

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT TEBU TERHADAP SIFAT FISIK PADA CAMPURAN BETON NORMAL

Ahmad Obi Narman¹⁾, Zulfikar Djauhari²⁾, Reni Suryanita²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : ahmad.obi@student.unri.ac.id

Abstract

This research aims to study the physical properties of concrete with the use of bagasse. The research consisted of 3 tests, they were porosity, shrinkage, compressive strength. The bagasse used were 0.3%, 0.5% and 0.7% of total weight of coarse aggregate. The specimen was tested at 7, 14, and 28 days. The test result showed that the porosity of specimens containing bagasse were higher than that of the control specimen, BN. The porosity of specimen BST 0.7% was 19.3% higher comparing to that of BN. Furthermore, the compressive test showed that the compressive strength specimen BN was 25.653 MPa, it was higher than that of specimens containing bagasse fiber. The concrete shrinkage test showed that the predicted shrinkage according to ACI 209 was higher than that of gained from the direct measurement. The shrinkage value for the ACI 209 method was 218 μm . Based on the results of direct measurement, the highest shrinkage value obtained on specimen containing 0.7% fiber concrete was 88 μm .

Keywords : Bagasse, Porosity, Shrinkage, Compressive Strength

A. PENDAHULUAN

Beton serat adalah beton di dalam pembuatannya ditambahkan serat. Tujuan penambahan serat tersebut adalah untuk meningkatkan kekuatan tarik beton, sehingga beton tahan terhadap gaya tarik akibat, cuaca, iklim dan temperatur yang biasanya terjadi. Jenis serat yang dapat digunakan dalam beton serat dapat berupa serat alam atau serat buatan, seperti serat dari bambu, serat dari ampas tebu, serat dari ijuk dan lain sebagainya.

Indonesia merupakan salah satu penghasil tebu yang besar untuk produksi gula. Dari suatu pabrik dapat dihasilkan ampas tebu sekitar 35% - 40% dari total produksi (Erni, 2005). Sebagai alternatif, ampas tebu dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk, makanan ternak, kanvas rem dan juga sebagai serat pada campuran beton. Penggunaan serat tebu pada campuran beton ini tidak melebihi beban 100 kg/m².

Serat ampas tebu merupakan serat yang kuat, dengan jaringan parenkim yang lembut, yang memiliki tingkat higroskopis yang tinggi, dan mampu meningkatkan kuat tarik dengan menahan gaya tarik tanpa retakan-retakan

(Pardede et al, 2012). Serat ampas tebu juga merupakan serat yang memiliki kadar penyerapan air yang cukup tinggi yang dapat digunakan dalam campuran beton (Danoeprawiro, 1999).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Pardede et al., (2012), semakin besar persentase campuran serat ampas tebu, maka porositas yang terjadi akan semakin besar. Sehingga terjadi penurunan pada kuat tekan dan meningkatnya nilai absorpsi pada beton. Penggunaan serat ampas tebu berhasil meningkatkan elastisitas beton.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pemanfaatan limbah sebagai serat pada beton dengan penggunaan serat tebu. Penambahan serat tebu pada penelitian ini dilakukan karena masih sedikitnya referensi tentang penggunaan serat tebu pada campuran beton normal.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Beton

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 beton adalah campuran semen portland atau semen

hidraulis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*) yang membentuk massa padat.

Beton serat mempunyai kelebihan daripada beton tanpa serat dalam beberapa sifat strukturnya, antara lain keliatan (*ductility*), ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*), kuat tarik dan kuat lentur (*tensile and flexural strength*), kelelahan (*fatigue life*), kekuatan terhadap pengaruh susut (*shrinkage*), dan ketahanan terhadap keausan (*abrasion*) (Shoroushian and Bayasi, 1987).

B.2 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu. Salah satu bahan tambah yang dipergunakan adalah bahan tambah serat.

Tebu (*Saccharum officinarum*) adalah tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Umur tanaman ini sejak ditanam hingga masa panen mencapai kurang lebih 1 tahun.

Ampas tebu atau lazimnya disebut *bagasse*, adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu merupakan campuran serat yang kuat dengan jaringan parenchyma yang lembut, yang mempunyai tingkat higroskopis yang tinggi.

