

**PENGARUH PEMANFAATAN SERBUK ARANG SEBAGAI BAHAN ADDICTIVE PENGGANTI SEMEN
PADA CAMPURAN BETON MUTU K-225**

Adi Subandi ¹⁾

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Subang
cp author : subandiadi2@gmail.com

Abstrak

Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang banyak dikembangkan dalam teknologi bahan konstruksi yang tersusun dari campuran homogen yang terdiri dari semen, air, agregat, zat additive dan jika diperlukan bahan tambah atau pengganti, sangat diperlukan suatu teknologi konstruksi yang dapat mengurangi eksploitasi alam dan dapat memanfaatkan limbah-limbah alam. Untuk mengetahui pengaruh limbah alam terhadap kuat tekan beton maka dilakukan penelitian dengan menggunakan bahan pengganti berupa serbuk arang kayu yang bersumber dari limbah-limbah kayu yang di dapat dari sisa-sisa konstruksi bangunan dan lain-lain. Metode penelitian yang dipakai adalah metode percobaan yang dilakukan di laboratorium bahan konstruksi dinas PUPR kabupaten subang. Komposisi campuran bubuk arang kayu yang digunakan adalah 0% 10% 20% dan 30%, dari berat semen yang di perhitungkan dalam *mix design*, dan kuat tekan rencana beton normal f_c' 18.32 Mpa (K-225). Dari hasil penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa beton dengan menggunakan campuran arang kayu mengalami penurunan kuat tekan sebesar 63,96 Kg/Cm², 103,79 Kg/Cm², 153.87 Kg/Cm² setiap perbedaan variasinya. Hal ini dikarnakan semakin besar komposisi arang kayu yang digunakan pada campuran beton, akan memperlemah kuat tekan karkteristik benda uji beton secara keseluruhan.

Kata Kunci : Arang Kayu, kuat tekan beton, karakteristik campuran beton

1. Pendahuluan

Beton saat ini banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan mencampurkan semen, air, agregat (dan terkadang dengan bahan tambahan, yang bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan (non-kimia) pada perbandingan tertentu. Struktur beton adalah suatu bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk yang paling umum dari Beton adalah campuran semen Portland dan agregat mineral (kerikil dan pasir) serta air¹. Bahan-bahan dasar pembentuk Beton ini akan saling mempengaruhi satu sama lain dalam pencapaian Kuat Tekannya.

Silika (SiO₂) merupakan bahan kimia yang dapat meningkatkan Mutu Beton, akibat reaksi yang terjadi antara Silika dan Kapur bebas yang ada didalam campuran beton. Umumnya Silika (SiO₂) yang dicampurkan pada beton merupakan bahan additive buatan pabrik seperti Silica fume atau hasil pembakaran Batubara seperti Fly ash.

Di Indonesia sendiri sudah pernah dilakukan penelitian dengan pemanfaatan abu batubara atau *fly ash* yang dihasilkan dari pembangkit tenaga listrik PLTU yang tersebar di berbagai wilayah di Indonesia namun abu batubara tersebut sulit untuk di dapat oleh masyarakat luas sehingga penggunaan abu batubara pada campuran beton masih belum bisa terapkan dengan baik oleh masyarakat, maka dari itu perlu mencari alternatif lain pengganti campuran pada beton yang lebih mudah di dapat oleh masyarakat secara luas untuk bisa diaplikasikan secara umum.

Sifat kimia arang terdiri dari unsur C, H, O dan komponen non organis (mineral). Komposisi unsur tersebut didalam arang tergantung dari proses karbonisasi, suhu dan metode karbonisasi. Dibandingkan dengan kayu nilai kalor arang menjadi lebih tinggi yaitu berkisar 6.760 – 7.860 kal/gr untuk kadar air 5- 6% variasi nilai kalor banyak disebabkan oleh komposisi kimia dari kayu dan proses karbonisasi. Arang juga mempunyai kadar serap air tinggi tergantung dari proses karbonisasi tersebut. Sifat

higroskopis menurun dengan meningkatnya suhu karbonisasi. Kadar kering udara arang berkisar antara 5-7% dan kadar air dipengaruhi oleh proses karbonisasi, yaitu jumlah udara, suhu maupun lamanya proses pengarang tidak dipengaruhi oleh berat jenis bahan baku.

Arang yang hitam, ringan, mudah hancur, dan menyerupai batu bara ini terdiri dari 85% sampai 98% karbon dan sisanya abu (bervariasi antara 1-4% tetapi kadang bisa lebih) serta bahan kimia lainnya termasuk bahan kimia seperti silika yang di butuhkan pada beton dalam proses hidrasi kimia. Menurut hasil penelitian pada Komposisi kimia 10 jenis kayu lokal di Jawa barat menunjukkan variasi yaitu kadar silika 0,12% - 0,84%. Pada Penelitian Hasil Hutan Vol. 32 No. 3, September 2014: 209-220 ISSN: 0216-4329 Terakreditasi No.: 443/AU2/P2MI-LIPI/08/2012.

