

Abu Daun Bambu Sebagai Bahan Substitusi Semen Terhadap Kinerja Beton Normal

Arkham Iskandar¹⁾, M. Hidayat²⁾, Sujiati Jepriani²⁾

E-Mail : arkhamiskanda@gmail.com¹⁾; mohammad_hidayat18@yahoo.com²⁾; sujiati_jepriani@polnes.ac.id²⁾;

¹⁾Teknik Sipil/S1 Terapan Rekayasa Jalan dan Jembatan, Politeknik Negeri Samarinda

Jl.Cipto Mangunkusumo, Sungai Keledang, Kec.Samarinda Seberang, Kota Samarinda, Kalimantan Timur,
75131, Indonesia

²⁾Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

Jl.Cipto Mangunkusumo, Sungai Keledang, Kec.Samarinda Seberang, Kota Samarinda, Kalimantan Timur,
75131, Indonesia

Email : arkhamiskanda@gmail.com

ABSTRACT

The result of burning bamboo leaves will produce ash containing silica (SiO₂), which is a material that is also present in cement. Silica serves as a binder for concrete constituent materials. The purpose of this study is to determine the optimal characteristics of concrete with variations in the addition of bamboo leaf ash. The concrete is designed with concrete quality of fc'20 MPa with variations in the addition of bamboo leaf ash of 0%, 8%, 12%, and 16% of the cement mixture. Concrete compressive strength testing was carried out at the age of 7 and 28 days cylindrical shape measuring 10 cm x 20 cm and concrete bending strength testing was carried out at the age of 28 days in the form of blocks measuring 15 cm x 15 cm x 60 cm. From the test results, it was obtained that the optimal concrete was found in the variation of adding 8% bamboo leaf ash with compressive strength and bending strength of concrete of 11.51 MPa and 2.12 MPa.

Keywords : Bamboo Leaf Ash, Normal Concrete, concrete compressive strength, concrete bending strength

ABSTRAK

Hasil pembakaran daun bambu akan menghasilkan abu yang mengandung silika (SiO₂) yaitu suatu bahan yang juga ada pada semen. Silika berfungsi sebagai pengikat material penyusun beton. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik beton yang optimal dengan variasi penambahan abu daun bambu. Beton dirancang dengan mutu beton fc'20 MPa dengan variasi penambahan abu daun bambu 0%, 8%, 12%, dan 16% dari campuran semen. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 dan 28 hari berbentuk silinder ukuran 10 cm x 20 cm dan pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 28 hari berbentuk balok ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa beton yang optimal terdapat pada variasi penambahan abu daun bambu 8% dengan kuat tekan dan kuat lentur beton sebesar 11,51 MPa dan 2,12 MPa.

Kata Kunci : Abu Daun Bambu, Beton Normal, kuat tekan beton, kuat lentur beton

1. PENDAHULUAN

Bambu adalah salah satu sumber daya alam yang ada di Indonesia. Bambu sendiri merupakan tanaman yang memiliki banyak kegunaan, seperti pada zaman dahulu digunakan sebagai bahan konstruksi pada bangunan. Namun bagian dari bambu juga dapat menjadi limbah seperti daun bambu apabila dibiarkan menumpuk dan menjadi sampah. Oleh karena itu banyak peneliti melakukan penelitian untuk memanfaatkan limbah daun bambu seperti inovasi bahan tambah semen dalam pekerjaan beton.

Memanfaatkan limbah daun bambu dengan cara dibakar kemudian sisa pembakaran yang berupa abu akan digunakan sebagai bahan campuran beton. Abu daun bambu adalah hasil perubahan secara kimia dari pembakaran daun bambu, hasil pembakaran tersebut mengandung silika diharapkan dapat mengikat unsur-unsur pembentuk beton. Abu daun bambu tersebut nanti berpotensi sebagai bahan tambah dari semen beton sehingga data digunakan sebagai bahan untuk beton alternatif.

