



Pengaruh Substitusi Abu Kayu Terhadap Semen Ditinjau Dari Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Azhar¹, Jasman², Hamka³

^{1,2,3} Universitas Muhammadiyah Parepare, Parepare, Indonesia

Korespondensi Penulis : azharc295@gmail.com

Abstract. Concrete is a rock made from a mixture of cement, sand, aggregate and water. For this reason, this construction material is very important to develop. One effort to develop it is by utilizing industrial waste. Like other industrial waste, wood ash waste can also be used as a partial replacement for cement. The aim of this research is to determine the effect of adding wood ash as an additive to cement on the compressive strength and tensile strength of concrete, as well as to determine the effect of varying the percentage of wood ash in the concrete mixture on the compressive strength and split tensile strength of concrete. The type of research used in this research is quantitative research with experimental methods, namely by comparing normal concrete with 3 variations of mixture to determine the compressive strength and splitting tensile strength of the concrete. The results of the research showed that the experimental compressive strength and split tensile strength of concrete on normal concrete and variations of 3 mixtures, namely 2%, 4% and 6% of cement, obtained experimental results on the compressive strength of concrete for 28 days of normal concrete with an average of the average of 25,478 Mpa decreased with a 2% variation with an average of 24,723 Mpa, and decreased drastically for a 4% variation with an average of 19,439 Mpa, and for a 6% variation with an average of 18,967 MPa. Meanwhile, in testing the split tensile strength of normal concrete with an average of 7.185 Mpa, it experienced an increase from normal concrete with a variation of 2% with an average of 7.333 Mpa, and experienced a decrease from normal concrete with a variation of 4% with an average of 6.667 Mpa, and 6%. with an average of 6 Mpa. So it can be concluded that concrete with a variation of 2% wood ash does not really affect the compressive strength of the concrete, but the more wood ash that is added, the compressive strength of the concrete will decrease. From this research it can be concluded that the use of wood ash does not achieve the planned compressive strength so it is not suitable for use in construction.

Keywords: Wood Ash, Variations, Compressive Strength, Split Tensile Strength

Abstrak. Beton merupakan batu batuan yang terbuat dari campuran semen, pasir, agregat, dan air. Untuk itu bahan konstruksi ini sangat penting untuk dikembangkan. Salah satu usaha untuk mengembangkan yaitu dengan memanfaatkan limbah industri. Seperti halnya limbah industri lainnya, limbah abu kayu juga dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian dari semen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan abu kayu sebagai bahan tambah semen terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton, serta untuk mengetahui pengaruh variasi persentase abu kayu dalam campuran beton terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimental yaitu dengan cara membandingkan antara beton normal dengan 3 variasi campuran untuk mengetahui kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa eksperimen kuat tekan dan kuat tarik belah beton terhadap beton normal dan variasi 3 campuran yaitu 2%, 4%, dan 6% dari sebagian semen, maka didapatkan hasil eksperimen kuat tekan beton untuk umur 28 hari pada beton normal dengan rata-rata 25,478 Mpa mengalami penurunan pada variasi 2% dengan rata-rata 24,723 Mpa, dan menurun drastis pada variasi 4% dengan rata-rata 19,439 Mpa, dan untuk variasi 6% dengan rata-rata 18,967 MPa. Sedangkan pada pengujian kuat tarik belah beton pada beton normal dengan rata rata 7,185 Mpa mengalami kenaikan dari beton normal pada variasi 2% dengan rata-rata 7,333 Mpa, dan mengalami penurunan dari beton normal pada variasi 4% dengan rata rata 6,667 Mpa, dan 6% dengan rata 6 Mpa. Maka dapat disimpulkan bahwa beton dengan variasi 2% abu kayu tidak terlalu mempengaruhi kuat tekan pada beton tetapi semakin banyak abu kayu yang di tambahkan maka akan membuat kuat tekan pada beton menurun. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan abu kayu tidak mencapai kuat tekan yang direncanakan sehingga tidak layak digunakan dalam konstruksi.

Kata Kunci: Abu Kayu, Variasi, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah

PENDAHULUAN

Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang banyak dikembangkan dalam teknologi bahan konstruksi. Beton merupakan campuran antara semen *Portland* atau semen hidrolik

yang lain, yaitu agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (SNI 03-2847-2000, Pasal 3.12, tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung). Beton memiliki keunggulan pada kuat tekan yang baik sehingga beton digunakan sebagai pembentuk struktur utama konstruksi dan peningkatan kualitas beton akan terus-menerus dilakukan dalam berbagai penelitian. (Hanafi. M. I, 2018).

Agregat kasar dan halus merupakan material pembentuk beton. Beton biasanya memiliki campuran agregat yang jumlahnya cukup tinggi, yaitu berkisar 60%-70% dari berat campuran beton. Agregat ini hanya digunakan sebagai bahan pengisi dari beton. Akan tetapi, karena komposisi agregat yang cukup besar sehingga agregat menjadi penting dalam suatu campuran beton. Oleh karena itu, diperlukan pengujian karakteristik agregat dimana agregat itu sendiri akan menentukan sifat mortar dan beton yang dihasilkan. Secara umum, agregat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Menurut SNI 03-2847-2002, bahwa agregat halus merupakan agregat yang mempunyai ukuran butir maksimum sebesar 4,75 mm dan agregat kasar yang mempunyai ukuran butir antara 4,75-40 mm (Dahlia et al., 2021).