1.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka dapat diidentifikasi masalah-masalah yang sebagai berikut ini :

- Masalah dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui berapakah kuat tekan beton K225 dengan pemakaian serbuk arang dengan persentase 0%, 10%, 20% dan 30% terhadap pengurangan berat jenis (Semen).
- Bagaimana perubahan sifat campuran beton yang terjadi setelah dilakukan pencampuran tersebut.
- Bagaimana nilai kuat tekan beton karakteristik pada campuran persentase 10% penambahan berat jenis (arang) tanpa mengurangi berat jenis dari (semen).

1.2. Batasan Masalah

Pada penelitian campuran semen dengan arang kayu ini, terdapat banyak permasalahan yang dapat ditinjau dan dibahas, sangatlah perlu diadakan suatu pembatasan masalah yang bertujuan menghindari keaburan serta penyimpangan dari masalah yang dikemukakan. Adapun dalam penelitian ini penulis membatasi permasalahan sebagai berikut ini:

- Pembahasan hanya menyangkut pencampuran semen dengan arang kayu, dengan metode SNI 03 2834 2000 sebagai acuan, menggunakan mutu beton normal K-225.
- Penelitian menggunakan benda uji yang berupa kubus dengan ukuran 15mm x 15mm x 15mm, dengan sampel 16 kubus beton dengan 4 variasi dan masing-masing 4 sampel, ke 4 sampel tersebut berumur 14 hari.
- Variasi campuran pengganti sebagian semen dengan arang kayu sebanyak 0%, 10%, 20% dan 30% dari berat jenis semen yang digunakan.
- Variasi beton normal dengan tambahan 10% arang kayu di gunakan untuk membandingkan sifat dan kuat tekan dari beton normal.
- Penelitian ini hanya menyimpulkan kelayakan penggunaan serbuk arang sebagai bahan campuran penyusun pada beton dengan mengurangi berat jenis pada semen tanpa memandangkan biaya produksi masing-masing campuran

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan kajian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui pengaruh nilai kuat tekan dari pemanfaatan serbuk arang kayu sebagai bahan campuran pada campuran beton K-225.
- b. Melakukan perumusan komposisi campuran serbuk arang pada campuran beton K-225.

1.4. Manfaat Kajian

Manfaat dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- a. Akademik: mengembangkan dan referensi mata kuliah teknologi bahan bangunan khususnya beton dan pelajaran Lab. Uji bahan.
- b. Dengan penelitian ini diharapkan masyarakat umum dapat mengetahui fungsi lebih dari kombinasi limbah serbuk arang kayu. Apabila penelitian ini berhasil, diharapkan limbah ini dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan untuk pelaksanaan di lapangan maupun dilakukan penelitian lebih lanjut untuk kedepannya.

2. Dasar Teori

2.1 Beton

Secara sederhana beton dibentuk oleh pengerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir), dan agregat kasar (batu pecah atau kerikil). Kadang-kadang ditambah pula campuran bahan lain (*admixture*) untuk memperbaiki kualitas beton (Asroni, 2010). Kualitas dan mutu beton ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan, dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan bakunya, komposisi perbandingan campuran yang direncanakan dengan baik, proses dan pembuatan yang dilakukan dengan baik akan menghasilkan beton yang berkualitas baik juga.

Bahan-bahan dasar beton adalah semen, agregat, dan air. Dalam penelitian ini penulis memakai bahan tambahan arang kayu sebagai pengganti sebagian semen.

2.2 Arang Kayu

Arang kayu adalah residu hitam berisi karbon tidak murni yang di hasilkan dengan menghilangkan kandungan air dan komponen unsur kimia dari hewan atau tumbuhan. Arang umumnya di dapatkan dari hasil pemanasan kayu. Arang yang hitam, ringan, mudah hancur, dan menyerupai batu bara ini terdiri dari 85% sampai 98% karbon, sisanya adalah abu atau benda kimia lainnya.

A. Jenis Arang Kayu

Adapun jenis arang kayu terdiri dari beberapa jenis diantaranya :

1. Arang kayu hitam.
2. Arang bambu.
3. Arang serbuk gergaji.
4. Arang sekam padi.
5. Arang batok kelapa/ tempurung kelapa.
6. Arang kulit buah mahoni.
7. Briket arang/ Arang briket.

