

PENGARUH CANGKANG KERANG DARA SEBAGAI BAHAN TAMBAH AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Yopi Alpian¹, Yanti Defiana², Taufik Martha³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Galuh

Email: alpianyopi7@gmail.com, yanti.defiana@gmail.com, taufikmartha90@gmail.com

ABSTRACT

The increasingly advanced era of globalization has led to increasingly rapid developments in construction technology. Developments in construction technology are needed so that the required materials are available easily and quickly. The more concrete technology develops, the more innovation there will be to improve the quality of concrete. One form of innovation is by including some additional materials into the mixture that makes up the concrete. Concrete is a mixture of Portland cement or other hydraulic cement, fine aggregate, coarse aggregate and water as well as concrete additives. This research uses pigeon shells as an added material for fine aggregate by reviewing the compressive strength and modulus of elasticity of concrete. Tests were carried out at the age of 28 days, cylindrical test specimens with a diameter of 160 mm x 300 mm with variations of 0% virgin shell (normal concrete) and 2%, 4% and 7% with 5% superplasticizer added (mixed concrete). Based on the research results, it was found that the average compressive strength value at 28 days of normal concrete mix was 16.91 MPa, the addition of 2% shellfish shells was 13.26 MPa, the addition of 4% shellfish shells was 15.97 MPa, while the value The average modulus of elasticity in the normal concrete mix is 7850.13 Mpa with a decrease of 60.86%, the concrete mix with the addition of 2% virgin shells is 1105.91 Mpa with a decrease of 94.04%, the concrete mix with the addition of shells 4% dara was 1097648 Mpa with a decrease of 44.25%, concrete mix with the addition of 7% dara shells was 4657.30 Mpa with a decrease of 76.50%. So it can be concluded that the use of virgin shell waste as a fine aggregate additive reduces the compressive strength and modulus of elasticity of concrete.

Keywords: Concrete, Dara Shells, Compressive Strength, Modulus of Elasticity

I. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman era globalisasi yang semakin maju menimbulkan perkembangan teknologi konstruksi yang semakin pesat. Perkembangan teknologi konstruksi diperlukan agar kebutuhan akan bahan yang dibutuhkan tersedia dengan mudah dan cepat. Kayu, beton, dan baja adalah bahan konstruksi utama yang digunakan untuk membangun struktur. Kayu berasal dari tumbuhan dan dapat diolah dengan mudah, baja bersifat ramah lingkungan, fleksibel dan serbaguna sedangkan beton terdiri dari campuran semen, pasir, dan air yang mengeras. Keunggulan beton yaitu kemampuannya dalam menahan gaya tekan yang tinggi dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, tahan terhadap api dan perubahan cuaca, harga yang relatif murah karena menggunakan bahan lokal yang mudah didapat, serta perawatannya yang relatif murah dan mudah.

Semakin berkembangnya teknologi beton, maka semakin banyak pula inovasi untuk meningkatkan mutu beton, Salah satu bentuk inovasi tersebut adalah dengan memasukan sebagian bahan tambahan kedalam campuran penyusun beton. Bahan tambah dapat berupa bahan limbah yang tidak terpakai dan bisa dimanfaatkan dalam campuran beton. Oleh karena itu berbagai penelitian dan percobaan tentang material beton telah banyak dilakukan guna mencari bahan lain sebagai penunjang bahan material beton dan juga ramah terhadap lingkungan. Berdasarkan SNI 2834-2000, beton adalah campuran antara semen *Portland* atau semen *hidraulis* yang lain, *agregat* halus, *agregat* kasar dan air serta zat *aditif* beton.

Indonesia merupakan negara kepulauan, dengan luas wilayah perairan mencapai 5,8 juta km² dan garis pantai mencapai 81.000 km², memiliki potensi besar dalam hal pengelolaan kekayaan laut

dan salah satunya adalah kerang. Pemanfaatan terhadap limbah cangkang kerang selama ini masih sangat kurang. Limbah cangkang kerang hanya digunakan sebagai hiasan, pakan ternak dan campuran kosmetik sedangkan keberadaan limbah cangkang kerang sendiri semakin hari semakin bertambah karena kurangnya proses pengolahan. Serta kandungan mineral dan zat lain yang terdapat dalam cangkang kerang memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan tambahan pada pembuatan beton, (Khadrianisa, 2022). Kerang merupakan salah satu hewan berkulit lunak (*Mollusca*) kelas *Pelecypoda* atau *Bivalvia*. Dalam cangkang ada beberapa lapisan yang menyelimuti permukaan tubuhnya, yang juga diartikan sebagai kulit kerang. Ada berbagai jenis kerang, salah satunya adalah kerang dara, yang merupakan jenis kerang yang paling banyak ditemukan di daerah Asia Timur dan Asia Tenggara. Kerang dara tersebut pada umumnya ditemukan di daerah pesisir atau tanah berlumpur, termasuk banyak ditemukan di Indonesia. Cangkang kerang dara memiliki visual yang keras serta mengandung zat kapur (senyawa kimia *pozzolan*), *silika*, serta *aluminium oksida* yang mana hal tersebut dapat membuat cangkang kerang dara mampu mempengaruhi nilai kuat tekan dari suatu beton, selain itu cangkang kerang dara juga mempunyai nilai yang ekonomis, (Andika dan Safarizki, 2019).

