

Studi Eksperimen Kuat Lentur Beton Ramah Lingkungan Berbahan Tambah Abu Ampas Tebu Dan Serat Bambu

Permadi Riyanto¹, Anis Rahmawati², Aryanti Nurhidayati³

*Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Sebelas Maret¹
Pandan05lawu@gmail.com*

*Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Sebelas Maret²
Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Sebelas Maret³*

Abstrak

Ampas tebu merupakan sumber daya alam yang masih belum maksimal pemanfaatannya. Limbah abu ampas tebu (AAT) merupakan hasil limbah buangan yang berlimpah dari proses pembuatan gula. Tujuan dari penelitian ini untuk (1) mengetahui pengaruh penggantian sebagian AAT variasi 5%, 10%, dan 15% dari volume agregat halus dan penambahan serat bambu 1,5%, dan 3% terhadap kuat lentur beton serat; (2) mengetahui variasi optimal penggantian sebagian agregat halus dengan AAT dan penambahan serat yang menghasilkan kuat lentur maksimal pada beton serat. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimen dan teknik analisa data menggunakan regresi. Variabel yang mempengaruhi dalam penelitian ini adalah (1) Variabel bebas: variasi penggantian sebagian abu ampas tebu yaitu 5%, 10%, dan 15% dari volume agregat halus dan penambahan serat bambu yaitu 1,5%, dan 3% dari berat semen. (2) Variabel terikat: kuat lentur. Sampel yang digunakan adalah berbentuk balok beton dengan dimensi 150 mm x 150 mm x 600 mm untuk uji lentur. Hasil penelitian sebagai berikut, (1) Penggantian sebagian agregat halus dengan AAT dan penambahan serat bambu berpengaruh negatif terhadap kuat lentur (2) Kuat lentur maksimal 5,938 MPa pada variasi penggantian sebagian agregat halus dengan AAT 5% dan penambahan serat bambu 1,5%.

Kata Kunci: Abu ampas tebu, serat bambu, beton serat.

1. Pendahuluan

Saat ini pembangunan dalam bidang teknik sipil mengalami peningkatan yang sangat pesat. Hal ini terbukti dengan adanya pembangunan infrastruktur yang signifikan, seperti perumahan, gedung, pembangunan jembatan, tower, maupun pembangunan konstruksi lain. Pada kegiatan pembangunan tersebut, beton menjadi salah satu bahan yang diminati dalam pembuatan struktur bangunan. Hal ini dikarenakan beton memiliki banyak kelebihan, diantaranya memiliki kuat lentur yang tinggi, bentuknya yang dapat disesuaikan dengan keinginan, ketahanan yang baik terhadap cuaca dan lingkungan sekitar.

Pemanfaatan beton yang semakin meningkat, turut berdampak pada peningkatan kebutuhan material campuran, seperti semen, agregat kasar, agregat halus, air serta bahan tambahan lainnya. Sayangnya, eksploitasi menyebabkan penurunan terhadap material yang selama ini diperoleh dari alam. Oleh karena itu, banyak penelitian dilakukan untuk menemukan bahan baku alternatif yang berasal dari alam.

Eksplorasi dalam bidang konstruksi menimbulkan dampak negatif yang harus segera ditanggulangi. Oleh karena itu pemikiran – pemikiran untuk membuat konstruksi berwawasan lingkungan mulai dikembangkan. Salah satunya dengan memanfaatkan limbah menjadi bahan pengganti sebagian pengisi konstruksi beton. Hal ini bertujuan untuk memperoleh teknologi beton yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dengan demikian, beton ramah lingkungan (*green concrete*) adalah beton yang tersusun dari material yang tidak merusak lingkungan. Salah satunya berupa penggantian agregat penyusun beton dengan material yang tidak merusak lingkungan.

Ampas tebu menjadi salah satu bahan alternatif pengisi beton yang ramah lingkungan. Pemanfaatan ampas tebu ini juga sekaligus mengurangi pasokan limbah yang terbuang. Apalagi tebu sebagai bahan baku gula banyak tersebar di Indonesia. PT PG. Tasikmadu merupakan pabrik gula yang juga memasok kebutuhan gula di Indonesia. Abu ampas tebu (AAT) adalah sisa hasil pembakaran dari ampas tebu. Ampas tebu sendiri merupakan hasil limbah buangan yang berlimpah dari proses pembuatan gula ($\pm 30\%$ dari kapasitas giling). Pembakaran

ampas tebu memiliki unsur yang bermanfaat untuk peningkatan kekuatan beton, abu ampas tebu terutama berisi ion aluminium dan mengandung *silica* yang menonjol. Bila *silica* ini dicampur dengan semen maka akan menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi.