B. Kelebihan Arang Kayu

Adapun kelebihan arang kayu diantaranya :

1. Sebagai bahan bakar.
2. Penyedap rasa makanan.
3. Bahan kosmetik.
4. Penambah aroma makanan.

5. Mudah didapatkan di mana saja.
6. Media tanam.
7. Mampu menyerap air.
8. Mampu menyerap zat kimia terkandung dalam air

C. Kekurangan Arang Kayu

Adapun kekurangan arang kayu antara lain :

1. Pembuatan bergantung musim, musim hujan susah di peroleh.
2. Bahan baku makin susah di dapatkan untuk kayu berusia tertentu untuk hasilkan arang terbaik.
3. Gampang menyerap suhu sehingga terasa panas saat musim kemarau dan dingin ketika musim penghujan.
4. Tingkat kualitas tidak bisa diketahui dengan pasti karena dibuat secara tradisional.
5. Panas hasil pembakaran tidak seragam.
6. Sulit di produksi masal.
7. Pengemasan sulit.

Dipilihnya arang kayu sebagai penelitian karena banyak masyarakat yang kurang maksimal memanfaatkan arang kayu. Umumnya arang kayu yang sudah tidak terpakai atau yang sudah tercampur air dibuang begitu saja. Agar arang kayu yang sudah tidak terpakai atau yang sudah tercampur air seperti sampah, peneliti memanfaatkannya sebagai pengganti sebagian campuran semen dalam pembuatan beton.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Perancangan Campuran Beton (Mix Design)

Langkah – langkah pembuatan rencana campuran beton normal dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan SNI 03-2834-2000 (identik dengan metode DOE) sebagai berikut :

1. Tentukan nilai kuat tekan karakteristik beton yang direncanakan (f_c' atau σ'_{bk}) sesuai dengan syarat teknik atau yang dikehendaki oleh pemilik. Kuat tekan ini ditentukan umumnya pada umur 28 hari, dengan kegagalan/cacat maksimum biasanya 5%.
2. Menghitung nilai deviasi Standar (S)

Table 3. 1 Faktor Pengali Untuk Standar Deviasi Berdasarkan Jumlah Benda Uji

Jumlah Pengujian Kurang dari 15	Faktor Pengali deviasi $f_c + 12$ Mpa
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

Sumber : SNI 03-2834-2000

Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji 30 atau lebih dapat dilihat pada **Tabel 3.1** Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak. Bila data uji lapangan untuk menghitung deviasi standar dengan bahan uji coba kurang dari 15, maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan f_{cr} harus diambil tidak kurang dari ($f_c' + 12$ MPa).

3. Tentukan nilai tambah (margin).

Table 3. 2 Devisiasi Standar

Isi pekerjaan	Volume beton	Devisiasi standar (mpa)		Dapat di terima
		Baiksekali	Baik	
Kecil	<1000	4.5 < S < 5.5	5.5 < S < 6.5	6.6 < S < 8.5
Sedang	1000-3000	3.5 < S < 4.5	4.5 < S < 5.5	6.5 < S < 7.5
Besar	>3000	2.5 < S < 3.5	3.5 < S < 4.5	4.5 < S < 6.5

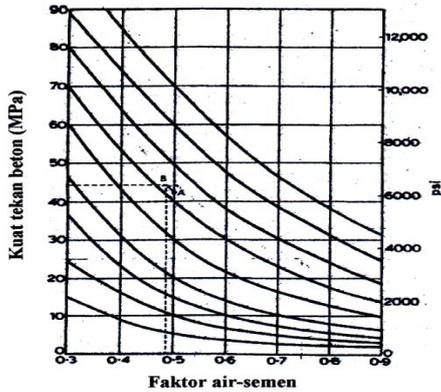
Sumber : SNI 03-2834-2000,2000

4. Hitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan, $f'_{cr} = F_c + M$
 Dalam hal data sulit diperoleh, nilai F'_{cr} harus diambil tidak kurang dari ($F_c' + 12$ Mpa)
5. Tetapkan jenis semen yang di gunakan.
6. Tetapkan jenis agregat halus dan agregat kasar yang digunakan alami atau batu pecah. (lihat **Table 3.4**)
7. Tentukan nilai faktor air semen (FAS) mengikuti langkah berikut :
 - a. Pada **Gambar 3.2**, Perkirakan nilai kuat tekan beton
 - b. Plot kemudian Tarik garis mendatar hingga memotong garis $F_{as} = 0.5$ Melalui titik potong tersebut Tarik kurva yang proporsional terhadap kurva terdekat.
 - c. Plot kekuatan nilai kuat tekan rata-rata dari langkah 4,
 - d. Tarik garis mendatar hingga memotong garis kurva yang di buat.
 - e. Dari titik potong tersebut Tarik garis lurus vertical untuk mendapatkan nilai fas yang di perlukan.