B.3 Workability

Workability merupakan kemudahan dalam pengerjaan beton. Jumlah air yang digunakan dalam pengadukan campuran beton sangat mempengaruhi tingkat *workability* beton. *Workability* beton akan semakin meningkat jika semakin banyak jumlah air yang digunakan, tetapi akan terjadi *slump loss* apabila menggunakan jumlah air yang terlalu banyak pada pengadukan campuran beton dan akan mereduksi kuat tekan beton. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) pada beton

B.4 Kuat Tekan Beton

Pengujian kekuatan tekan pada beton merupakan salah satu cara untuk mengetahui kinerja utama beton. Menurut SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton adalah besarnya beban

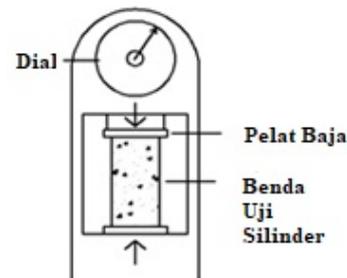
per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah mesin uji tekan (*Compression Test Machine*). Kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dengan: f_c' = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban tekan (N)

A = Luas permukaan benda uji (mm^2)



Gambar 1. Setup Pengujian Kuat Tekan Beton

B.5 Susut Beton

Susut atau *shrinkage* didefinisikan berkurangnya volume beton akibat keluarnya air pada saat proses pengerasan beton. Susut akan semakin besar dengan meningkatnya faktor air semen dan kandungan semen. Demikian juga dengan semakin banyak agregat yang digunakan semakin sedikit susut yang akan terjadi.

Penyusutan beton diperoleh dari data pengukuran (ASTM C-1090) atau dihitung dengan menggunakan persamaan ACI 209 sebagai berikut:

$$\epsilon_s(t) = \frac{t}{35+t} \epsilon_{shu} \quad (2)$$

dengan : t = Waktu susut selama penelitian

$$\epsilon_{shu} = \text{Regangan susut batas } 780 \times 10^{-6} \text{ m/m}$$

Untuk kondisi di luar standar, maka harus dikalikan dengan faktor yang mempengaruhi susut beton tersebut. Sehingga persamaannya menjadi :

$$\epsilon_s(t) = \frac{t}{35+t} A \times B \times C \times D \times E \times \epsilon_{shu} \quad (3)$$

$$A = 1,4 - 0,0102\lambda \quad (4)$$

$$B = 0,89 + 0,00161s \quad (5)$$

$$C = 0,3 + 0,014\psi \quad (6)$$

$$D = 0,75 + 0,0006k \quad (7)$$

$$E = 0,95 + 0,008\alpha \quad (8)$$

dengan : $\epsilon_{shu} = (780 \times 10^{-6} \text{ m/m}) \times A$

- A = Faktor kelembaban relatif
- B = Faktor nilai slump beton
- C = Faktor persentase agregat halus per m³ beton
- D = Faktor jumlah semen per m³ beton
- E = Faktor air content
- λ = Nilai kelembaban relatif (%)
- s = Nilai slump beton (mm)
- Ψ = Nilai persentase agregat halus per m³beton (%)
- c = Nilai jumlah semen per m³ beton (kg)
- α = Nilai air content (%)

B.6 Porositas

Porositas adalah perbandingan antara volume pori dengan volume material total (volume air jenuh), besarnya porositas tergantung dari material bahan konstruksi. Nilai porositas menunjukkan tingkat kepadatan butiran pori pada suatu beton. Porositas juga dapat diakibatkan adanya partikel-partikel bahan penyusun beton yang relatif besar, sehingga kerapatan tidak maksimal.

Porositas beton juga menggambarkan besar kecilnya kekuatan beton dalam menyangga suatu konstruksi. Berdasarkan ASTM C-642 porositas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Porositas} = \frac{W_2 - W_1}{W_2 - W_3} \times 100\% \quad (9)$$

dengan : W1= Berat sampel setelah dioven (kg)

W2= Berat setelah direndam/jenuh air ditimbang di udara (kg)

W3= Berat setelah direndam/jenuh air ditimbang di dalam air (kg)

C. METODOLOGI PENELITIAN

C.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Semen PCC produksi PT.Semen Padang.
2. Agregat kasar berasal dari *quarry* Kabupaten Kampar
3. Agregat halus berasal dari *quarry* Kabupaten Kampar
4. Ampas tebu yang digunakan berasal dari limbah tebu di Kota Pekanbaru.

C.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Peralatan Yang Digunakan Dalam Penelitian

No	Alat	Fungsi
1	Timbangan	Menimbang bahan
2	Satu set Saringan	Mengayak agregat
3	Ember/wadah	Tempat meletakkan material
4	Mistar	Mengukur benda uji
5	Oven	Mengeringkan agregat
6	Alat uji tekan	Menguji kuat tekan dan kuat tarik belah
7	Alat uji susut beton	Menguji susut beton
8	Cetakan beton	Tempat mencetak beton
9	Tongkat besi	Memadatkan campuran beton segar dalam cetakan, menguji berat volume
10	Piknometer	Menguji berat jenis agregat halus
11	Sendok Semen	Mengambil material dalam pembuatan benda uji
12	Kerucut Abrams	Menguji nilai slump beton
13	<i>Concrete Mixer Machine</i>	Mencampur material dalam pembuatan benda uji
14	<i>Mould</i>	Menguji berat volume agregat
15	Mesin Los Angeles	Menguji abrasi agregat kasar

C.3 Serat Ampas Tebu

Pada penelitian ini, serat tebu digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton dengan persentase terhadap agregat kasar. Tebu yang digunakan pada penelitian ini adalah dikumpulkan dari sisa ampas tebu dari para penjual air tebu di sekitaran Kota Pekanbaru.

Metode yang digunakan dalam proses pengolahan ampas tebu hingga menjadi serat agar bisa digunakan pada campuran beton sebagai berikut:

1. Menjemur ampas tebu yang sudah dikumpulkan dibawah sinar matahari hingga kadar air yang terkandung di dalam ampas tebu mengering,
2. Setelah diperoleh ampas tebu yang kering, memisahkan antara serat tebu yang lunak dan

serat tebu yang keras menggunakan sisir kawat,

3. Bagian serat yang digunakan untuk campuran beton pada campuran beton ini adalah bagian serat yang keras,
4. Memotong serat tebu dengan ukuran $\pm 2,5 \text{ cm} - 5 \text{ cm}$,
5. Melakukan perendaman selama ± 24 jam yang bertujuan untuk mengurangi kandungan glukosa pada tebu,
6. Setelah dilakukan perendaman, dijemur, kembali serat tebu yang sudah dipotong dibawah sinar matahari hingga kering.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

D.1 Hasil Pengujian Karakteristik Material

Hasil penelitian ini meliputi karakteristik material yang diperlukan untuk perencanaan campuran beton (*mix design*) yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau. Semua pengujian karakteristik material pada penelitian ini telah dilaksanakan sesuai prosedur dan standar yang ada. Pemilihan agregat yang sesuai dengan standar mutu yang disyaratkan sangat berpengaruh terhadap campuran beton yang direncanakan. Hasil pengujian untuk agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Karakteristik Dasar Material Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan
1.	Kadar Lumpur (%)	1,18
2.	Berat Jenis (gr/cm ³)	
	a. <i>Apparent Specific Gravity</i>	2,65
	b. <i>Bulk Specific Gravity on Dry</i>	2,59
	c. <i>Bulk Specific Gravity on SSD</i>	2,61
	d. <i>Absorption (%)</i>	0,91
3.	Kadar Air (%)	4,17
4.	Modulus Kehalusan	2,57
5.	Berat Volume	
	a. Kondisi Padat	1579,63
	b. Kondisi Gembur	1419,67
6.	Kadar Organik	No. 3

Hasil pengujian karakteristik material ini sangat berpengaruh dalam perencanaan beton itu sendiri. Karena itu untuk produksi beton dengan karakteristik yang diinginkan, pemeriksaan agregat pengendalian mutu harus dikerjakan secara berkala.