Gambar 1. Abu ampas tebu (2017)

Penelitian terdahulu oleh Gerry Phillip Rompas (2013:hal 82) menjelaskan bahwa hasil pengujian oleh Balai Riset dan Standardisasi Industri Manado diperoleh kandungan *silica* abu ampas tebu sebesar 68,5% sehingga memiliki sifat pozzolan. Penelitian telah dilakukan pada pemanfaatan abu ampas tebu yang diperoleh langsung dari pabrik untuk mempelajari aktifitas pozzolan dan sebagai pengikat dengan agregat. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari penggunaan abu ampas tebu sebagai pengganti agregat halus pada beton. Butiran abu ampas tebu dipilih karena fungsi keduanya dalam konstruksi beton sama. Pemanfaatan abu ampas tebu juga menjadi upaya pengurangan limbah yang terbuang percuma.

Beton pada umumnya berfungsi sebagai penahan beban, oleh karena itu peneliti mencoba untuk meningkatkan kekuatan mekanik pada beton. Untuk memperoleh sifat mekanik beton perlu tambahkan serat, maka dikembangkan usaha-usaha untuk mendapatkan beton dengan kualitas yang baik dengan menambahkan bahan yang tersedia di lingkungan masyarakat. Serat bambu dipilih karena pertimbangan kuat lenturnya yang cukup tinggi. Bambu juga banyak dimanfaatkan sebagai kebutuhan sehari-hari, sehingga limbahnya banyak tersebar dan mudah diperoleh

Bambu merupakan tanaman *ordo Bambuidae* yang pertumbuhannya cepat dan dapat dipanen pada umur sekitar 3-5 tahun.



Gambar 2. Serat Bambu (2017)

Pada masa pertumbuhan, bambu dapat tumbuh vertikal 5 cm per jam atau 120 cm perhari (Morisco,2005:1). Penelitian tentang serat bambu dilakukan oleh Suhardiman (1999:88-90) menyatakan bahwa campuran serat bambu legi antara kadar 1%, 1,5% dan 3% dari berat semen dapat mempengaruhi kekuatan pada beton. Kenaikan terjadi pada kadar serat variasi 1,5%, sehingga penelitian ini menggunakan serat bambu variasi 1,5%, dan 3% dari berat semen untuk menambah sifat mekanik beton. Paparan di atas menunjukkan bahwa pengembangan beton normal dengan menggunakan abu ampas tebu sebagai penggantian sebagian agregat halus dan penambahan serat bambu perlu dikenalkan ke masyarakat. Beton jenis ini dapat digunakan sebagai bahan membangun rumah tinggal sederhana. Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggantian sebagian agregat halus dengan AAT dan penambahan serat bambu terhadap kuat lentur beton.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain penelitian eksperimental metode kuantitatif dengan desain penelitian eksperimental murni (*true experimental*) yang dilakukan di laboratorium untuk memberikan suatu gambaran mengenai pengaruh penggantian sebagian agregat halus dengan abu ampas tebu dan penambahan serat bambu terhadap kuat lentur.

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Sebelas Maret, dengan tahapan penelitian sebagai berikut:

- a. Penyiapan bahan, meliputi pembuatan serat bambu dan persiapan bahan susun beton
- b. Pemeriksaan material bahan susun beton
- c. Perancangan campuran beton,
- d. Pembuatan benda uji, meliputi pengadukan, uji kecacakan adukan dengan pengujian slump, pencetakan serta perawatannya.
- e. Pengujian kuat lentur.

Digunakan persentase penggantian sebagian agregat halus dengan abu ampas tebu terhadap berat agregat halus yaitu 5%, 10%, dan 15%. Sedangkan Persentase penambahan serat bambu terhadap berat semen yaitu 1,5%, dan 3% Sampel yang digunakan berupa beton berbentuk balok dengan dimensi 150 mm x 150 mm x 600 mm sebanyak 36 buah. Dapat di lihat pada tabel 2.
Tabel 2 Sampel benda uji.

