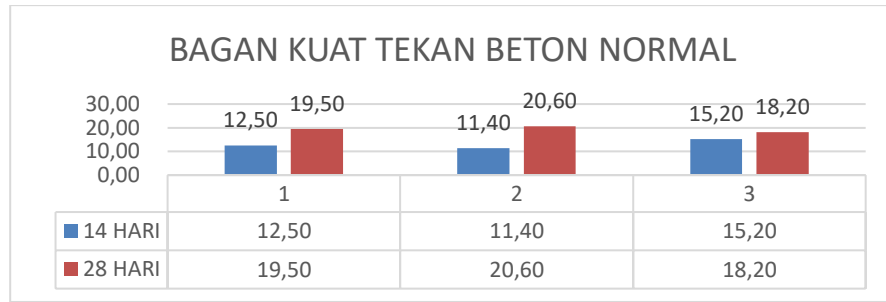
Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Tabel 12. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

KUAT TEKAN BETON NORMAL					
Keterangan	Jumlah Benda Uji	Umur Benda Uji		Kuat Tekan	Rata-Rata Kuat Tekan
		14 hari	28 hari		
Beton Normal	3	3		12.50	13.03
				11.40	
				15.20	
Beton Normal	3		3	19.50	19.43
				20.60	

				18.20	
Total	6	6			

Sumber: Hasil Penelitian, 2024



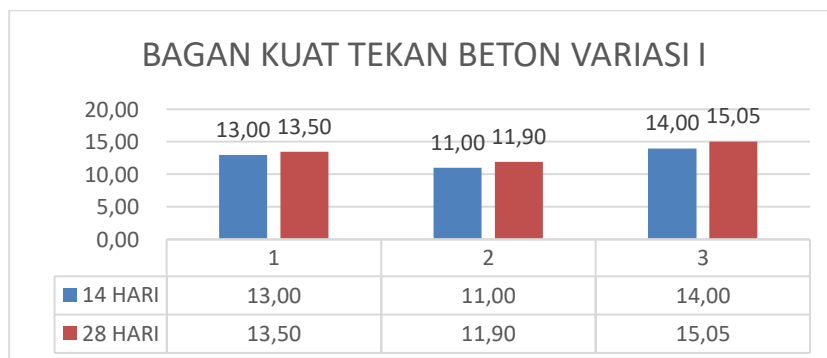
Gambar 4. Bagan Kuat Tekan Beton Normal, Sumber: Hasil Penelitian 2024

### Hasil Pengujian Beton Variasi I

Tabel 13. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi I

KUAT TEKAN BETON VARIASI CANGKANG TELUR 1%, DAN SILIKA 5%					
Keterangan	Jumlah Benda Uji	Umur Benda Uji		Kuat Tekan	Rata-Rata Kuat Tekan
		14 hari	28 hari		
Beton Variasi I	3	3		13.00	12.67
				11.00	
				14.00	
Beton Variasi I	3	3	3	13.50	13.48
				11.90	
				15.05	
Total	6	6			

Sumber: Hasil Penelitian, 2024



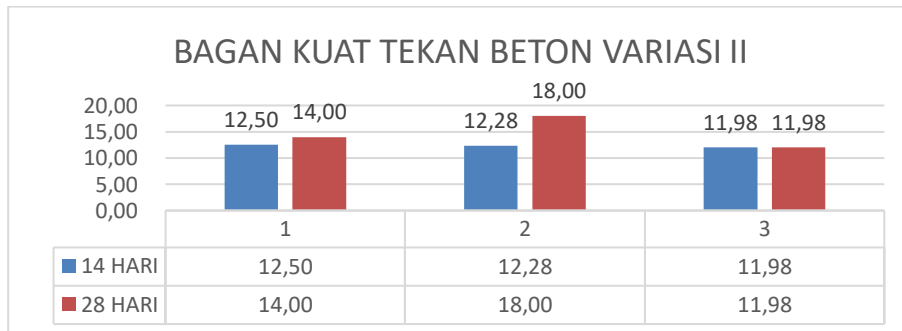
Gambar 5. Bagan Kuat Tekan Beton Variasi I, Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Hasil Pengujian Beton Variasi II

