

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 03	NOMER: 03	HALAMAN: 105 - 111	SURABAYA 2017	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	-----------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Gde Agus Yudha Prawira A, S.T., M.T.
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
• Vol. 03 Nomor 03/rekat/17 (2017)	
ANALISIS NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN STABILISASI KAPUR GAMPING GRESIK	
<i>Novi Dwi Pratama, Nur Andajani,</i>	01 – 08
ANALISIS HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN BEBAN GEMPA SNI 1726-2012 DAN PERHITUNGAN BETON SNI 2847-2013	
<i>Ferry Sandrian, Sutikno,</i>	09 – 16
MODIFIKASI PERENCANAAN GEDUNG KANTOR BNL PATERN SURABAYA MENGGUNAKAN METODE BALOK PRATEKAN DENGAN BERDASARKAN SNI 2847:2013	
<i>Tono Siswanto, Mochamad Firmansyah S.,</i>	17 – 26
ANALISA PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN SNI GEMPA 1726-2002 DAN SNI GEMPA 1726-2012	
<i>Erick Ryananda Yulistiya, Sutikno,</i>	27 – 32
ANALISIS PENINGKATAN RUAS JALAN MOJOSARI-PANDANARUM KM 42+435-51+732 KABUPATEN MOJOKERTO JAWA TIMUR	
<i>Andik Setiawan, Purwo Mahardi,</i>	33 – 38
PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG DARAH DAN <i>SLUDGE</i> INDUSTRI KERTAS SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN PENAMBAHAN <i>CONPLAST</i> WP 421 DAN <i>MONOMER</i> PADA PEMBUATAN BATAKO	
<i>Thobagus Rodhi Firdaus, Mas Suryanto,</i>	39 – 46
ANALISIS PEMAMPATAN WAKTU TERHADAP BIAYA PADA PEMBANGUNAN <i>MY TOWER HOTEL & APARTMENT PROJECT</i> DENGAN MENGGUNAKAN METODE <i>TIME COST TRADE OFF</i> (TCTO)	
<i>Aulia Putri Andhita, Hasan Dani,</i>	47 – 55
ANALISIS MANFAAT-BIAYA PEMBANGUNAN JALAN AKSES DAN JEMBATAN MASTRIP-JAMBANGAN	
<i>Irwan Fachri Muannas, Purwo Mahardi,</i>	56 – 62

PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 8 M DAN 10 M <i>Laras Sukmawati Yuwono, Arie Wardhono,</i>	63 – 69
PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 12 M DAN 14 M <i>Rifky Farandy Pramudita, Arie Wardhono,</i>	70 – 76
PENGARUH LAMA PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER MEMANFAATKAN FLY ASH DENGAN MOLARITAS 8M DAN 10M <i>Danan Jaya Tri Yanuar, Arie Wardhono,</i>	77 – 83
ANALISA PERKIRAAN TOTAL WAKTU DAN BIAYA PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN METODE COST SCHEDULE CONTROL SYSTEM CRITERIA (C/S-CSC) PADA PELAKSANAAN STRUKTUR PEMBANGUNAN FASUM (FASILITAS UMUM) DAN FASOS (FASILITAS SOSIAL) PT. INDUSTRI GULA GLENMORE KABUPATEN BANYUWANGI <i>Priestianti Diandra, Mas Suryanto HS.,</i>	84 – 90
IDENTIFIKASI DAN ANALISA RISIKO KONSTRUKSI YANG MEMPENGARUHI MUTU DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS DAN FAULT TREE ANALYSIS PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN GRAND SINGKONO LAGOON SURABAYA <i>Trisna Anggi Prasetya, Mas Suryanto HS.,</i>	91 – 98
PENGARUH LAMA PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR <i>GEOPOLYMER</i> DENGAN MOLARITAS TINGGI <i>Rizky Ismantoro Putra, Arie Wardhono.,</i>	99 – 104
PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU (<i>BAGASSE ASH</i>) PADA KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR STRUKTUR BALOK <i>Aris Widodo, Sutikno,</i>	105 – 111

PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU (*BAGASSE ASH*) PADA KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR STRUKTUR BALOK

Aris Widodo

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
ar13swidodo@gmail.com

Abstrak

Peningkatan kebutuhan semen tidak berimbang dengan produksi semen sehingga dibutuhkan alternatif untuk mengurangi pemakaian semen. Pemanfaatan limbah industri yang dihasilkan dalam jumlah besar serta kandungannya mirip dengan semen. Salah satunya adalah pemanfaatan abu ampas tebu.