Semen *portland* merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan ditambah bahan tambahan lain (SNI 15-2049-2004). Hal ini menyebabkan adanya peningkatan harga semen setiap tahun. Dalam mengatasi permasalahan tersebut, perlu adanya suatu modifikasi pada campuran beton yang lebih ramah lingkungan. Bahan campuran yang mampu mengurangi kebutuhan semen serta mengandung kalium silikat seperti abu arang dipilih dalam bahan campuran beton modifikasi dengan meninjau kuat tekan. (Purwanti et al, 2017)

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton merupakan salah satu bahan material yang umum digunakan dalam dunia konstruksi khususnya pembangunan infrastruktur seperti jalan, jembatan, dan pembangunan gedung (Panjaitan et al., 2021). Beton adalah material yang diperoleh dari campuran (komposit) yang terdiri dari beberapa bahan yaitu antara lain agregat kasar, agregat halus, semen, air, serta terkadang ditambahkan pula dengan bahan tambah lain seperti zat *additive* dengan perbandingan proporsi yang telah ditentukan. Penentuan kualitas beton sangat bergantung pada kualitas bahan-bahan yang digunakan dalam campuran beton tersebut (Mahendra et al., 2021).

Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir mineral dengan tekstur keras dan berstruktur padat yang berupa batu pecah, kerikil, dan pasir yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton atau mortar. (Maghfirah et al., 2019).

Agregat halus (pasir) SK SNI S – 04 – 1989 – F

Agregat halus (pasir) adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi pada pembuatan beton yang berupa pasir alami atau pasir buatan yang diperoleh dari mesin pemecah batu, dengan ukuran butiran maksimal 4,8 mm (Mahendra et al., 2021).

Semen (SNI-15-2049-2004)

Semen adalah bahan perekat pada beton yang berbentuk halus dan dapat mengikat agregat kasar ataupun agregat halus setelah reaksi hidrasi terjadi karena adanya penambahan air (Mahendra et al., 2021).

Air (SNI 03-6861.1-2002)

Air adalah bahan dasar dalam pembuatan beton dan sangat berpengaruh terhadap hasil campuran beton, karena air diperlukan dalam proses reaksi kimia semen dan membentuk pasta semen untuk mengikat agregat. Apabila beton kelebihan air maka akan terjadi *bleeding* (air dan semen naik ke permukaan campuran beton segar setelah dituang). (Mahendra et al., 2021).

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, yaitu penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan data melalui beberapa pengujian kemudian mendapatkan hasil kesimpulan dalam bentuk angka. Pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengujian kuat tekan dan kuat tarik pada beton. Dari hasil penelitian terhadap pengujian beton diharapkan dapat mengetahui pengaruh terhadap penambahan abu kayu terhadap kuat tekan beton.

Lokasi dan Waktu

Lokasi dan waktu penelitian dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare, Jl. Jend. Ahmad Yani No. Km. 6, Kel. Bukit Harapan, Kec. Soreang kota parepare.

2. Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 6 (enam) bulan yaitu dimulai pada tanggal 14 April 2023 sampai dengan 28 November 2023.

Tabel 1. Jadwal pelaksanaan penelitian

NO	JENIS KEGIATAN	Bulan 2023		
		April	Oktober	November
1	Studi literatur			
2	Persiapan laboratorium			
3	Pengujian bahan dasar			
4	Pembuatan benda uji			
5	Uji kuat tekan beton			
6	Uji kuat tarik beton			
7	Analisis hasil pengujian			

(Sumber: Hasil olah penulis)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat

Pengujian yang dilakukan terhadap agregat, baik itu agregat kasar maupun agregat halus didasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia). Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut:

Agregat kasar (kerikil)

Tabel. 2 Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil pengamatan		Nilai Rata-Rata	KET
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1%	1.0%	0.50%	0.75%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	14.1%	13.8%	14.0%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	1.01%	0.50%	0.76%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1.63	1.60	1.61	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1.79	1.79	1.79	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4%	3.09%	2.99%	3.04%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2.99	2.92	2.95	Memenuhi
	b. Bj. Dasar kering	1,6 - 3,3	2.74	2.85	2.71	Memenuhi
	Kering permukaan	1,6 - 3,3	2.82	2.76	2.79	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	7.32	6.93	7.12	Memenuhi

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Dari pengujian agregat kasar (kerikil) diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat kasar diatas yaitu 0,75%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 1% yang menunjukkan bahwa

material agregat kasar tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b. Keausan agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian keausan agregat kasar diatas yaitu 14,0%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 50% yang menandakan bahwa material agregat kasar (kerikil) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton..

c. Kadar air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat kasar diatas yaitu 0,76%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 0,5%-2,00% yang menandakan bahwa material agregat kasar (kerikil) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

d. Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat kasar kondisi lepas diatas yaitu 1,61 sedangkan pengujian berat volume agregat kasar kondisi padat yaitu 1,76, dari ke 2 (dua) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,6-1,9 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat kasar (kerikil) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

e. Penyerapan air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat kasar diatas yaitu 3,04%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 4% yang menandakan bahwa material agregat kasar (kerikil) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

Berat jenis agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis nyata diatas yaitu 2,95, berat jenis kering yaitu 2,71, dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,79, dari ke 3 (tiga) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,6-3,3 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat kasar (kerikil) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

g. Modulus kehalusan agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kehalusan agregat kasar diatas yaitu 7,12, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 6,0-8,0 yang menandakan bahwa material agregat kasar (kerikil) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

Agregat halus (pasir)

Tabel. 3 Rekapitulasi hasil pengujian agregat halus

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA-RATA	KET.
			I	H		
1	Kadar lumpur	Maks 5% (SNI S-04-1989)	2,0%	1,6%	1,80%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3 (SNI 03-2316-1992)	No. 2	No. 2	2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 3% (SNI 03-1971-1990)	2,80%	1,26%	2,03%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter (SNI 03-4804-1998)	1,43	1,42	1,43	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter (SNI 03-4804-1998)	1,60	1,59	1,60	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2% (SNI 03-1970-1990)	2%	2,00%	1,88%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3 (SNI 03-1970-1990)	2,68	2,67	2,68	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3 (SNI 03-1970-1990)	2,56	2,53	2,55	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3 (SNI 03-1970-1990)	2,61	2,58	2,59	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80 (SNI 03-1968-1990)	3,04	3,07	3,06	Memenuhi

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Dari pengujian agregat halus (pasir) diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar organik agregat halus diatas sampel menunjukkan warna kekeruhan di angka No.2 pada standar warnah yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut memiliki tingkat kadar organik terbilang rendah sehingga dapat digunakan dalam campuran beton tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

Kadar air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat halus di atas yaitu 2,03%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 2,00%-5,00% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat halus kondisi lepas diatas yaitu 1,43 sedangkan pengujian berat volume agregat halus kondisi padat yaitu 1,60, dari ke 2 (dua) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,4-1,9 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

Penyerapan air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat halus di atas yaitu 1,88%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval dari 0,2%-2% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

Berat jenis agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis nyata diatas yaitu 2,68, berat jenis kering yaitu 2,55, dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,59, dari ke 3 (tiga) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,6-3,3 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

Modulus kehalusan agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kehalusan agregat halus diatas yaitu 3,06, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,50-3,80 yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

Rancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Rancangan campuran beton dihitung berdasarkan *SNI 7656:2012*, yaitu sebagai berikut:

Tabel. 4 *Mix design* berdasarkan *SNI 7656:2012*

No	Uraian	Nilai
1	Kuat tekan karakteristik umur 28 hari (f_c')	25 MPa
2	Nilai margin/nilai tambah (M)	8,36 MPa
3	Kekuatan rata-rata yang hendak dicapai (f_{cr}')	33,36 MPa
4	Jenis semen (PC)	Jenis I
5	Jenis agregat halus	Alami
6	Jenis agregat kasar	Pecah
7	Faktor air semen (FAS)	0,49
8	Slump (untuk plat, balok, kolom, dinding)	75 - 100 mm
9	Ukuran agregat maksimum	20 mm
10	Daerah gradasi agregat kasar	Zona 1
11	Daerah gradasi agregat halus	Zona 3
12	Berat jenis beton	2350 kg/m ³
13	Kebutuhan air	203,0 liter
14	Kebutuhan semen Portland	411,8 kg/m ³
16	Kebutuhan semen Portland + zat aditif	326,3 kg/m ³
17	Kebutuhan agregat halus	640,1 kg/m ³
18	Kebutuhan agregat kasar	1095,1 kg/m ³

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Maka diperoleh perbandingan antara agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), semen, dan air untuk kebutuhan campuran beton 1 m³ tanpa menggunakan bahan tambah (abu kayu), yaitu:

1. Pasir = 640,1 kg/m³
2. Kerikil = 1095,1 kg/m³
3. Semen = 411,8 kg/m³
4. Air = 203,0 liter

Sedangkan untuk perbandingan antara agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), semen, dan air untuk kebutuhan campuran beton 1m dengan menggunakan bahan tambah abu kayu. Penggunaan bahan tambah berdasarkan *ASTM C-494/SNI 03-2495-1991* (Spesifikasi

Bahan Tambah Untuk Beton). Bahan tambah yang digunakan dalam campuran beton yaitu jenis B (*Retarding Admixture*), dari berat semen, yaitu:

1. Pasir = 640,1 kg/m³
2. Kerikil = 1095,1 kg/m³
3. Semen = 326,3 kg/m³
4. Air = 203,0 liter
5. Abu kayu 2%, 4%, dan 6% dari berat semen

Analisa kebutuhan air, semen, pasir dan kerikil untuk 60 benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan panjang 300 mm, yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Volume 15 selinder} &= 15 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,30 \\ &= 0,0795 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume silinder sebesar 15%, dengan analisis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Volume total 15 silind} &= 0,0795 + (15\% \times 0,0795) \\ &= 0,0795 + 0,0119 \\ &= 0,09145 \text{ m}^3\end{aligned}$$

a. Kebutuhan untuk 15 silinder beton normal adalah :

$$\begin{aligned}\text{Air} &= 0,09145 \times 203,0 \text{ Kg} \\ &= 18,56 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= 0,09145 \times 411,8 \text{ Kg} \\ &= 37,66 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pasir} &= 0,09145 \times 640,1 \text{ Kg} \\ &= 58,54 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kerikil} &= 0,09145 \times 1095,1 \text{ Kg} \\ &= 100,15 \text{ Kg}\end{aligned}$$

b. Kebutuhan untuk 15 silinder beton variasi 2% abu kayu adalah :

Berat abu kayu per sampel:

$$\begin{aligned}\text{Volume abu kayu} &= \text{Berat semen} \times 2\% \\ &= 2,51 \times 2\% \\ &= 0,050 \text{ liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume semen} &= \text{Berat semen} - \text{V. Abu kayu} \\ &= 2,51 - 0,050 \\ &= 2,46 \text{ liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat abu kayu} &= V. \text{ Abu kayu} \times BV. \text{ Abu kayu} \\ &= 0,050 \quad \times \quad 0,35 \\ &= 0,018 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned}\text{AK} &= 15 \times 0,018 \text{ Kg} \\ &= 0,27 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= 0.09145 \times 203,0 \text{ Kg} \\ &= 18,56 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= 0.09145 \times (411,8 - \text{AK}) \\ &= 0.09145 \times (411,8 - 0,27) \text{ Kg} \\ &= 37,39 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pasir} &= 0.09145 \times 640,1 \text{ Kg} \\ &= 58,54 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kerikil} &= 0.09145 \times 1095,1 \text{ Kg} \\ &= 100,15 \text{ Kg}\end{aligned}$$

c. Kebutuhan untuk 15 silinder beton variasi 4% abu kayu adalah :

Berat abu kayu per sampel:

$$\begin{aligned}\text{Volume abu kayu} &= \text{Berat semen} \times 4\% \\ &= 2,51 \quad \times \quad 4\% \\ &= 0,100 \text{ liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume semen} &= \text{Berat semen} - V. \text{ Abu kayu} \\ &= 2,51 \quad - \quad 0,100 \\ &= 2,41 \text{ liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat abu kayu} &= V. \text{ Abu kayu} \times BV. \text{ Abu kayu} \\ &= 0,100 \quad \times \quad 0,35 \\ &= 0,035 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned}\text{AK} &= 15 \times 0,035 \text{ Kg} \\ &= 0,52 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= 0.09145 \times 203,0 \text{ Kg} \\ &= 18,56 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= 0.09145 \times (411,8 - \text{AK}) \\ &= 0.09145 \times (411,8 - 0,53) \text{ Kg} \\ &= 37,13 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= 0.09145 \times 640,1 \text{ Kg} \\ &= 58,54 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kerikil} &= 0.09145 \times 1095,1 \text{ Kg} \\ &= 100,15 \text{ Kg} \end{aligned}$$

d. Kebutuhan untuk 15 silinder beton variasi 6% abu kayu adalah :

Berat abu kayu per sampel:

$$\begin{aligned} \text{Volume abu kayu} &= \text{Berat semen} \times 6\% \\ &= 2,51 \times 6\% \\ &= 0,150 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume semen} &= \text{Berat semen} - \text{V. Abu kayu} \\ &= 2,51 - 0,150 \\ &= 2,36 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat abu kayu} &= \text{V. Abu kayu} \times \text{BV. Abu kayu} \\ &= 0,150 \times 0,35 \\ &= 0,053 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} \text{AK} &= 15 \times 0,053 \text{ Kg} \\ &= 0,80 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air} &= 0.09145 \times 203,0 \text{ Kg} \\ &= 18,56 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 0.09145 \times (411,8 - \text{AK}) \\ &= 0.09145 \times (411,8 - 0,80) \text{ Kg} \\ &= 36,86 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= 0.09145 \times 640,1 \text{ Kg} \\ &= 58,54 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kerikil} &= 0.09145 \times 1095,1 \text{ Kg} \\ &= 100,15 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Tabel 5 *Mix design* kebutuhan bahan material untuk 15 silinder

NO	Variasi Campuran (%)	Semen (Kg)	Kerikil (Kg)	Pasir (Kg)	Air (Kg)	Abu kayu (Kg)
1	0	37,66	100,15	58,54	18,56	0
2	2	37,39	100,15	58,54	14,71	0,27
3	4	37,13	100,15	58,54	14,71	0,52
4	6	36,86	100,15	58,54	14,71	0,80

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Nilai *Slump Test*

Pengujian nilai *Slump test* dilakukan dengan menggunakan kerucut *abrams*, dengan membasahi kerucut *abrams* terlebih dahulu kemudian menempatkannya ditempat yang rata. Kemudian diisi dengan beton segar sebanyak 3 lapis, setiap lapisan diisi 1/3 dari volume kerucut *abrams* dan ditusuk sebanyak 25 kali dan penusukan dilakukan hingga mencapai bagian bawah dari setiap lapisan setelah pengisian kerucut selesai bagian atasnya diratakan. Dalam waktu sekitar 30 detik kerucut diangkat lurus vertikal secara perlahan, kemudian tentukan nilai *slump* dengan cara mengukur tinggi campuran selisih dengan tinggi kerucut.

