

Pengaruh penggunaan *Sikacim Concrete Additive* terhadap sifat mekanis dan sifat fisik beton dengan abu serbuk kayu Sonokeling sebagai substitusi parsial semen

Haris Dwi Nurcahyo^{1*}, Helmy Akbar Bale¹, Atika Ulfah Jamal¹

¹ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,

Article Info

Available online

Keywords:

Concrete
Rosewood Ash
SikaCim Concrete Additive
Compressive Strength
Split Tensile Strength
Water Absorption
Porosity

Corresponding Author:

Haris Dwi Nurcahyo
19511090@alumni.uii.ac.id

Abstract

One of the innovations made in utilizing industrial wastes is to use them as one of the constituent materials in concrete mixtures, including ash from burning wood powder as a partial substitute for cement in concrete mixtures. However, the use of wood ash shows a decrease in strength in concrete both in terms of compressive strength and tensile strength as the level of wood ash used increases. This is because the porous structure of wood ash can absorb more water and cause low workability. To improve the strength of the concrete mix, admixtures are needed that can maintain the randomness of the concrete mix. One of them is adding SikaCim Concrete Additive. SikaCim Concrete Additive can reduce the use of water by up to 20% which will have the effect of increasing compressive strength by 40% at the age of 28 days.

In this study, SikaCim Concrete Additive was used at 0%; 0.6%; 0.7%; and 0.8% of the total weight of cement and reduced the water content by 15% in concrete with 5% and 10% of the total weight of rosewood ash as partial substitution of cement. This study was conducted to determine the value of compressive strength, split tensile strength, water absorption, and porosity of concrete at 28 days of age.

The results showed that SikaCim Concrete Additive can increase the compressive strength and split tensile strength, and can reduce the water absorption value and porosity of concrete. The use of SikaCim Concrete Additive content up to 0.8% can provide concrete compressive strength of 34.237 MPa in 5% wood ash variation concrete and 27.506 MPa in 10% wood ash variation concrete. Split tensile strength of 2,955 MPa in 5% wood ash variation concrete and 2,763 MPa in 10% wood ash variation concrete. Water absorption of 2.69% in 5% wood ash variation concrete and 2.77% in 10% wood ash variation concrete. Porosity of 5.24% in 5% wood ash variation concrete and 5.38% in 10% wood ash variation concrete

Copyright © 2024 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved

Pendahuluan

Latar Belakang

Pemanfaatan limbah serbuk kayu yang sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti adalah dengan menggunakan abu hasil

pembakaran serbuk kayu sebagai substituter sebagian semen pada campuran beton. Abu hasil pembakaran kayu terdiri dari beberapa senyawa anorganik seperti SiO_2 , Al_2O_3 , dan MgO yang dimana senyawa-senyawa tersebut juga dimiliki oleh semen sebagai bahan

penyusunnya. Banyaknya kandungan silika menunjukkan abu kayu memiliki sifat pozolan. Namun, hasil penelitian yang dilakukan oleh para peneliti sebelumnya menunjukkan penurunan kekuatan pada beton baik dari segi kuat tekan maupun kuat tariknya. Seiring bertambahnya kadar abu kayu yang digunakan, semakin menurun juga kekuatan pada beton tersebut. Hal tersebut dikarenakan struktur abu kayu yang berpori dapat menyerap air lebih banyak dan menyebabkan *workability* menjadi rendah. Semakin kering dan kaku beton cair, maka akan semakin sukar untuk dituang, dipadatkan, atau dirapikan. Sehingga saat sudah mengeras, ketahanan dan kekuatannya akan menurun. Untuk memperbaiki tingkat *workability* dan kekuatan pada campuran beton, dibutuhkan bahan tambah (*admixture*) yang dapat menjaga kelacakan campuran beton. Salah satunya adalah menambahkan *SikaCim Concrete Additive* yang merupakan bahan tambah jenis *High Range Water Reducing* dan *Superplactizier* yang sangat efektif dalam mempercepat proses pengerasan dengan tingkat *workability* yang tinggi pada campuran beton. Pada keterangan produk yang tertera, penggunaan *SikaCim Concrete Additive* dengan dosis 0,3% - 2,0% dari berat semen dapat mengurangi penggunaan air sampai dengan 20% yang akan memberikan efek kenaikan kuat tekan 40% pada usia 28 hari. *SikaCim Concrete Additive* dapat mempercepat pengerasan beton, dapat mengurangi keropos, dan juga memudahkan pengecoran.