Berdasarkan hasil observasi lapangan yang penulis lakukan ketersediaan limbah cangkang kerang dara di pesisir pantai Selatan khususnya di pantai Pangandaran sangatlah melimpah. Pada waktu musimnya kerang ini banyak ditemukan oleh masyarakat pada bulan Juni sampai dengan Februari, sementara selain dari waktu tersebut maka kerang ini sedikit ditemukan.

Bahan tambah (*admixtures*) adalah material yang ditambahkan dalam campuran beton selain semen, *agregat*, dan air. Bahan tambah ini diberikan segera sebelum atau pada saat proses pengadukan campuran beton dimulai. Secara umum fungsi dari bahan tambah adalah untuk menghasilkan beton yang lebih baik dari sisi pengerjaan, mutu maupun keekonomisannya.

Perencanaan campuran beton (semen, air, *agregat* halus dan *agregat* kasar) dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan-bahan penyusun beton. Metode dalam menentukan proporsi campuran pada penelitian ini digunakan standar sesuai SNI 2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Pada penelitian ini digunakan cangkang kerang dara

sebagai bahan tambah *agregat* halus dikarenakan supaya lebih mudah dan bisa menyesuaikan ukuran dengan saringan yang digunakan no. 4 (4,75 mm).

Oleh sebab itu penulis akan melakukan penelitian menggunakan bahan limbah cangkang kerang dara yang telah dihaluskan sebagai bahan tambah *agregat* halus dalam pembuatan beton normal dengan mutu $F_c' = 25$ Mpa berbentuk silinder dengan variasi 0% (beton normal) dan 2%, 4% dan 7% dengan bahan tambah *superplasticizer* 5% (beton campuran) dengan meninjau pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan jenis eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Prodi Teknik Sipil Universitas Galuh Ciamis. Dalam penelitian ini direncanakan mutu beton $f_c' = 25$ MPa dengan variasi 0%, 2%, 4%, dan 7% dengan jumlah masing-masing 3 benda uji per variasi. Data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

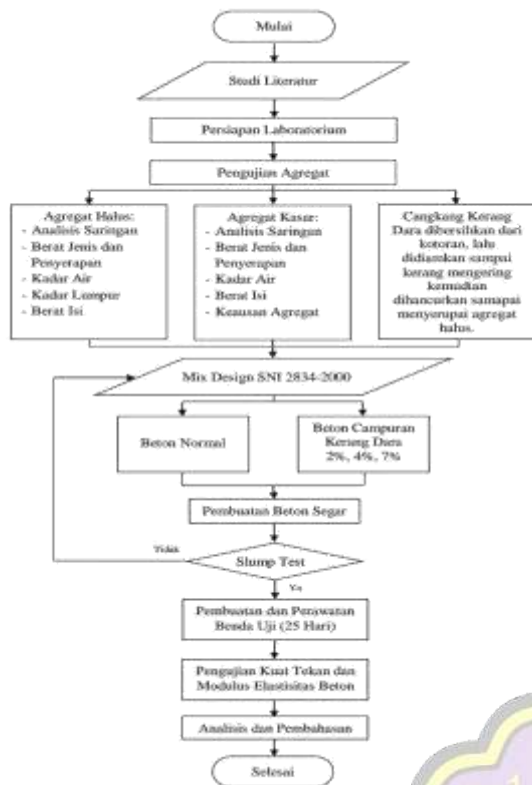
1. Data Primer

Data ini adalah data yang telah berhasil diperoleh dari data laboratorium seperti:

- Pengujian Analisis Saringan;
- Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air *agregat* Halus;
- Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air *agregat* Kasar;
- Pengujian Kadar Air *Agregat*;
- Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam *Agregat*;
- Pengujian Kadar Lumpur;
- Analisis Tata Cara Pembuatan Rencana; Campuran Beton Normal (*Mix Design*);
- Pengujian *Slump Test*;
- Perawatan Beton (*Curing*);
- Kuat Tekan Beton;
- Modulus Elastisitas Beton.

2. Data Sekunder ini adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton, panduan pembuatan beton dan data-data teknis serta buku-buku lainnya yang berhubungan dengan beton.

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian seperti di sajikan pada diagram di bawah:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Adapun langkah analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- Langkah-langkah pembuatan rencana campuran beton normal (*Mix Design*) dilakukan sebagai berikut:
 - Ambil kuat tekan beton yang disyaratkan f_{Xc} pada umur tertentu;
 - Hitung deviasi standar;
 - Hitung nilai tambah;
 - Hitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan f_{Xcr} ;
 - Tetapkan jenis semen;
 - Tentukan jenis *agregat* kasar dan *agregat* halus;
 - Tentukan faktor air semen;
 - Tetapkan faktor air semen maksimum;
 - Tetapkan *slump*;
 - Tetapkan ukuran *agregat* maksimum;
 - Tentukan nilai kadar air bebas;
 - Hitung jumlah semen yang besarnya adalah kadar semen adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen;
 - Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan;
 - Tentukan jumlah semen semimum mungkin;
 - Tentukan factor air semen yang disesuaikan;
 - Tentukan susunan butir *agregat* halus;