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah beton silinder dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm untuk pengujian kuat tekan. Sedangkan, untuk pengujian kuat lentur, benda uji berupa balok beton bertulang dengan ukuran 130x250x1000 mm. Perbandingan bentang geser terhadap tinggi balok (a/d) = 0,9. Komposisi abu ampas tebu masing-masing adalah 0%, 8%, 16% dan 24 %.

Nilai kuat tekan terbesar pada komposisi abu ampas tebu 8% sebesar 20,51 MPa. Sedangkan, untuk beton normal kuat tekan yang dihasilkan sebesar 17,83 MPa. Hasil uji kuat lentur pada balok ($a/d=0,9$) dengan penambahan abu ampas tebu menghasilkan beban maksimal (P_{maks}) terbesar pada komposisi abu ampas tebu 8% yaitu 48,61 kN sedangkan yang terkecil adalah pada komposisi abu ampas tebu 24% yaitu 38,19 kN. Pola retak dan keruntuhan yang terjadi pada balok dengan penambahan abu ampas tebu saat pengujian dominan ditengah bentang.

Kata Kunci: Abu ampas tebu, beton bertulang, kuat tekan, kuat lentur, struktur balok.

Abstract

The increase in cement demand is not balanced with the production of cement and so needed alternative to reduce the use of cement. Utilizing industrial waste produced in large quantities as well as its contents is similar to cement. One of which is bagasse ash.

Specimens used in this research is a cylinder concrete with diameter of 100 mm and height of 200 mm for compressive strength testing. While, for flexural strength testing, the test object in the form of reinforced concrete beams with the size of 130x250x1000 mm. Shear span ratio and high effective (a/d) is 0,9. Bagasse ash composition of each is 0%, 8%, 16% and 24%.

The compressive strength value on the composition of bagasse ash 8% of 20.51 MPa. Meanwhile, for normal concrete compressive strength generated at 17.83 MPa. Test results on beam flexural strength of short ($a/d=0.9$) with bagasse ash addition produces a maximum load (P_{max}), the largest on the composition of bagasse ash 8% is 48.61 kN while the smallest is in the composition bagasse ash 24% is 38.19 kN. The pattern of cracks and collapse that occurred in short logs with the addition of bagasse ash current dominant testing amid the landscape.

Keywords: Bagasse ash, Reinforced Concrete, Compressive strength, Flexural strength, Beam Structure.

Universitas Negeri Surabaya

PENDAHULUAN

Beton pada dasarnya adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan agregat halus serta kadang-kadang ditambahkan additif (Kardiono Tjokrodimulyo, 1996).

Penelitian dilakukan untuk mengembangkan beton yaitu dengan mengembangkan bahan-bahan lain untuk campuran beton. Bahan-bahan itu dapat diperoleh dari bahan penelitian maupun bahan limbah industri. Salah satu limbah industri yang diteliti sebagai campuran beton adalah yaitu abu ampas tebu. Berdasarkan dari data

Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) ampas tebu yang dihasilkan sebanyak 32% dari berat tebu giling. Pada musim giling 2006 lalu, data yang diperoleh dari Ikatan Ahli Gula Indonesia (Ikagi) menunjukkan bahwa jumlah tebu yang digiling oleh 57 pabrik gula di Indonesia mencapai sekitar 30 juta ton, sehingga ampas tebu yang dihasilkan diperkirakan 9.640.000 ton. Namun sebanyak 60% dari ampas tersebut dimanfaatkan oleh pabrik gula sebagai bahan bakar, bahan baku untuk kertas, industri jamur dan lain-lain. Oleh karena itu sekitar 45% dari ampas tebu tersebut belum dimanfaatkan. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk memanfaatkan abu ampas, salah satunya sebagai

bahan substitusi maupun bahan tambahan campuran beton.

Dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan abu ampas tebu dari pabrik Gula Mojo Sragen, Jawa Tengah, pada temperature pembakaran 700 °C selama 60 menit, kandungan silica (SiO₂) abu ampas tebu tercatat sebesar 86,20% dimana silica ini mempunyai sifat mengikat yang relatif tinggi sebagai pengikat bahan beton. Penelitian ini mengkaji pengaruh abu ampas tebu sebagai bahan tambahan maupun substitusi semen pada campuran beton terhadap sifat-sifat beton. Prosentase jumlah ampas tebu sebagai bahan substitusi sebesar 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, dan 35% dari berat semen. Dari hasil penelitian, substitusi abu ampas tebu sebesar 15% dari berat semen, menyebabkan peningkatan kuat tekan beton umur 28, 56 dan 90 hari masing-masing sebesar 10,66%, 13,9%, dan 15,62% dari beton kontrolnya (Rusli SAL, 2006).