Sulaiman YH (2010) menjelaskan pengaruh penggunaan abu serbuk kayu terhadap kuat tekan beton. Hasil penelitian tersebut menunjukkan penurunan kuat tekan beton seiring bertambahnya kadar abu kayu yang digunakan pada campuran beton.

Indra dkk. (2013) menjelaskan pengaruh penggunaan abu limbah gergaji kayu sebagai campuran pembuatan beton. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa beton dengan abu limbah gergaji kayu memiliki *workability* yang lebih rendah dibandingkan dengan beton normal, segi kekuatan juga memiliki kuat

tekan dan kuat tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan beton normal namun memiliki perkembangan kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan beton normal.

Perdhana dkk. (2022) menjelaskan penggunaan limbah abu kayu halaban sebagai bahan tambahan sebagian semen pada campuran beton. Hasil penelitian tersebut menunjukkan penurunan hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat tarik lentur dari beton normal.

Respati dkk. (2014) menjelaskan pengaruh aditif *SikaCim Concrete Additive* terhadap campuran beton K350 ditinjau dari kuat tekan beton. Hasil penelitian tersebut menunjukkan kuat tekan beton tertinggi yaitu beton dengan kadar 0,5% yaitu 363,64 kg/cm² pada umur 3 hari. Pada kadar 1%, kuat tekan beton mencapai 356,57% pada umur 3 hari. Sehingga disarankan penggunaan *SikaCim Concrete Additive* pada rentang 0,5 – 1% dari berat semen.

Widiastuti dkk. (2017) menjelaskan pengaruh *SikaCim Concrete Additive* terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan agregat kasar bengalon dan agregat halus pasir mahakam. Hasil penelitian tersebut mendapatkan kadar optimum penambahan *SikaCim Concrete Additive* pada campuran beton yaitu pada kadar 0,7% dengan nilai kuat tekan mencapai 23,78 Mpa.

Berdasarkan beberapa hal di atas, dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan *SikaCim Concrete Additive* sebagai bahan tambah (*admixture*) pada beton dengan abu serbuk kayu sebagai substitusi parsial semen terhadap beberapa sifat mekanis beton yaitu kuat tekan dan kuat tarik belah beton, serta sifat fisik beton yaitu penyerapan air dan porositas beton.

Beton

Beton menjadi salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan pada bangunan struktur sebagai bahan konstruksi utama, seperti struktur gedung, bangunan air, bangunan transportasi dan bangunan struktur lainnya yang berasal dari campuran antara

semen portland atau semen hidraulik lainnya, agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat.

Kualitas beton tergantung pada komponen dasar beton, bahan tambahan, pelaksanaan pada saat pembuatan beton, dan alat yang digunakan untuk menyiapkan campuran beton. Mutu beton dapat dikatakan baik apabila bahan yang digunakan baik, proses pencampurannya baik (homogen), pelaksanaannya baik, alat yang digunakan juga baik dan derajat porositasnya rendah.

Abu Kayu Sonokeling

Penelitian ini menggunakan abu dari hasil pembakaran kayu sonokeling. Kayu sonokeling yang digunakan merupakan limbah dari industri kayu sonokeling berupa serbuk dan sisa pecahan dengan berbagai ukuran dan bentuk yang sudah tidak digunakan. kayu sonokeling memiliki kadar abu dan silika sebesar 0,83% dan 0,52%.

SikaCim Concrete Additive

SikaCim Concrete Additive adalah bahan tambah kimia jenis “*Water Reducing, High Range Admixture*” yang sangat efektif dalam mempercepat pengerasan beton, dapat mengurangi keropos, dan juga memudahkan pengecoran.

Sifat Mekanis Beton

Dalam penelitian ini, sifat mekanis beton yang akan ditinjau adalah kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton.

1. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan perhitungan dari besarnya beban per satuan luas yang mengakibatkan hancurnya beton tersebut apabila diberikan suatu gaya tekan tertentu oleh mesin tekan.