Table 3.4 Fas Berdasarkan Tipe Semen

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (Mpa), pada umur (hari)				Bentuk benda uji
		3	7	28	91	
Semen Portland tipe I atau semen tahan sulfat tipe II, V	Batu tak dipecah	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
	Batu tak dipecah	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber : SNI 03-2834-2000



Gambar 3. 2 Faktor air semen

8. Tetapkan Fas Maximum dari **Table 3.5** (pilih nilai fas terkecil dari langkah 7 dan langkah 8).

Table 3. 5 Faktor Air Semen Maximum Berdasarkan Kondisi Lingkungan

KONDISI LINGKUNGAN	Jumlah semen minimum per m3 beton (kg)	Nilai faktor air-semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap-uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruang bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	375	0,52
Beton yang kontinu berhubungan dengan air		
a. Air tawar	275	0,57
b. Air laut	375	0,52

Sumber : SNI SNI 03-2834-2000

9. Tentukan nilai *fas* terkecil dari (langkah 7 dan 8)
10. Tentukan nilai *slump*.
11. Tentukan ukuran butir agregat maximum.
12. Tentukan Nilai kadar air bebas.

Table 3. 6 Kadar Air Bebas

Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

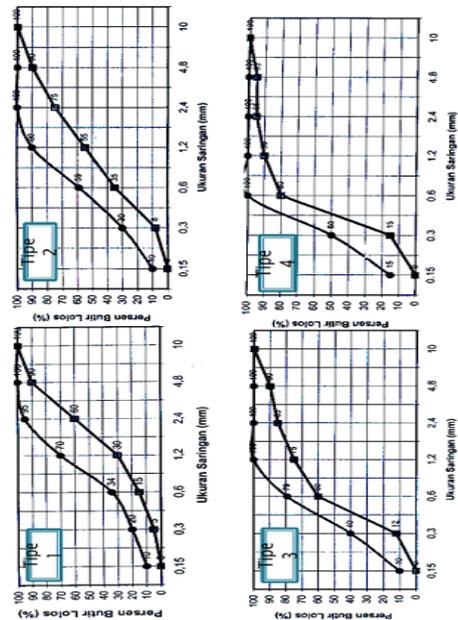
Sumber : SNI 03-2834-2000

Jika agregat halus alami dan agregat kasar batu pecah, kadar air bebas di hitung sebagai berikut :

- Kadar air bebas = $2/3 W_h + 1/3 W_k$
- Dengan Pengertian :
- W_h = Jumlah air dalam agregat halus
- W_k = Jumlah air untuk agregat kasar.

Untuk temperature di atas 20°C, Setiap kenaikan 5°C harus di tambah air sebanyak 5 liter/m³ adukan beton. Untuk permukaan agregat yang kasar harus di tambah air kira-kira 10 liter/m³ beton.

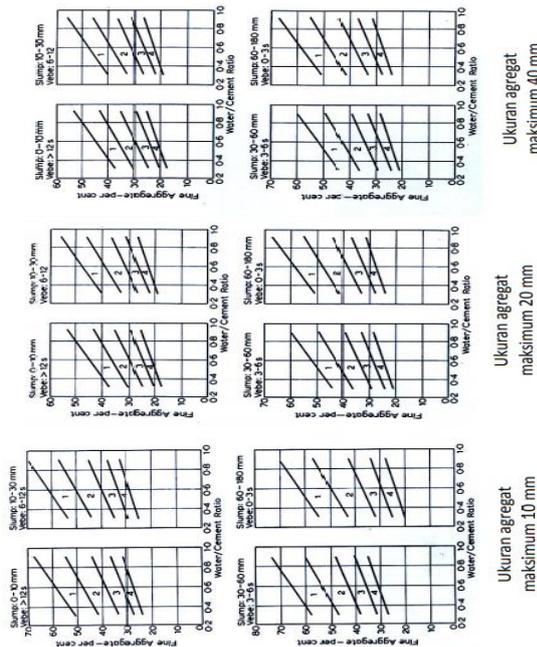
13. Hitung Jumlah Semen : Kadar air : Faktor air semen
14. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan
15. Tentukan kadar semen minimum dari **Table 3.5**.
16. Jika Jumlah semen berubah karena pertimbangan kadar semen maximum, tentukan fas yang di sesuaikan.
17. Tentukan tipe gradasi agregat halus sesuai dengan **Gambar 3.3**



Sumber : SNI SNI 03-2834-2000

Gambar 3.3 Grafik Gradasi Agregat Halus

18. Tentukan persentase agregat halus berdasarkan Gambar 3.5



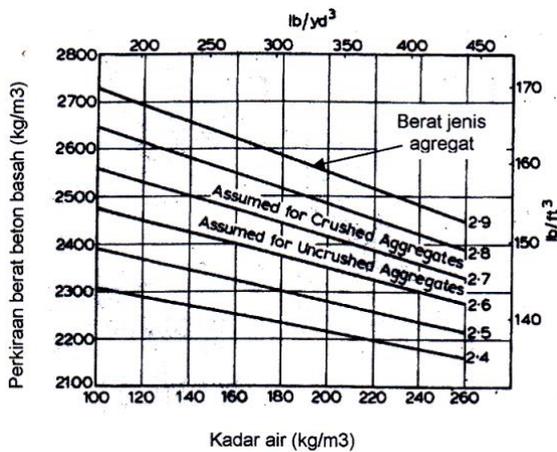
Sumber : SNI SNI 03-2834-2000, 2000

Gambar 3. 4 Persentase Agregat Halus

19. Hitung berat jenis relatif :

$$(\% \text{ Agregat Halus} \times \text{Berat Jenis Agregat Halus}) + (\% \text{ Agregat Kasar} \times \text{Berat Jenis Agregat Kasar})$$