Untuk hasil pengujian karakteristik agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Karakteristik Dasar Material Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan
1.	Berat Jenis (gr/cm ³)	
	a. <i>Apparent Specific Gravity</i>	2,77
	b. <i>Bulk Specific Gravity on Dry</i>	2,66
	c. <i>Bulk Specific Gravity on SSD</i>	2,70
	d. <i>Percentase Absorpsi Air (%)</i>	1,47
2.	Kadar Air (%)	0,15
3.	Modulus Kehalusan	6,95
4.	Berat Volume	
	a. Kondisi Padat	1516,46
	b. Kondisi Gembur	1380,11
5.	Abrasi (%)	22,14

D.2 Hasil Pengujian Slump Beton (*Workability*)

Pengujian *workability* dilakukan dengan cara menggunakan nilai slump pada beton normal dan beton serat tebu. Nilai slump yang direncanakan pada pengujian ini adalah 75 ± 2 mm. Berdasarkan nilai slump ini dapat menunjukkan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) beton segar. Hasil pengujian *slump* beton dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Slump

Kode Benda Uji	Hasil <i>Slump</i> (cm)
Beton Normal (BN)	9
Beton Serat Tebu 0,3%	8
Beton Serat Tebu 0,5%	5,5
Beton Serat Tebu 0,7%	4,5

D.4 Hasil Pengujian Porositas

Pengujian porositas bertujuan untuk mengetahui besarnya persentase pori pada beton setelah perendaman. Pada penelitian ini pengujian porositas dilakukan pada benda uji beton normal, beton serat tebu 0,3%, beton serat tebu 0,5% dan beton serat tebu 0,7%. Hasil pengujian permeabilitas beton pada saat umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Porositas

Kode Benda Uji	Porositas rerata (%)
Beton Normal (BN)	8,84
Beton Serat Tebu 0,3%	14,64
Beton Serat Tebu 0,5%	15,25
Beton Serat Tebu 0,7%	17,12

Hasil pengujian porositas diatas menunjukkan bahwa nilai porositas tertinggi terjadi pada beton serat tebu 0,7% yaitu 17,12% diikuti dengan beton serat tebu 0,5% dan 0,3% sebesar 15,25% dan 14,64%. Nilai porositas terendah terjadi pada beton normal sebesar 8,84%. Dari data diatas menunjukkan bahwa semakin besar persentase serat tebu yang digunakan, maka angka porinya semakin besar.

D.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

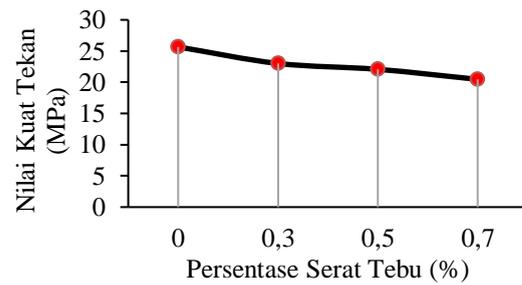
Pengujian kuat tekan merupakan tolak ukur untuk pencapaian mutu suatu campuran beton yang sudah direncanakan yang diuji menggunakan alat mesin kuat tekan beton.

Pada penelitian ini didapatkan beberapa hasil kuat tekan berdasarkan variasi beton diantaranya beton normal (BN), beton serat tebu 0,3% (BST 0,3), beton serat tebu 0,5% (BST 0,5) dan beton serat tebu 0,7% (BST 0,7). Hasil pengujian kuat tekan untuk umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 2 dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Kode Benda Uji	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
Beton Normal	25,653
Beton Serat Tebu 0,3%	23,013
Beton Serat Tebu 0,5%	22,069
Beton Serat Tebu 0,7%	20,466

Hasil yang didapatkan pada pengujian kuat tekan beton menunjukkan bahwa terjadi penurunan kuat tekan dengan penggunaan serat tebu terhadap campuran beton. Kuat tekan tertinggi untuk umur 28 hari sebesar 25,653 MPa pada beton normal dan kuat tekan terendah yaitu sebesar 20,466 MPa terjadi pada beton serat tebu 0,7% pada umur 28 hari.