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Ket:

f'c = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang melintang benda uji (mm²)

2. Kuat Tarik Belah Beton

Struktur beton akan digabungkan dengan tulangan baja agar kekuatan tarik pada beton tersebut tersalurkan ke tulangan baja tersebut. Sehingga struktur beton tersebut dapat menahan gaya tarik yang terjadi pada struktur tersebut.

$$f_{ct} = \frac{2P}{IDL} \quad (2)$$

Ket:

f_{ct} = Kuat tarik belah beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

D = Diameter benda uji (mm)

L = Panjang benda uji (mm)

Sifat Fisik Beton

Dalam penelitian ini, sifat fisik beton yang akan ditinjau adalah penyerapan air dan porositas beton.

1. Penyerapan Air

Penyerapan air adalah parameter yang menentukan persentase air yang diserap oleh beton. Semakin kecil jumlah air yang terserap menandakan beton tersebut memiliki kerapatan antar partikel yang baik dengan pori-pori yang sedikit.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{B-A}{A} \times 100\% \quad (3)$$

Ket:

A = Massa benda uji kering oven (g)

B = Massa benda uji setelah perendaman (g)

2. Porositas Beton

Porositas beton adalah persentase perbandingan volume pori-pori pada beton dengan volume total beton. Porositas beton menunjukkan besar kadar pori-pori yang dimiliki oleh beton tersebut yang akan mempengaruhi kekuatan dan mutu beton.

$$\text{Porositas beton} = \frac{B-A}{B-C} \times 100\% \quad (4)$$

Ket:
A = Massa benda uji kering oven (g)
B = Massa benda uji basah setelah perendaman (g)
C = Massa benda uji dalam air (g)

akan digunakan dalam pembuatan benda uji beton yang memenuhi syarat mutu 25 Mpa

Benda Uji

Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian yang menggunakan benda uji silinder berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Beberapa pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan beton, kuat tarik belah beton, penyerapan air, dan porositas beton. Jumlah benda uji yang digunakan adalah 90 buah dengan rincian dapat dilihat pada Tabel 1 berikut

Metode Penelitian

Perencanaan Mix Design

Pada penelitian ini, perencanaan campuran beton (*mix design*) menggunakan acuan SNI 03-2834-2000. Perencanaan ini dilakukan untuk mengetahui proporsi setiap bahan yang

Tabel 1 Rincian Benda Uji

Kadar Abu	Variasi (%)		Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji untuk Setiap Pengujian (buah)	
	Kadar <i>SikaCim Concrete Additive</i>	Reduksi Air		Kuat Tekan	Kuat Tarik Belah
0	0	0	BN	5	5
	0	0	A1	5	5
5	0.6	15	A2	5	5
	0.7	15	A3	5	5
	0.8	15	A4	5	5
10	0	0	B1	5	5
	0.6	15	B2	5	5
	0.7	15	B3	5	5
	0.8	15	B4	5	5
Total				45	45
					90

Untuk pengujian penyerapan air dan porositas beton menggunakan benda uji yang sama sebelum nantinya dilakukan pengujian destruktif (kuat tekan dan kuat tarik belah). Jumlah benda uji yang digunakan pada masing-masing pengujian sebanyak 5 benda uji.

Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan dengan mempersiapkan bahan dan alat yang akan digunakan. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Semen Tiga Roda, agregat Halus berasal dari Pasir Merapi, agregat kasar berasal dari Clereng, air PDAM, abu kayu sonokeling lolos saringan no.100, dan *SikaCim Concrete Additive*. Bahan-bahan tersebut kemudian dilakukan pemeriksaan untuk mengetahui kesesuaian karakteristik

dengan spesifikasi. Setelah itu, dilakukan proses pembuatan beton cair dengan menggunakan semen, pasir, kerikil, air, abu kayu sebagai substitusi sebagian semen, dan *SikaCim Concrete Additive* sebagai bahan tambah. Pembuatan beton cair ini menggunakan mixer untuk mencampur bahan-bahan tersebut. Setelah seluruh bahan tercampur rata, sebagian beton cair dikeluarkan dari mixer untuk dilakukan pengujian slump untuk mengetahui tingkat keenceran beton cair tersebut. Kemudian beton cair dicetak menggunakan cetakan. Setelah 24 jam, benda uji dikeluarkan dari cetakan dan dilakukan proses perendaman selama 28 hari. Kemudian benda uji dikeluarkan dari bak perendaman setelah berumur 28 hari dan dilakukan pengujian kuat

tekan, kuat tarik belah, penyerapan air, dan porositas beton.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia mulai dari persiapan material, pengujian material, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian Agregat Halus