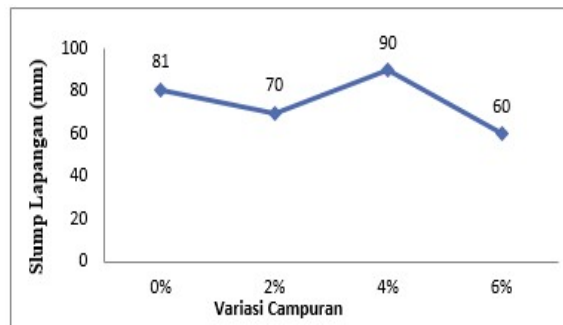
Tabel 6 Hasil pengujian nilai *Slump test*

N O	Variasi Campuran (Abu Kayu)	Waktu campur (menit)	Slump rencana (mm)	Slump lapangan (mm)
1	Normal	± 10	75 - 100	81
2	2%			70
3	4%			90
4	6%			60

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Berdasarkan **Tabel 6** memberikan penjelasan tentang perbandingan nilai *Slump test* antara beton normal dan beton yang menggunakan variasi campuran abu kayu. Dimana pada beton normal dan variasi campuran 4% abu kayu didapatkan nilai *Slump test* yang memenuhi slump rencana, sedangkan pada variasi penambahan 2% dan 6% abu kayu nilai *Slump test* mengalami penurunan dan tidak memenuhi slump rencana. Hal ini dikarenakan penambahan abu kayu mengakibatkan campuran tidak terlalu merejat.

Gambar 1 Grafik hasil pengujian slump test



(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Pada grafik diatas dapat diuraikan penjelasan bahwa pada beton normal dan variasi penambahan 4% abu kayu nilai *slump test* memenuhi slump rencana yaitu 81(mm), dan 90(mm), sedangkan pada variasi 2% dan 6% abu kayu nilai *slump test* tidak memenuhi slump rencana.

Kuat Tekan Beton

Adapun hasil dari pengujian kuat tekan beton dengan 3 hari perawatan terhadap beton normal dan 3 variasi campuran abu kayu adalah sebagai berikut:

Beton normal

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton normal dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

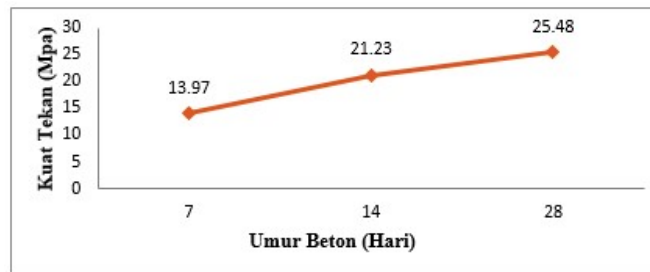
Tabel 7 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton normal

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Persentase Capaian f_c
1	7 Hari	12,221	237,50	13,966	55%
2	14 Hari	12,300	370	21,231	83%
3	28 Hari	12,375	447,50	25,478	100%

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Pada uji kuat tekan beton normal didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada beton berumur 7 hari sebesar 13,986 Mpa, untuk umur 14 hari sebesar 21,231 MPa, dan untuk umur 28 hari sebesar 25,478 Mpa, mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu f_c 25 Mpa, dengan grafik sebagai berikut:

Gambar 2 Grafik hasil pengujian kuat tekan beton normal



(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Pada grafik diatas dapat diuraikan penjelasan bahwa pada beton berumur 7 hari kuat tekan mengalami peningkatan sebesar 51% dari beton berumur 14 hari dengan hasil kuat tekan sebesar 7,265 Mpa, dan untuk beton yang berumur 14 hari kuat tekan mengalami peningkatan sebesar 20% dari beton berumur 28 hari dengan hasil kuat tekan sebesar 4, 247 Mpa.

Variasi 2% abu kayu

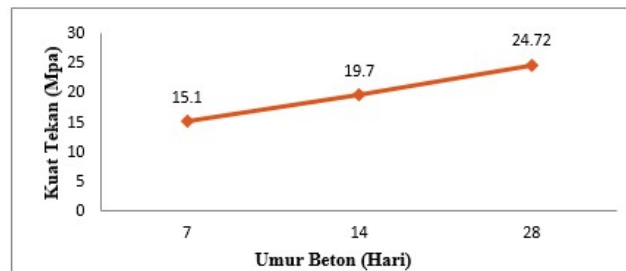
Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton dengan variasi campuran 2% abu kayu dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 8 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton variasi 2%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Persentase Capaian f'c
1	7 Hari	12,375	265	15,098	61%
2	14 Hari	12,150	310	19,730	80%
4	28 Hari	12,370	432,50	24,723	100%

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Pada uji kuat tekan beton untuk beton variasi abu kayu 2% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada beton berumur 7 hari sebesar 15,098 Mpa, untuk umur 14 hari sebesar 19,730 Mpa, dan untuk umur 28 hari sebesar 24,723 Mpa, mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu f_c 25 Mpa, dengan grafik sebagai berikut:

Gambar 3 Grafik hasil pengujian kuat tekan beton variasi 2%

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Pada grafik diatas dapat diuraikan penjelasan bahwa pada beton berumur 7 hari kuat tekan mengalami peningkatan sebesar 30% dari beton berumur 14 hari dengan hasil kuat tekan sebesar 4,632 Mpa, dan untuk beton yang berumur 14 hari kuat tekan mengalami peningkatan sebesar 25% dari beton berumur 28 hari dengan hasil kuat tekan sebesar 4,993 Mpa.

Variasi 4% abu kayu

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton dengan variasi campuran 4% abu kayu dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

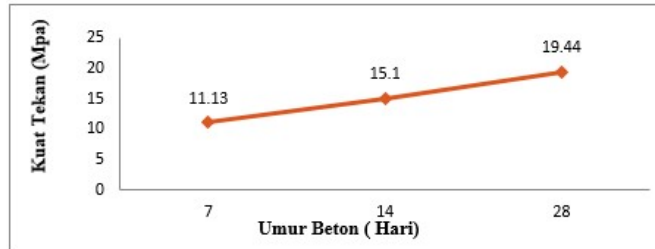
Tabel 9 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton variasi 4%.

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Persentase Capaian f'c
1	7 Hari	12,492	195	11,135	57%
2	14 Hari	12,413	265	15,098	78%
4	28 Hari	12,404	343,33	19,439	100%

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Pada uji kuat tekan beton untuk beton variasi abu kayu 4% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada beton berumur 7 hari sebesar 11,135 Mpa, untuk umur 14 hari sebesar 15,098 Mpa, dan untuk umur 28 hari sebesar 19,439 Mpa, tidak mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu f_c 25 Mpa, dengan grafik sebagai berikut:

Gambar 4 Grafik hasil pengujian kuat tekan beton variasi 4%



(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Pada grafik diatas dapat diuraikan penjelasan bahwa pada beton berumur 7 hari kuat tekan mengalami peningkatan sebesar 36% dari beton berumur 14 hari dengan hasil kuat tekan sebesar 3,963 Mpa, dan untuk beton yang berumur 14 hari kuat tekan mengalami peningkatan sebesar 29% dari beton berumur 28 hari dengan hasil kuat tekan sebesar 4, 341 Mpa.

Variasi 6% abu kayu

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton dengan variasi campuran 6% abu kayu dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

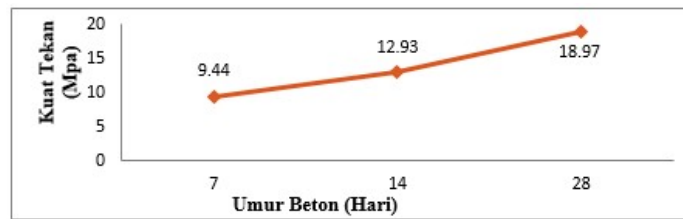
Tabel 10 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton variasi 6%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Persentase Capaian f_c
1	7 Hari	12,198	167	9,436	50%
2	14 Hari	11,972	232,50	12,928	68%
4	28 Hari	12,328	335,00	18,967	100%

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Pada uji kuat tekan beton untuk beton variasi abu kayu 6% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada beton berumur 7 hari sebesar 9,436 Mpa, untuk umur 14 hari sebesar 12,928 Mpa, dan untuk umur 28 hari sebesar 18,967 Mpa, tidak mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu f_c 25 Mpa, dengan grafik sebagai berikut:

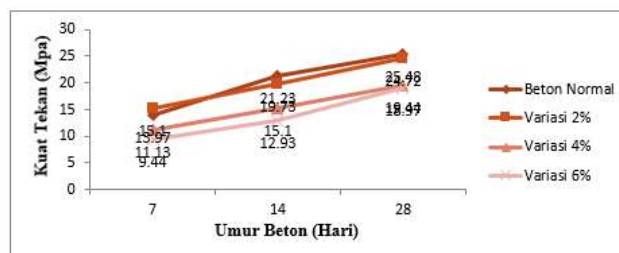
Gambar 5 Grafik hasil pengujian kuat tekan beton variasi 6%



(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Gabungan hasil pengujian persentase variasi abu kayu terhadap kuat tekan beton disajikan dalam bentuk grafik, yaitu sebagai berikut:

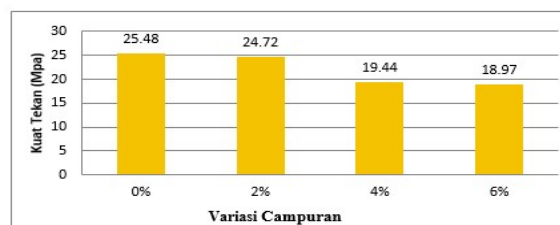
Gambar 6 Grafik gabungan hasil pengujian persentase variasi terhadap kuat tekan beton



(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Pada grafik diatas dapat diuraikan penjelasan bahwa pada beton dengan umur 7 hari kuat tekannya mengalami kenaikan dari beton normal sebesar 1,13 Mpa pada beton dengan variasi 2% abu kayu, dan mengalami penurunan sebesar 2,84 Mpa pada beton variasi 4% abu kayu dan 4,53 Mpa pada beton variasi 6% abu kayu.

Gambar 7 Grafik kuat tekan beton karakteristik terhadap variasi abu kayu



(Sumber: hasil olah laboratorium 2023)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bawah pada beton karakteristik mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal sebesar 1,509 Mpa pada beton variasi 2% abu kayu, 24,439 Mpa pada beton variasi 4% abu kayu dan 0,944 Mpa pada beton variasi 6% abu kayu. Penyebab kuat tekan beton menurun drastis pada penggunaan 4% dan 6% abu kayu disebabkan oleh kebutuhan air yang dibutuhkan semen untuk mengikat agregat sebagian diserap oleh abu kayu, sehingga pengikatan hidrolisasi semen tidak optimal, sedangkan pada penggunaan variasi 2% abu kayu tidak terlalu mengalami penurunan pada kuat tekan.

Kuat Tarik Belah Beton

Adapun hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dengan umur perawatan 28 hari terhadap beton normal dan 3 variasi campuran abu kayu adalah sebagai berikut:

Beton normal

Dari hasil penelitian, pengujian dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari, hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 11 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton normal

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan (Mpa)
1	28 Hari	12,365	165	300	150	7,185

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton normal didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 7,185 Mpa.

Variasi 2% abu kayu

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi 2% abu kayu dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari, hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 12 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi 2%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan (Mpa)
1	28 Hari	12,293	162,50	300	150	7,333

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton variasi abu kayu 2% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 7,333 Mpa.

Variasi 4% abu kayu

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi 4% abu kayu dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 13 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi 4%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan (Mpa)
1	28 Hari	12,447	150	300	150	6,667

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton variasi 4% abu kayu didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 6,667 MPa.

Variasi 6% abu kayu

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi 6% abu kayu dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 14 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi 6%

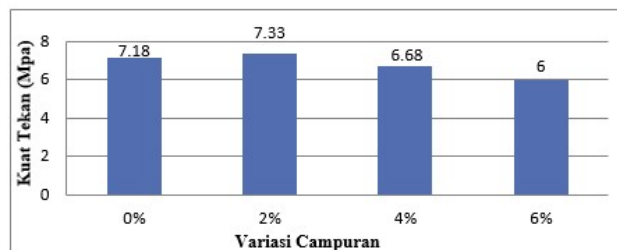
No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan (Mpa)
1	28 Hari	12,228	135	300	150	6,000

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton variasi 6% abu kayu didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 6,000 Mpa.

Berikut adalah grafik hubungan persentase abu kayu terhadap kuat tarik belah beton :

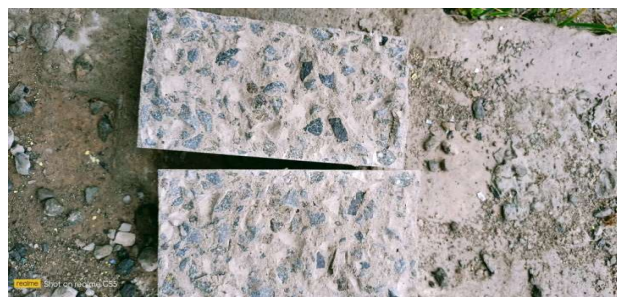
Gambar 8 Grafik gabungan kuat tarik belah beton karakteristik terhadap variasi abu kayu



(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Dari hasil pengujian kuat tarik belah pada benda uji, tidak mengalami segregasi (penyebaran tidak merata agregat pada beton) karena agregat pada benda uji tersebar merata dalam campuran, dapat dilihat pada gambar berikut:

Gambar 9 Dokumentasi pengujian tarik belah pada benda uji



(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Hasil Analisis Dan Pembahasan Kuat Tekan, dan Kuat Tarik Belah.

Berikut rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan, dan kuat tarik belah beton umur 28 hari dapat dilihat pada tabel 15

Tabel 15. Rekapitulasi hasil pengujian beton umur 28 hari

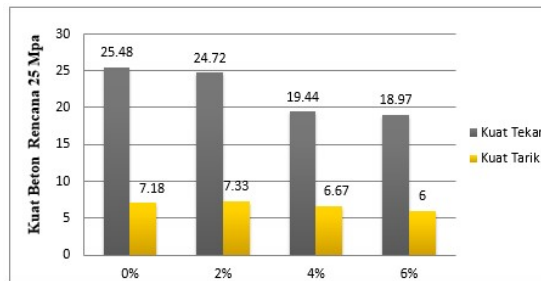
No.	Variasi	Hasil pengujian beton umur 28 hari	
		Kuat tekan (Mpa)	Kuat tarik belah (Mpa)
1	Beton normal	25,478	7,185
2	2%	24,723	7,333
3	4%	19,439	6,667
4	6%	18,967	6,000

(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Berdasarkan tabel diatas hasil pengujian kuat tekan pada variasi beton normal, 2%, 4%, dan 6% secara berurutan yaitu sebesar 25,478 Mpa, 24,723 Mpa, 19,439 Mpa, dan 18,967 Mpa.

Berikut adalah grafik hubungan hasil kuat tekan, dan kuat tarik belah beton.

Gambar 10 Grafik hubungan hasil uji kuat tekan, dan kuat tarik belah beton umur 28 hari



(Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

Berdasarkan grafik diatas dapat dijelaskan bahwa Pada beton normal menghasilkan kuat tekan sebesar 25,478 Mpa, dan kuat tarik belah sebesar 7,185 Mpa. Pada variasi 2% abu kayu hasil kuat tekan mengalami penurunan sebesar 3% dari beton normal dengan hasil kuat tekan sebesar 24,723 Mpa, dan kuat tarik belah mengalami kenaikan sebesar 2% dari beton normal dengan hasil kuat tarik belah sebesar 7,333 Mpa.

Pada variasi 4% abu kayu hasil kuat tekan mengalami penurunan sebesar 23% dari beton normal dengan hasil kuat tekan sebesar 19,439 Mpa, dan kuat tarik belah mengalami penurunan sebesar 7% dari beton normal dengan hasil kuat tarik belah sebesar 6,667 Mpa.

Pada variasi 6% abu kayu hasil kuat tekan mengalami penurunan sebesar 25% dari beton normal dengan hasil kuat tekan sebesar 18,967 Mpa, dan kuat tarik belah mengalami penurunan sebesar 16% dari beton normal dengan hasil kuat tarik belah sebesar 6,000 Mpa.

Dari hasil analisa diatas didapatkan nilai optimum pengujian kuat tekan pada beton normal sebesar 25,478 Mpa. Beton dengan penggunaan bahan tambah abu kayu mengalami penurunan hasil kuat tekan dari beton normal dengan kuat rencana 25 Mpa, sedangkan kuat

tarik belah pada variasi 2% mengalami peningkatan pada variasi 2% abu kayu sebesar 7,333 Mpa sehingga penggunaan abu kayu tidak layak digunakan dalam pembuatan konstruksi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dibahas diatas, dapat ditarik kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Dengan kesimpulan beton dengan variasi 2%, 4%, dan 6% abu kayu tidak mencapai kuat tekan yang direncanakan namun dapat digunakan sebagai beton non struktural. Penyebab kuat tekan beton menurun pada penggunaan abu kayu sebagai substitusi semen disebabkan oleh kebutuhan air yang dibutuhkan semen untuk mengikat agregat sebagian diserap oleh abu kayu.
2. Kuat tarik belah beton mengalami penurunan pada penggunaan 4% dan 6% abu kayu disebabkan oleh kebutuhan air yang digunakan semen untuk mengikat agregat diserap oleh abu kayu, sehingga pengikatan hidrolisasi semen tidak optimal sedangkan pada penggunaan variasi 2% abu kayu mengalami sedikit peningkatan kuat tarik belah karena pada penambahan 2% penambahannya masih sedikit sehingga tidak terlalu mempengaruhi kuat tarik belah beton.
3. Dari hasil penambahan atau pengganti semen menggunakan abu kayu semakin banyak abu kayu yang di tambahkan maka semakin menurun kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

Saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut mengenai atau tentang hal penggunaan abu kayu sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai suhu pembakaran abu kayu sehingga menghasilkan silica (SiO_2) yang maksimum untuk dapat mengikat dalam campuran beton.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai jenis abu kayu yang digunakan dalam campuran beton serta penggunaan bahan tambah lain agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan abu kayu dengan memperhitungkan penyerapan air oleh abu kayu untuk memastikan penambahan abu kayu tidak mempengaruhi proses terjadinya hidrolisasi semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Hanafi, M. I. (2018). *Pengaruh Pemakaian Serbuk Arang Kayu Sebagai Filler Semen dan Zat Retarder Terhadap Penyerapan Air dan Kuat Tekan Beton*. Universitas muhammadiyah sumatra utara.
- Panjaitan, A. N., Ramadhani, R. S., & Sitanggang, E. S. Y. (2021). *Pengaruh Abu Ampas Kopi Terhadap Kuat Tekan, Porositas Sebagai Pengganti Semen Pada Pembuatan Beton*. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Agregat*, 1(1), 1–5.
- Perdhana, J., Wedyantadji, B., Aditama, V. (2022). *Penggunaan Limbah Abu Kayu Halaban Sebagai Bahan Tambahan Sebagian Semen Pada Campuran Beton*. *Jurnal Sondir, Institut Teknologi Nasional Malang*. (vol.6 No.1, pp. 46-54) <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir>
- Purwanti H.,S.T.,M.T., Widyarini Galih.,S.T.,M.T.(2017). *Pengaruh Abu Arang Sebagai Campuran Beton Ditinjau Dari Kuat Tekan*. *Sistem Informasi Jurnal Ilmiah Usm*.Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, W. H. (2021).
- Maghfirah, A., Meilanda, H., Marlianto, E., Fisika, D., & Sumatera, U. (2019). *Pemanfaatan Serat Cangkang Kulit Kopi Dalam Pembuatan Beton Polimer Dengan Resin Polyester Sebagai Perekat*. In *Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi* (Vol. 3, Issue 2).