20. Tentukan Berat Beton basah menurut Gambar 3.5



Sumber : SNI SNI 03-2834-2000

Gambar 3. 5 Perkiraan Berat Beton Basah

21. Hitung kadar agregat gabungan : Berat Beton – Jumlah (Semen + Air).

22. Hitung kadar agregat halus : % Agregat halus x Kadar Agregat Gabungan.

23. Hitung Kadar agregat kasar : Agregat Gabungan – Agregat Halus.

24. Tetapkan Proporsi Campuran hasil perhitungan :

Table 3. 7 Contoh Hasil Proporsi Campuran

Semen	353.85 kg
Air	201.7 kg
Agregat Halus	1.062 kg
Agregat Kasar	802.45 kg

Pada table 3.7 contoh hasil proporsi campuran telah di tentukan, hasil tersebut di dapat dari langkah-langkah sebelumnya dimana nantinya menjadi acuan pada pembuatan benda uji yang akan di lakukan penelitian. Hasil tersebut adalah proporsi untuk satu kali pengadukan dalam volume 1m³.

Dari nilai yang sudah di ditetapkan untuk masing-masing bahan untuk satu kali pengadukan pada 1m³ beton kemudian di cetak menggunakan cetakan berukuran 15cm x 15cm x 15cm. Setelah volume pada cetakan di tentukan hasil pada perhitungan bahan-bahan tersebut di kalikan dengan volume dan jumlah benda uji untuk setiap satu kali pengadukan. Volume benda uji x jumlah benda uji x Berat Jenis SSD tiap bahan.

3.2 Alat dan Bahan Yang Digunakan

Pada pembuatan sampel dan pengujian penulis menggunakan peralatan, bahan dan tempat sebagai berikut.

1. Alat :

- Cetakan kubus 15 cm x 15 cm
- 1 set alat Uji Slump
- Mixer
- Mesin tekan
- Timbangan
- Saringan ukuran No.16 1.18mm

2. Bahan :

- Agregat Kasar
- Agregat Halus
- Semen
- Air
- Bubuk Arang kayu

3.3 Pembuatan Benda Uji

Pencampuran benda uji (Pengadukan) pada penelitian ini dilakukan menggunakan mesin Mixer untuk mempermudah pembuatan benda uji.

Cara pembuatan benda uji ini dilakukan dengan diawali dengan menimbang bahan-bahan penyusun beton seperti semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, kemudian di masukan kedalam mesin mixer satu persatu hingga bahan tersebut menjadi homogen, setelah campuran homogen beton siap untuk dilakukan slump test sebelum di cetak.

Berdasarkan hasil *mix design* pada penelitian ini didapatkan kebutuhan bahan-bahan penyusun campuran pada beton normal dengan mutu K-225 sebagai berikut :

Semen portland	: 353.85 kg/m ³
Agregat halus	: 950,87 kg/m ³
Agregat kasar	: 959.808kg/m ³
Air	: 201.7 kg/m ³

Kebutuhan proporsi campuran tersebut di hitung berdasarkan kebutuhan untuk 1m³ campuran pada adukan beton K-225 yang nantinya menjadi acuan terhadap jumlah benda uji yang akan di cetak berdasarkan jenis cetakan dan jumlah benda uji yang akan di buat.

Table 3.8 Kebutuhan Total Volume Beton Untuk Pembuatan Benda Uji

No.	Jenis Uji	Jenis Benda Uji	Ukuran			Jumlah Benda Uji	Volume Total (cm ³)
			P (cm)	L (cm)	T (cm)		
1	Kuat Tekan	Kubus	15	15	15	4	0.0135 cm ³

Table 3.9 Kebutuhan Bahan Untuk Satukali Pengadukan

Kode	Volume 1 kali pengadukan (m ³)	Semen (kg)	Agregat		Air (liter)	Arang kayu (kg)
			Halus (kg)	Kasar (kg)		
TM1	0,0135	4.776	12.83	12.33	2.722	0
TM 2	0,0135	4.293	12.83	12.33	2.722	0.477
TM 3	0,0135	3.816	12.83	12.33	2.722	0.954
TM 4	0,0135	3.339	12.83	12.33	2.722	1.431

Pada **Table 3.9** di dapatkan proporsi campuran berdasarkan perhitungan pada hasil perhitungan jobmix sebelumnya berdasarkan SSD.