Penelitian juga dilakukan, yang menemukan bahwa abu ampas tebu (*baggase ash*) memiliki kandungan silikaoksida (SiO₂) sebesar 80,81%. Dengan menambahkan abu ampas tebu pada campuran beton dengan presentase 10%-10%, 10%-5%, 5%-10%, dan 5%-5%, menunjukkan bahwa beton dengan campuran abu ampas tebu memiliki kekuatan awal yang lebih rendah dari beton normal tetapi memiliki peningkatan kekuatan yang lebih besar dari umur 28 sampai dengan 91 hari (Disurya Wira dan Rudi, 2002). Pemanfaatan abu ampas tebu sebagai bahan substitusi semen diharapkan dapat meningkatkan kinerja dari beton.

Abu Ampas Tebu

Ampas tebu (*baggase ash*) adalah campurandari serat yang kuat, yang mempunyai tingkat higroskopis yang tinggi, dihasilkan melalui penggilingan tebu. Ampas tebu sendiri merupakan hasil limbah buangan yang berlimpah dari proses pembuatan gula (±30% dari kapasitas giling).

Abu ampas tebu yang dihasilkan harus dibakar kembali dengan suhu pembakaran lebih dari 600°C sehingga abu ampas tebu mengalami perubahan warna dari yang semula berwarna hitam karena masih mengandung karbon berubah warnamenjadi cokelat agak kemerahan di mana dalam keadaan ini abu ampas tebu memiliki kandungan silikat yang tinggi.

Kuat Tekan

Kuat tekan beton dipertimbangkan dalam perencanaan campuran beton. Kuat tekan beton berumur 28 hari berkisar 10-65 Mpa. Untuk struktur beton bertulang pada umumnya menggunakan beton dengan kekuatan berkisar 17-30 Mpa, sedangkan untuk beton prategang berkisar 30-45 Mpa. Untuk keadaan dan

keperluan khusus, beton readymix sanggup mencapai nilai kuat tekan beton 62 Mpa dan untuk memproduksi beton kuat tinggi tersebut umumnya dilaksanakan dengan pengawasan ketat dalam laboratorium.

Beberapa faktor seperti ukuran dan bentuk agregat, jumlah pemakaian semen, jumlah pemakaian air, proporsi campuran beton, perawatan beton (*curing*), usia beton, ukuran dan bentuk sampel sangat mempengaruhi kekuatan tekan beton. Nilai kekuatan beton dapat di hitung dengan rumus:

$$f_{cr} = \frac{P}{A}$$

dimana :

f_{cr} = kuat tekan beton (MPa)

P = beban tekan (N)

A = luas permukaan benda uji (mm)

Kuat Lentur

Kuat tarik 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. Sistem pembebanan pada pengujian tarik lentur yaitu benda uji dibebani sedemikian rupa sehingga hanya akan mengalami keruntuhan akibat lentur murni (sistem *two point loading*). Rumus yang digunakan adalah:

$$R = \frac{PL}{bd^2}$$

dimana :

R = modulus keretakan (MPa)

P = beban maksimum yang terbaca di mesin penguji (N)

L = bentang balok (mm)

b = lebar balok (mm)

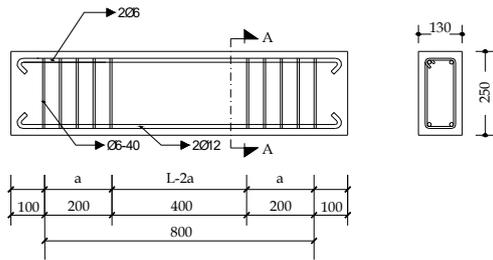
d = tinggi balok (mm)

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Dan Beton Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. Penelitian eksperimen ini akan menganalisis penambahan abu ampas tebu (*bagasse ash*) pada beton mutu normal sebagai bahan pengganti sebagian semen pada balok. Penelitian ini menganalisis penambahan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan dan kuat lentur pada struktur balok. Komposisi abu ampas tebu masing-masing sebesar 0%, 8%, 16%, dan 24% dari berat semen.

