

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SABUT KELAPA DALAM CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Usep Zenzen Aripin¹, Yanti Defiana², Atep Maskur³

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

Email : usepzenzenaripin2002@gmail.com, yanti.defiana@gmail.com, atepmaskur612@gmail.com

ABSTRACT

The rapid advancement of construction technology drives innovation in the use of concrete materials to meet the needs of sustainable development. One such innovation is the incorporation of additional materials into the concrete mix. This research aims to examine the influence of adding coconut fiber as an additive on the compressive strength and modulus of elasticity of concrete. Concrete is a mixture of Portland cement or other hydraulic cements, fine aggregates, coarse aggregates, and water. An experimental method was employed using coconut fiber as an additive to fine aggregates. Tests were conducted on 28-day-old concrete with cylindrical specimens measuring 150 mm in diameter and 300 mm in height. The variations in coconut fiber addition were 0% (normal concrete), 0.125%, 0.25%, 0.35%, and 0.45% of the weight of the fine aggregates. Based on the research findings, the average compressive strength at 28 days for normal concrete was 22.94 MPa. The addition of 0.125% coconut fiber reduced the compressive strength to 19.73 MPa (a decrease of 13.99%), and the addition of 0.35% fiber further reduced it to 18.00 MPa (a decrease of 21.54%). However, the addition of 0.25% fiber increased the compressive strength to 24.38 MPa (an increase of 6.32%), and the addition of 0.45% fiber resulted in the highest increase in compressive strength, reaching 27.28 MPa (an increase of 18.94%). Meanwhile, the average modulus of elasticity for normal concrete was 1663.52 MPa, with a decrease of 92.61%. The addition of 0.125% coconut fiber increased the modulus of elasticity to 2109.63 MPa, but with the addition of 0.25%, 0.35%, and 0.45% fiber, the modulus of elasticity decreased to 1401.09 MPa (a decrease of 93.96%), 782.00 MPa (a decrease of 96.08%), and 634.20 MPa (a decrease of 97.42%), respectively. Thus, it can be concluded that the addition of coconut fiber as a fine aggregate additive impacts the variation in compressive strength and the reduction in the modulus of elasticity of concrete.

Keywords: Concrete, Coconut Fiber, Compressive Strength, Modulus of Elasticity

I. PENDAHULUAN

Peningkatan pembangunan fisik di Indonesia, seperti perumahan, terus berkembang seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Pemerintah berupaya menyediakan rumah murah dengan memanfaatkan bahan rumah tangga yang murah dan mudah diperoleh, seperti sabut kelapa. Sabut kelapa memiliki beberapa keunggulan, seperti kadar garam rendah, porositas 95%, dan densitas bulk sekitar 0,25 gram/ml (Anonim, 2008; Manzen dan Van Holm, 1993). Keunggulan ini menjadikannya bahan yang potensial sebagai tambahan dalam pembuatan beton.

Beton serat, atau fiber concrete, mengandung serat yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tekan, tarik, dan lentur. Penelitian sebelumnya oleh Astawa (2001) menunjukkan bahwa penambahan serat polypropylene dapat

meningkatkan kekuatan tekan beton sebesar 19,94%, kuat tarik 24,85%, kuat lentur 16,62%, dan modulus elastisitas 38,6%. Menggunakan serat alami seperti sabut kelapa diharapkan dapat memberikan hasil yang serupa, meningkatkan kekuatan tekan dan modulus elastisitas beton serta menunda keruntuhan mendadak.

Penggunaan serat sabut kelapa dalam beton memiliki beberapa keuntungan signifikan. Pertama, sabut kelapa merupakan limbah pertanian yang melimpah di Indonesia, sehingga pemanfaatannya dapat membantu mengurangi limbah dan memberikan nilai tambah pada produk pertanian. Kedua, serat sabut kelapa memiliki karakteristik fisik yang dapat meningkatkan ikatan antara agregat dan pasta semen dalam beton, yang berpotensi meningkatkan kekuatan mekanik

beton.

Uji kuat tekan dan modulus elastisitas menjadi penting dalam penelitian ini karena kedua parameter tersebut merupakan indikator utama kualitas dan performa beton. Kekuatan tekan yang tinggi menunjukkan kemampuan beton untuk menahan beban tekan yang besar, sementara modulus elastisitas yang tinggi menunjukkan kekakuan beton, sehingga lebih stabil dan tahan terhadap deformasi dan keretakan.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efek penambahan serat sabut kelapa dalam variasi 0%, 0,125%, 0,25%, 0,35%, dan 0,45% dari berat agregat halus pada beton. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan material konstruksi berkelanjutan dan pemanfaatan limbah pertanian di Indonesia. Dengan demikian, penggunaan serat sabut kelapa tidak hanya berpotensi meningkatkan kualitas beton tetapi juga mendukung upaya pengelolaan limbah yang lebih efektif dan ekonomis.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Prodi Teknik Sipil Universitas Galuh Ciamis. Penelitian ini merencanakan mutu beton sebesar $f_c = 25$ MPa dengan variasi 0%, 0,125%, 0,25%, 0,35%, dan 0,45% dari berat agregat halus, dengan masing-masing variasi menggunakan 3 sampel. Data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Data Primer

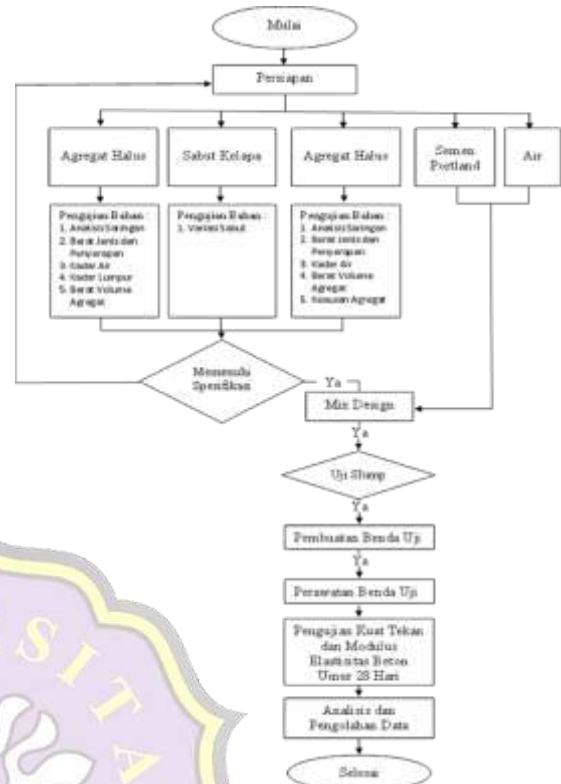
Data ini adalah data yang telah berhasil diperoleh dari data laboratorium seperti:

- 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:

1. 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.

2. Membuat benda uji dari komposisi serat sabut kelapa dengan variasi 0%, (Beton Normal) dan 0,125%, 0,25%, 0,35% dan 0,45% (Beton Campuran).

3. Menghitung kuat tekan dan modulus elastisitas beton yang dihasilkan dari komposisi atau benda uji yang telah dibuat pada langkah sebelumnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

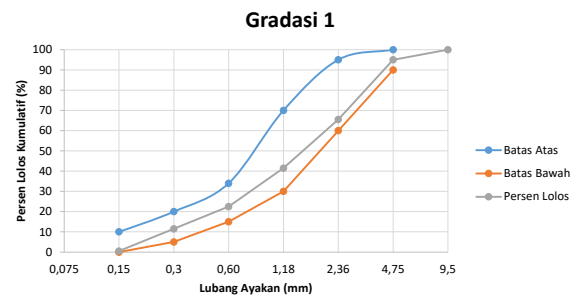
1. Hasil Pengujian Bahan Material Penyusun Beton

- 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	460	50	5	95	60 - 95
1,18	# 16	405	700	295	34,5	65,5	30 - 70
0,60	# 30	400	640	240	58,5	41,5	15 - 34
0,30	# 50	385	580	190	77,5	22,5	5 - 20
0,15	# 100	375	490	110	88,5	11,5	0 - 10
0,075	# 200	280	400	110	99,5	0,5	
Pan		240	245	5	100	0	

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)



Sumber : Data primer yang sudah diolah, 2024

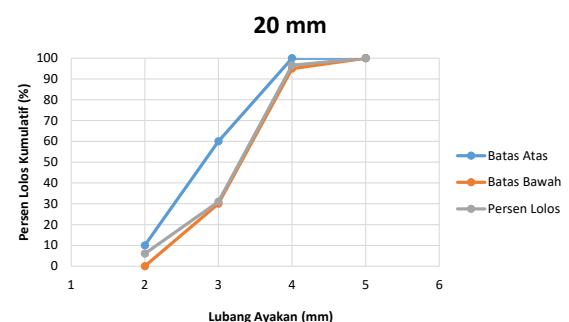
Gambar 2. Batas Gradasi Agregat Halus

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. 1 yaitu pasir alami dan memenuhi syarat analisis saringan sebagai bahan dalam campuran beton.

Tabel 2. Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar

Saringan	Berat Saringan	Berat Saringan + Tertahan	Berat tertahan	Jumlah berat tertahan	Persen kumulatif		Spesifikasi
					Tertahan	Lolos	
(mm)	(inch)	(gram)	(gram)	(gram)	(%)	(%)	
37,5	1 1/2"	525	525	0	0	100	100 - 100
25	1"	530	580	50	50	2	98
19,1	3/4"	470	505	35	85	3,4	96,6
12,5	1/2"	480	1520	980	1065	42,6	57,4
9,5	3/8"	450	1110	660	1725	69	31
4,75	# 4	440	1065	625	2350	94	6
2,36	# 8	410	550	140	2490	99,6	0,4
1,18	# 16	405	415	10	2500	100	0

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)



Sumber : Data primer yang sudah diolah, 2024

Gambar 3. 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 3. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

		A	B	Rata-rata
Berat benda uji kering permukaan jenuh (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 (Bi)	gram	930	930	930
Berat Jenis (Bulk)	$Bk/(B+Bj-Bi)$	1,98	2,00	1,99
Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	$Bj/(B+Bj-Bi)$	2,04	2,04	2,04
Berat jenis semu (Apparent)	$Bk/(B+Bk-Bi)$	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 4. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Keterangan		A	B	Rata-rata
Berat benda uji kering oven (Bk)	gram	1000	1000	1000
Berat benda uji kering permukaan jenuh (Bj)	gram	1100	1075	1087,5
Berat benda uji didalam air (Ba)	gram	645	646	645,5
Berat Jenis (Bulk)	$Bk/(Bj-Ba)$	2,20	2,33	2,26
Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	$Bj/(Bj-Ba)$	2,42	2,51	2,46
Berat jenis semu (Apparent)	$Bk/(Bk-Ba)$	2,82	2,82	2,82
Penyerapan (Absorption)	$(Bj-Bk)/Bk \times 100\%$	0,10	0,08	0,09

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan untuk *agregat* kasar didapatkan nilai rata-rata bahwa berat jenis *bulk* adalah 2,26 gram, berat jenis kering permukaan (SSD) 2,46 gram, berat jenis semu adalah 2,82 gram dan nilai rata-rata persentase absorpsi untuk *agregat* kasar sebesar 0,09 %. Nilai ini memenuhi spesifikasi nilai berat jenis yang ditetapkan yakni 1,8 – 2,2 gram.

- Hasil Pengujian Kadar Air Agregat

Tabel 5. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

No	Keterangan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Berat talam + contoh basah	gram	111,48	111,48
2	Berat talam + contoh kering	gram	106,78	107,74
3	Berat air = 1 - 2	gram	4,7	3,74
4	Berat talam	gram	11,48	11,48
5	Berat contoh kering = 2 - 4	gram	95,3	96,26
6	Kadar air = 3 : 5	%	0,05	0,04
Kadar air rata-rata			0,04	

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 0,04%. Persentase kadar air pada *agregat* halus memenuhi syarat yang ditetapkan oleh SNI 1971-2011 yaitu tidak boleh berbeda lebih dari 0,79%.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

No	Keterangan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Berat talam + contoh basah	gram	111,48	111,48
2	Berat talam + contoh kering	gram	110,93	110,86
3	Berat air = 1 - 2	gram	0,55	0,62
4	Berat talam	gram	11,48	11,48
5	Berat contoh kering = 2 - 4	gram	99,45	99,38
6	Kadar air = 3 : 5	%	0,01	0,01
Kadar air rata-rata			0,01	

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Pengujian kadar air *agregat* kasar dilakukan dengan dua sampel contoh, dengan kadar air sampel pertama sebesar 0,01% dan sampel kedua 0,01% dan didapat nilai rata-rata kadar air *agregat* halus sebesar 0,01%. Persentase kadar air pada *agregat* kasar memenuhi syarat yang ditetapkan oleh SNI 1971-2011 yaitu tidak boleh berbeda lebih dari 0,79%.

Tabel 7. Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus

No	Pemeriksaan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Volume penakar	cm ³	3197	3197
2	Berat penakar	gram	7145	7175
3	Berat penakar + benda uji	gram	12985	13045
4	Berat benda uji = 3 - 2	gram	5840	5870
5	Berat volume = 4 : 1	gram/cm ³	1,83	1,84
Berat volume rata-rata			1,83	

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Tabel 8. Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar

No	Pemeriksaan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Volume penakar	cm ³	3197	3197
2	Berat penakar	gram	7145	7175
3	Berat penakar + benda uji	gram	12210	12210
4	Berat benda uji = 3 - 2	gram	5065	5035
5	Berat volume = 4 : 1	gram/cm ³	1,58	1,57
Berat volume rata-rata			1,58	

Sumber : *Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)*

Tabel 9. Hasil Pengujian Berat Isi Lepas Agregat Halus

No	Pemeriksaan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Volume penakar	cm ³	3197	3197
2	Berat penakar	gram	7145	7175
3	Berat penakar + benda uji	gram	12210	12315
4	Berat benda uji = 3 - 2	gram	5065	5140
5	Berat volume = 4 : 1	gram/cm ³	1,58	1,61
Berat volume rata-rata			1,60	

Sumber : *Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)*

Tabel 10. Hasil Pengujian Berat Isi Lepas Agregat Kasar

No	Pemeriksaan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Volume penakar	cm ³	3197	3197
2	Berat penakar	gram	7145	7175
3	Berat penakar + benda uji	gram	11865	11810
4	Berat benda uji = 3 - 2	gram	4720	4635
5	Berat volume = 4 : 1	gram/cm ³	1,48	1,45
Berat volume rata-rata			1,46	

Sumber : *Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)*

Pengujian berat isi agregat pada kondisi padat dan lepas didapatkan hasil pada kondisi padat *agregat* halus sebesar 1,83 gram/cm³ dan berat isi *agregat* kasar sebesar 1,58 gram/cm³, sedangkan pada kondisi lepas *agregat* halus sebesar 1,60 gram/cm³ dan berat isi *agregat* kasar 1,46 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 lepas hanya memasukan *agregat* kedalam wadah sehingga masih ada kemungkinan wadah tersebut memiliki ruang kosong yang tidak terisi.

Tabel 11. 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	980	970
3	Berat Cawan	gram	75	75
4	Berat Agregat Kering (Awal)	gram	1000	1000
5	Berat Agregat Kering (Akhir)	gram	905	895
6	Kadar Lumpur	%	0,10	0,11
Kadar lumpur rata-rata			0,10	

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 0,10 %.

Tabel 12. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

No	Keterangan	Satuan	Benda Uji	
			A	B
1	Berat Agregat Kering (Awal) + Cawan	gram	1075	1075
2	Berat Agregat Kering (Akhir) + Cawan	gram	1070	1070
3	Berat Cawan	gram	75	75
4	Berat Agregat Kering (Awal)	gram	1000	1000
5	Berat Agregat Kering (Akhir)	gram	995	995
6	Kadar Lumpur	%	0,005	0,005
Kadar lumpur rata-rata			0,01	

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 0,01%.

2. Hasil Pembuatan Rencana Campuran Beton (*Mix Design*)

Tabel 13. Hasil *Mix Design* Campuran Beton

No	Uraian	Tabel/Grafik/Perhitungan	Hasil	Keterangan/Satuan
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji)	Ditetapkan	25	Mpa pada 28 hari Bagian cacat 5 persen, $k=1,64$
2	Deviasi Standar	Butir 4.2.3.2.1.1.(2 tabel 1)	7	Mpa atau tanpa data
3	Nilai tambah (margin)	Butir 4.2.3.1.2)	12	$1,64 \times 7 = 11,48$ Mpa ≈ 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 I Ditetapkan	
6	Jenis Agregat	- Kasar - Halus	Batu Pecah Pasir (alami)	Ditetapkan
7	Faktor air bebas			
8	Faktor air semen maksimum	Tabel 2 Grafik 1 atau 2	0,49	Ambil nilai terendah
9	Slump	Butir 4.2.3.2.2)	0,6	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan Butir 4.2.3.4	60 - 180	mm
11	Kadar air bebas	Ditetapkan Butir 4.2.3.5	20	mm
12	Jumlah semen	Tabel 3 Butir 4.2.3.5	205	kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	11 : 8 atau 7	416	kg/m ³
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	-	kg/m ³
15	Faktor air semen yang disesuaikan	Butir 4.2.3.2 Tabel 4.5.6	275	kg/m ³ (pakai bila lebih besar dari 12, lalu hitung 15)
16	Susunan besar butir agregat halus	Butir 4.2.3.2 Tabel 4.5.6	0,49	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Grafik 3 s/d 6	Gradasi	Daerah gradasi susunan butir 1
18	Persentase agregat halus	Grafik 7,8,9 atau Tabel 7	Grafik 10, 11, 12	
19	Berat jenis relative, agregat (kering permukaan)	Grafik 13 s/d 15 atau perhitungan	40,00	persen
20	Berat isi beton	Diketahui/dianggap	2,10	
21	Kadar agregat gabungan	Grafik 15	2520	kg/m ³
22	Kadar agregat halus	20 - 12 - 11	1899,18	kg/m ³
23	Kadar agregat kasar	21 x 18	759,67	1748,18 x 40,00 % = 759,67
24	Proporsi campuran	0%	759,67	1899,1785 x 40,00 % = 759,67
		0,125%	758,72	1899,1785 x 39,95 % = 758,72
		0,25%	757,77	1899,1785 x 39,90 % = 757,77
		0,35%	757,01	1899,1785 x 39,86 % = 757,01
		0,45%	756,25	1899,1785 x 39,82 % = 756,25
23	Kadar agregat kasar	21 - 22	1139,51	kg/m ³
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg/l)	Agregat Kasar (kg)
		416	205	759,67
		0,125%	416	758,72
		0,25%	416	757,77
		0,35%	416	757,01
		0,45%	416	756,25

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Galuh (2024)

Tabel 14. Kebutuhan Bahan Seluruh Sampel

Jenis Campuran	Volume Bekisting (m ³)	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Sabut (kg)
Beton						
0%	0,016	6,61	3,26	12,08	18,12	0,000
0,125%	0,016	6,61	3,26	12,06	18,12	0,015
0,25%	0,016	6,61	3,26	12,05	18,12	0,030
0,35%	0,016	6,61	3,26	12,04	18,12	0,042
0,45%	0,016	6,61	3,26	12,02	18,12	0,054
Jumlah		33,06	13,04	48,23	72,47	0,142

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 penelian ini untuk semen sebanyak 33,06 kg/m³, kebutuhan air sebanyak 13,04 kg/m³, kebutuhan agregat halus sebanyak 48,23 kg/m³, kebutuhan agregat kasar sebanyak 72,47 kg/m³ dan kebutuhan serat sabut kelapa sebanyak 0,14 kg/m.

3. Hasil Pengujian Slump Test

Tabel 15. Kebutuhan Bahan Seluruh Sampel

Campuran	Keterangan	Nilai Slump (cm)
0%	Beton normal	13
0,125%	Beton dengan tambahan serat sabut kelapa 0,125%	12
0,25%	Beton dengan tambahan serat sabut kelapa 0,25%	11
0,35%	Beton dengan tambahan serat sabut kelapa 0,35%	10
0,45%	Beton dengan tambahan serat sabut kelapa 0,45%	10
Rata-rata		11

Sumber : Hasil Job Mix Design (2024)

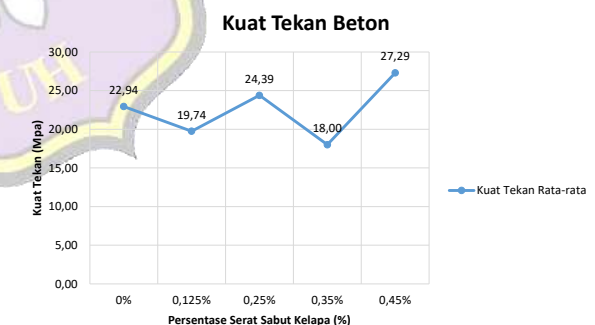
Nilai *slump* yang direncanakan dalam penelitian ini adalah 60-180 mm. Berdasarkan pengujian ini adalah 60-180 mm. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka diperoleh nilai *slump* 110 mm. Nilai *slump* hasil pengujian berada dalam rentang nilai *slump* yang direncanakan dan masuk syarat spesifikasi yang ditetapkan SNI 2834-2000.

4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Tabel 16. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Campuran	Massa Benda Uji (kg)	Dimensi		Luas Bidang (mm ²)	Gaya Tekan (KN)	Kuat Tekan 7 Hari (N/mm ²)	Kuat Tekan 28 Hari (N/mm2)	Nilai Dial (mm)
		L (mm)	D (mm)					
0%	11,91	300	150	17662,50	280	15,85	24,39	0,13
	11,62				270	15,29	23,52	1,70
	11,83				240	13,59	20,90	0,00
Rata-rata					263,33	14,91	22,94	0,61
0,125%	12,42	300	150	17662,50	220	12,46	19,16	1,17
	12,28				230	13,02	20,03	0,00
	12,27				230	13,02	20,03	0,10
Rata-rata					226,67	12,83	19,74	0,42
0,25%	12,35	300	150	17662,50	280	15,85	24,39	0,30
	12,37				280	15,85	24,39	0,55
	12,02				280	15,85	24,39	0,85
Rata-rata					280,00	15,85	24,39	0,43
0,35%	12,45	300	150	17662,50	240	13,59	20,90	0,00
	12,49				190	10,76	16,55	0,35
	12,3				190	10,76	16,55	0,90
Rata-rata					206,67	11,70	18,00	0,42
0,45%	12,52	300	150	17662,50	370	20,95	32,23	2,90
	12,35				280	15,85	24,39	1,05
	12,60				290	16,42	25,26	0,10
Rata-rata					313,33	17,74	27,29	1,35

Sumber : Hasil Job Mix Design (2024)



Sumber : Data primer yang sudah diolah, 2024

Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Berdasarkan tabel 4.16 dan gambar 4 diatas penggunaan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah agregat halus berpengaruh pada nilai kuat tekan. dari hasil pengujian didapat nilai kuat tekan rata-rata pada campuran beton normal sebesar 22,94 MPa, campuran beton dengan penambahan serat sabut kelapa 0,125% sebesar 19,74 MPa, campuran beton dengan penambahan serat sabut kelapa 0,25% sebesar 24,39 MPa, campuran beton dengan penambahan serat sabut

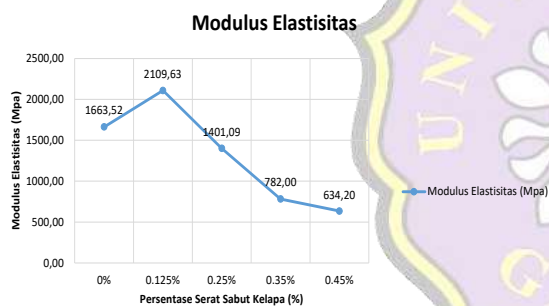
kelapa 0,35% sebesar 18,00 Mpa, campuran beton dengan penambahan serat sabut kelapa 0,45% sebesar 27,29 Mpa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah agregat halus berpengaruh terhadap kuat tekan beton.

5. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Tabel 17. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Campuran	Umur (Hari)	Dimensi		Luas Bidang (mm ²)	Gaya Tekan (KN)	Tegangan (Mpa)	Regangan	Modulus Elastisitas (Mpa)
		L (mm)	D (mm)					
0%	28	300	150	17662,50	280	4,53	0,00277	1663,52
		Rata-rata			240			
					263,33			
0,125%	28	300	150	17662,50	220	4,53	0,0022	2109,63
		Rata-rata			230			
					226,67			
0,25%	28	300	150	17662,50	280	5,66	0,0041	1401,09
		Rata-rata			280			
					280,00			
0,35%	28	300	150	17662,50	240	3,40	0,0044	782,00
		Rata-rata			190			
					206,67			
0,45%	28	300	150	17662,50	370	5,66	0,0090	634,20
		Rata-rata			280			
					290			
		Rata-rata			313,33			

Sumber : Hasil Job Mix Design (2024)



Sumber : Data primer yang sudah diolah, 2024

Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

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

$$E_c = 4700\sqrt{f'_c \text{ (Mpa)}}$$

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

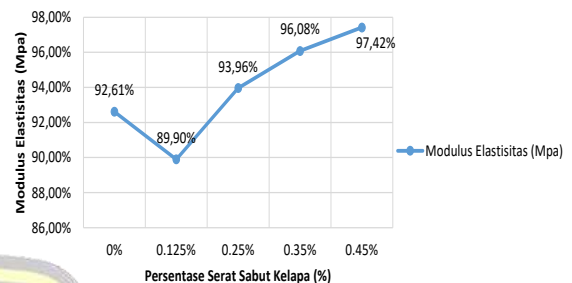
$$\text{penurunan} = \frac{\text{teoritis} - \text{aktual}}{\text{teoritis}} \times 100\%$$

Tabel 18. Hasil Perhitungan Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas Beton

Variasi Sabut (%)	Kuat Tekan 28 Hari	Defleksi (mm)	Tegangan (Mpa)	Regangan	Modulus Elastisitas (MPa)		Penurunan
					Aktual	Teoritis	
0%	22,94	0,61	4,53	0,0028	1663,52	22509,61	92,61%
0,125%	19,74	0,42	4,53	0,0019	2109,63	20883,77	89,90%
0,25%	24,39	0,43	5,66	0,0019	1401,09	23211,01	93,96%
0,35%	18,00	0,42	3,40	0,0019	782,00	19941,16	96,08%
0,45%	27,29	1,35	5,66	0,0061	634,20	24553,78	97,42%

Sumber : Hasil Job Mix Design (2024)

Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Penurunan Modulus Elastisitas Beton



Sumber : Data primer yang sudah diolah, 2024

Gambar 6. Grafik Pengaruh Serat Sabut Kelapa 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 1663,52 Mpa dengan penurunan sebesar 92,61%, campuran beton dengan penambahan serat sabut kelapa 0,125% sebesar 2109,63 Mpa dengan penurunann sebesar 89,90%, campuran beton dengan penambahan serat sabut kelapa 0,25% sebesar 1401,09 Mpa dengan penurunan sebesar 93,96%, campuran beton dengan penambahan serat sabut kelapa 0,35% sebesar 782,00 Mpa dengan penurunan sebesar 96,08% dan campuran beton dengan penambahan serat sabut kelapa 0,45% sebesar 634,20 Mpa dengan penurunan sebesar 97,42%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan kandungan serat sabut kelapa berpengaruh pada turunnya nilai modulus elastisitas beton.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, analisis data dan pembahasan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan serat sabut kelapa secara signifikan mempengaruhi kuat tekan beton. Beton tanpa serat memiliki kuat tekan rata-rata 22,94 MPa. Penambahan 0,125% dan 0,35% serat menurunkan kuat tekan masing-masing 13,99% dan 21,54%, namun penambahan 0,25% serat meningkatkan kuat tekan 6,32%

menjadi 24,38 MPa. Peningkatan paling signifikan sebesar 18,94% terjadi pada penambahan 0,45% serat, mencapai 27,28 MPa, menunjukkan bahwa 0,45% adalah persentase paling efektif untuk meningkatkan kuat tekan beton.

2. Penggunaan serat sabut kelapa 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 1663,52 Mpa dengan penurunan sebesar 92,61%, campuran beton dengan penambahan serat sabut kelapa 0,125% sebesar 2109,63 Mpa dengan penurunann sebesar 89,90%, campuran beton dengan penambahan serat sabut kelapa 0,25% sebesar 1401,09 Mpa dengan penurunan sebesar 93,96%, campuran beton dengan penambahan serat sabut kelapa 0,35% sebesar 782,00 Mpa dengan penurunan sebesar 96,08% dan campuran beton dengan penambahan serat sabut kelapa 0,45% sebesar 634,20 Mpa dengan penurunan sebesar 97,42%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan kandungan serat sabut kelapa berpengaruh pada turunnya nilai modulus elastisitas beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Arkis, Z. (2020). Pengaruh metode perawatan beton terhadap kuat tekan beton normal. *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang*, 7(2). 5.5
- ASTM C 469 *Standard Test Method For Statis Modulus od Elasrticity and Poisson`s Ratio of Concrete in Compression*
- Mulyono, B., Wariyatno, N.G. (2011). Seminar Nasional Unsoed. Kajian Metode Perawatan Beton Di Lapangan Secara Eksperimental Dengan Variasi Lama Perawatan Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. Puwokerto.
- Prahara, E., Liong G. T. dan Rachmansyah, 2015, Analisa Pengaruh Penggunaan Serat Serabut Kelapa Dalam Presentase Tertentu Pada Beton Mutu Tinggi, *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*, Universitas Binus, Jakarta.
- Rustendi, Iwan, 2004, Pengaruh Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton, *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*, Universitas Wijayakusuma, Purwokerto
- Persyaratam Umum – Bahan Bangunan di Indonesia (PUB I - 1982)
- 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 2417-2008. Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles.
- 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
- SNI 2049-2015. Semen Portland.
- Surat Edaran Dirjen Bina Marga No. 16.1/SE/Db/2020. Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan (Revisi 2).
- Tjokrodimulyo, K. 1996. Teknologi Beton. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.