A. Uji Slump Test

Pengujian slump dilakukan dengan kerucut abrams dengan cara mengisi kerucut abrams dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari

isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu tunggu 30 detik kemudian angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2 1 /2 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari slump.

Table 3.10 Hasil Uji Slump

No	Nama Sampel	Nilai Slump (mm)
1	Beton Normal	90
2	Beton Arang kayu 10%	115
3	Beton Arang kayu 20%	100
4	Beton Arang kayu 30 %	110

Sumber : Hasil Analisis, 2021

Berdasarkan data hasil pengujian tersebut, nilai rata-rata *slump* campuran beton normal TM 1, TM 2, TM 3 yaitu 90 mm, 115 mm, 100 mm, 90 mm. Didapat hasil nilai slump semakin menurun karena campuran sebagian arang kayu. Arang kayu yang mengganti semen membuat campuran beton menjadi semakin kental, dikarenakan sifat arang kayu cenderung menyerap air sehingga air tidak sepenuhnya menyerap kepada adukan, tetapi masih masuk ke dalam slump rencana yaitu 60-180 mm.

B. Pencetakan Benda Uji

Pada Pengujian ini penulis menggunakan Cetakan Kubus berukuran diameter 150mm x 150mm x 150mm dengan 5 variasi benda uji, masing sample berjumlah 4 benda uji yaitu 0% (Trial Mix 1 Beton Normal) 10%, 20%, dan 30% (Trial Mix 2,3,dan 4 campuran arang pengganti semen).



Sumber : Lab. Dinas PUPR kab. Subang, 2021

Gambar 3.6 Cetakan benda uji

Penuangan campuran tersebut pada cetakan kubus dilakukan dengan memperhatikan penuangan campuran yang telah di olesi dengan oli, serta dilakukan pemadatan menggunakan tongkat baja dengan 25 kali tusukan setiap $\frac{1}{4}$ penuangan hingga penuh agar beton tidak berongga.

Benda uji yang telah di buat di biarkan mengeras selama 24 jam dalam suhu ruangan untuk di biarkan mengeras, kemudian di lakukan perawatan salah satu perawatan beton dalam pengujian adalah dengan perendaman atau curing. Maksud dari perendaman tersebut adalah untuk menjaga kelembaban beton selama proses kimia pengikatan semen. Proses itu dilakukan karena hal itu memungkinkan proses hidrasi yaitu reaksi proses mineral semen dengan air untuk menghasilkan kekuatan dan daya tahan beton seperti yang direncanakan. Kurangnya kelembaban akan membuat mineral semen kurang bereaksi dengan baik untuk menghasilkan beton yang di kehendaki.

4. Hasil Pengujian dan Analisa

4.1 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan di lakukan untuk mengamati seberapa besar pengaruh penggunaan serbuk arang terhadap kuat tekan karakteristik pada campuran beton K-225. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 14 hari dengan menggunakan mesin MBT compression testing dengan kapasitas 2000Kn Mesini ini di keluarkan oleh PT. MEKTAN BABAKAN TUJUH KALIBRASI dan sudah terkalibrasi menurut standar Komite Akreditasi Nasional (KAN). Kuat tekan (Compressive Strength) untuk setiap umur beton dan kuat tekan rata-ratanya tergantung pada karakteristik pemakian semen, penggunaan bahan lain

pembentuk beton dan kehalusan bahan tambahan.

Untuk melakukan pengujian kuat tekan benda uji digunakan alat Universal Testing Machine. Beban yang bekerja akan didistribusikan secara merata dan kontinyu melalui titik berat sepanjang sumbu longitudinal dengan tegangan yang dihasilkan oleh mesin MBT *Compression testing* seperti pada **Gambar 4.1**



Sumber : Lab. Dinas PUPR kab. Subang, 2021

Gambar 4.1 Mesin MBT *Compression testing* 2000 KN

Dapat di ketahui kuat tekan beton pada umumnya didasarkan pada hasil uji kuat tekan pada umur 28 hari. Namun jika tidak dilakukan uji tekan pada umur 28 hari uji kuat tekan dapat dilakukan pada umur yang lebih muda misalnya pada umur 3, 7,14, dan 21 hari unluk dapat memperkirakan kuat tekan pada umur 28 hari hasil kuat tekan tersebut kemudian dikonversikan dengan suatu nilai tertentu yaitu Menurut (PBI 1971, N - 2, Tabel 4.14). Pada **Table 4.1** dapat di ketahui nilai faktor konversi berdasarkan umur beton pada 14 hari adalah 0.88 dengan kuat tekan beton yang di rencanakan adalah 225 Kg/Cm2 pada umur 28 hari.