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan

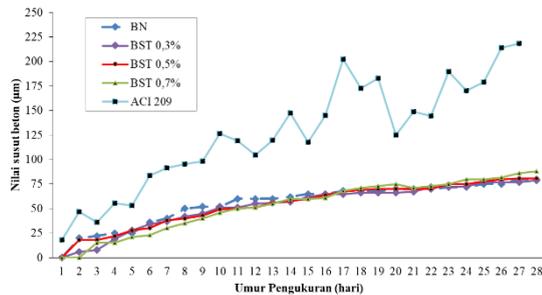
D.4 Hasil Pengujian Susut Beton

Pada penelitian ini cara untuk mendapatkan nilai susut beton dilakukan dengan dua cara yaitu pengukuran langsung (laboratorium) dan perhitungan prediksi susut menurut ACI 209 (teoritik). Hasil pengukuran susut langsung didapat total susut tertinggi terjadi pada beton serat tebu 0,7% yaitu sebesar 88 μm dan susut terendah terjadi pada beton normal yaitu sebesar 80 μm . Perhitungan dengan prediksi menurut ACI 209 menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan dengan hasil pengukuran langsung di laboratorium.

Tabel 7. Hasil Pengujian Susut Beton

Kode Benda Uji	Langsung (μm)	ACI 209 (μm)
Beton Normal	80	218
Beton Serat Tebu 0,3%	79	-
Beton Serat Tebu 0,5%	81	-
Beton Serat Tebu 0,7%	88	-

Berdasarkan hasil pengukuran langsung dan metode ACI 209 ini diperoleh grafik hubungan antara nilai susut beton (μm) dan umur pengukuran (hari) seperti pada Gambar 3. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa susut yang terjadi cenderung mengalami peningkatan berbanding dengan umur pengukuran. Berdasarkan analisa hasil pengujian susut yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan serat tebu sebagai bahan tambah pada campuran beton dapat menahan susut mendekati beton normal.



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Susut Beton

E KESIMPULAN DAN SARAN

E.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian porositas menunjukkan bahwa nilai porositas tertinggi terjadi pada beton serat tebu 0,7% yaitu sebesar 17,12%.
2. Berdasarkan pengujian kuat tekan beton, terjadi peningkatan kekuatan tekan, kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari terjadi pada beton normal yaitu sebesar 25,633 MPa. Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada beton serat 0,7% yaitu sebesar 20,466 MPa.
3. Berdasarkan pengujian susut beton dengan menggunakan dua cara yaitu pengukuran langsung dan prediksi metode ACI 209. Nilai susut untuk metode ACI 209 yaitu sebesar 218 µm. Berdasarkan hasil pengujian pengukuran langsung diperoleh nilai susut tertinggi pada beton serat 0,7% yaitu sebesar 88 µm.

E.2 Saran

1. Sebaiknya dalam pemilihan serat tebu yang akan dipakai pada campuran beton disarankan memilih bagian serat tebu yang keras sehingga serat akan lebih kuat.
2. Untuk proses pembuatan benda uji disarankan untuk melakukan perlakuan yang sama terhadap setiap benda uji agar tidak terjadi perbedaan sifat mekanik antar beton.
3. Agregat yang akan digunakan sebagai material benda uji perlu dijaga kualitasnya agar pada saat pengujian karakteristik agregat, nilai-nilai karakteristiknya sesuai standar spesifikasi yang telah ditetapkan.

F. DAFTAR PUSTAKA

- ACI 209 R 92. (1997). Prediction Of Creep, Shrinkage, and Temperature Effects in Concrete Structures.
- ASTM C 642. (1997). Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete.
- ASTM C 1090. (2010). Standard Test Method for Measuring Changes in Height of Cylindrical Specimens of Hydraulic Cement Grout.
- Danoeprawiro. (1999). Peran Beton Fiber Dalam Pembangunan Prasarana dan Sarana Kimbangwil.
- Erni, M., (2005). Industri Tebu Menuju Zero Water Industry.
- Pardede, D., Karolina, R. & Syahrizal, (2012). Analisa Kajian Tegangan Beton Dengan campuran Serat Ampas Tebu (Baggase). *Universitas Sumatera Utara*.
- Shoroushian and Bayasi. (1987). Fibre reinforced concrete designand application.
- SNI 03-1974-1990. (1990). Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2834-2000. (2000). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. *Badan Standardisasi Nasional*, 1-34.
- SNI 03-2847-2002. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version). *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*, 251.
- SNI 03-2847-2013. (2013). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.