No	AAT	Serat bambu	Benda uji	Jumlah sample
1	0 %	0 %	3	9
		1,5 %	3	
		2%	3	
2	5 %	0 %	3	9
		1,5 %	3	
		2%	3	
3	10 %	0 %	3	9
		1,5 %	3	
		2%	3	
4	15 %	0 %	3	9
		1,5 %	3	
		2%	3	
Total Sample				36



Gambar 4. Molding balok

3. UTM (*Universal Testing Machine*)

UTM adalah mesin untuk mengetahui kuat lentur beton



Gambar 5. UTM (*Universal Testing Machine*)

Alat dan bahan

Alat

1. Molen

Molen adalah alat untuk mengaduk bahan-bahan beton agar tercampur merata



Gambar 3. molen

2. Molding

Molding adalah alat pencetakan dengan membentuk sebuah rangka atau model dalam pembuatan benda uji beton.

Bahan:

1. Pasir

Butiran-butiran mineral keras dan tajam berukuran antara 0,075 – 5 mm



Gambar 6. Pasir

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Halus

Hasil Pengujian Agregat Halus			
Parameter	Hasil	Standar	Keterangan
Kadar lumpur	0,15%	< 5%	Memenuhi standar
Kadar zat organik	0-10%	-	Penurunan kekuatan
Kadar air	1,97%	1-3%	Memenuhi standar
<i>Bulk Specific</i>	2,63	2,5-2,7	Termasuk

<i>Gravity SSD</i>			agregat halus normal
Modulus kehalusan	3,91	1,5-3,8	Butiran pasir lebih kasar
Gradasi	Termasuk Daerah I		Dapat digunakan

2. Semen

Semen adalah zat yang digunakan untuk merekat batu, bata, batako, maupun bahan bangunan lainnya.



Gambar 7. semen

3. Krikil

Krikil untuk butiran antara 5 mm dan 10 mm.



Gambar 8. Krikil

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Hasil Pengujian Agregat Kasar			
Parameter	Hasil	Standar	Keterangan
Abrasi	20,84 %	< 50%	Memenuhi standar
<i>Bulk Specific Gravity SSD</i>	2,416	2,5-2,7	Termasuk agregat kasar ringan
Modulus Kehalusan Butir krikil	5,67 Daerah II	6-7,1	Termasuk agregat kasar lebih halus

4. Abu Ampas Tebu (AAT)

Abu Ampas Tebu adalah hasil limbah buangan yang berlimpah dari proses

pembuatan gula. Dari pengujian AAT yang telah dilaksanakan, diperoleh nilai kadar air 39.43% *specific gravity SSD* 1,33. Nilai modulus kehalusan 3.20 telah memenuhi syarat sebagai bahan pengganti agregat halus dengan modulus kehalusan antara 1,5 - 3,8.

5. Serat Bambu

Serat bambu adalah bahan dasar bambu yang diserut hingga tipis. Serat bambu yang digunakan ukuran 20 mm x 2 mm x 5 mm.

Uji Kuat Lentur

Menurut ASTM C293 / C293 M-10, IDT, "Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas. Kuat lentur dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$f_{lt} = \frac{3PL}{2bd^2} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

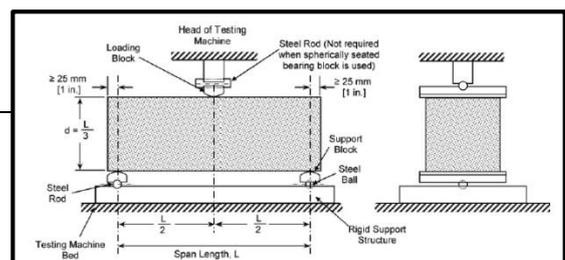
f_{lt} = kuat lentur, dalam MPa;

P = beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji, dalam Newton;

L = panjang bentang diantara kedua blok tumpuan, dalam mm;

b = lebar balok rata-rata pada penampang runtuh, dalam mm;

d = tinggi balok rata-rata pada penampang runtuh, dalam mm

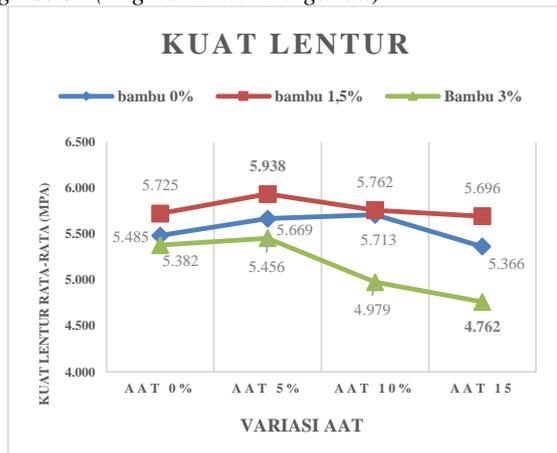


Gambar 9. Uji Kuat Lentur

(Sumber: ASTM C 293/C293M-10, IDT)

Hasil dan Pembahasan

Analisis data menggunakan program komputer *Statistical Package for the Social Science 16.0* (SPSS 16.0) yaitu dengan uji *Regression (Regresi Linier Berganda)*.