Dari pengujian agregat halus yang dilakukan, didapat hasil analisis data pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis Pengujian	Hasil	Satuan
Berat Jenis Curah	2,59	
Berat Jenis SSD	2,66	
Berat Jenis Semu	2,79	
Penyerapan Air	2,78	%
Gradasi	Gradasi II	
Berat Volume Padat	1,45	gram/cm ³
Berat Volume Gembur	1,17	gram/cm ³
Kadar Lumpur	4,2	%

Hasil tersebut menunjukkan bahwa agregat halus yang diuji dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.

Pengujian Agregat Kasar

Dari pengujian agregat kasar yang dilakukan, didapat hasil analisis data pada Tabel 3 berikut.

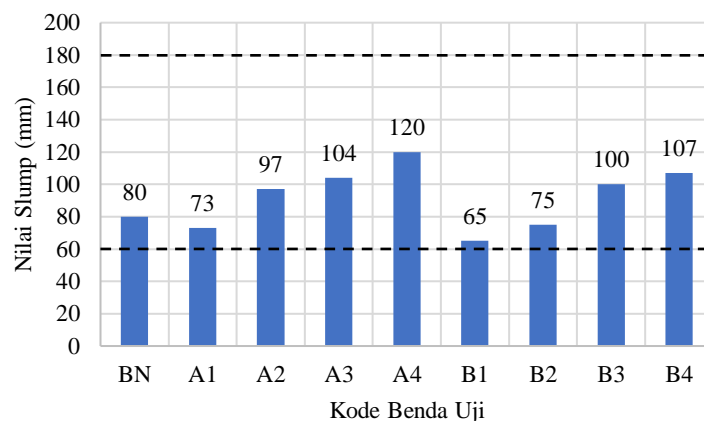
Tabel 3 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Hasil	Satuan
Berat Jenis Curah	2,64	
Berat Jenis SSD	2,65	
Berat Jenis Semu	2,66	
Penyerapan Air	0,31	%
Ukuran Butir Maks.	20	mm
Berat Volume Padat	1,41	gram/cm ³
Berat Volume Gembur	1,23	gram/cm ³

Hasil tersebut menunjukkan bahwa agregat kasar yang diuji dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.

Pengujian Slump

Nilai *slump* dari pengujian yang dilakukan dapat digambarkan dengan grafik pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Nilai Slump Campuran Beton Normal dan Beton Variasi

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa penggunaan *SikaCim Concrete Additive* berperan dalam mengencerkan pasta semen walaupun terjadi pengurangan air beton

variasi tersebut. *SikaCim Concrete Additive* dapat meningkatkan nilai slump dan memperbaiki workability pada campuran

beton dengan abu kayu sebagai substitusi parsial semen.

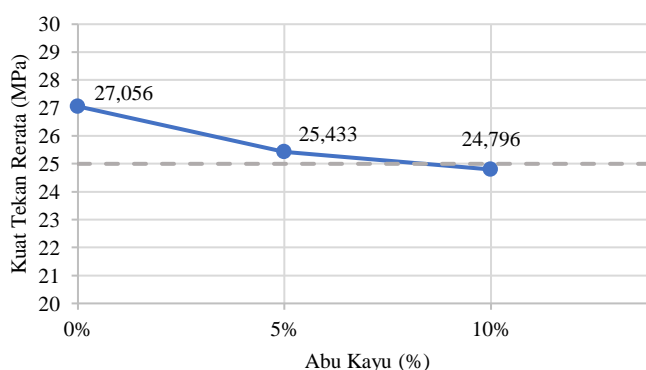
Pengujian Sifat Mekanis Beton

1 Kuat Tekan Beton

Adapun contoh perhitungan kuat tekan beton pada benda uji beton normal (BN.1) menggunakan Persamaan (1) yang dapat dilihat sebagai berikut.