Berdasarkan penelitian Dwivedi et al. (2006) yang menjelaskan bahwa abu bambu memiliki sifat pozzoland. Amu dan Adetuberu (2010) juga menjelaskan dengan pembakaran daun abu bambu pada suhu 600°C selama 2 jam menghasilkan silika sebesar 75.9%, dimana silika berfungsi sebagai pengikat penyusun material beton. Berdasarkan penelitian tersebut penulis ingin melakukan penelitian lanjutan pada skripsi terhadap abu daun bambu sebagai bahan tambah semen dengan judul skripsi "Abu Daun Bambu Sebagai Bahan Substitusi Semen Terhadap Kinerja Beton Normal". Dengan adanya hasil penelitian tersebut diharapkan mendapatkan hasil kuat tekan dan kuat lentur beton yang optimal dengan memanfaatkan limbah tanpa mengurangi mutu beton itu sendiri.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Abu Daun Bambu

Pada penelitian Dwivedi et al. (2006) yang menjelaskan bahwa abu bambu memiliki sifat pozzoland. Amu dan Adetuberu (2010) juga menjelaskan dengan pembakaran daun abu bambu pada suhu 600°C selama 2 jam menghasilkan silika sebesar 75.9%, dimana silika berfungsi sebagai pengikat penyusun material beton sehingga Abu daun bambu berpotensi sebagai bahan tambah semen terhadap pencampuran beton.

B. Pengertian Beton

Menurut SNI 7656:2012 beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan, membentuk massa yang padat, kuat, dan stabil.

Adapun pengertian beton menurut para ahli yaitu beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat-agregat lain yang dicampur jadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air. Campuran ini kemudian akan membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, agar memudahkan dalam pengerjaan (workability), durabilitas serta waktu pengerasan (Mc.Cormac, 2004). Secara Sederhana Beton dibentuk oleh pengerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir), dan agregat kasar (batu pecah kerikil). Kadang-kadang ditambahkan campuran bahan lain (admixture) untuk memperbaiki kualitas beton (Asroni, 2010).

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200 kg/m³ sampai dengan 2500 kg/m³. (SNI 7656:2012), Pengertian Beton normal adalah bahan bangunan yang paling banyak digunakan pada industri konstruksi. Yang dimaksud dengan beton adalah adanya baja tulangan (kawat, anyaman kawat) di dalam penampang beton dengan maksud untuk menambah ketahanan tarik dan lentur. Tegangan tarik ditransferkan oleh penampang beton kepada penampang baja tulangan yang mempunyai ketahanan tarik lebih baik. Bahan polymer yang lebih tahan karat dapat juga digunakan sebagai bahan tulangan.

C. Material Penyusun

1. Agregat

Agregat merupakan salah satu bahan pokok dalam pembuatan beton. Agregat berguna sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Sebagai bahan pengisi, agregat sangat mempengaruhi sifat-sifat dari beton dan tentunya kekuatan dari beton itu sendiri. Agregat ada dua yaitu agregat halus yang Berdasarkan (SNI 1970:2008), pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 4,75 mm (No.4), terkecil lolos saringan 0,075 mm (NO.200) dan agregat kasar yang Berdasarkan (SNI 1970:2008), kerikil sebagai hasil disintegrasi 'alami' dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4.75 mm (No.4 sampai 40 mm (No.1½ inci).

2. Semen

Fungsi semen adalah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butiran agregat. Bahan dasar semen portland terdiri dari bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, alumunia, dan oksidasi besi.

3. Air

Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oil, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.

D. Campuran Beton (*mix design*)

Mix design dalam beton adalah proses perencanaan dalam memilih campuran atau material yang bermutu tinggi untuk pembuatan beton dan menentukan kekuatan dan mutu beton itu sendiri. Tujuan perancangan campuran beton adalah untuk menentukan proporsi bahan baku beton yaitu semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang memenuhi kriteria workabilitas, kekuatan, durabilitas, dan penyelesaian akhir yang sesuai dengan spesifikasi (Pusdiklat Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah, 2017). Mix design di sesuaikan SNI 03-2834-2000.

E. Slump Test

Berdasarkan (SNI 1972:2008) alat uji slump harus berbentuk kerucut terpancung dengan diameter dasar 200 mm, diameter atas 100 mm, dan tinggi 300 mm. Permukaan dasar dan permukaan atas kerucut harus terbuka dan sejajar satu dengan yang lain serta tegak lurus terhadap sumbu kerucut. Batas toleransi untuk masing-masing diameter dan tinggi kerucut harus dalam rentang 3,2 mm dari ukuran yang telah ditetapkan. Cetakan harus dilengkapi dengan bagian injakan kaki dan untuk pegangan.

F. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (SNI 4431:2011).

Kuat tekan beton diperoleh dengan benda uji silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm yang ditekan pada sisi yang berbentuk lingkaran. Besarnya kuat tekan benda uji dapat dihitung dengan rumus:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

- $f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)
- P = Beban tekan (N)
- A = Luas penampang benda uji (mm²)

G. Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur secara normal digunakan untuk menentukan karakteristik perkerasan beton dan hasilnya dinyatakan dalam *modulus of rupture*. Kuat lentur adalah kemampuan suatu balok atau plat benda uji untuk melawan kegagalan patah (*bending*), yang mana secara spesifik diuji dengan pembebanan terhadap suatu benda uji (berbentuk balok) dengan

perletakan beban menggunakan jarak sepertiga dari panjang benda uji. Apakah suatu benda uji plat beton patah dibawah tegangan tarik yang diterapkan tergantung daripada *modulus of rupture* beton tersebut. Hal ini ditentukan oleh unsur beton yang terkandung didalamnya, umur beton dan sejarah tekanan yang berhubungan dengan kelelahan / *fatigue*.

Berdasarkan SNI 4431:2011 rumus untuk menghitung kondisi retak bagian tengah uji lentur beton ialah sebagai berikut :

$$flr = \frac{P.L}{b.h^2}$$

Keterangan :

- flr = Kuat lentur, dalam Mpa
- P = Beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji, dalam *newton*.
- L = Panjang bentang di antara kedua blok tumpuan, dalam mm
- b = Lebar balok rata-rata pada penampang runtuh, dalam mm
- h = Lebar tamang lintang atah area Vertikal (mm)

Berdasarkan SNI 4431:2011 rumus untuk menghitung kondisi retak daerah 1/3 dari bagian tengah uji lentur beton ialah sebagai berikut :

$$flr = \frac{P.a}{b.h^2}$$

Keterangan :

- flr = Kuat lentur, dalam Mpa
- P = Beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji, (*newton*);
- a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm);
- b = Lebar balok rata-rata pada penampang runtuh, (mm);
- h = Lebar tampang melintang atah area Vertikal (mm)

3. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah satu set saringan, mesin siever, timbangan manual dan digital, oven, jangka sorong, kerucut abrams, vicat, mesin abrasi Los Angeles, mold silinder dan tongkat pemadat, cetakan silinder, alat uji kuat tekan beton dan alat kuat lentur beton. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah semen PCC merk tiga roda, agregat kasar adalah batu pecah dari Palu, agregat halus adalah pasir dari Palu.

B. Benda Uji

Pada penelitian ini, beton yang dibuat sebanyak 4 variasi yaitu beton normal dengan penambahan abu daun bambu sebanyak 0%, 8%, 12% dan 16% dengan dua pengujian beton sebagai berikut :

1. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 1974:2011. Pengujian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 10 cm dengan tinggi 20 cm dan di uji pada umur 28 hari dengan jumlah sampel masing-masing variasi beton sebanyak 3 buah.

2. Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur beton mengacu pada SNI 4431:2011. Pengujian ini menggunakan benda uji berbentuk balok dengan ukuran 15 cm X 15 cm X 60 cm dan di uji pada umur 28 hari dengan jumlah sampel masing-masing variasi beton sebanyak 2 buah.

Tabel 1 Jumlah sampel

Pengujian	Abu Daun Bambu (%)	7 Hari	28 Hari	Jumlah Sampel (Buah)
Kuat Tekan	0	3	3	6
	8	3	3	6
	12	3	3	6
	16	3	3	6
Kuat Lentur	0	-	2	2
	8	-	2	2
	12	-	2	2
	16	-	2	2
Total Sampel				30

C. Tahapan penelitian

1. Tahap I (Pengujian Pendahuluan)

Dalam tahap ini dilakukan pengujian material meliputi semen, agregat kasar, dan agregat halus yang bertujuan untuk mengetahui apakah bahan penyusun beton ini sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia. Apabila dalam pengujian bahan-bahan tersebut memenuhi persyaratan, maka dapat digunakan dalam pembuatan beton pada penelitian ini.

2. Tahap II (Rancangan Campuran Beton)

Dalam tahap ini dilakukan pembuatan rancangan campuran beton normal berdasarkan SNI 03-2834-2000 dengan kuat rencana FC'20 MPa. Tujuan pembuatan perencanaan campuran ini adalah untuk mengetahui komposisi bahan penyusun beton normal.

3. Tahap III (Pembuatan Benda Uji)

Setelah bahan-bahan penyusun beton selesai diuji dan telah membuat rencana campuran, selanjutnya pada tahap ini dilakukan pembuatan benda uji untuk uji kuat tekan dan kuat lentur beton. Pada tahap ini dilakukan pembuatan benda uji, pengujian *slump test* beton, dan pemeliharaan terhadap benda uji.

4. Tahap IV (Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton)

Pada tahap ini dilakukan pelaksanaan pengujian pada benda uji yang telah dibuat, yaitu pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji silinder yang mengacu pada SNI 03-1974-1990 tentang pengujian kuat tekan beton dan pengujian kuat lentur beton dilakukan pada benda uji balok yang mengacu pada SNI 4431:2011.

5. Tahap V (Pengolahan Data)

Dalam tahap ini dilakukan pengolahan data hasil pengujian yang telah dilakukan kemudian membuat kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Semen

Pengujian semen dilakukan untuk melihat seberapa bagus kualitas yang dimiliki. Karena semen adalah pengikat untuk beton konstruksi, maka semen dengan kualitas bagus sudah pasti akan dibutuhkan untuk mendapatkan beton yang berkualitas juga. Pengujian semen dilakukan pada aspek kuat tekan, kekekalan, waktu ikat, kehalusan, konsistensi, dan berat jenis.

Tabel 2 Pengujian Semen

No.	Karakteristik	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Konsistensi Normal	24 -30%	26,25%	Memenuhi
2	Pengikatan Awal	45 -375 menit	82 Menit	Memenuhi
3	Berat Jenis	3,00 - 3,20	3,09	Memenuhi

B. Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat kasar dilakukan untuk melihat seberapa bagus kualitas yang dimiliki dan hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium kemudian akan digunakan dalam perancangan campuran beton.

Tabel 3 Pengujian Agregat Halus

No.	Karakteristik	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat Isi	Min. 1,3 gr/cm ³	1.55 gr/cm ³	Memenuhi
2	Berat Jenis	Min. 2,5	2.618	Memenuhi
3	Penyerapan	Maks. 3%	1.010 %	Memenuhi
4	Kadar air	Maks. 2,5%	2.041%	Memenuhi
5	Kadar lumpur	Maks. 5%	2.564	Memenuhi
6	Analisis Saringan	Zona 1-4	Zona 1	Memenuhi

C. Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar dilakukan untuk melihat seberapa bagus kualitas yang dimiliki dan hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium kemudian akan digunakan dalam perancangan campuran beton.

Tabel 4 Pengujian Agregat Kasar

No.	Karakteristik	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat Isi	Min. 1,3 gr/cm ³	1.623 gr/cm ³	Memenuhi
2	Berat Jenis	Min. 2,5	2.565	Memenuhi
3	Penyerapan	Maks. 3%	1.047%	Memenuhi
4	Kadar air	Maks. 2,5%	1.523%	Memenuhi
5	Kadar lumpur	Maks. 5%	0.756	Memenuhi
6	Analisis Saringan	Zona 1-4	Zona 1	Memenuhi

D. Perancangan Campuran Beton

Untuk mendapatkan komposisi campuran beton yang ekonomis dan memenuhi syarat kelecakan (workability) serta kekuatan yang direncanakan. Perancangan ini kemudian diikuti dengan pembuatan campuran awal untuk beton normal.

Tabel 5 Rancangan Campuran

VARIASI ABU DAUN BAMBU					
VARIASI ABU	Abu daun bambu (kg)	Semen (kg)	Air (liter)	Pasir (kg)	Batu 2/3 (kg)
0%	0.00	15.55	8.15	27.21	52.89
8%	1.24	14.31	8.15	27.21	52.89
12%	1.87	13.68	8.15	27.21	52.89
16%	2.49	13.06	8.15	27.21	52.89
Total	5.60	56.60	32.61	108.86	211.58
Material Keseluruhan	Material				
	415.24				

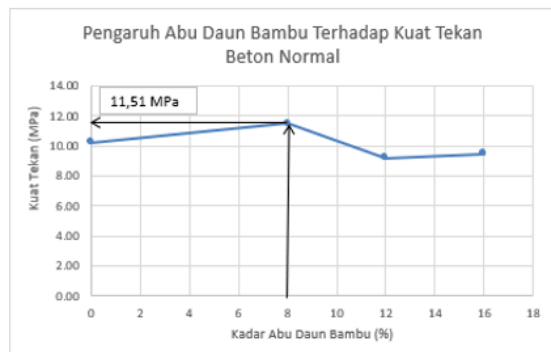
E. Pengujian Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan beton adalah pengujian yang dilakukan pada sampel beton, sampel ini akan diberi tekanan hingga mengalami kehancuran. Tujuannya adalah untuk mengetahui kekuatan beton terhadap gaya tekan. Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan.

Adapun hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan penambahan abu daun bambu sebagai berikut :

Tabel 6 Pengujian Kuat Tekan beton

KUAT TEKAN BETON SUBSTITUSI ABU DAUN BAMBU							
NO.	Beban Maks. (kN)	Luas Silinder (10*20)	kuat tekan (MPa)	Konversi bentuk	Konversi Umur	28 hari (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
Variasi 0 % penambahan abu daun bambu							
1	50	7854	6.37	0.83	1	7.67	10.23
2	70	7854	8.91	0.83	1	10.74	
3	80	7854	10.19	0.83	1	12.27	
Variasi 8 % penambahan abu daun bambu							
1	75	7854	9.55	0.83	1	11.51	11.51
2	70	7854	8.91	0.83	1	10.74	
3	80	7854	10.19	0.83	1	12.27	
Variasi 12 % penambahan abu daun bambu							
1	70	7854	8.91	0.83	1	10.74	9.20
2	50	7854	6.37	0.83	1	7.67	
3	60	7854	7.64	0.83	1	9.20	
Variasi 16 % penambahan abu daun bambu							
1	65	7854	8.28	0.83	1	9.97	9.46
2	50	7854	6.37	0.83	1	7.67	
3	70	7854	8.91	0.83	1	10.74	
rata-rata							10.10
standar deviasi							1.62
kuat tekan beton							9.47



Gambar 1 Grafik Kuat Tekan Beton

Berdasarkan grafik diatas diperoleh bahwa kuat tekan beton optimal umur beton 28 hari terjadi pada

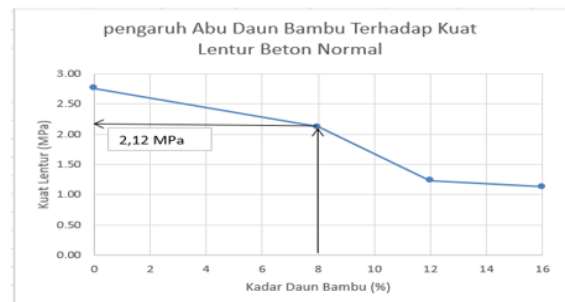
variasi abu daun bambu sebesar 8 % dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 11,51 MPa. Namun nilai kuat tersebut masih dibawah nilai kuat tekan rencana (20 MPa), hal ini terjadi karena semakin bertambah penambahan abu daun bambu semakin menurun juga mutu beton yang direncanakan dan jugaproses pembakaran daun bambu dengan suhu yang tidak stabil (600°C) sehingga kandungan silika yang dihasilkan kurang optimal.

F. Pengujian kuat lentur beton

Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 28 hari. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur beton dalam menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji sampai benda uji patah. Untuk bacaan nilai kuat lentur pada hydraulic concrete beam testing machine di laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda. Adapun hasil pengujian kuat lentur beton sebagai berikut :

Tabel 7 Pengujian Kuat Lentur Beton

PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON SUBSTITUSI ABU DAUN BAMBU UMUR 28 HARI							
Variasi (%)	Jumlah Sampel	Jarak Antara Dua garis Perletakan (mm)	Lebar Sampel (mm)	Tinggi Sampel (mm)	Bacaan Nanometer (N)	Hasil Kuat Lentur (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
0	1	500	150	180	22000	2.26	2.76
	2	500	150	160	25000	3.26	
8	1	500	150	170	15000	1.73	2.12
	2	500	150	150	17000	2.52	
12	1	500	150	180	13000	1.34	1.24
	2	500	150	210	15000	1.13	
16	1	500	150	180	10000	1.03	1.13
	2	500	150	180	12000	1.23	



Gambar 2 Grafik Kuat Lentur Beton

Berdasarkan grafik diatas didapatkan kuat lentur beton optimal pada variasi 8 % abu daun bambu pada umur 28hari. Semakin besar kadar daun bambu, semakin kecil nilai kuat lenturnya, hal ini disebabkan karena proses pembakaran daun bambu dengan suhu yang tidak stabil (600°C) sehingga kandungan silika yang dihasilkan kurang optimal.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Besar presentase penambahan abu daun bambu untuk mencapai kuat tekan beton optimal yaitu

- pada beton dengan variasi 8% dengan kuat tekan pada umur 7 hari dengan kuat tekan rata-rata 5,73 MPa dan umur 28 hari 11,51 MPa.
2. Besar persentase penambahan abu daun bambu untuk mencapai kuat lentur beton optimal yaitu pada beton variasi 8% dengan kuat lentur beton pada umur 28 hari dengan kuat lentur rata-rata 2,12 MPa.
- Amu, O., & Adetuberu, A. (2010). Characteristics of Bamboo Leaf Ash Stabilization on Lateritic Soil In Highway Construction. *International Journal of Engineering And Technology*.
- Badan Standar Nasional Indonesia . (1996). Metode Pengujian Kuat Tekan Lentur Beton dengan Balok Uji Sederhana yang Dibebeani Terpusat Langsung. Jakarta: SNI 03-4154-1996.
- Badan Standar Nasional Indonesia . (2011). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. Jakarta: SNI 1974:2011.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (1990). Metode pengujian analisa saringan agregat halus dan agregat kasar. Jakarta: SNI 03-1968-1990.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (1998). Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat. Jakarta: SNI 03-4804-1998.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2000). Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Jakarta: SNI 03-2834-2000.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2002). Pengujian Konsistensi Normal Semen. Jakarta: SNI 03-6826-2002.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2002). Pengujian waktu ikat awal semen. Jakarta: SNI 03-6826-2002.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2008). Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. Jakarta: SNI 1969-2008.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2008). cara Uji Slump Beton. Jakarta : SNI 1972:2008.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2011). Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan. Jakarta: SNI 03-1971-2011.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2015). Metode uji densitas semen hidrolik. Jakarta: SNI 2531-2015.
- Diana, A. I., Fansuri, S., & Deshariyanto, d. (2020). Penambahan Abu daun Bambu Sebagai Substitusi Material Semen Terhadap Kinerja beton.
- Dwivedi, V. N., Singh, N. P., Das, S. S., & Singh, N. B. . (2006). A new pozzolanic material for cement industry: Bamboo leaf ash. *International Journal of Physical Science*.
- Irzaman, N. O. (2018). Ampel Bamboo Leaves Silicon Dioxide (SiO₂) Extraction. *Earth and Environmental Science*.
- Kesuma, P. Y. (2021). pengertian beton normal.
- Taufik Faturohman Hidayat, N. H.-H. (2021). Pengaruh Penambahan Abu Arang Bambu Sebagai Bahan Tambah Pada Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*.
- Ulinnuha, M. (2020). Pengertian Dan Kelebihan Beton.