Table 4.1 Faktor Konversi Umur Beton

Umur (hari)	Rasio Kuat Tekan
3	0,40
7	0,65
14	0,88
21	0,95
28	1,00
90	1,20
365	1,35

Sumber : PBI 1971, N - 2

Dari tabel konversi tersebut kita dapat mengetahui perkiraan nilai kuat tekan rencana beton dengan mutu K-225 pada

umur 14 hari dengan cara melakukan perhitungan pengalihan seperti pada **Table 4.1** dengan rumus pengalihan sebagai berikut :

T : Rasio Kuat tekan

F : Kuat tekan Rencana

H : Hasil

T x F : H : 0,88 x 225 : 198 Kg/cm²

Maka dari perhitungan sesuai dengan rumus tersebut penulis dapat memperkirakan mutu kuat tekan beton K-225 pada umur beton 14 hari. Dengan perhitungan tersebut hasil uji kuat tekan karakteristik pada beton berumur 14 Hari harus mencapai 198 Kg/Cm² pada nilai kuat tekan beton rata-rata untuk mencapai target beton rencana apabila hasil tersebut tidak tercapai maka beton hasil rancangan pada pengujian ini dinyatakan tidak memenuhi persyaratan mutu beton yang direncanakan. Dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran serbuk arang sebagai pengganti berat jenis semen mengalami penurunan kekuatan dari setiap variasi 10%, 20%, dan 30%. Hal ini dikarenakan semakin besar komposisi arang kayu yang digunakan pada campuran beton, akan memperlemah kuat tekan karakteristik benda uji beton secara keseluruhan. Penurunan tersebut dapat dilihat melalui **Gambar 4.2** dan hasil dari data-data seperti pada **Gambar 4.2** dan **table 4.3**

Table 4. 2 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan

Benda Uji	Umur (Hari)	Sampel	Berat (Kg)	Gaya Tekan (Kn)	Kuat Tekan (Kn/Cm ²)
N	14	1	8138	505.25	228.98
		2	7638	502.5	225.78
		3	7891	477.4	214.50
		4	7890	480.2	215.76
TM 2	14	1	7851	339.7	152.63
		2	7753	330.6	148.54
		3	7844	342.2	153.75
		4	7845	345.1	155.06
TM 3	14	1	7778	255.6	114.84
		2	7638	251.6	113.04
		3	7716	250.1	112.37
		4	7720	252.5	113.45
TM 4	14	1	7383	157.4	70.72
		2	7265	127.8	57.42
		3	7271	137.2	61.64
		4	7275	141.5	63.57

Sumber : Hasil Pengujian, 2021



Sumber : Hasil Pengujian, 2021

Gambar 4. 2 Grafik Penurunan Kuat Tekan

4.2 Analisa Kuat Tekan Beton Hasil Pengujian

Tabel hasil uji kuat tekan pada pengujian serbuk arang sebagai pengganti sebagian semen seperti pada **Table 4.2** adalah hasil dari setiap benda uji yang di test menggunakan mesin uji kuat tekan. Hasil tersebut masih belum dapat di terima karena hasil dari setiap pengujian harus di ambil dari setiap nilai rata-rata pada setiap variasinya.

Pada **Table 4.1** dapat di ketahui nilai faktor konversi berdasarkan umur beton pada 14 hari adalah 0.88 dengan kuat tekan beton yang di rencanakan adalah 225Kg/Cm² pada umur 28 hari. Maka dari table konversi tersebut kita dapat mengetahui perkiraan nilai kuat tekan beton dengan mutu K-225 pada umur 14 yaitu 198 Kg/Cm², dengan begitu dari data hasil pengujian seperti pada **Tabel 4.2** hasil tiap-tiap benda uji pada umur 14 hari masih belum cukup untuk memenuhi persyaratan uji kuat tekan. Untuk data yang lebih konkrit maka harus di ambil per nilai rata-rata dari hasil setiap sampel.

Pada **Table 4.6** hasil nilai kuat tekan rata-rata pada ke empat sample benda uji untuk mewakili satu hasil masih belum memenuhi kuat tekan karakteristik pada kuat tekan rencana yang di isyaratkan mencapai 198 Kg/Cm² pada umur beton 14 Hari. Berdasarkan data hasil pengujian diperoleh nilai kuat tekan rata-rata beton yaitu Beton Normal 221.25 Kg/Cm², Beton Campuran 10% serbuk Arang 153.24 Kg/Cm², Beton Campuran 20% serbuk Arang 113.41 Kg/Cm², Beton Campuran 30% serbuk Arang 63.33 Kg/Cm².

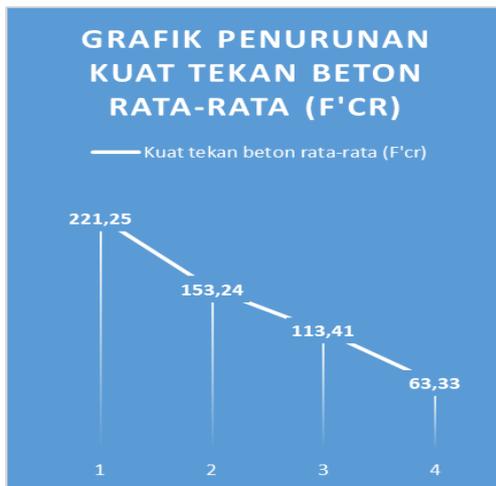
Dari hasil-hasil nilai rata-rata tersebut seperti data yang telah didapat seperti pada grafik dan table-table diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa hasil uji kuat tekan beton pada setiap varias-variasi 10%, 20%, dan 30% tidak mencapai nilai uji kuat tekan

beton rencana yang di dapat dari hasil konversi berdasarkan umur beton sesuai dengan peraturan yang tertera pada 'PERATURAN BETON INDONESIA' (PBI 1971, N - 2, Tabel 4.14) yaitu beton harus mencapai nilai pengujian kuat tekan 198 Kg/Cm² pada umur 14 hari.

Table 4.6 Hasil Perhitungan Kuat Tekan Rata-Rata

Sample Uji	Umur	Kuat Tekan rata-rata Fc'r
TM N	14	221.25
TM 1	14	153.24
TM 2	14	113.41
TM 3	14	63.33

Sumber : Analisa, 2021



Sumber : Analisa, 2021

Gambar 4.3 Grafik Penurunan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata

Berdasarkan data hasil pengujian diperoleh nilai kuat tekan rata-rata beton yaitu Beton Normal 221.25Kg/Cm², Beton Campuran 10% serbuk Arang 153.24 Kg/Cm², Beton Campuran 20% serbuk Arang 113.41 Kg/Cm², Beton Campuran 30% serbuk Arang 63.33 Kg/Cm² dari hasil-hasil nilai tersebut penulis dapat menyimpulkan bahwa hasil kuat tekan setiap variasi tersebut tidak mencapai kuat tekan beton rencana yaitu **198 Kg/Cm²**.

5. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan penjelasan pada bab-bab sebelumnya tentang penggantian sebagian semen dengan arang kayu yang telah di haluskan terhadap pengujian kuat tekan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil dari uji slump pada adukan beton pengganti semen dengan arang kayu yang telah di haluskan diperoleh hasil yang

semakin menurun, tetapi masih masuk ke dalam slump rencana. Dikarenakan sifat arang kayu cenderung menyerap air sehingga air tidak sepenuhnya menyerap kepada adukan beton.

2. Hasil uji kuat tekan beton menurun pada campuran arang kayu 10%,20%,30%, dengan hasil penurunan sebesar 63,96 Kg/Cm², 103,79 Kg/Cm², 153.87 Kg/Cm² setiap perbedaan variasinya. Hal ini dikarnakan semakin besar komposisi arang kayu yang digunakan pada campuran beton, akan memperlemah kuat tekan karkteristik benda uji beton secara keseluruhan.
3. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada beton normal dan beton arang kayu, maka dapat disimpulkan pengujian beton normal dan beton arang kayu menunjukkan bahwa massa jenis beton arang kayu lebih tinggi dari massa jenis beton biasa. Dalam campuran beton cenderung memberikan pengaruh pada massa jenis beton yang semakin tinggi yang juga linier dengan penurunan daya tekan beton dikarenakan penggunaan arang kayu dalam beton, namun membuat sedikit rongga-rongga pada beton kemposisi arang kayu menjadi lebih berat dari beton normal melalui uji daya serap air. Dan sifat fisik dan mekanik yang diperoleh dari pengujian beton arang kayu, dapat disimpulkan bahwa arang kayu tidak dapat digunakan untuk kekuatan daya tekan beton karena kekuatan beton kemposisi arang kayu mengalami penurunan.

6. Daftar Pustaka

1. Subandi, A. Pengaruh Penggunaan Agregat Batu Bata Dan Agregat Batu Pecah Terhadap Kekuatan Tekan Beton. **2**, 1–9 (2018).
2. Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1990 SK SNI T-15-1990-03 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
3. Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1990 SK SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Jakarta: Badan

Standarisasi Nasional (BSN).

4. Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2000. SK SNI 03-2834-2000 Metode Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
5. Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1990 SK SNI 03-1972- 1990 Metode Pengujian Slump Beton. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
6. Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1990. SK SNI 2439:2011 Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
7. Tjokrodimulyo, kardiyo. 2017 Teknologi Beton. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.
8. Nugraha Paul Dan Antoni. 2004 Teknologi Beton Dari material, Pembuatan kebeton Kinerja Tinggi. Yogyakarta: C.V Andi Offset (Penerbit ANDI).
9. Sagel,R dan dkk. 1993. Pedoman Pengerjaan Beton Berdasarkan SKSN T-15-19991-03. Jakarta: Erlangga.
10. Krisna Murti, 2017 Pengaruh Arang Kayu Sebagai Agregat Kasar Terhadap Karakteristik Campuran Beton. Jurnal Krisna Murti Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember: Jember.