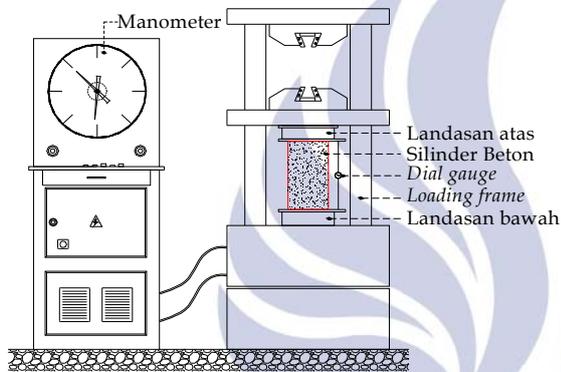
Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah beton silinder dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm untuk pengujian kuat tekan. Sedangkan, untuk pengujian kuat lentur, benda uji berupa balok beton bertulang dengan ukuran 130x250x1000 mm. Jumlah

tulangan tekan 2Ø6, sedangkan jumlah tulangan tarik pada balok adalah 2Ø12. Berikut detail benda uji balok:



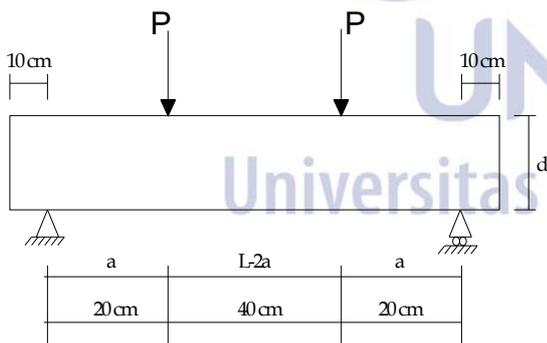
Gambar 1. Detail Benda Uji Balok

Pengujian kuat tekan dan kuat lentur dilakukan saat beton berumur 28 hari. Uji kuat tekan menggunakan UTM (*Universal Testing Machine*). Berikut *Set Up* pengujian kuat tekan silinder:



Gambar 2. *Set Up* Pengujian Kuat Tekan Silinder

Pengujian lentur pada balok menggunakan metode tiga titik (*third point loading*). Perbandingan bentang geser terhadap tinggi balok (a/d) = 0,9. Berikut adalah *setting* pembebanan pada balok:



Gambar 3. *Setting* Pembebanan Rasio $a/d = 0,9$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Bahan

Hasil penelitian untuk pemeriksaan agregat halus adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Jenis Uji	Hasil Uji
1	Modulus kehalusan	3,44
2	Kadar Air	2,04 %
3	Berat jenis	2,61
4	Kadar lumpur	4 %
5	Absorpsi	3,73
6	Berat volume	1,98

Dari hasil penelitian diatas dapat diketahui bahwa agregat halus telah memenuhi syarat dan dapat digunakan untuk campuran beton.

Hasil penelitian untuk pemeriksaan agregat kasar adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1	Modulus Kehalusan (FM)	3,56
2	Kadar air	1 %
3	Berat jenis	2,80
4	Kadar lumpur	0,8%
5	Absorpsi	3,75
6	Berat volume	1,98

Dari tabel 2 dapat diketahui bahwa kerikil telah memenuhi syarat dan dapat digunakan untuk campuran beton.

Hasil Pemeriksaan Abu Ampas Tebu (*Bagasse Ash*)

Abu ampas tebu yang digunakan dalam penelitian ini dihasilkan dari pembakaran pabrik tebu PG Candi Baru, Kabupaten Sidoarjo. Abu ini mengalami pembakaran dengan suhu 600°C – 1000°C. Pengujian dilakukan di Laboratorium Sentral Mineral dan Material Universitas Negeri Malang dengan metode XRF. Adapun hasil pemeriksaan XRF dalam abu ampas tebu disajikan dalam Tabel 3:

Tabel 3Kandungan Kimia Penyusun *Bagasse Ash*

Compound	Conc (%)	Methods
Si	53,0 +/- 0,08	XRF
P	2,9 +/- 0,07	
S	1,2 +/- 0,07	
K	13,3 +/- 0,05	
Ca	14,7 +/- 0,2	
Ti	0,25 +/- 0,003	
Cr	0,058 +/- 0,005	
Mn	0,96 +/- 0,01	
Fe	6,19 +/- 0,06	
Ni	0,15 +/- 0,006	
Cu	0,18 +/- 0,005	
Zn	3,34 +/- 0,03	
Rb	0,19 +/- 0,003	

Sr	0,33 +/- 0,01
Mo	2,9 +/- 0,2
Ba	0,2 +/- 0,02
Eu	0,08 +/- 0,04
Yb	0,08 +/- 0,02

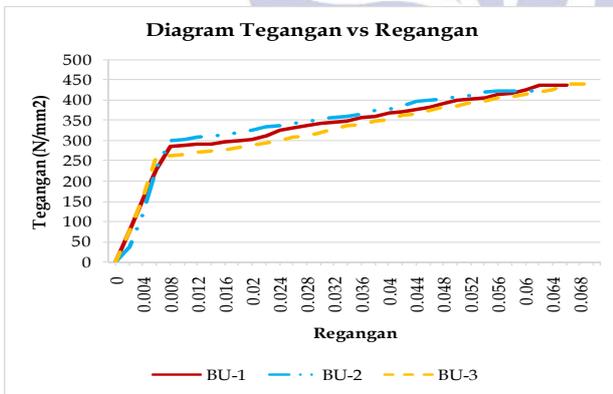
Dari Tabel 3 didapatkan nilai unsur terbesar dalam abu ampas tebu adalah Si sebesar 53,0 %. Kandungan silika yang tinggi menghasilkan ikatan yang besar dengan kekuatan tinggi pada beton. Kandungan lain yaitu Ca sebesar 14,7 % yang berfungsi sebagai pengganti sebagian semen.

Hasil Uji Mutu Baja Tulangan

Uji tarik mutu tulangan dilakukan pada besi polos Ø6 mm dan Ø12 mm dengan alat UTM (*Universal Testing Machine*). Berikut hasil pengujian kuat tarik baja tulangan Ø6 mm:

Tabel 4Kuat Tarik Tulangan Ø6 mm

Benda Uji	Diameter (mm)	A (mm ²)	P (kN)	σ = P/A (N/mm ²)
BU-1	5.79	26.33	7.5	284.85
BU-2	5.76	26.06	7.8	299.34
BU-3	5.75	25.97	6.7	258.02
Average	5.77	26.12	7.3	280.73



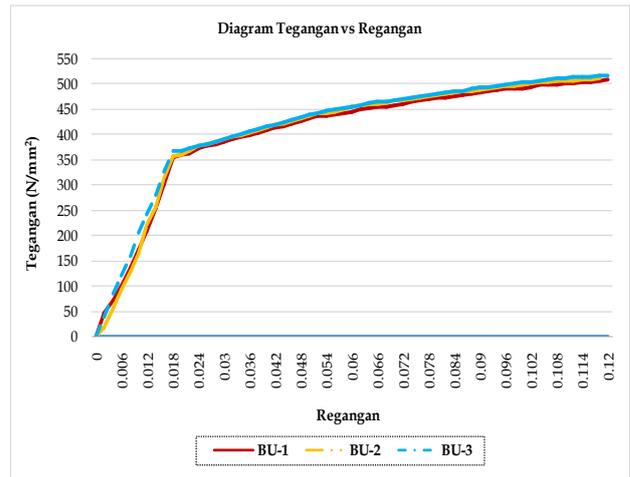
Gambar 4.Grafik Tegangan-Regangan baja Ø6 mm

Dari hasil uji diatas diperoleh nilai tegangan baja (fy) Ø6mm benda uji BU-1=284,85 MPa, BU-2=299,34 MPa, dan BU-3=258,02 MPa. Nilai tegangan rata-rata dari tiga benda uji diperoleh sebesar 280,73 MPa.

Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan Ø12 mm dapat dilihat pada Tabel 5:

Tabel 5.Kuat Tarik Tulangan Ø12 mm

Benda Uji	Diameter (mm)	A (mm ²)	P (kN)	σ = P/A (N/mm ²)
BU-1	11.85	110.29	39	353.61
BU-2	11.78	108.99	39	357.84
BU-3	11.69	107.33	39.5	368.03
Average	11.77	108.86	7.3	359.83



Gambar 5.Grafik Tegangan-Regangan baja Ø12 mm

Dari Tabel 5 diperoleh nilai tegangan baja (fy) Ø6mm benda uji BU-1=353,61 MPa, BU-2=357,84 MPa, dan BU-3=368,03 MPa. Nilai tegangan rata-rata dari tiga benda uji diperoleh sebesar 359,83 MPa.

Hasil Uji Slump

Pengujian slump dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan (*workability*) beton. Selain itu bertujuan mengetahui apakah beton dapat dikerjakan dengan mudah. Adapun hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6.Slump Test

Komposisi AAT	Slump (cm)
0 %	10
8 %	8
16 %	7
24 %	7

Dari Tabel diatas dapat diketahui bahwa semakin bertambahnya penambahan abu ampas tebu nilai *slump* menurun. Ini menunjukkan bahwa abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen bersifat mengentalkan campuran beton.