Gambar 10. Grafik hubungan variasi AAT dan serat bambu terhadap kuat lentur.

Dari grafik hasil pengujian kuat lentur rata-rata beton serat yang ditampilkan gambar 3, dapat dilihat bahwa:

a. Pengaruh penggantian sebagian agregat halus dengan AAT.

Pada grafik gambar 10 di atas dapat dilihat penggunaan AAT 5% mampu meningkatkan kuat lentur beton sebesar 5,938 MPa atau mengalami kenaikan sebesar 0,213 dari beton normal. Pada penggantian sebagian agregat halus dengan AAT 10% dan 15%, kuat lentur mengalami penurunan 5%.

Pada penelitian ini terjadi kenaikan kuat lentur pada beton serat dengan AAT. Ini sejalan dengan pendapat Gerry (2013:86-87) tentang pengaruh pemanfaatan abu ampas tebu sebagai substitusi parsial semen dalam campuran beton ditinjau terhadap kuat tarik lentur dan modulus elastisitas, bahwa kuat tarik lentur umur 14 dan 28 hari memberikan hasil dimana kuat tarik lentur terbesar terjadi pada persentase AAT 5% dan kemudian pada persentase lebih dari 5% mengalami penurunan. Hal tersebut juga dinyatakan oleh R. Srinivasan (2010:64) kekuatan lentur meningkat dengan abu ampas tebu variasi 5%. Sedangkan hasil penelitian T.Subramani (2015:163-170) abu ampas tebu memiliki butiran-butiran yang sangat halus, dimana hal ini mempengaruhi kebutuhan air dalam campuran beton meningkat.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa penggantian sebagian agregat halus dengan AAT

mampu meningkatkan kuat lentur beton, dengan peningkatan kuat lentur beton tertinggi pada penggantian AAT 5% dari agregat halus. Pada penggantian sebagian agregat halus dengan AAT sebanyak 10%, peningkatan kekuatan mulai menurun akibat pengaruh variasi abu ampas tebu. Abu ampas tebu yang digunakan memiliki butiran-butiran yang sangat halus, secara fisik berwarna hitam dan menyerupai arang serta memiliki daya serap (hidrolisis) terhadap air yang tinggi. Sifat hidrolisis yang dimiliki abu ampas tebu tersebut dimungkinkan mengganggu reaksi pengikat agregat oleh semen. Ini disebabkan karena untuk mengikat agregat, semen membutuhkan air yang cukup. Disamping itu air banyak diserap oleh abu ampas tebu yang ada dalam campuran. Hal ini dapat menyebabkan reaksi hidrasi tidak berlangsung secara sempurna.

b. Pengaruh penambahan serat bambu

Pada grafik gambar 10 di atas dapat dilihat bahwa penambahan serat bambu mampu meningkatkan kuat lentur beton, dengan peningkatan maksimal tertinggi pada penambahan serat bambu sebesar 1,5%. Pada penambahan serat bambu sebesar 3% kekuatan kuat lentur mulai menurun.

Pada penelitian terjadi kenaikan kuat lentur pada beton serat dengan serat bambu. Ini sejalan penelitian M. Edwar (2016:6) tentang pengaruh penambahan serat kulit bambu terhadap sifat mekanik beton. Bahwa nilai kuat lentur beton tanpa serat sebesar 5,20 MPa, sedangkan peningkatan tertinggi terjadi pada penambahan serat 0,6% sebesar 5,36 MPa dan mengalami penurunan penambahan serat 0,8%.

Berdasarkan penelitian Suhardiman (2011: 93) penambahan serat bambu mampu meningkatkan kuat tarik beton, dengan peningkatan kuat tarik beton tertinggi pada penambahan serat sebanyak 1,5% dari berat semennya. Pada penambahan serat sebanyak 2%, peningkatan kekuatan mulai menurun karena beton semakin sulit dikerjakan akibat kekecekannya menurun. Hal tersebut juga dinyatakan oleh Agus (2009:253) tentang perilaku dan kapasitas lentur balok beton berserat bambu. Campuran beton dengan bahan tambah serat bambu sulit dipadatkan karena pada kondisi ini sebagian serat telah menghalangi proses masuknya agregat untuk mengisi rongga-rongga yang terbentuk dalam campuran beton.