$$f'c = \frac{486,06 \times 1000}{17872,3} = 27,196 \text{ MPa}$$

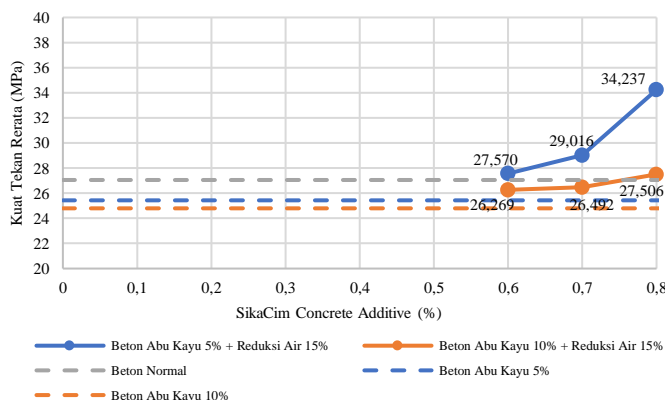
Dengan perhitungan yang sama, benda uji pada variasi-variasi lainnya juga dilakukan perhitungan kuat tekan beton yang kemudian dapat digambarkan hubungan kuat tekan beton antara beton normal dan beton variasi abu kayu sebagai substitusi parsial semen dengan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Hubungan Kuat Tekan dengan Kandungan Abu Kayu

Terlihat bahwa terjadi penurunan kuat tekan beton pada variasi abu kayu 5% tanpa penambahan *SikaCim Concrete Additive* dan juga pada variasi abu kayu 10% tanpa penambahan *SikaCim Concrete Additive*. Hal tersebut terjadi dikarenakan penggunaan abu kayu sebagai substitusi parsial semen menyerap air lebih banyak dan menurunkan *workability* yang

mengakibatkan sulit untuk dipadatkan. Sehingga penggunaan abu kayu sebagai substitusi parsial semen tidak mampu menambah kekuatan pada beton tersebut. Adapun hubungan kuat tekan beton dengan variasi penambahan *SikaCim Concrete Additive* digambarkan dengan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Hubungan Kuat Tekan Beton dan Variasi Penambahan SikaCim

Di sisi lain, terjadi peningkatan nilai kuat tekan beton pada beton variasi abu kayu 5% dan 10% seiring bertambahnya kadar *SikaCim Concrete Additive*. Hal ini dapat terjadi akibat penggunaan kadar *SikaCim Concrete Additive* yang tepat dalam mengikat semen dan abu kayu sebagai substitusi parsial semen dan menjadikannya mortar yang baik untuk mengikat agregat kasar maupun halus. Sehingga campuran beton yang dihasilkan menjadi lebih homogen dan padat.

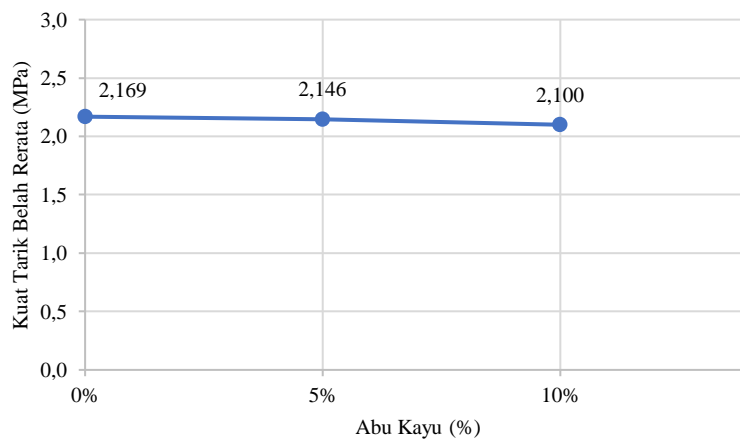
2 Kuat Tarik Belah Beton

Adapun contoh perhitungan kuat tarik belah beton pada benda uji beton normal

(BN.8) menggunakan Persamaan (2) yang dapat dilihat sebagai berikut.

$$f'_{ct} = \frac{2 \times 178 \times 1000}{\pi \times 301,3 \times 151,25} = 2,487 \text{ Mpa}$$