Berat Volume Benda Uji Silinder

Beton silinder ditimbang beratnya untuk mengetahui berat jenis tiap benda uji. Berat jenis dihitung dengan menimbang masing-masing benda uji dibagi volume dari benda uji tersebut. Berikut hasil pemeriksaan berat volume benda uji silinder pada Tabel 7.

Tabel 7. Berat Volume Benda Uji Silinder

Spesimen	No. Benda Uji	Berat (kg)	Volume (m ³)	Berat Volume (kg/m ³)	Berat Volume Rata-rata (kg/m ³)
Normal 0%	1	4.03	0.0016	2566.88	2577.49
	2	4.07	0.0016	2592.36	
	3	4.04	0.0016	2573.25	
AAT 8%	1	3.89	0.0016	2477.71	2443.74
	2	3.88	0.0016	2471.34	
	3	3.87	0.0016	2464.97	
AAT 16%	1	3.76	0.0016	2394.90	2314.23
	2	3.72	0.0016	2369.43	
	3	3.7	0.0016	2356.69	
AAT 24%	1	3.48	0.0016	2216.56	2207.01
	2	3.48	0.0016	2216.56	
	3	3.45	0.0016	2197.45	

Dari Tabel 7 dapat diketahui bahwa berat jenis beton rata-rata dengan prosentase berat volume rata-rata abu ampas tebu 0%= 2577.49 kg/cm³, 8%= 2443.74 kg/cm³, 16%= 2314.23 kg/cm³, dan 24%= 2207.01 kg/cm³. Ini menunjukkan bahwa berat jenis beton dengan campuran abu ampas tebu (*bagasse ash*) lebih kecil dari berat jenis beton normal.

Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan pada silinder 10 x 20 cm dengan alat yang disebut UTM (*Unit Testing Machine*) pada umur beton 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton silinder dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kuat Tekan Beton

Spesimen	No. Benda Uji	A (mm ²)	P (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan rata-rata (Mpa)
0%	1	7850	143	18.22	17.83
	2		132	16.82	
	3		145	18.47	
8%	1	7850	164	20.89	20.51
	2		159	20.25	
	3		160	20.38	
16%	1	7850	139	17.71	17.28
	2		133	16.94	
	3		135	17.20	
24%	1	7850	120	15.29	15.07
	2		117	14.90	
	3		118	15.03	

Dari Tabel 8 diperoleh kuat tekan rata-rata beton 0%= 17,83 MPa, 8%= 20,51 MPa, 16%= 17,28 MPa, dan 24%= 15,07 MPa. Kuat tekan terbesar pada silinder beton dengan penambahan abu ampas tebu 8% sebesar 20,51 MPa.

Hasil Uji Kuat Lentur Balok

Pengujian kuat lentur beton menggunakan balok ukuran 130x200x1000 mm dengan a/d 0,9. Berikut ini adalah hasil pengujian kuat lentur pada balok:

Tabel 9. Hasil Uji Kuat Lentur

% AAT	P _{retak awal} (kN)	M _{cr} (kN.m)	Beban Maksimal (P _{maks}) (kN)	Momen Maksimal (M _{maks}) (kN.m)
0%	10.42	1.23	45.14	5.62
8%	9.92	1.24	48.61	6.06
16%	6.94	0.86	44.64	5.57
24%	5.95	0.74	38.19	4.76

Berdasarkan hasil uji lentur pada tabel 9 diatas diperoleh beban maksimal (P_{maks}) terbesar pada komposisi AAT 8% yaitu 48,61 kN sedangkan yang terkecil adalah pada komposisi AAT 24% yaitu 38,19 kN. Untuk nilai beban retak awal pada balok adalah 0%= 10.42 kN, 8%= 9,92 kN, 16%= 6,49 kN, dan 24%= 5,95 kN.

Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu (*Bagasse Ash*) Terhadap Kuat Tekan

Penambahan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen memberi pengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Dari gambar 4.3 dibawah ini dapat dilihat nilai kuat tekan terbesar terletak pada beton silinder dengan komposisi AAT 8% dengan nilai kuat tekan 20,51 MPa. Sedangkan, untuk beton normal tanpa campuran abu ampas tebu nilai kuat tekannya adalah 17,83 MPa. Namun, semakin banyak kadar abu ampas tebu yang ditambahkan, nilai kuat tekan beton semakin menurun. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.3, beton silinder dengan komposisi AAT 16% nilai kuat tekannya turun menjadi 17,28 MPa dan komposisi AAT 24% nilai kuat tekannya 15,07 MPa.

Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Lentur Balok

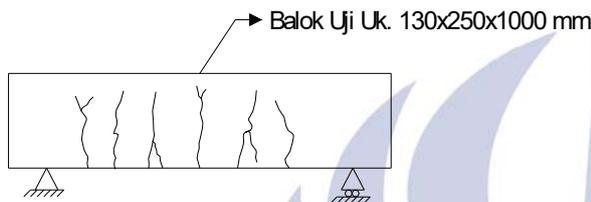
Dari pengujian kuat lentur pada balok menunjukkan bahwa balok dengan komposisi AAT 8% mampu menerima beban lebih besar dari beton normal. Beban maksimal yang diterima oleh balok dengan komposisi AAT 8% sebesar 48,81 kN dan momen maksimal sebesar 6,06 kN.m, sedangkan beban maksimal beton normal beban maksimal sebesar 48,11 kN dan momen maksimal sebesar 16,84 kN.m.

Pola Retak pada Balok dengan Penambahan Abu Ampas Tebu (*Bagasse Ash*)

Pada balok dengan perbandingan bentang geser terhadap tinggi (a/d) 0,9 retak pada tiap balok adalah :

- Balok BLK1 (AAT 0%)

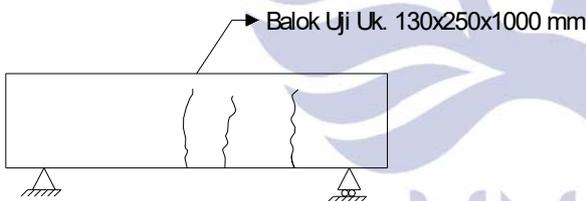
Retak awal terjadi pada saat beban mencapai 5,95 kN. Retak selanjutnya yaitu diikuti retak vertikal di sepanjang balok seiring dengan penambahan beban. Balok runtuh pada beban 45,14 kN. Adapun retakan balok dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Pola Retakan Balok Normal (AAT 0%)

- Balok BLK2 (AAT 8%)

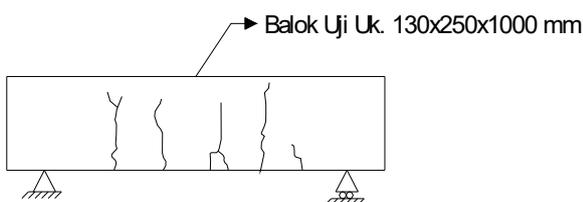
Retak awal terjadi di daerah tengah bentang pada beban 9,92 kN. Retak selanjutnya menyebar di daerah lentur akibat penambahan beban. Balok runtuh pada beban maksimum 48,61 kN. Adapun retakan balok dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Pola Retakan Balok dengan Prosentase Abu Ampas Tebu 8%

- Balok BLK3 (AAT 16%)

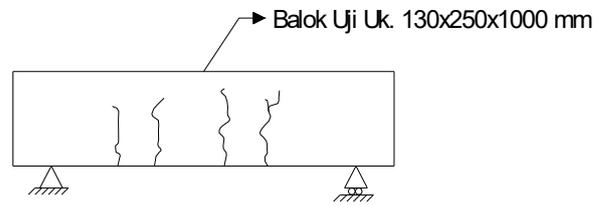
Retak awal adalah retak lentur pada saat beban mencapai 6,94 kN. Retak selanjutnya bergerak vertikal pada tengah bentang ke daerah lentur. Balok runtuh pada beban maksimum 44,64 kN. Adapun retakan balok dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Pola Retakan Balok dengan Prosentase Abu Ampas Tebu 16%

- Balok BLK4 (AAT 24%)

Retak awal terjadi pada beban 4,96 kN. Retak selanjutnya menyebar di daerah lentur. Balok runtuh pada beban 38,19 kN. Adapun retakan balok dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Pola Retakan Balok dengan Prosentase Abu Ampas Tebu 24%

Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu (*Bagasse Ash*) terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur pada Balok

Dari hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur, terdapat perbedaan pada kuat rencana dan kuat aktual diantaranya adalah sebagai berikut :

Tabel 10. Perbedaan Uji Rencana Dan Uji Aktual

Komposisi AAT	Kuat Tekan Rencana (Mpa)	Kuat Tekan Aktual (Mpa)	P _{maks} Rencana (kN)	P _{maks} Aktual (kN)
0%	20	17.83	90.02	45.14
8%		20.51		46.61
16%		17.28		44.64
24%		15.07		38.19