Tabel 14. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi II

KUAT TEKAN BETON VARIASI CANGKANG TELUR 3%, DAN SILIKA 5%					
Keterangan	Jumlah Benda Uji	Umur Benda Uji		Kuat Tekan	Rata-Rata Kuat Tekan
		14 hari	28 hari		
Beton Variasi II	3	3		12.50	12.25
				12.28	
				11.98	
	3		3	14.00	14.66
				18.00	
				11.98	
Total	6	6			

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

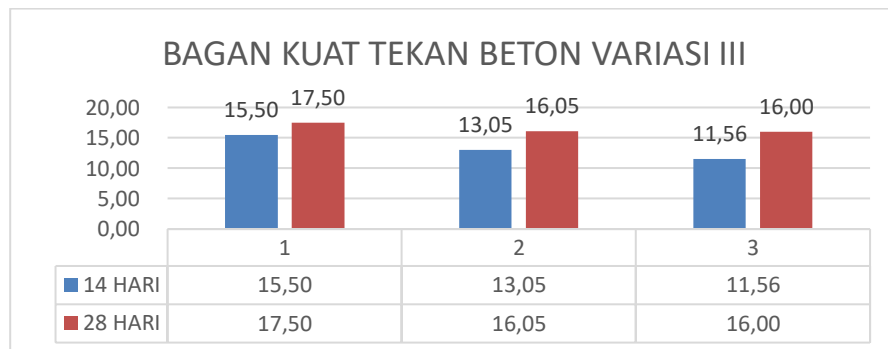


Gambar 6. Bagan Kuat Tekan Beton Variasi II, Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Tabel 15. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi III

KUAT TEKAN BETON VARIASI CANGKANG TELUR 7%, DAN SILIKA 5%					
Keterangan	Jumlah Benda Uji	Umur Benda Uji		Kuat Tekan	Rata-Rata Kuat Tekan
		14 hari	28 hari		
Beton Variasi III	3	3		15.50	13.37
				13.05	
				11.56	
Beton Variasi III	3		3	17.50	16.52
				16.05	
				16.00	
Total	6	6			

Sumber: Hasil Penelitian, 2024



Gambar 7. Bagan Kuat Tekan Beton Variasi III, Sumber: Hasil Penelitian, 2024

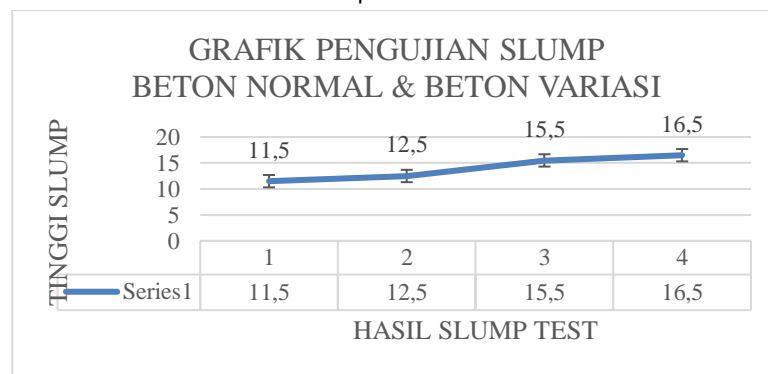
Hasil Pengujian Slump Test Beton Normal dan Beton Variasi

Pengukuran Slump Test dilakukan untuk mengetahui Keleccakan (workability) adukan beton. Keleccakan adukan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan tanpa menimbulkan pemisahan bahan penyusun beton (segregasi). Tingkat keleccakan ini dipengaruhi oleh komposisi campuran, kondisi fisik dan jenis bahan pencampurnya.

Tabel 16. Pengujian Slump

PENGUJIAN SLUMP		
No.	Sampel	Tinggi Slump
1	Beton Normal	11,5 cm
2	Beton Variasi Cangkang Telur 1% dan Silika 5%	12,5 cm
3	Beton Variasi Cangkang Telur 3% dan Silika 5%	15,5 cm
4	Beton Variasi Cangkang Telur 7% dan Silika 5%	16,5 cm

Sumber: Hasil penelitian, 2024



Gambar 8. Grafik Pengujian Slump

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Berdasarkan data hasil pengujian slump test tersebut, Didapat bahwa nilai slump seluruh campuran sebagian tidak masuk kedalam slump rencana yaitu 7,5 – 15 cm.

### SIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian beton normal dan beton yang dicampur dengan limbah cangkang telur pada umur 28 hari dapat disimpulkan:

NO	PERSENTASE BETON	HASIL KUAT TEKAN 28 HARI
1	Beton Normal	19,43 MPa
2	Campuran limbah cangkang telur 1%	13,48 MPa
3	Campuran limbah cangkang telur 3%	14,66 MPa
4	Campuran limbah cangkang telur 7%	16,52 MPa

Berdasarkan hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah cangkang telur berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan beton. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan beton untuk campuran tanpa limbah cangkang telur (0%)

mencapai 19.43 MPa. Penurunan kuat tekan ini terlihat pada campuran dengan 1% limbah cangkang telur, di mana kuat tekan menurun menjadi 13.48 MPa, pada campuran dengan 3% limbah cangkang telur, kuat tekan mengalami peningkatan sedikit menjadi 14.66 MPa, dan pada campuran dengan 7% limbah cangkang telur, kuat tekan mengalami peningkatan yang signifikan menjadi 16,52 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa pemakaian limbah cangkang telur menjadi tidak signifikan digunakan pada campuran beton.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aji, P., & Purwono, R. (2010). *Pengendalian mutu beton*. ITSPress Surabaya.
- Anto, A. F. (2020). *Pelatihan teknologi limbah cangkang telur pada kuat tekan beton*. Universitas Sahid Surakarta.
- Butcher, G. D., & Miles, R. D. (1990). *Eggshells and eggshell quality*. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS.
- Direktorat Jenderal Peternakan. (2018). *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan. (2018). *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2018*. Jakarta.
- Gowiska, dkk. (2014). Pengaruh serbuk cangkang telur substitusi semen terhadap karakteristik beton.
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 25* (9th ed.). Universitas Diponegoro.
- Hunton, P. (2005). Research on eggshell structure and quality: An historical overview. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 7(2), 67–71.
- Kibert, C. J. (2016). *Sustainable construction: Green building design and delivery* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Mehta, P. K. (2001). Reducing the environmental impact of concrete. *Concrete International*, 23(10), 61–66.
- Michael, N., Nursyamsi, Kadreni, E., & Sitorus, T. (n.d.). Pengaruh akibat adanya bahan substitusi abu cangkang telur sebagai tambahan semen dan kerak boiler sebagai substitusi pasir.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi beton*. Yogyakarta.
- Neville, A. M. (1995). *Properties of concrete* (4th ed.). Pearson Education Limited.
- Nugraha, P., & Antoni. (2007). *Teknologi beton dari material, pembuatan, beton kinerja tinggi*. Penerbit Andi, Surabaya.

- Saputra, D. (2017). *Kuat tekan dan kuat tarik belah beton terhadap adanya bahan tambah serat mengkuang (Pandanus artocarpus) dan substitusi semen dengan fly ash*. Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung, Blitar.
- Stadelman, W. J., & Cotterill, O. J. (1973). *Egg science and technology*. The AVI Publishing Company, Inc.
- Syahwati, M., & Wahyuni, A. S. (2018). Pengaruh variasi presentase bubuk cangkang telur sebagai bahan penambah semen terhadap kuat tekan dan absorpsi mortar, 1–8.
- Tumbel, F., Londa, J., & Polii, R. (2020). Pengaruh penambahan serbuk cangkang telur ayam terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Sipil Statik*, 8(3), 157–165.
- Yosefa, F. Z. D., Manalip, H., & Windah, R. S. (2020). Pengaruh penggunaan serbuk cangkang telur sebagai substitusi parsial semen terhadap nilai kuat tarik belah beton. Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Yuwanta, T. (2010). *Telur dan kualitas telur*. Universitas Gadjah Mada.