Dengan perhitungan yang sama, benda uji pada variasi-variasi lainnya juga dilakukan perhitungan kuat tarik belah beton yang kemudian dapat digambarkan hubungan kuat tarik belah beton antara beton normal dan beton variasi abu kayu sebagai substitusi parsial semen dengan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4 berikut

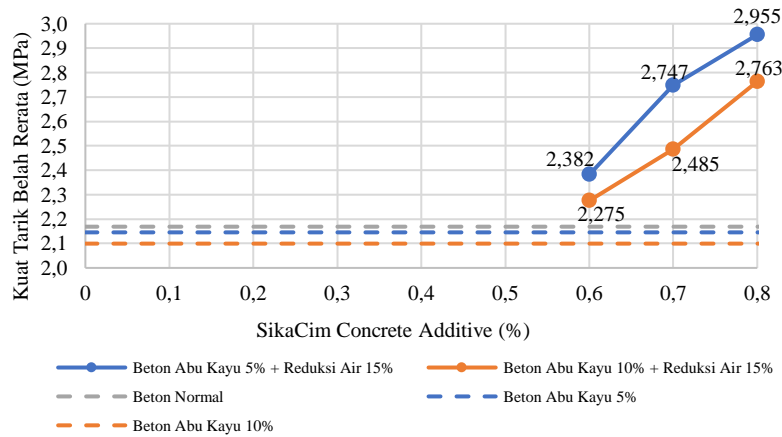


Gambar 4 Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Kandungan Abu Kayu

Terlihat bahwa terjadi penurunan kuat tarik belah beton pada variasi abu kayu 5% tanpa penambahan *SikaCim Concrete Additive* dan juga pada variasi abu kayu 10% tanpa penambahan *SikaCim Concrete Additive*. Hal tersebut terjadi akibat penggunaan abu kayu sebagai substitusi parsial semen meningkatkan sifat getas pada beton, sehingga

mengakibatkan kekuatan pada beton tersebut menurun.

Adapun hubungan kuat tarik belah beton dengan variasi penambahan *SikaCim Concrete Additive* digambarkan dengan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5 Hubungan Kuat Tarik Belah Beton dan Variasi Penambahan SikaCim

Di sisi lain, terjadi peningkatan nilai kuat tekan beton pada beton variasi abu kayu 5% dan 10% seiring bertambahnya kadar *SikaCim Concrete Additive*. Hal ini dapat terjadi akibat penggunaan kadar *SikaCim Concrete Additive* yang tepat dalam mengikat semen dan abu kayu sebagai substitusi parsial semen dan menjadikannya mortar yang baik untuk mengikat agregat kasar maupun halus. Sehingga campuran beton yang dihasilkan menjadi lebih homogen dan padat.

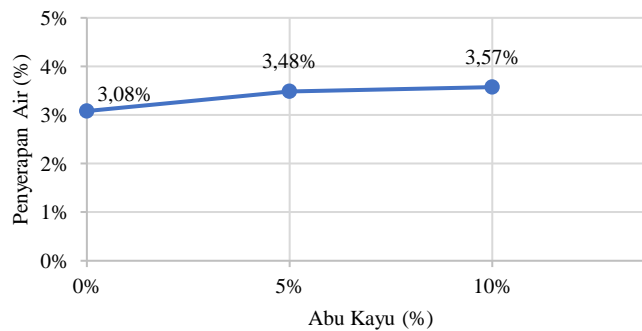
Pengujian Sifat Fisik Beton

1 Penyerapan Air

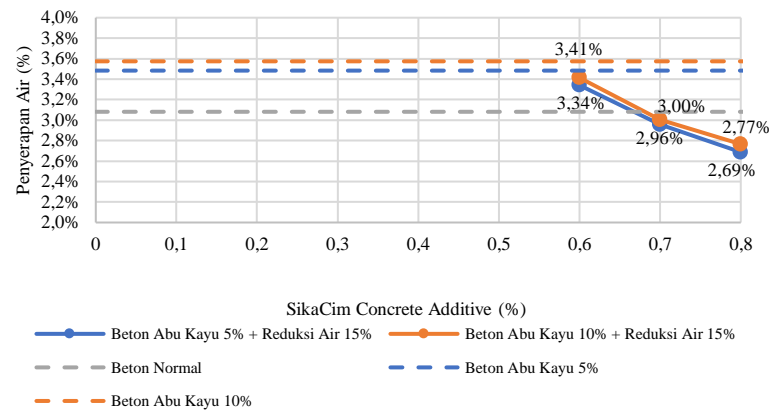
Adapun contoh perhitungan penyerapan air pada benda uji beton normal (BN.10) menggunakan Persamaan (3) yang dapat dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan Air} &= \frac{12,983 - 12,653}{12,653} \times 100\% \\ &= 2,61\% \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama, benda uji pada variasi-variasi lainnya juga dilakukan perhitungan penyerapan air yang kemudian dapat digambarkan hubungan penyerapan air antara beton normal dan beton variasi abu kayu sebagai substitusi parsial semen dengan grafik dan hubungan penyerapan air dengan variasi penambahan *SikaCim Concrete Additive* yang dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7 berikut.



Gambar 6 Hubungan Penyerapan Air dengan Kandungan Abu Kayu



Gambar 7 Hubungan Penyerapan Air dan Variasi Penambahan SikaCim

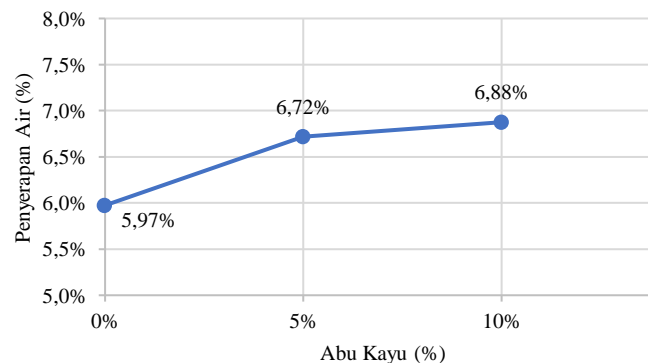
Pada beton variasi abu kayu 5% dan 10%, nilai penyerapan air meningkat sebelum dilakukan penambahan *SikaCim Concrete Additive*. Kemudian nilai penyerapan air semakin menurun seiring bertambahnya kadar *SikaCim Concrete Additive*. Hal ini mengindikasikan bahwa *SikaCim Concrete Additive* membantu merekatkan semen dan abu kayu pada campuran beton tersebut serta membantu mengisi rongga-rongga antar agregat kasar maupun halus. Sehingga beton tersebut memiliki kerapatan dan kepadatan yang baik yang membuat daya serap air pada beton tersebut menurun.

2 Porositas Beton

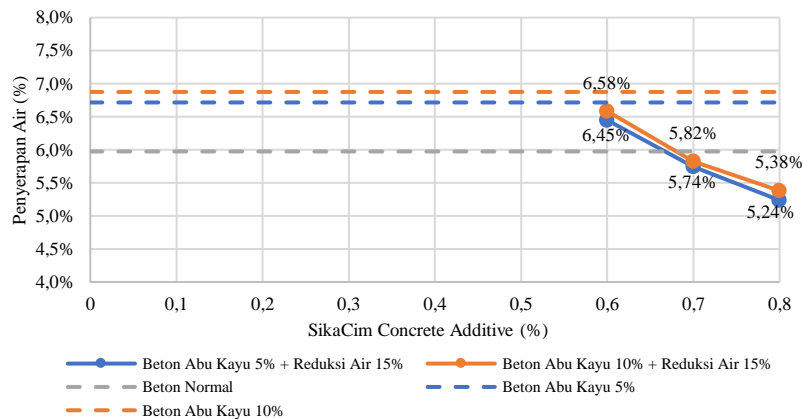
Adapun contoh perhitungan porositas beton pada benda uji beton normal (BN.9) menggunakan Persamaan (4) yang dapat dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Porositas Beton} &= \frac{12,930 - 12,584}{12,930 - 6,467} \times 100\% \\ &= 5,35\% \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama, benda uji pada variasi-variasi lainnya juga dilakukan perhitungan porositas beton yang kemudian dapat digambarkan hubungan nilai porositas antara beton normal dan beton variasi abu kayu sebagai substitusi parsial semen dan hubungan porositas beton dengan variasi penambahan *SikaCim Concrete Additive* dengan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9 berikut.



Gambar 8 Hubungan Porositas Beton dengan Kandungan Abu Kayu



Gambar 9 Hubungan Porositas Beton dan Variasi Penambahan SikaCim

Pada beton variasi abu kayu 5% dan 10%, nilai porositas beton meningkat sebelum dilakukan penambahan *SikaCim Concrete Additive*. Kemudian nilai porositas beton semakin menurun seiring bertambahnya kadar *SikaCim Concrete Additive*. Hal ini mengindikasikan bahwa *SikaCim Concrete Additive* membantu merekatkan semen dan abu kayu pada campuran beton tersebut serta membantu mengurangi rongga-rongga antar agregat kasar maupun halus yang terbentuk pada saat pencetakan maupun setelah beton mengeras. Sehingga beton tersebut memiliki kerapatan dan kepadatan yang baik yang membuat kekuatan beton tersebut meningkat.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini sebagai berikut.

Penggunaan *SikaCim Concrete Additive* hingga 0,8% dari berat total semen membantu meningkatkan nilai kuat tekan dan nilai kuat tarik belah menjadi lebih tinggi dibandingkan nilai kuat tekan dan nilai kuat tarik belah beton normal.

Penggunaan *SikaCim Concrete Additive* hingga 0,8% dari berat total semen juga dapat membantu menurunkan daya serap air dan angka pori menjadi lebih rendah dibandingkan daya serap dan angka pori pada beton normal.

Saran

Saran yang dapat diberikan untuk mengembangkan penelitian yang telah dilakukan ini untuk melakukan penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut.

Penggunaan *SikaCim Concrete Additive* ini dapat dilakukan penelitian pada beton dengan jenis abu kayu lainnya untuk mengetahui jenis kayu mana yang lebih baik agar memberikan hasil penelitian yang lebih akurat pada penelitian selanjutnya.

Penelitian ini juga dapat dilanjutkan dengan menggunakan *SikaCim Concrete Additive* tanpa mengurangi kadar air yang digunakan pada campuran beton.

Selain itu, metode pembakaran limbah serbuk kayu dapat dilakukan menggunakan mesin pembakaran yang lebih modern agar menghasilkan abu kayu yang berbentuk *amorf* untuk mendapatkan hasil yg lebih baik.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik. Bandung.
- Gustan Pari dan Hartoyo. 1990. Analisis Kimia 9 Jenis Kayu Indonesia. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol. 7 No. 4. Jakarta
- Hamdi, Fauzan dan Masdiana. 2022. Teknologi Beton. Tohar Media. Makassar.
- Indra, M. J., Tjondro, C., dan Sugiharto, H. 2013. Pemanfaatan Abu Limbah Gergaji Kayu Sebagai Campuran Pembuatan Beton. Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil. Vol. 2 No. 2. Surabaya.

- Perdhana, J., Wedyantadji, B., dan Aditama, V. 2022. Pengaruh Limbah Abu Kayu Halaban Sebagai Bahan Tambahan Sebagian Semen pada Campuran Beton. *Jurnal Sondir*. Vol. 6 No.1. Malang.
- Respati, R., dan Muda, A. 2014. Pengaruh Aditif Sikacim Terhadap Campuran Beton K350 Ditinjau dari Kuat Tekan Beton. *Media Ilmiah Teknik Sipil*. Vol. 2 No. 2. Palangkaraya
- Setianto, R. A. 2022. Pengaruh Limbah Bata Ringan sebagai Substitusi Parsial Semen dan Penambahan *SikaCim Concrete Additive* dalam Campuran Beton Normal Mutu Sedang. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Sulaiman, Y. H. 2010. Pengaruh Penggunaan Abu Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton. *Portal Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 2 No. 2. Lhokseumawe.
- Widiastuti, M., Jamal, M., dan Anugrah, A. T. 2017. Pengaruh Penggunaan SikaCim Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Agregat Kasar Bengalon dan Agregat Halus Pasir Mahakam. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi IV*. E-ISSN:2598-7429. Samarinda
- Zulkarnain, Fahrizal. 2021. *Teknologi Beton*. UMSU Press. Medan