Berdasarkan tabel 10 diatas dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan mengalami peningkatan dari beton normal sampai penambahan abu ampas tebu komposisi 8% sebesar 2,68 kN. Kuat tekan beton dengan komposisi AAT 8% memenuhi kuat tekan rencananya yaitu 20 Mpa. Untuk hasil pengujian lentur pada balok pendek diperoleh beban maksimal (P_{maks}) sebesar 48,61 kN pada komposisi AAT 8% sedangkan P_{maks} rencana adalah sebesar 90,02 kN. Beban maksimum aktual yang dihasilkan lebih kecil dari beban rencana dengan perbedaan sebesar 41,41 kN. Hal ini membuktikan bahwa perubahan rasio a/d sangat mempengaruhi tingkat beban yang bisa diterima oleh balok tinggi, baik untuk beban first-crack maupun beban ultimit. Semakin kecil nilai rasio a/d maka beban yang mampu diterima oleh balok akan semakin besar, sedangkan nilai P sendiri tergantung pada besarnya variasi rasio a/d . Rasio a/d juga sangat menentukan perilaku balok tinggi.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa data diambil kesimpulan sebagai berikut :

Abu ampas tebu (*bagasse ash*) pada beton sebagai pengganti sebagian semen mampu menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi pada komposisi 8% menghasilkan kuat tekan 20,51 MPa. Sedangkan untuk beton normal nilai kuat tekan yang dihasilkan sebesar 17,83 MPa. Kuat tekan beton dengan komposisi AAT 8% mengalami peningkatan sebesar 2,68 Mpa dari beton normal. Namun, semakin banyak penambahan abu ampas tebu (*bagasse ash*) pada beton, nilai kuat tekannya menurun, yaitu pada komposisi AAT 16% nilai kuat tekannya turun menjadi 17,28 MPa dan komposisi AAT 24% nilai kuat tekannya sebesar 15,07 MPa. Hal ini membuktikan bahwa abu ampas tebu (*bagasse ash*) dapat meningkatkan kuat tekan beton pada penambahan komposisi tertentu.

Pada pengujian kuat lentur pada balok dengan nilai $a/d = 0,9$ menghasilkan beban maksimal (P_{maks}) terbesar pada komposisi AAT 8% yaitu 48,61 kN, sedangkan yang terkecil adalah pada komposisi AAT 24% yaitu 38,19 kN. Beban maksimum aktual komposisi 8% yang dihasilkan lebih kecil dari beban rencana yaitu 90,02 Kn dengan perbedaan sebesar 41,41 kN Pola retak dan keruntuhan yang terjadi pada balok saat pengujian lebih cenderung berada ditengah bentang berupa retakan vertikal.

Saran

Beberapa saran untuk penelitian lanjutan yang dapat dilakukan yaitu :

1. Penambahan abu ampas tebu (*bagasse ash*) perlu dilakukan pada beton mutu tinggi.
2. Perlu penelitian lebih lanjut tentang penambahan abu ampas tebu pada bahan bangunan lainnya.
3. Penelitian selanjutnya perlu dibuat SOP (Standar Operasional Prosedur) agar pengecoran yang dihasilkan sesuai dengan syarat-syarat kelecakan.
4. Perlu dilakukan penelitian menggunakan alat yang lebih detail dan spesifik dalam mendapatkan hasil praktikum.
5. Perlu dilakukan pengukuran lebar retak dan kuat geser menggunakan *Microcracks*.
6. Saat pengujian kuat lentur diharapkan lebih teliti dalam pembacaan *dial gauge* dan perlu digunakan alat digital agar data yang didapat lebih mudah.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI-1971)*. Surakarta. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.

ASTM. 2004. *Annual Book of ASTM standards vol 04.02. Concrete and Agregates*. American Society for Testing and Materials, West Conshocken. Badan Standarisasi Nasional. 2002. *SNI Baja tulangan*.

Chu-Kia Wang dan Charles G. Salmon. 1986. *Desain Beton Bertulang Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.

Disurya, Wira dan Suseno, Rudy. 2002. *Penggunaan Abu Ampas Tebu Untuk Pembuatan Beton Dengan Analisa Faktorial Desain*. Skripsi. Surabaya: Universitas Kristen Petra.

Ghozi, Muhammad. 2001. *Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Untuk Campuran Semen Pada Beton*. Tesis tidak diterbitkan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.

Rompas, Dkk. 2013. Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas. *Jurnal Sipil Statik* Vol.1 No.2, Januari 2013 (82-89).Manado.

Rusli, SAL. 2006. Study Eksperimental Tentang Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Kinerja Beton Normal: Tinjauan Terhadap Kekuatan Tekan. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa* Volume 2, Nomor 1.Padang.

Tjokrodinuljo, Kardiono. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gajah Mada

SNI 2847, 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.