

Variasi Abu Ampas Tebu dan Serat Bambu sebagai Bahan Campuran Pembuatan Beton Ramah Lingkungan

Warsito¹, Anita Rahmawati¹

¹ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UNISMA, Malang

Email: ar.nita.rachma@gmail.com

Received 13 Maret 2020 | Revised 20 Mei 2020 | Accepted 13 Juli 2020

ABSTRAK

Beton merupakan suatu material yang secara umum menjadi kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur konstruksi yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman, oleh sebab itu pemilihan beton sebagai bahan baku utama konstruksi bangunan sangatlah penting. Beberapa hal yang perlu ditinjau dalam pembuatan beton adalah harganya relatif murah, mudah diperoleh, memiliki kuat tekan tinggi serta mempunyai sifat tahan terhadap faktor kondisi lingkungan. Abu Ampas Tebu (AAT) adalah sisa hasil pembakaran dari ampas tebu. Ampas tebu sendiri merupakan hasil limbah buangan yang berlimpah dari proses pembuatan gula. Tujuan penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kuat tekan beton yang menggunakan serat bambu dan abu ampas tebu sebagai pengganti agregat halus dengan variasi tertentu yang mencapai 40%. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimen dan teknik analisa data menggunakan regresi. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel bebas yang berupa variasi penggantian sebagian agregat halus menggunakan abu ampas tebu dan serat bambu. Hasil penelitian ini adalah beton dengan perbandingan komposisi campuran yang didapat sebelumnya dan hasil mix design beton normal maut sedang yaitu dengan besar kuat tekan f_c' 14,5 Mpa (K175) sampai dengan f_c' 17,15 Mpa (K210,6) yang kemudian ditambah dengan bahan AAT sebagai bahan penambah semen dan serat Bambu.

Kata Kunci: Abu Ampas Tebu, Beton, Serat Bambu, Agregat

ABSTRACT

Concrete is a material that generally supports the community's need for construction of infrastructure facilities which is increasing along with the times. Selection of concrete as the main raw material for building construction is very important. There are benefits in making concrete such as low cost, ease to obtain, high compressive strength and resistancy to environmental conditions. Bagasse Ash (AAT) is the residue from the burning of sugarcane bagasse. Sugarcane bagasse itself is an abundant waste product from the sugar making processes. The purpose of this study was to determine the compressive strength of concrete using bamboo fibers and the AAT as a substitute for fine aggregate with certain variations reaching up to 40% with a concrete enhancer chemical aggregate. This research used the American Concrete Institute design method with a value of 0.40 and 0.45 on the concrete age of 28 days. Results found that the samples made were hard concrete with a comparison of the composition of the mixture obtained previously. Results of a normal deadly concrete mix design comprised with a large compressive strength f_c' 14.5 Mpa (K175) to f_c' 17, 15 Mpa (K210,6) which was then added to the AAT as aggregates in the cement and Bamboo fiber.

Keywords: Bagasse Ash, Concrete, Bamboo, Aggregate

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan suatu material yang secara umum menjadi kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur konstruksi yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman, oleh sebab itu pemilihan beton sebagai bahan baku utama konstruksi bangunan sangatlah penting. Beberapa hal yang perlu ditinjau dalam pembuatan beton adalah harganya relatif murah, mudah diperoleh, memiliki kuat tekan tinggi serta mempunyai sifat tahan terhadap faktor kondisi lingkungan.

Beton merupakan bahan yang bersifat getas dengan kuat tarik yang rendah. Kuat tarik beton dapat ditingkatkan dengan bahan tambah berupa serat (*fiber*). Sifat mekanik yang dapat diperbaiki dengan serat adalah daktilitas, serapan energi, ketahanan kejut, kapasitas lentur dan geser, ketahanan leleh (*fatigue*) dan sebagainya. Jenis serat yang dapat dipergunakan untuk memperbaiki sifat mekanis beton antara lain adalah serat baja (*steel fibre*), serat kaca (*glass fiber*), serat polypropylene (sejenis plastik mutu tinggi), karbon (*carbon*) serta serat alami yang berasal dari bahan alami (*natural fibre*), seperti ijuk, sabut kelapa, serat goni, serat bambu, dan lainnya.