- Tentukan susunan *agregat* kasar menurut grafik;
- Tentukan persentase pasir dengan perhitungan dengan diketahui ukuran butir *agregat* maksimum, *slumps*, factor air semen dan daerah susunan butir, maka jumlah persentase pasir yang diperlukan dapat dibaca pada grafik;
- Hitung berat jenis relative *agregat*;
- Tentukan berat isi beton dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dari berat jenis relative dari *agregat* gabungan;
- Hitung kadar *agregat* gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas;
- Hitung kadar *agregat* halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir dengan *agregat* gabungan;
- Hitung kadar *agregat* kasar yang besarnya adalah kadar *agregat* gabungan dikurangi kadar *agregat* halus;
- Proporsi campuran, kondisi *agregat* dalam keadaan jenuh kering permukaan;
- Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan;
- Buatlah campuran uji, ukur dan catatlah besarnya slump serta kekuatan tekan yang sesungguhnya.

- Membuat benda uji dari komposisi cangkang kerang dara dengan variasi 0%, (Beton Normal) dan 2%, 4% dan 7% dengan bahan tambah *superplasticizer* 5%.
- Menghitung kuat tekan dan modulus elastisitas beton yang dihasilkan dari komposisi atau benda uji yang telah dibuat pada langkah sebelumnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

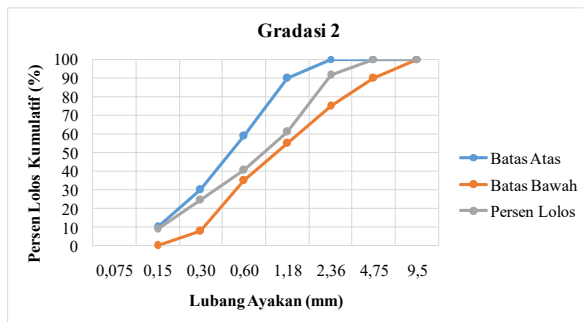
1. Hasil Pengujian Bahan Material Penyusun Beton

- Hasil Analisis Saringan Agregat

Tabel 1. Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus

Saringan	Berat Saringan	Berat Saringan + Tertahan	Berat tertahan	Jumlah berat tertahan	Persen kumulatif		Spesifikasi
					Tertahan	Lolos	
(mm)	(inch)	(gram)	(gram)	(gram)	(%)	(%)	
4,75	# 4	425	425	0	0	100	90 - 100
2,36	# 8	410	415	85	85	91,5	75 - 100
1,18	# 16	405	815	305	390	61	55 - 90
0,60	# 30	400	685	205	595	40,5	35 - 59
0,30	# 50	385	430	160	755	24,5	8 - 30
0,15	# 100	375	495	155	910	9	0 - 10
0,08	# 200	280	415	80	990	1	
Pan		240	250	10	1000	0	

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)



Sumber : Data primer yang sudah diolah, 2024

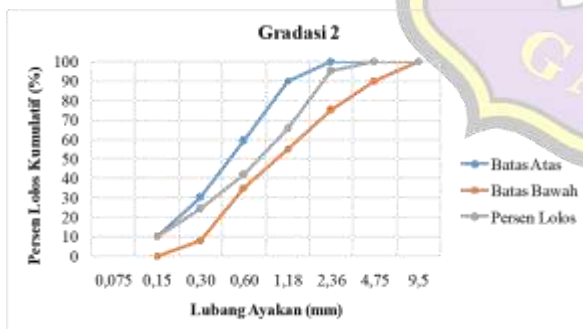
Gambar 2. Batas Gradasi Agregat Halus

Dari gambar 2 hasil analisis saringan *agregat* halus dapat diketahui bahwa *agregat* halus yang digunakan dalam pembuatan adukan beton termasuk ke dalam daerah gradasi No. 2 yaitu pasir bergradasi sedang dan memenuhi syarat analisis saringan sebagai bahan dalam campuran beton.

Tabel 2. Hasil Pengujian Analisis Saringan Cangkang Kerang Dara

Saringan	Berat Saringan	Berat Saringan + Tertahan	Berat tertahan	Jumlah berat tertahan	Persen kumulatif Tertahan	Persen kumulatif Lolos	Spesifikasi
(mm)	(inch)	(gram)	(gram)	(gram)	(%)	(%)	
4,75	# 4	425	425	0	0	100	90 - 100
2,36	# 8	410	460	50	5	95	75 - 100
1,18	# 16	405	700	295	34,5	65,5	55 - 90
0,60	# 30	400	640	240	58,5	41,5	35 - 59
0,30	# 50	385	580	175	76	24	8 - 30
0,15	# 100	375	490	140	90	10	0 - 10
0,08	# 200	280	400	95	99,5	0,5	
Pan		240	245	5	1000	0	

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)



Sumber : Data primer yang sudah diolah, 2024

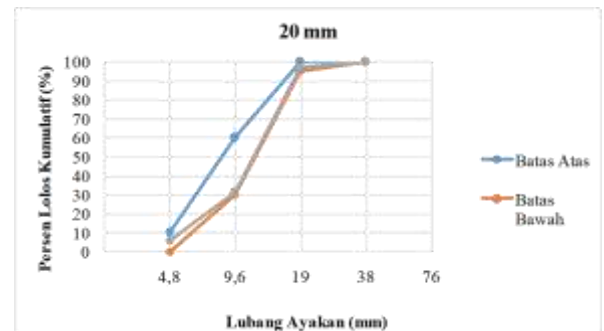
Gambar 3. Batas Gradasi Cangkang Kerang Dara

Dari gambar 3 hasil analisis saringan cangkang kerang dara dapat diketahui bahwa cangkang kerang dara yang digunakan dalam pembuatan adukan beton termasuk ke dalam daerah gradasi No. 2 yaitu pasir bergradasi sedang dan memenuhi syarat analisis saringan sebagai bahan dalam campuran beton.

Tabel 3. Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar

Saringan	Berat Saringan	Berat Saringan + Tertahan	Berat tertahan	Jumlah berat tertahan	Persen kumulatif Tertahan	Persen kumulatif Lolos	Spesifikasi
(mm)	(inch)	(gram)	(gram)	(gram)	(%)	(%)	
37,5	1 1/2"	525	525	0	0	100	100 - 100
19,1	3/4"	470	500	30	1,2	98,8	95 - 100
12,7	1/2"	480	2155	1675	68,2	31,8	30 - 60
9,52	3/8"	450	1020	570	91	9	0 - 10
4,75	# 4	425	545	120	2395	95,8	4,2
2,36	# 8	410	415	5	2400	96	4
1,18	# 16	405	405	0	2400	96	4

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)



Sumber : Data primer yang sudah diolah, 2024

Gambar 4. Batas Gradasi Agregat Kasar

Dari gambar 4.2 hasil analisis saringan *agregat* kasar dapat diketahui bahwa *agregat* kasar yang digunakan dalam pembuatan adukan beton termasuk ke dalam grafik 7 yaitu batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm dan memenuhi syarat analisis saringan sebagai bahan dalam campuran beton.

- Hasil Pengujian Berat jenis dan Penyerapan Air Agregat

Tabel 4. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

	A	B	Rata-rata	
Berat benda uji kering permukaan jemah (SSD) (Bj)	gram 500	500	500	
Berat benda uji kering oven (Bk)	gram 485	490	487,5	
Berat piknometer + air (B)	gram 675	675	675	
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air (Bj)	gram 930	930	930	
Berat Jenis (Bulk)	$Bk/(B+Bj-Bk)$	1,98	2,00	1,99
Berat jenis kering permukaan jemah (SSD)	$Bj/(B+Bj-Bk)$	2,04	2,04	2,04
Berat jenis semu (Apparent)	$Bk/(B+Bj-Bk)$	2,11	2,09	2,10
Penyerapan (Absorption)	$(Bj-Bk)/Bk \times 100\%$	0,03	0,02	0,03

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air untuk *agregat* halus didapatkan nilai rata-rata bahwa berat jenis *bulk* adalah 1,99 gram, berat jenis kering permukaan (SSD) adalah 2,04 gram, berat jenis semu (*Apparent*) adalah 2,10 gram dan nilai rata-rata persentase absorpsi *agregat* halus sebesar 0,03%. Nilai ini memenuhi spesifikasi nilai berat jenis yang ditetapkan yakni 1,4 – 2,2 gram.

Tabel 5. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Cangkang Kerang Dara

		A	B	Rata-rata
Berat benda uji kering permukaan jemah (SSD) (B _j)	gram	500	500	500
Berat benda uji kering oven (B _k)	gram	490	490	490
Berat piknometer + air (B)	gram	680	675	677,5
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air (B _i)	gram	935	940	937,5
Berat jenis (Bulk)	$B_k / (B - B_k - B_i)$	2,00	2,09	2,04
Berat jenis kering permukaan jemah (SSD)	$B_j / (B - B_k - B_i)$	2,04	2,13	2,08
Berat jenis semu (Apparent)	$B_k / (B - B_k - B_i)$	2,09	2,18	2,13
Penyerapan (Absorption)	$(B_j - B_k) / B_k \times 100\%$	0,02	0,02	0,02

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air untuk cangkang kerang dara sebagai bahan tambah *agregat* halus didapatkan nilai rata-rata bahwa berat jenis *bulk* adalah 1,99 gram, berat jenis kering permukaan (SSD) adalah 2,04 gram, berat jenis semu (*Apparet*) adalah 2,13 gram dan nilai rata-rata persentase absorpsi untuk cangkang kerang dara sebagai bahan tambah *agregat* halus sebesar 0,02%. Nilai ini memenuhi spesifikasi nilai berat jenis yang ditetapkan yakni 1,4 – 2,2 gram.

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

		A	B	Rata-rata
Berat benda uji kering oven (B _k)	gram	1000	1000	1000
Berat benda uji kering permukaan jemah (B _j)	gram	1090	1100	1095
Berat benda uji didalam air (B _i)	gram	827	665	646
Berat Jenis (Bulk)	$B_k / (B_j - B_i)$	2,16	2,30	2,23
Berat jenis kering permukaan jemah (SSD)	$B_j / (B_j - B_i)$	2,35	2,53	2,44
Berat jenis semu (Apparent)	$B_k / (B_k - B_i)$	2,68	2,99	2,83
Penyerapan (Absorption)	$(B_j - B_k) / B_k \times 100\%$	0,09	0,10	0,10

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan untuk *agregat* kasar didapatkan nilai rata-rata bahwa berat jenis *bulk* adalah 2,23 gram, berat jenis kering permukaan (SSD) 2,44 gram, berat jenis semu adalah 2,83 gram dan nilai rata-rata persentase absorpsi untuk *agregat* kasar sebesar 0,10 %. Nilai ini memenuhi spesifikasi nilai berat jenis yang ditetapkan yakni 1,8 – 2,2 gram.

- Hasil Pengujian Kadar Air Agregat

Tabel 7. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

No	Keterangan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Berat talam + contoh basah	gram	111,4	111,4
2	Berat talam + contoh kering	gram	106,87	107,1
3	Berat air = 1 - 2	gram	4,53	4,3
4	Berat talam	gram	11,4	11,4
5	Berat contoh kering = 2 - 4	gram	95,47	95,7
6	Kadar air = 3 : 5	%	0,05	0,04
Kadar air rata-rata			0,05	

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Pengujian kadar air *agregat* halus dilakukan dengan dua sampel contoh, dengan kadar air sampel pertama sebesar 0,05% dan sampel kedua 0,04% dan didapat nilai rata-rata kadar air *agregat* halus sebesar 0,05%. Persentase kadar air pada *agregat* halus memenuhi syarat yang ditetapkan

oleh SNI 1971-2011 yaitu tidak boleh berbeda lebih dari 0,79%.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kadar Air Cangkang Kerang Dara

No	Keterangan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Berat talam + contoh basah	gram	111,4	111,4
2	Berat talam + contoh kering	gram	108,02	108,1
3	Berat air = 1 - 2	gram	3,38	3,3
4	Berat talam	gram	11,4	11,4
5	Berat contoh kering = 2 - 4	gram	96,62	96,7
6	Kadar air = 3 : 5	%	0,03	0,03
Kadar air rata-rata			0,03	

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Pengujian kadar air *agregat* halus dilakukan dengan dua sampel contoh, dengan kadar air sampel pertama sebesar 0,03% dan sampel kedua 0,03% dan didapat nilai rata-rata kadar air Cangkang Kerang dara sebesar 0,03%.

Tabel 9. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

No	Keterangan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Berat talam + contoh basah	gram	111,4	111,4
2	Berat talam + contoh kering	gram	110,96	110,6
3	Berat air = 1 - 2	gram	0,44	0,8
4	Berat talam	gram	11,4	11,4
5	Berat contoh kering = 2 - 4	gram	99,56	99,2
6	Kadar air = 3 : 5	%	0,44	0,81
Kadar air rata-rata			0,62	

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Pengujian kadar air *agregat* kasar dilakukan dengan dua sampel contoh, dengan kadar air sampel pertama sebesar 0,44% dan sampel kedua 0,81% dan didapat nilai rata-rata kadar air *agregat* halus sebesar 0,62%. Persentase kadar air pada *agregat* kasar memenuhi syarat yang ditetapkan oleh SNI 1971-2011 yaitu tidak boleh berbeda lebih dari 0,79%.

Tabel 10. Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus

No	Pemeriksaan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Volume penakar	cm ³	3800	3800
2	Berat penakar	gram	8575	8575
3	Berat penakar + benda uji	gram	16425	16600
4	Berat benda uji = 3 - 2	gram	7850	8025
5	Berat volume = 4 : 1	gram/cm ³	2	2
Berat volume rata-rata			2,09	

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Tabel 11. Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar

No	Pemeriksaan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Volume penakar	cm ³	3800	3800
2	Berat penakar	gram	8575	8575
3	Berat penakar + benda uji	gram	15260	15260
4	Berat benda uji = 3 - 2	gram	6685	6525
5	Berat volume = 4 : 1	gram/cm ³	1,76	1,72
Berat volume rata-rata			1,74	

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Tabel 12. Hasil Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Halus

No	Pemeriksaan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Volume penakar	cm ³	3800	3800
2	Berat penakar	gram	8575	8575
3	Berat penakar + benda uji	gram	14030	14025
4	Berat benda uji = 3 - 2	gram	5455	5450
5	Berat volume = 4 : 1	gram/cm ³	1,44	1,43
Berat volume rata-rata			1,43	

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Tabel 13. Hasil Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Kasar

No	Pemeriksaan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Volume penakar	cm ³	3800	3800
2	Berat penakar	gram	8575	8575
3	Berat penakar + benda uji	gram	14325	14324
4	Berat benda uji = 3 - 2	gram	5750	5750
5	Berat volume = 4 : 1	gram/cm ³	1,51	1,51
Berat volume rata-rata			1,51	

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Pengujian berat isi agregat pada kondisi padat dan gembur didapatkan hasil pada kondisi padat agregat halus sebesar 2,09 gram/cm³ dan berat isi agregat kasar sebesar 1,74 gram/cm³, sedangkan pada kondisi gembur agregat halus sebesar 1,43 gram/cm³ dan berat isi agregat kasar 1,51 gram/cm³. Berat volume pada kondisi padat lebih berat dibandingkan pada kondisi gembur hal ini dikarenakan dalam kondisi padat menggunakan metode penumbukan sehingga agregat mengisi ruang kosong dalam wadah lebih rapat dan padat. Sedangkan pada kondisi gembur hanya memasukan agregat kedalam wadah sehingga masih ada kemungkinan wadah tersebut memiliki ruang kosong yang tidak terisi.

Tabel 14. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

No	Keterangan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Berat Agregat Kering (Awal) + Cawan	gram	1075	1075
2	Berat Agregat Kering (Akhir) + Cawan	gram	890	107,1
3	Berat Cawan	gram	75	75
4	Berat Agregat Kering (Awal)	gram	1000	1000
5	Berat Agregat Kering (Akhir)	gram	815	820
6	Kadar Lumpur	%	0,2	0,2
Kadar lumpur rata-rata			0,18	

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Kadar lumpur agregat normal yang diijinkan SNI S 04-1989 untuk agregat halus adalah maksimal 5% sedangkan pasir yang digunakan pada pengujian ini mengandung kadar lumpur sebesar 0,18 %.

Tabel 15. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

No	Keterangan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Berat Agregat Kering (Awal) + Cawan	gram	1080	1090
2	Berat Agregat Kering (Akhir) + Cawan	gram	1065	1055
3	Berat Cawan	gram	80	90
4	Berat Agregat Kering (Awal)	gram	1000	1000
5	Berat Agregat Kering (Akhir)	gram	985	965
6	Kadar Lumpur	%	0,02	0,04
Kadar lumpur rata-rata			0,03	

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Kadar lumpur agregat normal yang diijinkan SNI S 04-1989 untuk agregat kasar adalah maksimal 2% sedangkan split yang digunakan pada pengujian ini mengandung kadar lumpur sebesar 0,03%.

2. Hasil Pembuatan Rencana Campuran Beton (Mix Design)

Tabel 15. Hasil Mix Design Campuran Beton

No	Uraian	Tabel/Grafik/Perhitungan	Hasil	Keterangan/Satuan		
1	Kuat tekan yang diharapkan (benda uji)	Ditetapkan	25	Mpa pada 28 hari bagian cacat 5 persen, $k=1,64$		
2	Deviasi Standar	Butir 4.2.3.1.1.(2 tabel 1)	7	Mpa atau tanger data		
3	Nilai tambah (margin)	Butir 4.2.3.1.2)	12	$1,64 \times 7 = 11,48 \approx 12$ Mpa		
4	Kekuatan rata rata yang ditargetkan	Butir 4.2.3.1.3)	37	$25 + 12 = 37$ Mpa		
5	Jenis Semen	Ditetapkan	Semen Tipe 1	Ditetapkan		
6	Jenis Agregat - Kasar - Halus		Batu Pecah Pasir (alam)	Ditetapkan		
7	Faktor air bebas	Tabel 2 Grafik 1 atau 2	0,5	Angka nilai terendah		
8	Faktor air semen maksimum	Butir 4.2.3.2.2)	0,6			
9	Slump	Ditetapkan Butir 4.2.3.4	60 - 180	mm		
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan Butir 4.2.3.5	20	mm		
11	Kadar air bebas	Tabel 3 Butir 4.2.3.5	205	kg/m ³		
12	Jumlah semen	11 : 8 atau 7	410	kg/m ³		
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	-	kg/m ³		
14	Jumlah semen minimum	Butir 4.2.3.2 Tabel 4.5.6	275	kg/m ³ (pakai bila lebih besar dari 12, lihat lampir 15)		
15	Faktor air semen yang disesuaikan	-	-	-		
16	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3 s/d 6	Gradasi	Diterah gradasi susunan butir 1		
17	susunan agregat kasar atau gabungan	Grafik 7,8,9 atau Tabel 7				
18	Persentase agregat halus	Grafik 10, 11, 12				
19	Berat jenis relative, agregat (kering permukaan)	Grafik 13 s/d 15 atau perhitungan 41,5	2,27	Persen		
20	Berat isi beton	Grafik 16	2120	kg/m ³		
21	Kadar agregat gabungan	20 - 12 - 11	1505	kg/m ³		
22	Kadar agregat halus	21 x 18				
	0%		624,58	kg/m ³		
	2%		612,08	kg/m ³		
	4%		599,59	kg/m ³		
	7%		586,85	kg/m ³		
23	Kadar agregat kasar	21 - 22	880,43	kg/m ³		
24	Proporsi campuran					
	Semen (kg)	Air (kg/l)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Kerang	
	0%	410	205	624,58	880,43	0
	2%	410	205	612,08	880,43	12,19
	4%	410	205	599,59	880,43	24,38
	7%	410	205	586,85	880,43	43,72

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Tabel 16. Kebutuhan Bahan Seluruh Sampel

Jenis Campuran Beton	Volume Bekisting (m ³)	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Kerang (kg)	Superplasticizer (ml)
0%	0,018	7,38	3,69	11,24	15,85	0	0
2% kerang	0,018	7,38	3,69	11,02	15,85	0,25	22,14
5% kerang	0,018	7,38	3,69	10,79	15,85	0,45	22,14
7% kerang	0,018	7,38	3,69	10,46	15,85	0,79	22,14
Jumlah		29,52	14,76	43,51	63,59	1,49	66,42

Sumber : Hasil Job Mix Design (2024)

Berdasarkan hasil pengujian bahan di laboratorium dan perhitungan *Job Mix Design* maka kebutuhan bahan per meter kubik (m³) untuk seluruh sampel pada penelitian ini untuk semen sebanyak 29,52 kg/m³, kebutuhan air sebanyak 14,76 kg/m³, kebutuhan agregat halus sebanyak 43,51 kg/m³, kebutuhan agregat kasar sebanyak 63,59 kg/m³ dan kebutuhan kerang sebanyak 1,49 kg/m³ dan *superplasticizer* 66,42 ml.

3. Hasil Pengujian Slump Test

Tabel 17. Kebutuhan Bahan Seluruh Sampel

Campuran	Keterangan	Nilai Slump (cm)
0%	Beton normal	12
2%	Beton dengan tambahan cangkang kerang dara 2 %	13
4%	Beton dengan tambahan cangkang kerang adar 4 %	11
7%	Beton dengan tambahan cangkang kerang dara 7 %	12
Rata-rata		12

Sumber : Hasil Job Mix Design (2024)

Nilai *slump* yang direncanakan dalam penelitian ini adalah 60-180 mm. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka diperoleh nilai *slump*

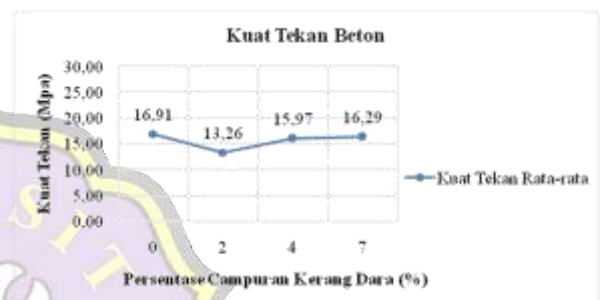
120 mm. Nilai *slump* hasil pengujian berada dalam rentang nilai *slump* yang direncanakan dan masuk syarat spesifikasi yang ditetapkan SNI 2834-2000.

4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Tabel 18. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Campuran	Umur (Hari)	Dimensi		Luas Bidang (mm ²)	Gaya Tekan (KN)	Regangan (mm)	Modulus Elastisitas (Mpa)
		L (mm)	D (mm)				
0%	28	296	163	20867,24	380	46	3230,39
					340	8	17709,67
					340	48	2610,32
					353,33	34	7850,13
Rata-rata					330	0	0
2%	28	291	163	20867,24	250	150	1033,7
					250	87	1178,11
					276,67	118,5	1105,91
					250	88	1164,55
Rata-rata					350	0	0
4%	28	296	163	20867,24	400	8	20788,4
					333,33	48	10976,48
					350	0	0
					320	18	7237,86
Rata-rata					350	60	2076,74
7%	28	299	163	20867,24	340,00	39	4657,30

Sumber : Hasil Job Mix Design (2024)



Sumber : Data primer yang sudah diolah, 2024

Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

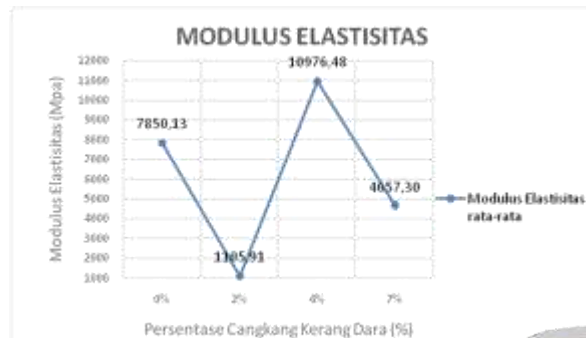
Berdasarkan tabel 4.18 dan gambar 4.8 diatas penggunaan cangkang kerang dara sebagai bahan tambah agregat halus berpengaruh pada nilai kuat tekan. dari hasil pengujian didapat nilai kuat tekan rata-rata pada campuran beton normal sebesar 16,91 MPa, campuran beton dengan penambahan cangkang kerang dara 2% sebesar 13,26 MPa, campuran beton dengan penambahan cangkang kerang dara 4% sebesar 15,97 MPa, campuran beton dengan penambahan cangkang kerang dara 7% sebesar 16,29 Mpa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan limbah cangkang kerang dara sebagai bahan tambah agregat halus menurunkan kuat tekan beton.

5. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Tabel 19. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Campuran	Umur (Hari)	Dimensi		Luas Bidang (mm ²)	Gaya Tekan (KN)	Regangan (mm)	Modulus Elastisitas (Mpa)
		L (mm)	D (mm)				
0%	28	296	163	20867,24	380	46	3230,39
					340	8	17709,67
					340	48	2610,32
Rata-rata					353,33	34	7850,13
					330	0	0
2%	28	291	163	20867,24	250	150	1033,7
					250	87	1178,11
					276,67	118,5	1105,91
					250	88	1164,55
4%	28	296	163	20867,24	350	0	0
					400	8	20788,4
Rata-rata					333,33	48	10976,48
					350	0	0
7%	28	299	163	20867,24	320	18	7237,86
					350	60	2076,74
Rata-rata					340,00	39	4657,30

Sumber : Hasil Job Mix Design (2024)



Sumber : Data primer yang sudah diolah, 2024

Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Selanjutnya adalah membandingkan nilai modulus elastisitas aktual dengan nilai modulus elastisitas teoritis beton normal:

$$E_c = 3200 \sqrt{f_c'} + 6900 \text{ (Mpa)}$$

Dimana f_c' adalah besar kuat tekan rata-rata yang terjadi pada beton umur 28 hari. Perbandingan nilai modulus elastisitas dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\% \text{ penurunan} = \frac{\text{Teoritis} - \text{Aktual}}{\text{Teoritis}} \times 100\%$$

Tabel 19. Hasil Perhitungan Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas Beton

Campuran	Umur	Modulus Elastisitas (Mpa)		% Penurunan
		Aktual	Teoritis	
0	28 Hari	7850,13	20058,97	60,86
2%	28 Hari	1105,91	18552,57	94,04
4%	28 Hari	10976,48	19687,99	44,25
7%	28 Hari	4657,30	19815,48	76,50

Sumber : Hasil Job Mix Design (2024)



Sumber : Data primer yang sudah diolah, 2024

Gambar 7. Grafik Pengaruh Cangkang Kerang Dara Terhadap Penurunan Modulus Elastisitas Beton

Berdasarkan grafik diatas modulus Elastisitas beton menurut waktu 28 hari, nilai modulus elastisitas rata-rata pada campuran beton normal sebesar 7850,13 Mpa dengan penurunan sebesar 60,86%, campuran beton dengan penambahan cangkang kerang dara 2% sebesar 1105,91 Mpa dengan penurunan sebesar 94,04%, campuran beton dengan penambahan cangkang kerang dara 4% sebesar 1097648 Mpa dengan penurunan sebesar 44,25%, campuran beton dengan penambahan cangkang kerang dara 7% sebesar 4657,30 Mpa dengan penurunan sebesar 76,50%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan kandungan cangkang kerang dara berpengaruh pada turunnya nilai modulus elastisitas beton.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan cangkang kerang dara sebagai bahan tambah *agregat* halus yaitu sebagai berikut:

1. Penggunaan cangkang kerang dara sebagai bahan tambah *agregat* halus berpengaruh pada nilai kuat tekan. Dari hasil pengujian didapat nilai kuat tekan rata-rata pada campuran beton normal sebesar 16,91 MPa, campuran beton dengan penambahan cangkang kerang dara 2% sebesar 13,26 MPa, campuran beton dengan penambahan cangkang kerang dara 4% sebesar 15,97 MPa, campuran beton dengan penambahan cangkang kerang dara 7% sebesar 16,29 Mpa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan limbah cangkang kerang dara sebagai bahan tambah *agregat* halus menurunkan kuat tekan beton. Terjadinya penurunan nilai kuat tekan ini salah satunya dikarenakan serbuk cangkang kerang dara tidak dapat bereaksi dengan air.
2. Penggunaan cangkang kerang dara sebagai bahan tambah *agregat* halus berpengaruh pada nilai modulus elastisitas. Hal tersebut dapat dilihat dari masing-masing nilai modulus elastisitas rata-rata rata-rata pada campuran beton normal sebesar 7850,13 Mpa dengan penurunan sebesar 60,86%, campuran beton dengan penambahan cangkang kerang dara 2% sebesar 1105,91 Mpa dengan penurunan sebesar 94,04%, campuran beton dengan penambahan cangkang kerang dara 4% sebesar 1097648 Mpa dengan penurunan sebesar 44,25%, campuran beton dengan penambahan cangkang kerang dara 7% sebesar 4657,30

Mpa dengan penurunan sebesar 76,50%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan kandungan cangkang kerang dara berpengaruh pada turunnya nilai modulus elastisitas beton.

DAFTAR PUSTAKA

ACI 318-83 *Building Code Requirements for Structural Concrete*

Andika, R., & Safarizki, H. A. (2019). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dara (Anadara Granosa) Sebagai Bahan Tambah dan Komplemen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil (MoDuluS)*, 1(1), 1-6.

Anggiani, K. (2022). *Analisis Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Terhadap Kuat Tekan Beton* (Doctoral dissertation, Universitas Medan area).

ASTM C 469 *Standard Test Method For Statis Modulus od Elasrticity and Poisson`s Ratio of Concrete in Compression*

SNI 1968-1990. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar.

SNI 1970-1990. Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.

SNI 1969-1990. Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.

SNI 031971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat.

SNI 4804-1998. Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat.

SNI 4142-1996. Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm)

SNI 2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana

Campuran Beton Normal.

SNI 1972-1990. Metode Pengujian Slump Beton.

SNI 2493-2011. Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Bemda Uji Beton di Laboratorium.

SNI 1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.

SNI 2847-2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung

