

EFEKTIFITAS PENGGUNAAN SERBUK ARANG SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON K-175

Adik Yogi Irfandi^{1*}, Anjan Himma Ali², Prabowo Setiyawan³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung, irfandiyogi57@gmail.com
alianjan79@gmail.com

ABSTRAK

Beton merupakan material konstruksi yang biasanya digunakan, terutama dalam pembangunan infrastruktur. Namun demikian, produksi semen berdampak buruk pada lingkungan, terutama karena tingginya emisi karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan selama proses pembuatannya. Oleh karena itu, sangat penting untuk mencari alternatif bahan tambahan atau pengganti semen yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Teknik Bahan Konstruksi, Fakultas Teknik Unissula. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton dengan sebagian komposisi campurannya diganti menggunakan serbuk arang. Beton yang dirancang memiliki mutu K-175. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah beton mencapai usia 28 hari, kemudian hasilnya dibandingkan dengan beton tanpa campuran serbuk arang pada usia yang sama. Variasi penggunaan serbuk arang dalam campuran beton adalah sebesar 3%, 5%, dan 10%. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan serbuk arang dengan variasi 3% menghasilkan kuat tekan tertinggi dengan rata-rata mencapai 16,620 MPa. Sebagai pembanding, kuat tekan beton normal K-175 berada pada angka 14,5 MPa. Pada variasi 5%, kuat tekan rata-rata menurun menjadi 12,895 MPa, sedangkan pada variasi 10%, rata-rata kuat tekan turun lebih jauh menjadi 9,846 MPa. Penggantian serbuk arang sebesar 3% memberikan peningkatan kuat tekan sebesar 17%. Namun, pada variasi 5% dan 10%, terjadi penurunan kuat tekan masing-masing sebesar 10% dan 31%.

Kata kunci : Beton, Semen, Serbuk Arang, Persentase, Kuat Tekan.

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material bangunan yang sering dipakai untuk konstruksi berbagai jenis infrastruktur. Material campuran ini Beton mempunyai komposisi dari kombinasi semen, agregat dan air, di mana semen berperan sebagai komponen utama. Sebagai tambahan, berbeda jenis beton murah yang dapat digunakan juga sebagai bahan pengikat yaitu klinker. Produksi semen dengan sendirinya cukup merusak, karena pembuatannya memberikan sumber emisi karbon dioksida yang sangat besar. Mencari material tambah /pengganti semen adalah bagian yang sangat baik dari evolusi. (Khankhaje dkk., 2017)

Semen adalah bahan yang berperan sebagai perekat untuk menggabungkan batu, bata, serta berbagai material bangunan lainnya. Semen memiliki kandungan Karbon dioksida yang tinggi, maka terdapat banyak bahan untuk

mengurangi Emisi Karbon diantaranya adalah Geopolimer, abu terbang, fly ash, ferrock, serbuk arang kayu.

Semen mempunyai kelebihan diantaranya: harganya relatif murah, biaya perawatannya rendah, pengerjaan mudah, memikul beban berat, tahan terhadap suhu tinggi, tahan karat/pembusukan, quality control Pada semen juga terdapat kekurangan yaitu: bobot berat, lemah terhadap kuat tarik, tidak kedap suara, sulit kedap air, kandungan karbon tinggi.

Salah satu kekurangan dari semen sendiri adalah terdapatnya kandungan Karbon yang tinggi dan berdampak pada udara yang kasar, maka dari kekurangan tersebut maka digunakan salah satu Bahan Tambah atau pengganti Serbuk Arang Kayu agar dapat mengurangi Emisi Karbon. Serbuk Arang Kayu juga dapat menyerap air pada beton, dengan persentase penyerapan Serbuk Arang Kayu Hitam yang meningkat mampu menahan retak dibawah beban tertentu, yang dikenal retak backlash.

2 METODE PENELITIAN

Menggunakan metode eksperimental yang mengharuskan dilakukan trial untuk mengumpulkan data. Penelitian tahap pertama dilakukan dengan pengumpulan data sekunder yang diperlukan untuk pengujian bahan dasar agregat dan bahan campuran beton untuk percobaan. Benda uji yang dipakai silinder ukuran tinggi 30 x 15 cm, yang dipilih pada eksperimen ini.

2.1 Jenis Penelitian

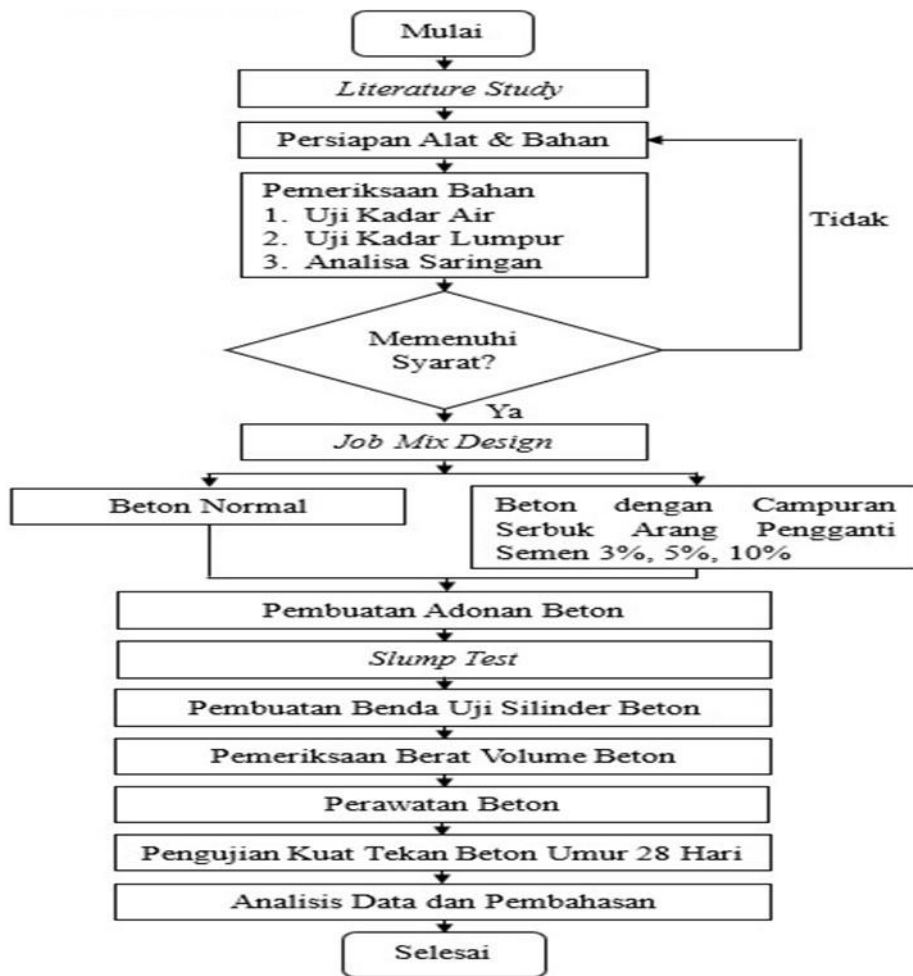
Uji praktikum pada hari Rabu, 13 November 2024, di Laboratorium TBK Fakultas Teknik Unissula merupakan jenis studi yang digunakan untuk membandingkan kuat tekan karakteristik beton dengan penggantian beberapa persen serbuk arang pada adukan beton. Mutu beton yang digunakan dalam rencana eksperimen ini adalah K-175. Perhitungan yang telah disiapkan mencakup 12 item pemeriksaan, yang terdiri dari silinder 30 x 15 cm, dengan 3 benda uji untuk setiap variasinya. Selain itu, beton dilaksanakan pengetesan kekuatan tekan pada umur 28 hari, dan hasilnya dibandingkan terhadap beton normal pada umur 28 hari. Lokasi penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mengubah dan memproses data agar mudah dipahami. Data yang didapat dari hasil pengujian beberapa variabel yang berkaitan dengan rencana penelitian akan diproses untuk mendapatkan informasi yang dapat menunjang kelengkapan data penelitian.

Saat ingin melakukan pengolahan data, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mempelajari data yang telah dikumpulkan. Pada tahap ini, perlu dilakukan analisis deskriptif data untuk mengetahui uraian dari data tersebut serta melakukan penyesuaian untuk mencakup data primer, sekunder, atau data yang belum diketahui yang dapat diasumsikan sendiri.

2.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pemeriksaan Agregat

3.1.1 Pemeriksaan Agregat Halus

1. Kadar Air

Hasil penelitian ini menyajikan data mengenai kadar air pada agregat halus yang telah diuji. Pengujian dilakukan terhadap dua sampel, masing-masing dengan berat 500 gram.

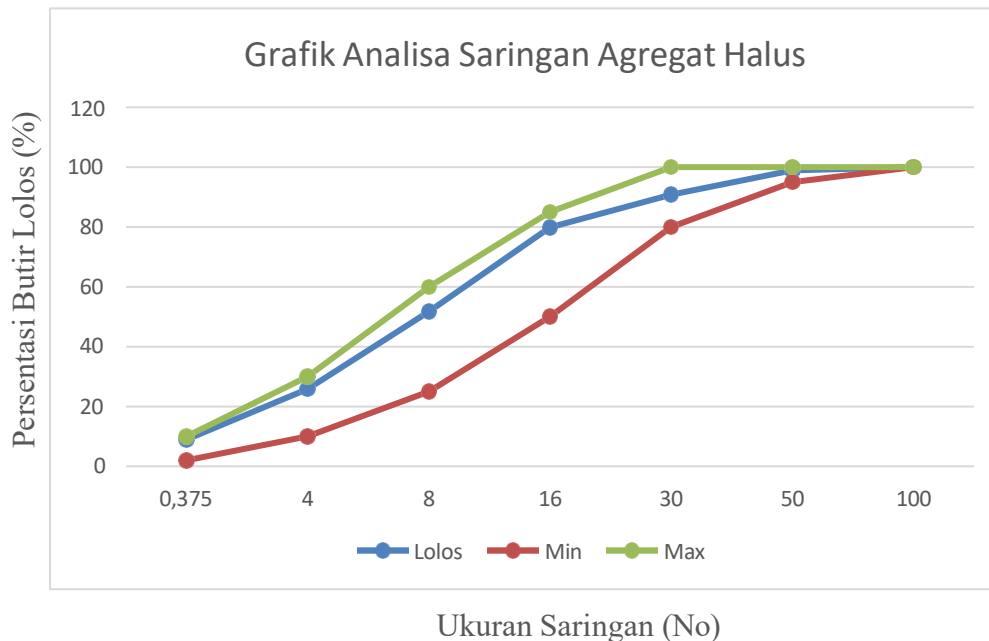
Rata-rata kadar air dari dua pemeriksaan yang dilakukan menunjukkan bahwa kadar air agregat halus yang akan digunakan untuk penelitian ini berfungsi sebagai bahan campuran beton dengan nilai sebesar 3,73%.

2. Kadar Lumpur

Hasil rata-rata dari dua percobaan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa Kadar lumpur pada agregat halus yang akan digunakan untuk campuran beton sebesar 4,305%. Hasil ini sesuai dengan batas maksimal kadar lumpur pada agregat halus yaitu 5%.

3. Analisis Saringan

Pengujian analisis saringan agregat halus dilaksanakan dengan memanfaatkan ayakan yang sesuai dengan standar SNI yang disediakan oleh Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Unissula.



Gambar 3.1. Grafik Analisis Saringan Agregat Halus

Hasil analisis terhadap saringan agregat halus menunjukkan bahwa gradasi yang digunakan belum memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh ASTM C-33-2016. Modulus Halus Butir (MHB) dari agregat halus ini tercatat sebesar 3,44%. Secara umum, nilai MHB untuk agregat halus berkisar antara 1,50% hingga 3,80%, sehingga MHB yang diperoleh dalam penelitian ini masih tergolong dalam kategori standar.

3.1.2 Pemeriksaan Agregat Kasar

1. Kadar Air

Hasil penelitian ini menunjukkan data mengenai kadar air pada agregat kasar yang telah diuji. Pengujian menggunakan dua sampel, masing-masing dengan berat 260 gram.

Hasil rata-rata dari dua kali pengujian kadar air pada agregat kasar menunjukkan bahwa kadar air agregat halus yang digunakan dalam campuran beton mencapai nilai 1,99%.

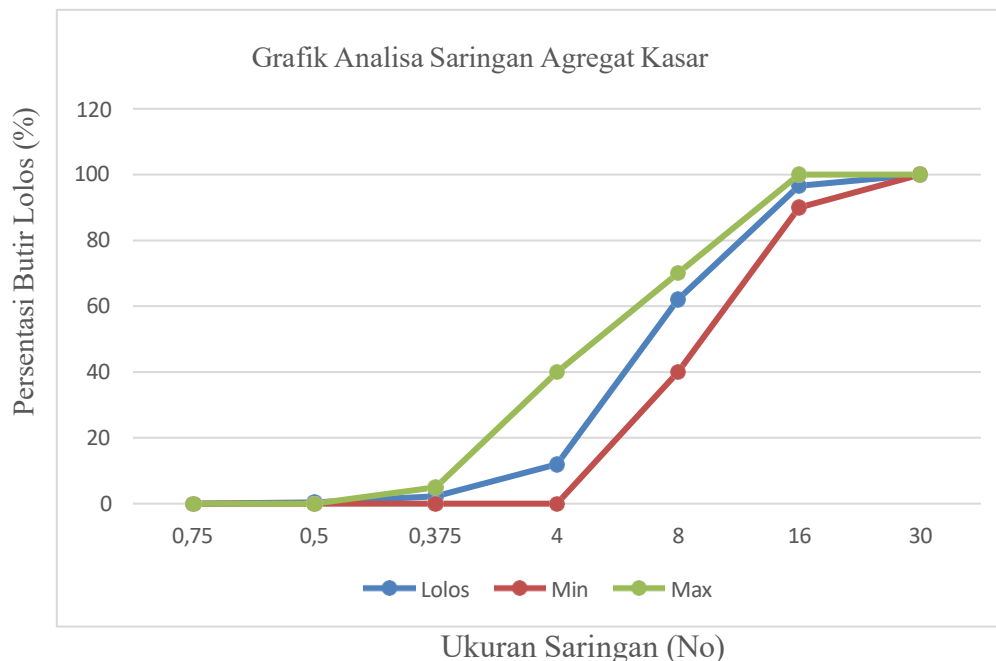
2. Kadar Lumpur

Proses pengujian kadar lumpur pada agregat kasar dilakukan dengan mencuci pasir menggunakan air, lalu mengeringkannya dalam oven selama 24 jam.

Hasil rata-rata dari pemeriksaan menunjukkan bahwa kadar lumpur agregat kasar sebesar 0,795%. Oleh karena itu, kadar tersebut sudah memenuhi persyaratan kandungan maksimum kadar lumpur agregat kasar yang ditetapkan sebesar 1%.

3. Analisis Saringan

Pengujian analisis saringan agregat kasar dilaksanakan dengan memanfaatkan ayakan yang sesuai dengan standar SNI 03-1968-1990. Proses ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Unissula.



Gambar 3.2. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

Hasil analisis saringan agregat kasar menunjukkan bahwa gradasi agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton telah sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan oleh ASTM C-33-2016. Nilai Modulus Halus Butir (MHB) dari agregat kasar tersebut adalah 5,26%. Secara umum, nilai MHB agregat kasar berkisar antara 5% hingga 8%, sehingga dapat disimpulkan bahwa MHB agregat kasar ini tergolong dalam kategori standar.

3.1.3 Serbuk Arang Kayu

1. Analisis Saringan

Metode Analisis Saringan ini sama dengan Metode Analisis Saringan agregat halus dengan hasil Lolos Ayakan Nomor 100 dan tertahan pada Ayakan Nomor 200.

3.2 Pemeriksaan Berat Volume

Uji berat volume beton dilakukan dalam dua tahap, yaitu ketika beton masih dalam kondisi segar dan setelah mengalami pengerasan. Beton segar mengacu pada material yang baru dituangkan ke dalam cetakan silinder, sedangkan beton yang telah mengeras adalah beton yang sudah mencapai usia 28 hari. Hasil pengujian berat volume ini disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton Segar

No.	Nama		Berat Cetakan (Mm) (kg)	Berat Cetakan + Benda Uji (Mc) (kg)	Berat Benda Uji (Mc – Mm) (kg)	Rata-Rata Benda Uji (Kg)
1.	Beton K-175	1.1	10,79	24,43	13,64	13,01
		1.2	10,90	23,24	12,34	
		1.3	10,33	23,39	13,06	
2.	Serbuk Arang Kayu 3%	2.1	10,33	23,23	12,9	12,85
		2.2	10,79	23,57	12,78	
		2.3	10,90	23,76	12,86	
3.	Serbuk Arang Kayu 5%	3.1	10,53	23,36	12,83	12,67
		3.2	12,11	24,77	12,66	
		3.3	13,35	25,86	12,51	
4.	Serbuk Arang Kayu 10%	4.1	10,72	23,32	12,6	12,39
		4.2	12,32	24,65	12,33	
		4.3	12,61	24,85	12,24	

a. Berat Volume Beton Segar

Untuk Hasil Perhitungan Benda Uji yang lain dicantumkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Berat Volume Beton Segar

No.	Nama		Berat Benda Uji (kg)	Volume (m ³)	Berat Volume (kg/m ³)	Rata-Rata Berat Volume (kg/m ³)
1.	Beton K-175	BN 1.1	13,64	0,0053	2573,585	2455,346
		BN 1.2	12,34		2328,302	
		BN 1.3	13,06		2464,151	
2.	Serbuk Arang Kayu 3%	SA 2.1	12,9	0,0053	2433,962	2423,893
		SA 2.2	12,78		2411,321	
		SA 2.3	12,86		2426,415	
3.	Serbuk Arang Kayu 5%	SA 3.1	12,83	0,0053	2420,755	2389,937
		SA 3.2	12,66		2388,679	
		SA 3.3	12,51		2360,377	
4.	Serbuk Arang Kayu 10%	SA4.1	12,6	0,0053	2377,358	2337,736
		SA4.2	12,33		2326,415	
		SA4.3	12,24		2309,434	

b. Berat Volume Beton Keras (D)

Untuk Hasil Perhitungan Benda Uji yang lain dicantumkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Berat Volume Beton Keras

No.	Nama		Berat Benda Uji (kg)	Volume (m ³)	Berat Volume (kg/m ³)	Rata-Rata Berat Volume (kg/m ³)
1.	Beton K-175	BN 1.1	13,23	0,0053	2496,226	2433,962
		BN 1.2	12,94		2441,509	
		BN 1.3	12,53		2364,151	
2.	Serbuk Arang Kayu 3%	SA 2.1	12,92	0,0053	2437,736	2432,704
		SA 2.2	12,72		2400	
		SA 2.3	13,04		2460,377	
3.	Serbuk Arang Kayu 5%	SA 3.1	12,70	0,0053	2396,226	2384,905
		SA 3.2	12,66		2388,679	
		SA 3.3	12,56		2369,811	
4.	Serbuk Arang Kayu 10%	SA4.1	12,43	0,0053	2345,283	2325,157
		SA4.2	12,27		2315,094	
		SA4.3	12,23		2315,094	

Hasil dari Pemeriksaan Berat Volume beton tersebut menunjukkan bahwa dari ketiga beton uji yang memiliki nilai rata-rata berat volumenya paling besar baik saat masih dalam keadaan segar maupun sudah berumur 28 hari adalah beton uji dengan persentase campuran Serbuk Arang 3%.

3.3 Pengujian *Slump*

Pengujian slump dilakukan setelah proses pencampuran beton selesai dan adukan telah tercampur dengan baik. Pengujian ini menggunakan alat Kerucut Abram dan tongkat pemadat. Nilai slump diperoleh dengan mengukur penurunan permukaan adukan beton setelah alat Kerucut Abram diangkat.

Tabel 3.4. Pengujian Nilai *Slump*

No	Agregat	Nilai (cm)
1	Beton Agregat Normal	12
2	Beton Agregat Serbuk Arang Kayu 3%	12
3	Beton Agregat Serbuk Arang Kayu 5%	11
4	Beton Agregat Serbuk Arang Kayu 10%	10

Hasil dari Uji Slump Beton Normal dan Beton Uji tersebut menunjukkan bahwa dari ketiga Beton Uji tersebut yang nilainya paling mendekati Beton Normal K-175 adalah beton dengan persentase campuran dengan Nilai Slump 10 cm.

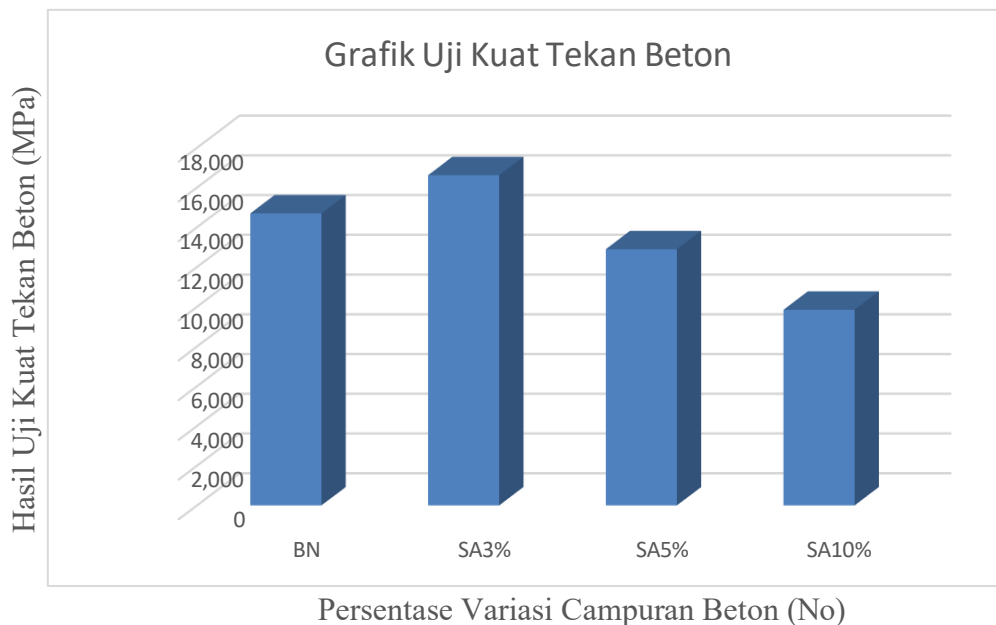
3.4 Hasil Pengujian

Pengujian kuat tekan beton dilakukan saat beton telah mencapai usia 28 hari. Uji ini menggunakan alat Concrete

Compressive Strength tipe CO-320. Pelaksanaan pengujian berlangsung di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA), dengan menggunakan mesin uji tekan merek Matest CTM 2000. Hasil pengujian kuat tekan tersebut disajikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

	Nama		Umur (Hari)	Berat (kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Penampang (cm ²)	Beban Max Beton (KN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata Kuat Tekan (MPa)
					Diameter (cm)	Tinggi (cm)				
1	Normal	1.1	28	13,23	15	30	176,625	256,008	14,487	14,697
		1.2		12,94				264,703	14,979	
		1.3		12,53				258,447	14,625	
2	SA 3%	2.1	28	12,92	15	30	176,625	265,385	15,018	16,620
		2.2		12,72				292,524	16,553	
		2.3		13,04				323,216	18,290	
3	SA 5%	3.1	28	12,70	15	30	176,625	186,916	10,577	12,895
		3.2		12,66				236,177	13,365	
		3.3		12,56				260,514	14,742	
4	SA 10%	4.1	28	12,43	15	30	176,625	172,999	9,790	9,846
		4.2		12,27				183,144	10,364	
		4.3		12,23				165,838	9,384	



Gambar 3.3 Grafik Uji Kuat Tekan Beton

4. KESIMPULAN

1. Beton Substitusi serbuk arang sebagai pengganti agregat kasar pada komposisi 3% menghasilkan kekuatan tekan tertinggi sebesar 16,620 MPa. Angka ini menunjukkan peningkatan dibandingkan beton normal yang memiliki kekuatan tekan sebesar 14,697 Mpa.
2. Penggunaan serbuk arang dengan persentase 5% dan 10% justru menyebabkan penurunan kuat tekan beton

secara signifikan jika dibandingkan dengan beton normal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Subandi Adi. Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Subang. Pengaruh Pemanfaatan Serbuk Arang Sebagai Bahan *Addictive* Pengganti Semen pada Campuran Beton Mutu K-225.
- [2] Eransyah Muhammad Fitra, Paryati Ninik, Sylviana Rika. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bekasi. Pengaruh Penggunaan Serbuk Arang Batok Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton.
- [3] Fauziyyah Salma 1, Ilham 2, Zuraida Siswanti 3. Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Desain, Institut Teknologi Sains Bandung, Cikarang Pusat, Indonesia. Kajian Emisi Karbon *Fly Ash* dan *Steel Slag* Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Beton Menggunakan Metode *Artificial Neural Network*.
- [4] Satria Dory, Nugraha Deni dan Prakoso Fajar Bagus. Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Sifat – Sifat Teknis Beton Dengan Agregat Kasar Pecahan Kayu Dibandingkan Dengan Agregat Normal.
- [5] Laksana Rico Aji dan Erlangga Rikzan Dimas. Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Pengaruh Pecahan Limbah Paving Block Dan Limbah Genteng Beton Sebagai Penambah Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Normal.
- [6] Wijaya Errick dan Asya Muhammad Haidzaq. Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Pengaruh Penambahan Fly Ash PLTU Tanjung Jati B Jepara Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Admixture.
- [7] Hanafi M.Iqbal (2018). Yang menunjukkan bahwa penambahan serbuk arang sebanyak 15% dari berat semen dapat menurunkan kuat tekan beton sebesar 7%.
- [8] Hakim Luthfi dan Adji Dimas Riesnian Toro (2023). Yang menunjukkan bahwa penambahan serbuk arang sebanyak 20% dari berat semen dapat menurunkan kuat tekan beton sebesar 9,91%.
- [9] Akmal M. Alief Akbar (2024). Yang menunjukkan bahwa penambahan serbuk arang sebanyak 1% dari variasi 1%, 3% dan 6% dari berat semen dapat meningkatkan kuat tekan beton maksimal namun masih dibawah nilai beton normal dan masih diatas mutu beton rencana 25 Mpa.