Abu Ampas Tebu (AAT) adalah sisa hasil pembakaran dari ampas tebu. Ampas tebu sendiri merupakan hasil limbah buangan yang berlimpah dari proses pembuatan gula. Pembakaran ampas tebu memiliki unsur yang bermanfaat untuk peningkatan kekuatan beton, karena menurut [1] abu ampas tebu mempunyai sifat pozzolan dan mengandung silica yang menonjol. Bila unsur ini dicampur dengan semen akan menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi. Dari penelitian sebelumnya [2] didapatkan bahwa hasil pengujian oleh Balai Riset dan Standarisasi Industri Manado diperoleh kandungan silika abu ampas tebu sebesar 68,5% sehingga memiliki sifat pozzolan. Penambahan serat alami (*natural fiber*), khususnya serat bambu menjadi pilihan karena merupakan produk hasil alam yang mudah dibudidayakan. Bambu memiliki beberapa kelebihan yaitu: tidak mengalami korosi, relatif murah, dan sifat kembang susut yang rendah, dan kuat tarik yang relatif tinggi. Menurut [3] bambu mempunyai kekuatan tarik dua kali lebih besar dibandingkan dengan kayu, apabila dibandingkan dengan baja yang mempunyai berat jenis antara 6,0 – 8,0 (sementara BJ bambu = 0,6 -0,8), kuat tarik baja hanya sebesar 2,3 – 3 lebih besar dibandingkan dengan kekuatan tarik bambu. Dengan demikian bambu mempunyai kekuatan tarik per unit berat jenisnya sebesar 3 – 4 kali lebih besar dibandingkan dengan baja [4]. Penelitian ini menitik beratkan pada penentuan optimasi pengaruh penambahan serat bambu terhadap sifat mekanik beton normal

Berdasar hal tersebut, maka penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kuat tekan beton yang menggunakan serat bambu dan Abu Ampas tebu sebagai pengganti agregat halus dengan variasi tertentu yang mencapai 40% ditambah dengan Bestmittel sebagai bahan tambah kimia (*chemical admixture*) [5]. Pada penelitian ini akan digunakan metode perancangan ACI (*American Concrete Institute*) dengan nilai f_{as} 0,40 dan 0,45 pada umur beton 28 hari.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan desain penelitian eksperimental yang dilakukan di laboratorium untuk memberikan suatu gambaran mengenai pengaruh penggunaan abu ampas tebu dan serat bambu terhadap kuat lekat. Persentase penambahan abu ampas tebu terhadap volume agregat halus yaitu 0%, 10%, dan 30%. Sedangkan persentase penambahan serat bambu terhadap berat semen yaitu 0%, 1,5%, dan 3%. Sampel yang digunakan

berupa beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 36 buah yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Sampel benda uji

No	AAT	Serat Bambu	Benda Uji	Jumlah
1	0%	1,5%	4	12
		2%		
		0%		
		1,5%		
2	10%	2%	4	12
		0%		
		1,5%		
		2%		
3	20%	2%	4	12
		0%		
		1,5%		
		2%		

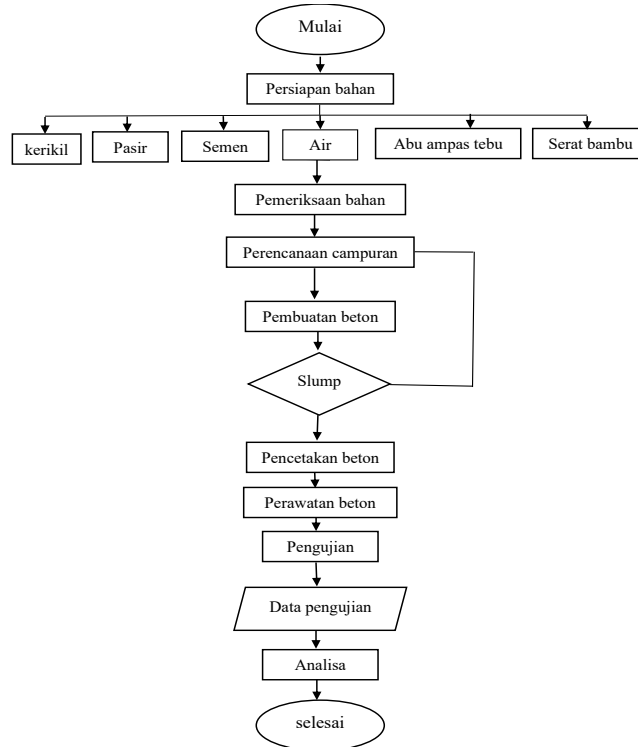
Tabel 2. Hasil pengujian agregat halus

Hasil Pengujian Agregat Kasar			
Parameter	Hasil	Standar	Keterangan
Abrasi	20 %	< 50%	Memenuhi standar
<i>Bulk Specific Gravity SSD</i>	2,4	2,5-2,7	Termasuk agregat kasar tidak normal
Modulus Kehalusan Butir kerikil	5,6 Termasuk Daerah II	6-7,1	Termasuk agregat kasar tidak normal

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin penekan yang berfungsi untuk menguji kuat tekan; meja penggetar berfungsi membebaskan tuangan dari pas pencetakan dilakukan pemukulan; cetakan benda uji berfungsi untuk mencetak benda uji; tongkat pemadat berfungsi untuk mengetahui nilai slump; mistar baja berfungsi untuk meratakan adonan; timbangan berfungsi untuk mengukur massa suatu benda; dan *Compression testing*.

Kemudian, untuk bahan yang diperlukan dalam pembuatan beton di penelitian ini adalah semen; air; pasir; Abu Ampas Tebu; dan Serat Bambu dengan perbandingan seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2 di atas.

Langkah-langkah dalam penelitian ini bisa dilihat pada *flowchart* pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Penggunaan AAT 0% sampai 20% cenderung mengalami kenaikan kuat lekat beton serat tetapi pada variasi 5% sampai 15% pada beton mengalami penurunan kuat lekat. Penurunan terjadi dikarenakan penambahan persentasi AAT ditambah. AAT memiliki butiran yang sangat halus. Hal tersebut menyebabkan terjadinya lemahnya ikatan tulangan baja polos dan beton, hal tersebut juga menyebabkan beton memiliki rongga pada area tulangan benda uji. Oleh karena itu ikatan antar tulangan baja polos dan campuran beton serat melemah.

3.2 Mix Desain

Desain pencampuran bahan dalam studi ini diberikan pada Tabel 3 di bawah ini yang memberikan hubungan antara mutu beton, berat semen, pasir, kerikil, air dan rasionya.

Tabel 3 : Desain pencampuran bahan

Mutu Beton	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (liter)	w/c ratio
7,4 Mpa (K100)	247	869	999	215	0,87
9,8 Mpa (K125)	276	828	1012	215	0,78
12,2 Mpa (K150)	299	799	1017	215	0,72
14,5 Mpa (K175)	326	760	1029	215	0,66
16,9 Mpa (K200)	352	731	1031	215	0,61
19,3 Mpa (K225)	371	698	1047	215	0,58
21,7 Mpa (K250)	384	692	1039	215	0,56
24,0 Mpa (K275)	406	684	1026	215	0,53
26,4 Mpa (K300)	413	681	1021	215	0,52
28,8 Mpa (K325)	439	670	1006	215	0,49
31,2 Mpa (K350)	448	667	1000	215	0,48

Sumber : [6]

3.2.1 Mix design (K 175)

Contoh dalam pengerjaan penelitian beton untuk *mix design* (K 175) dengan bahan-bahan seperti: semen = 326 kg : pasir = 760 kg : kerikil = 1029 kg, dengan konversi perbandingan 1 : 2 : 3. Apabila perbandingan 326 : 760 : 1029 maka rasio dapat dihitung dengan $(326/326) : (760/326) : (1029/326) = 1 : 2.33 : 3.15$. Maka dianggap air yang diberikan juga sesuai tabel tersebut, yaitu 0.66 kg. Kebutuhan air kemudian dapat dihitung yaitu $(215/326) = 0.66$ kg dari kerapatan/berat jenis material tersebut.

Untuk mendapatkan nilai yang akurat dari material tersebut biasanya dilakukan pengujian di laboratorium. Akan tetapi apabila tidak ada data, dapat kita ambil nilai berikut dan sudah cukup mewakili. Jadi untuk membuat beton k-175, cukup dengan mengambil 1 ember semen dengan 2 ember pasir dan 3 ember kerikil, dengan catatan ember yang digunakan harus sama, dan memakai air sebanyak 0.8244 ember.

3.2.2 Volume Benda Uji

Benda uji tabung

Diketahui : $d = 15 \text{ cm}$; $t = 30 \text{ cm}$

$$\begin{aligned} \text{Penyelesaian : } V &= 3,14 \times 7.52 \times 30 \\ &= 5298,75 \text{ cm}^3 = 0,005298 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

1 zak semen isi 50 kg mempunyai ukuran zak 10 cm x 40 cm x 60 cm.

Jadi, semen isi 50 kg mempunyai volume : 0,024 m³

Sehingga, 1 kg semen = $(1 \text{ kg} \times 0,00243) / 50 \text{ kg} = 0,000486 \text{ m}^3$

Jumlah total keseluruhan dari tabel di atas adalah:

Perbandingan volume material = 2 : 4 : 6 : 1

- semen = 0,000972 m³
- pasir = 0,001944 m³
- koral = 0,002916 m³
- air = 0,000486 m³
- n = 0,006318 m³

- Jadi, 1 benda uji tabung volume 0,005298 m³, maka 108 benda uji membutuhkan (108 x 0,005298 m³) = 0,57 m³
- Semen (S) 0% - 30% = (18 x 3) + (16,2 x 3) + (14,4 x 3) + (12,6 x 3)
= 54 + 48,6 + 43,2 + 37,8
= 183,6 kg
- Abu ampas tebu (AAT) = (1,8 x 3) + (3,6 x 3) + (5,4 x 3)
= 5,4 + 10,8 + 16,2
= 32,4 kg
- Pasir (P) = 36 x 12
= 432 kg
- Kerikil (K) = (54 x 4) + (53,19 x 4) + (52,38 x 4)
= 216 + 212,76 + 209,52
= 638,28 kg
- Serat bambu (SB) 0% - 3% = (0,81 x 4) + (1,62 x 4)
= 3,24 + 6,48
= 9,72
- Air W/C (0,66) = 1,34 liter
= 1,34 x 108 benda uji
= 144,72 liter

3.2.3 Hasil percobaan *slumptest*

Hasil *slumptest* dari percobaan pembuatan beton mutu K175 dengan diameter atas *slump* = 4 cm; diameter bawah *slump* = 8 cm; tinggi *slump* = 30 cm; harga *slump* = penurunan dari adukan semula; tinggi penurunan = 5 cm. Sehingga, selanjutnya harga *slump* dapat dihitung dengan membuat selisih antara tinggi *slump* dengan tinggi penurunan, sehingga didapat nilai sebesar 25 cm.

3.3 Uji kuat tekan beton

Cara yang digunakan untuk pengujian kuat tekan beton adalah dengan menggunakan mesin tekan dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Nilai standar deviasi (*hinsworth*)

Jenis Pengawasan	sempurna	Sangat baik	Baik	Cukup	Buruk
Standar Deviasi Mpa	2,8	3,5	4,2	5,6	7

Sumber : [6]

Prinsip pengujian kuat tekan beton dengan alat mesin tekan adalah mengukur besarnya beban yang dapat dipukuli oleh satuan luas beton (benda uji) samapai bend uji itu hancur atau rusak. Adapun bentuk benda uji dapat berupa kubus ukuran 15 cm atau silinder ø15 cm dan tinggi 30 cm.

Kekuatan beton atau mutu beton seringkali kita jumpai dengan notasi “f’c” atau “K” mutu beton f’c dinyatakan dalam satuan Mpa. Beton dengan mutu f’c 14,5 Mpa menyatakan kuat tekan beton tersebut adalah 14,5 Mpa pada umur 28 hari dengan menggunakan benda uji silinder ukuran diameter 15 cm x tinggi 30 cm. 1 Mpa = 1 N/mm²= 10,2 kg/cm². Sedangkan mutu beton K dinyatakan dalam satuan kg/cm². Beton dengan mutu K 175 menyatakan kuat tekan beton tersebut adalah 175 kg/cm² pada umur 28 hari dengan menggunakan benda uji silinder. Rumus yang digunakan untuk menghitung parameter kuat tekan (f’c dalam Mpa atau kg/cm²) mengacu pada [7].

Setelah diperoleh nilai f^c maka nilai tersebut dibagi faktor umur beton yaitu:

- 0,46 untuk umur 3 hari
- 0,65 untuk umur 7 hari
- 0,88 untuk umur 14 hari
- 0,96 untuk umur 21 hari
- 1,00 untuk umur 28 hari.

Setelah hasil bagi kuat tekan dibagi dengan faktor umur, maka nilai tersebut di bagi lagi dengan faktor bentuk sampel:

- 1 untuk benda uji kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm
- 0,83 untuk benda uji silinder ukuran diameter 15 cm x tinggi 30 cm

3.3.1 Perhitungan

Untuk umur beton 14 hari, maka σ_b , dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\sigma_b = \frac{\text{Tegangan tekan}}{k \times \text{Luas penampang}}$$

$$\sigma_b = \frac{36709,2}{0,88 \times 176,625}$$

$$\sigma_b = 236,18 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_b}{n}$$

$$\sigma_{bm} = \frac{557,64}{3}$$

$$\sigma_{bm} = 185,88 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{bm_{akhir}} = \frac{\sigma_{bm}}{0,83}$$

$$\sigma_{bm_{akhir}} = \frac{185,88}{0,83}$$

$$\sigma_{bm_{akhir}} = 223,95 \text{ kg/cm}^2$$

Umur beton 21 hari

$$\sigma_b = \frac{\text{Tegangan tekan}}{k \times \text{Luas penampang}}$$

$$\sigma_b = \frac{28551,6}{0,96 \times 176,625}$$

$$\sigma_b = 168,39 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_b}{n}$$

$$\sigma_{bm} = \frac{523,20}{3}$$

$$\sigma_{bm} = 174,40 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{bm_{akhir}} = \frac{\sigma_{bm}}{0,83}$$

$$\sigma_{bm_{akhir}} = \frac{174,40}{0,83}$$

$$\sigma_{bm_{akhir}} = 210,12 \text{ kg/cm}^2$$

- Umur beton 28 hari

$$\sigma_b = \frac{\text{Tegangan tekan}}{k \times \text{Luas penampang}}$$

$$\sigma_b = \frac{31610,7}{1 \times 176,625}$$

$$\sigma_b = 178,97 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_b}{n}$$

$$\sigma_{bm} = \frac{519,59}{3}$$

$$\sigma_{bm} = 173,20 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{bm_{akhir}} = \frac{\sigma_{bm}}{0,83}$$

$$\sigma_{bm_{akhir}} = \frac{173,20}{0,83}$$

$$\sigma_{bm_{akhir}} = 208,67 \text{ kg/cm}^2$$

Maka nilai σ_b bervariasi dengan parameter umur beton. Semakin muda umur beton maka nilainya akan semakin tinggi.

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan di laboratorium Universitas Islam Malang, sampel yang dibuat adalah beton keras dengan perbandingan komposisi campuran yang didapat sebelumnya dan hasil mix design beton normal maut sedang yaitu dengan besar kuat tekan f_c' 14,5 Mpa (K175) sampai dengan f_c' 17,15 Mpa (K210,6) yang kemudian ditambah dengan bahan Abu Ampas Tebu (AAT) sebagai bahan penambah semen dan serat Bambu (SB).

Penambahan bahan AAT dan SB yang memenuhi syarat yang direncanakan untuk mutu beton f_c' 14,5 Mpa (K 175) adalah :

- AAT 0% - SB 1,5% dengan mutu beton 14,87 Mpa (K 182,87)
- AAT 10% - SB 0% dengan mutu beton f_c' 15,82 Mpa (K 194,28)
- AAT 10% - SB 3% dengan mutu beton f_c' 14,59 Mpa (K 179,2).

Penambahan bahan AAT dan SB yang tidak memenuhi syarat yang direncanakan untuk mutu beton f_c' 14,5 Mpa (K 175) adalah :

- AAT 0% - SB 3% dengan mutu beton f_c' 12,52 Mpa (K 153,8)
- AAT 10% - SB 1,5% dengan mutu beton f_c' 13,54 Mpa (K 166,25)
- AAT 20% - SB 0% dengan mutu beton f_c' 10,42 Mpa (K 127,94)
- AAT 20% - SB 1,5% dengan mutu beton f_c' 7,48 Mpa (K 91,92)
- AAT 20% - SB 3% dengan mutu beton f_c' 8,21 Mpa (K 100,88)
- AAT 30% - SB 0% dengan mutu beton f_c' 6,68 Mpa (K 82,07)
- AAT 30% - SB 1,5% dengan mutu beton f_c' 6,52 Mpa (K 80,06)
- AAT 30% - SB 3% dengan mutu beton f_c' 7,08 Mpa (K 86,99).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfredo, M. (2012). Studi Tekan Beton Normal Mutu Sedang dengan Campuran Abu Sekam Padi (RHA) dan Limbah Adukan Beton (CSW). Depok: Universitas Indonesia.
- [2] Rompas, G.P., dkk. (2013). Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas, jurnal sipil static Vol.1 No.2 82-89.
- [3] Morisco. (1996). Bambu Sebagai Bahan Rekayasa, Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya, Yogyakarta: Universitas Gajah Mada, Fakultas Teknik.
- [4] Morisco. (1999). Rekayasa Bambu, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- [5] Isnawati. (2015). Pengaruh Penambahan Agregat Limbah Plastik Terhadap Kuat Tekan Beton. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin.
- [6] SNI DT-91-0008-2007. (2007). Tata cara perhitungan harga stauan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- [7] SNI 03-1974-1990. (1990). Pengujian Kuat Tekan Beton, Badan Standardisasi Nasional.