Hasil penelitian ini menunjukkan penambahan serat bambu pada campuran beton terbukti menambah kekuatan beton dibanding beton normal. Penambahan 1,5% jumlah serat jumlah serat pada campuran beton meningkatkan kekuatan, karena beton masih cukup mudah dikerjakan sehingga dihasilkan beton dengan

kepadatan cukup baik, sedangkan dengan penambahan 3% mengalami penurunan kekuatan pada beton normal. Hal tersebut terjadi karena adukan sudah mulai sulit dikerjakan, akibat kelecakan yang terlalu rendah.

Kesimpulan

Hasil dari penelitian tentang pengaruh penggunaan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian agregat halus serta penambahan serat bambu pada beton terhadap kuat lentur beton serat, memperoleh kesimpulan bahwa: (1) Pengganti sebagian agregat halus dengan AAT dan penambahan serat bambu berpengaruh negatif terhadap kuat lentur beton serat. Penggantian sebagian agregat halus dengan AAT dan penambahan serat bambu memberikan penurunan pada kuat lentur kecuali pada pengganti sebagian agregat halus dengan AAT 5% dan penambahan serat bambu 1,5% mengalami kenaikan kuat lentur beton serat. (2) Nilai optimal pengganti sebagian agregat halus dengan AAT dan penambahan serat bambu yang menghasilkan kuat lentur maksimal sebesar 5,938 MPa pada persentase pengganti sebagian agregat halus AAT 5% dan penambahan serat bambu 1,5%.

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat dikemukakan beberapa saran antara lain: (1) Perlu adanya pengembangan penelitian lebih lanjut mengenai beton serat dengan bahan tambah yang lain, (2) Perlu adanya pengembangan penelitian lebih lanjut untuk pemanfaatan limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus pada beton dan penambahan serat bambu dengan variasi yang berbeda dari penelitian ini untuk mendapatkan berat isi beton yang lebih ringan namun memiliki kuat lentur yang tinggi, (3) Perlu adanya pengembangan penelitian lebih lanjut mengenai cara pembuatan beton serat bambu sebagai bahan tambah dan AAT sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus, (4) Perlu adanya pengembangan penelitian lebih lanjut untuk metode pengganti sebagian agregat halus dengan AAT dan penambahan serat bambu sebagai bahan tambah pada beton serat sehingga dihasilkan kuat lentur dan berat isi yang lebih baik dari penelitian ini.

Ucapan Terima Kasih

Rasa syukur ku kepadaMU ALLAH SWT dan junjungan ku Nabi Muhammad SAW, telah memberikan kesempatan, dan kelancaran serta membukakan pikiranku dalam menuntut ilmu ini. Terimakasih kepada orang tua, saudara, teman-

teman atas do'a, perhatian, dan kasih sayang, keikhlasan serta dukungan moril dan materil yang diberikan. Penulis menyampaikan apresiasi kepada tenaga teknis *workshop* prodi PTB atas bantuan selama pelaksanaan penelitian. Penulis juga menyampaikan terimakasih atas dukungan dana penelitian dari DIPA PNBP UNS 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. (2002). *ASTM C 293-02: Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Center-Point Loading)*
- Hidayat, M.Edwar. (2016). *Pengaruh Penambahan Serat Kulit Bambu Terhadap Sifat Mekanik Beton*. Universitas Riau. Diperoleh Pada 15 Juni 2017.
- Morisco. (2005). *Bambu sebagai Bahan Rekayasa*, Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta
- Phillip Rompas, Gerry. (2013). *Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas*. Jurnal Penelitian, Universitas Sam Ratulangi. Diperoleh Pada 13 Juni 2017.
- R. Srinivasan. (2010). *Experimental Study on Bagasse Ash in Concrete*. Jurnal Penelitian, Tamilnadu College of Engineering. Diperoleh Pada 20 Oktober 2016.
- Rivani, Agus. *Perilaku dan Kapasitas lentur Balok Beton Berserat Bambu*. Jurnal Penelitian, Univrsitas Tadulaka Palu. Diperoleh Pada 15 Juni 2017.
- Suhardiman, Mudji. (2015). *Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton*. Jurnal Penelitian, Universitas Janabadra. Diperoleh Pada 8 oktober 2016
- T. Subramani. (2015). *Experimental Study On Baggasse Ash In Concrete*. Jurnal Penelitian, Vinayaka Missions University. Diperoleh Pada 20 Oktober 2016.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada