

**PEMANFAATAN ABU AMPAS TEBU DARI HASIL
PEMBAKARAN NIRA PG. GONDANG BARU KLATEN
DAN KAPUR TOHOR PENGGANTI SEMEN UNTUK
CAMPURAN BETON**

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat S1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

NANANG HARJIANTO
NIM : D 100 100 051

kepada:

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMANFAATAN ABU AMPAS TEBU DARI HASIL PEMBAKARAN
NIRA PG.GONDANG BARU KLATEN DAN KAPUR TOHOR
PENGANTI SEMEN UNTUK CAMPURAN BETON**

Naskah Publikasi

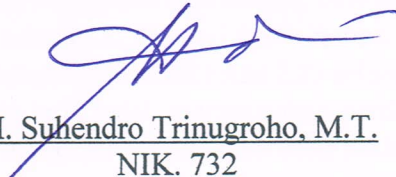
Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal, 2 Februari 2015

diajukan oleh :


NANANG HARJIANTO
NIM : D 100 100 051

Susunan Dewan Penguji

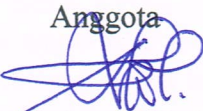
Pembimbing Utama


Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.
NIK. 732

Pembimbing Pendamping


Ir. H. Aliem Sudjatmiko, M.T
NIP. 131683033

Anggota


Dr. Mochamad Solikin
NIK : 792

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 2 Februari 2015
Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK : 682



Ketua Jurusan Teknik Sipil


Dr. Mochamad Solikin.
NIK : 792



PEMANFAATAN ABU AMPAS TEBU DARI HASIL PEMBAKARAN NIRA PG.GONDANG BARU KLATEN DAN KAPUR TOHOR PENGGANTI SEMEN UNTUK CAMPURAN BETON

Nanang Harjianto¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1

Pabelan Kartasura Surakarta

e-mail : nanang_h22@yahoo.com

ABSTRAK

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Bahan tambah (*admixture*) dapat ditambah untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton agar berfungsi lebih baik dan lebih ekonomis. Pemilihan abu ampas tebu sebagai bahan tambah merupakan salah satu alternatif yang cukup mengena, mengingat di Indonesia potensi ampas tebu tercatat mencapai 2.270.623 ton sehingga ampas tebu yang dihasilkan berkisar antara 340.593 ton sampai 711.614 ton. Serta pemberian kapur tohor sebagai pengganti semen dimaksudkan untuk menjadi bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik beton. Tujuan penelitian adalah Untuk mengetahui perbedaan kuat tekan, tarik dan lentur yang dihasilkan dari penambahan abu ampas tebu dengan perekat kapur tohor atau pun menggunakan semen. Persentase variasi penambahan abu ampas tebu 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dari berat semen atau kapur tohor untuk variasi 5 benda uji. Untuk kuat tekan dan kuat tarik belah beton menggunakan cetakan silinder dengan dimensi diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 60 benda uji. Untuk uji kuat lentur balok tanpa tulangan menggunakan cetakan balok dengan dimensi panjang 60 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 20 cm sebanyak 30 benda uji. Mix design menggunakan metode *road note* no.4. pengujian dilakukan ketika benda uji berumur 28 hari. Dari hasil pengujian kuat tekan menggunakan perekat semen atau kapur tohor dapat disimpulkan bahwa untuk campuran beton menggunakan semen dengan penambahan abu ampas tebu sebesar 10% menghasilkan kuat tekan maksimal sebesar 22,46 MPa sehingga mengalami peningkatan sebesar 21,6% dari beton normal 20,30 MPa. Untuk perkat kapur tohor pengujian kuat tekan maksimal sebesar 10% menghasilkan kuat tekan 2,23 sehingga mengalami peningkatan sebesar 61,20% dari beton normal 1,62 MPa. Pengujian kuat tarik belah menggunakan perekat semen dengan penambahan abu ampas tebu sebesar 10% menghasilkan kuat tarik maksimal sebesar 6,06 MPa sehingga mengalami peningkatan sebesar 4,3% dari beton normal 5,63 MPa. Untuk perekat kapur tohor pengujian kuat tarik belah maksimal sebesar 12,5% menghasilkan kuat tarik 0,67 sehingga mengalami peningkatan sebesar 1,2% dari beton normal 0,66 MPa. Sedang untuk pengujian kuat lentur menggunakan perekat semen dengan penambahan abu ampas tebu sebesar 12,5% menghasilkan kuat lentur maksimal sebesar 4,43 MPa sehingga mengalami peningkatan sebesar 1% dari beton normal 4,3 MPa. Untuk perkat kapur tohor pengujian kuat lentur maksimal sebesar 10% menghasilkan kuat lentur 0,47 sehingga mengalami peningkatan sebesar 5,6% dari beton normal 0,39 MPa.

Kata kunci : Abu Ampas Tebu, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Kuat Lentur, Penambahan Maksimal.

PENDAHULUAN

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Jika diperlukan, bahan tambah (*admixture*) dapat ditambah untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton agar berfungsi lebih baik dan lebih ekonomis. Kemajuan teknologi beton ini diperoleh karena semakin banyaknya penggunaan beton dalam suatu pembangunan kontruksi. Sifat yang paling penting dari beton adalah sifat mekaniknya yaitu sifat kekuatan tekan, kekuatan tarik dan kekuatan lentur. Sifat beton berubah karena sifat dari bahan-bahan penyusun beton yaitu semen, agregat, air maupun perbandingan campurannya.

Pemilihan abu ampas tebu sebagai bahan tambah merupakan salah satu alternatif yang cukup mengena, mengingat di Indonesia potensi ampas tebu tercatat mencapai 2.270.623 ton sehingga ampas tebu yang dihasilkan berkisar antara 340.593 ton sampai 711.614 ton. Sedang di Jawa Tengah sendiri tahun 2012-2014 adalah 40.585 ton, sehingga ampas tebu yang dihasilkan \pm 10.850 ton.

Pemberian kapur tohor sebagai pengganti semen dimaksudkan untuk menjadi bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik beton. Kapur tohor ini memiliki sifat fisik seperti semen, dimana sifat kimianya mirip dengan semen. Sehingga bisa menjadi

trobosan untuk menjadi alternatif pengganti semen. Selain itu dalam produksi semen mendapatkan perhatian dari kalangan pemerhati lingkungan. Hal ini berkaitan dengan CO₂ yang dihasilkan dari proses produksi semen yang dapat mengakibatkan pemanasan global atau sering disebut dengan efek rumah kaca. mengingat cadangan material kapur di Indonesia sangat melimpah, di Jawa Tengah sendiri menurut Pertambangan dan Energi adalah sebesar 122.400.323 m³ yang tersebar di beberapa kabupaten di Jawa Tengah, seperti kabupaten Klaten, kabupaten Wonogiri, kabupaten Sukoharjo, dan lain-lain.

Dengan adanya laporan akhir ini, penyusun berharap bisa memberikan sumbangsih penelitian yang bermanfaat bagi masyarakat. Kemudiandiharapkan dapat diterapkan dan diteliti lebih lanjut.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perbandingan hasil pengujian mekanik yaitu kuat tekan, tarik dan lentur beton dengan penambahan abu ampas tebu menggunakan perekat kapur tohor dan penambahan abu ampas tebu menggunakan perekat semen.
2. Berapa persentase maksimal penambahan abu ampas tebu agar didapatkan kuat tekan, tarik dan lentur maksimal.

Adapun batas masalah yang dibatasi dalam penelitian ini adalah :

1. Agregat kasar (*split*) dan agregat halus (pasir), berasal dari Kali Woro Klaten.
2. Abu ampas tebu didapat dari PG. Gondang Baru Klaten.
3. Kapur tohor berasal daerah Pandan Sumping Klaten.
4. Semen yang digunakan adalah semen *portland*, jenis I merk Gresik.
5. Faktor air semen yang digunakan 0,5.
6. Metode *mix design* menggunakan metode *Road Note* No 4.
7. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur beton tidak menggunakan tulangan.
8. Benda uji berupa silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, Balok dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 20 cm.
9. Ada 2 variasi komposisi pembuatan campuran beton, air + pasir + split + kapur tohor + abu ampas tebu Dan air + pasir + split + semen + abu ampas tebu.
10. Persentase variasi tambah abu ampas tebu adalah 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dari berat semen atau berat kapur tohor.
11. Pengujian kuat tekan, kuat tarik dan lentur beton pada umur 28 hari.
12. Jumlah benda uji ada 3 buah tiap pemberian variasi abu ampas tebu menggunakan kapur tohor

pengganti semen dan benda uji ada 3 buah tiap pemberian variasi abu ampas tebu menggunakan semen,

13. Jumlah keseluruhan benda uji yaitu 90 benda uji.

Bahan-Bahan Campuran Beton

Bahan-bahan yang digunakan untuk campuran beton terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambah *additive*. Dalam perencanaan suatu campuran bahan-bahan material harus memenuhi syarat.

Bahan campuran beton :

1. Semen *portland*

Semen *portland* yang digunakan adalah semen *portland* jenis 1 yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

2. Agregat

Berdasarkan ukurannya, agregat dibedakan menjadi dua, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Menurut ASTM C33, agregat kasar adalah agregat batuan yang ukuran butirannya lebih besar dari 4,75 mm dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4,75 mm. Agregat dengan ukuran lebih besar dari 4,75 mm dibagi lagi menjadi dua yaitu, yang berdiameter 4,75 – 40 mm disebut kerikil kasar. Agregat yang digunakan campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm.

3. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari jaringan air bersih. Secara visual, air tidak berwarna, tidak berbau dan dapat digunakan sebagai air minum.

4. Limbah Abu Ampas Tebu

Bahan abu ampas tebu yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah pabrik gula Gondang Baru Klaten. Limbah abu ampas tebu yang bersifat *pozolan* dan mengandung *silika*, *aluminat* dan *ferrit* yang merupakan *additive* mineral yang baik untuk beton. Kandungan kimia yang terkandung dalam limbah abu ampas tebu antara lain terdiri dari unsur senyawa SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, K₂O, P₂O₅, dan MnO yang dikategorikan sebagai *pozolan* tipe C dan F.

5. Kapur Tohor

Kapur tohor adalah hasil pembakaran batu kapur alam yang komposisinya sebagian besar merupakan kalsium karbonat (CaCO₃). Pembakaran batu kapur tersebut memerlukan pemanasan 980°C, pada temperatur sekitar 900°C terjadi proses kalsinasi pelepasan gas karbon dioksida (CO₂) keluar sehingga hanya tersisa kapur tohor (CaO).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode *Road Note No.4* yaitu dengan mengadakan percobaan di laboratorium guna mendapatkan hasil yang menjelaskan bagian-bagian yang diteliti. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini silinder dengan ukuran 15x30 cm dan balok dengan ukuran 40x20x15 cm. Dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 1. Rincian benda uji pada perendaman 28 hari

No	Bahan Pelekat	Jenis Pengujian	Kadar Limbah terhadap Berat Semen/Kapur Tohor					Jumlah
			0%	5%	7,5%	10%	12,50%	
1	Semen	Kuat Tekan	3	3	3	3	3	15
2		Kuat Tarik	3	3	3	3	3	15
3		Kuat Lentur	3	3	3	3	3	15
4	Kapur Tohor	Kuat Tekan	3	3	3	3	3	15
5		Kuat Tarik	3	3	3	3	3	15
6		Kuat Lentur	3	3	3	3	3	15
Total Sampel								90

Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan metode *Road Note No.4*. adapun langkah-langkah sebagai berikut (Mulyono, 2004) :

1. Hitung kuat tekan rata-rata rencana.
2. Menentukan FAS dari gambar grafik hubungan antara FAS dengan kuat tekan.
3. Buat proporsi agregat dari hasil masing-masing fraksi (perbandingan antara agregat halus dan agregat kasar), sehingga masuk dalam salah satu kurva dalam gambar grafik gradasi campuran.
4. Tetapkan proporsi antara agregat dengan semen berdasarkan tingkat kemudahan pengerjaan. Dengan tabel proporsi agregat dengan semen.
5. Hitung proporsi antara semen, air, dan agregat dengan FAS dan proporsi antara agregat semen yang diperoleh dari langkah 2 dan 4.
6. Kebutuhan dasar dari beton dihitung menggunakan rumus :

$$\frac{S}{\gamma_s \cdot \gamma_{air}} + \frac{P_{Ag.h} \cdot S}{\gamma_{Ag.h} \cdot \gamma_{air}} + \frac{P_{Ag.k} \cdot S}{\gamma_{Ag.k} \cdot \gamma_{air}} + \frac{A \cdot S}{\gamma_{air}} + 0,01 \cdot v = 1 \text{ m}^3 \dots\dots\dots(\text{III} - 1)$$

Rancangan Campuran Beton

Rancangan mix design digunakan untuk menentukan proporsi suatu bahan material dalam membuat campuran bata beton adapun pembuatannya diperlukan 2 cetakan dengan bentuk yang berbeda, cetakan yang pertama yakni berbentuk silinder dan cetakan kedua berbentuk balok.

Tabel 2. Proporsi 1 adukan Campuran Beton menggunakan perekat semen

Fas	Abu Ampas Tebu	Air (Lt)	Ag.Halus (kg)	Ag.Kasar (kg)	Semen (kg)	Fly Ash (Dari berat semen) (kg)
0,5	0	6,5	20,2	30,2	13	-
	5	6,5	20,2	30,2	13	0,65
	7,5	6,5	20,2	30,2	13	0,975
	10	6,5	20,2	30,2	13	1,3
	12,5	6,5	20,2	30,2	13	1,625

Tabel 3. Proporsi 1 adukan Campuran Balok Beton menggunakan perekat kapur tohor.

Fas	Abu Ampas Tebu	Air (Lt)	Ag.Halus (kg)	Ag.Kasar (kg)	Kapur (kg)	Fly Ash (Dari berat kapur) (kg)
0,5	0	9,43	24,8	25,9	13,1	-
	5	9,43	24,8	25,9	13,1	0,66
	7,5	9,43	24,8	25,9	13,1	0,98
	10	9,43	24,8	25,9	13,1	1,31
	12,5	9,43	24,8	25,9	13,1	1,63

Tahap-Tahap Penelitian

1. Tahap I (Persiapan)

Pada tahap ini semua bahan material dan alat-alat yang diperlukan harus dipersiapkan terlebih dahulu.
2. Tahap II (Pemeriksaan bahan)

Bahan untuk pembuatancampuran beton dilakukan pengujian. Bahan yang di uji antara lain semen, agregat halus, air, dan limbah abu ampas tebu.
3. Tahap III (Pembuatan rancangan campuran)

Kegiatan pada tahap ini yaitu perencanaan rancangan campuran.
4. Tahap IV (Pembuatan benda uji)

Setelah sesuai rencana maka semua bahan dicampur kemudian diaduk hingga rata.
5. Tahap V (Perawatan dan Pengujian)

Benda uji yang sudah dibuat kemudian dilakukan perawatan dengan cara direndam didalam air selama 28 hari. Setelah dilakukan perawatan kemudian benda uji dilakukan pengujian yaitu uji kuat tekan.
6. Tahap VI (Analisis Data dan Kesimpulan)

Pada tahap ini data yang diperoleh dari hasil pengujian lalu dianalisis dan dibahas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, merupakan suatu pencarian data yang mengacu pada perumusan masalah, yaitu untuk mengetahui bahan-bahan material yang digunakan sudah memenuhi syarat atau tidak dan mengetahui efek dari penambahan abu ampas tebu terhadap mutu dan kuat tekan.

Hasil Pengujian Agregat

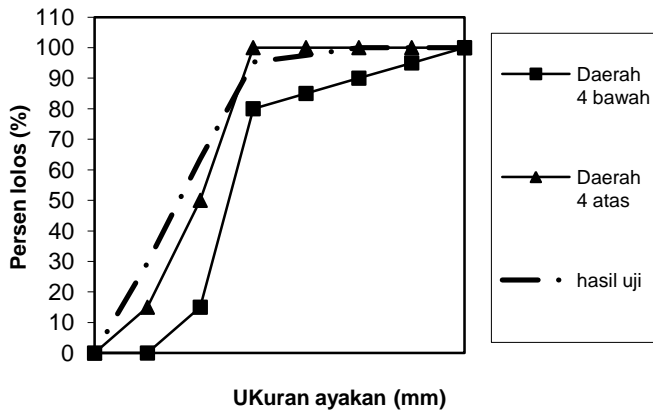
Pengujian agregat meliputi kandungan zat organik, kandungan lumpur, berat jenis, serapan air, dan gradasi.

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	SNI	Standar ASTM C 33 - 74a	Keterangan
Kandungan organik	Orange	SNI 03-2816-1992	No 2	Memenuhi
Pemeriksaan SSD (<i>Saturated Surface Dry</i>)	2,55	SNI 03-2816-1992	< 3,8	Memenuhi
Berat jenis		SNI 03-1970-1990		
1). Berat jenis bulk	2,46		-	Memenuhi
2). Berat jenis SSD	2,54		-	Memenuhi
3). Berat jenis semu	2,67		-	Memenuhi
<i>Absortion</i> %	3,30%		< 5%	Memenuhi
Kandungan lumpur	3,21%	SNI 03-2816-1992	< 5%	Memenuhi
Gradasi pasir	Daerah III	SNI 03-1968-1990	-	Memenuhi
Modulus halus butir	2,63	-	1,5-3,8	Memenuhi

(sumber: hasil penelitian)

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa bahan-bahan material yang digunakan dalam campuran beton sudah memenuhi syarat.



Gambar 1. Grafik hubungan antara ukuran ayakan dengan presentase lolos kumulatif

Dari gambar 1 bahwa agregat masuk pada gradasi 4. Sehingga agregat halus termasuk pasir halus (Mulyono, 2004).

Tabel 5. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	SNI	Standar ASTM C 33 - 74a	Keterangan
Berat jenis		SNI 03-1969-1990		Memenuhi
1). Berat jenis bulk	2,69		-	
2). Berat jenis SSD	2,73		-	
3). Berat jenis semu	2,79		-	
<i>Absortion</i> %	1,36		< 3%	Memenuhi
Kausan agregat	59,5	SNI 03-2417-1991	> 50%	Memenuhi
Gradasi pasir	Daerah II	SNI 03-1968-1990	-	Memenuhi
Modulus halus butir	7,37		1 - 8	Memenuhi

Hasil Pengujian Kuat Tekan

1. Kuat tekan

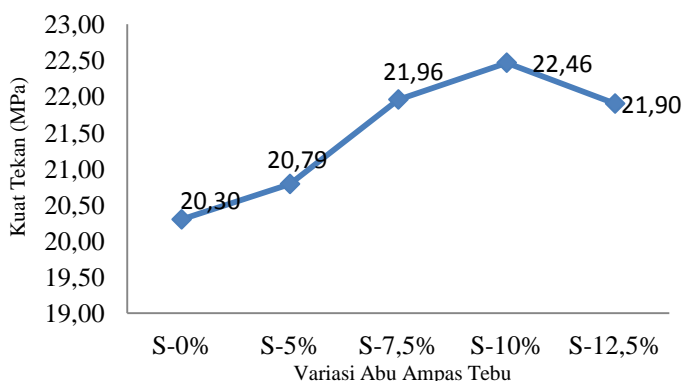
Pada penelitian ini kuat tekan awal diperoleh dari pengujian kuat tekan beton rata-rata yang direndam pada air tawar umur 28 hari.

Tabel 7. Analisis Hasil Uji Kuat Tekan Beton Menggunakan Perekat Semen

Variasi Abu Ampas Tebu	No	Luas Permukaan (mm ²)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan		Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
				(N/mm ²)	(MPa)	
S-0%	A	17672	350000	19,805	19,805	20,30
	B		368000	20,824	20,824	
	C		358000	20,258	20,258	
S-5,0%	A	17672	368000	20,824	20,824	20,79
	B		367000	20,767	20,767	
	C		367000	20,767	20,767	
S-7,5%	A	17672	389000	22,012	22,012	21,96
	B		385000	21,786	21,786	
	C		390000	22,069	22,069	
S-10%	A	17672	399000	22,578	22,578	22,46
	B		397000	22,465	22,465	
	C		395000	22,352	22,352	
S-12,5%	A	17672	387000	21,899	21,899	21,90
	B		385000	21,786	21,786	
	C		389000	22,012	22,012	

(sumber : hasil penelitian)

Berdasarkan rata-rata kuat tekan dan variasi abu ampas tebu menggunakan perekat semen maka dapat digambarkan grafik sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik hubungan antara Variasi abu ampas tebu dengan Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Perekat Semen.

Dari data yang diperoleh pada Tabel V.7, nilai kuat tekan beton normal rata-rata sebesar 20,30 MPa. Pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 5% dan

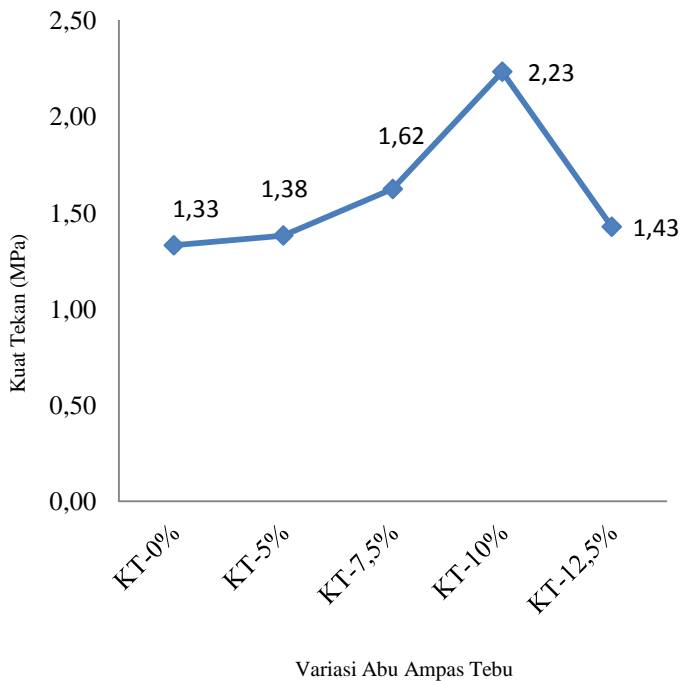
kuat tekan rata-rata sebesar 20,79 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 7,5% kuat tekan rata-rata sebesar 21,96 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 10% kuat tekan rata-rata sebesar 22,46 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 12,5% kuat tekan rata-rata sebesar 21,90 MPa.

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan perekat semen penambahan abu ampas tebu 10% dari berat semen dapat menaikkan kuat tekan beton rata-rata sebesar 22,46 MPa.

Tabel 8. Analisis Hasil Uji Kuat Tekan Beton Menggunakan Perekat Kapur Tohor

Variasi Abu Ampas Tebu	No	Luas Permukaan (mm ²)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan		Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
				(N/mm ²)	(MPa)	
KT-0%	A	17672	23000	1,301	1,301	1,33
	B		24000	1,358	1,358	
	C		23500	1,330	1,330	
KT-5%	A	17672	24000	1,358	1,358	1,38
	B		24500	1,386	1,386	
	C		24700	1,398	1,398	
KT-7,5%	A	17672	29000	1,641	1,641	1,62
	B		30000	1,698	1,698	
	C		27000	1,528	1,528	
KT-10%	A	17672	39000	2,207	2,207	2,23
	B		39800	2,252	2,252	
	C		39500	2,235	2,235	
KT-12,5%	A	17672	25000	1,415	1,415	1,43
	B		25500	1,443	1,443	
	C		25100	1,420	1,420	

Berdasarkan rata-rata kuat tekan dan variasi abu ampas tebu menggunakan perekat semen maka dapat digambarkan grafik sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik hubungan antara Variasi abu ampas tebu dengan Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Perekat Kapur Tohor

Dari data yang diperoleh pada Tabel V.9, nilai kuat tekan beton normal rata-rata sebesar 1,33 MPa. Pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 5% dan kuat tekan rata-rata sebesar 1,38 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 7,5% kuat tekan rata-rata sebesar 1,62 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 10% kuat tekan rata-rata sebesar 2,23 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 12,5% kuat tekan rata-rata sebesar 1,43 MPa.

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan perekat kapur tohor penambahan abu ampas tebu 10% dari berat semen dapat menaikkan kuat tekan beton rata-rata sebesar 2,23 MPa.

Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

2. Kuat tarik belah

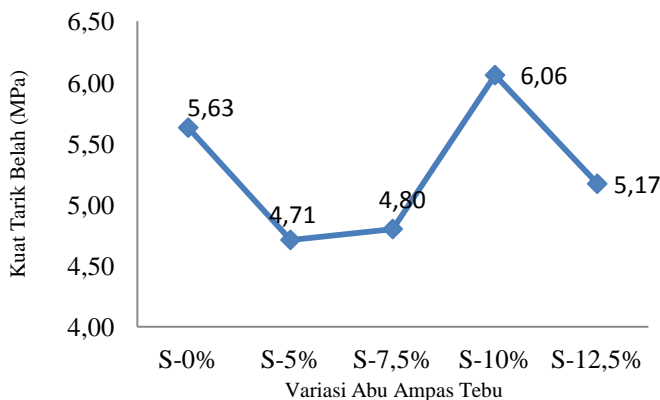
Pada penelitian ini kuat tarik belah awal diperoleh direndam pada air tawar umur 28 hari.

Tabel 9. Analisis Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Perekat Semen.

Variasi Abu Ampas Tebu	No	L (mm)	D (mm)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan		Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
					(N/mm ²)	(MPa)	
S-0%	A	300	150	129000	5,733	5,733	5,63
	B			126000	5,600	5,600	
	C			125000	5,556	5,556	
S-5%	A	300	150	109000	4,844	4,844	4,71
	B			104000	4,622	4,622	
	C			105000	4,667	4,667	
S-7,5%	A	300	150	107000	4,756	4,756	4,80
	B			109000	4,844	4,844	
	C			108000	4,800	4,800	
S-10%	A	300	150	135000	6,000	6,000	6,06
	B			138000	6,133	6,133	
	C			136000	6,044	6,044	
S-12,5%	A	300	150	116000	5,156	5,156	5,17
	B			115000	5,111	5,111	
	C			118000	5,244	5,244	

(sumber : hasil penelitian)

Berdasarkan rata-rata kuat tarik belah dan variasi abu ampas tebu maka dapat digambarkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik hubungan antara Variasi abu ampas tebu dengan Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Perekat Semen.

Dari data yang diperoleh pada Tabel V.9, nilai kuat tarik belah beton normal rata-rata sebesar 5,63 MPa. Pada beton dengan penambahan abu ampas tebu

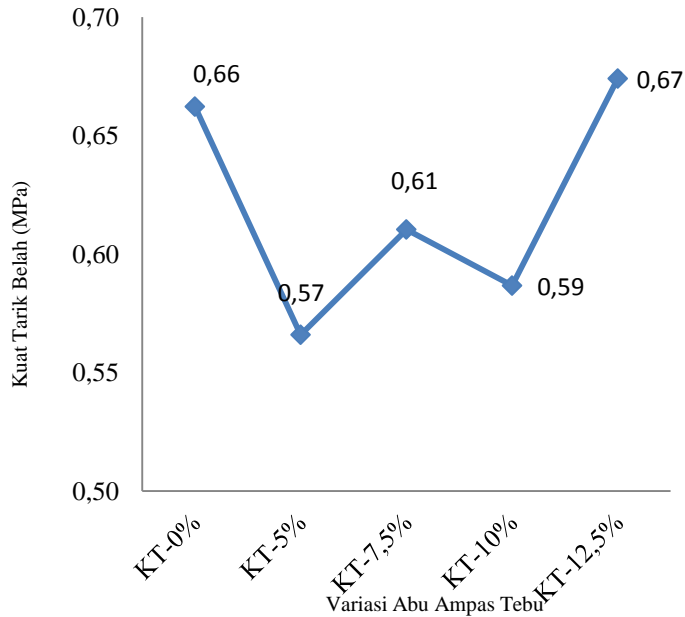
5% dan kuat tarik belah rata-rata sebesar 4,71 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 7,5% kuat tarik belah rata-rata sebesar 4,80 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 10% kuat tarik belah rata-rata sebesar 6,06 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 12,5% kuat tarik belah rata-rata sebesar 5,17 MPa.

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan perekat semen penambahan abu ampas tebu 10% dari berat semen dapat menaikkan kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 6,06 MPa.

Tabel 10. Analisis Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Perekat Kapur Tohor.

Variasi Abu Ampas Tebu	No	L (mm)	D (mm)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan		Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
					(N/mm ²)	(MPa)	
KT-0%	A	300	150	14900	0,662	0,662	0,66
	B			15100	0,671	0,671	
	C			14700	0,653	0,653	
KT-5%	A	300	150	12700	0,564	0,564	0,57
	B			12900	0,573	0,573	
	C			12600	0,560	0,560	
KT-7,5%	A	300	150	13500	0,600	0,600	0,61
	B			13800	0,613	0,613	
	C			13900	0,618	0,618	
KT-10%	A	300	150	13000	0,578	0,578	0,59
	B			13400	0,596	0,596	
	C			13200	0,587	0,587	
KT-12,5%	A	300	150	15400	0,684	0,684	0,67
	B			15000	0,667	0,667	
	C			15100	0,671	0,671	

Berdasarkan rata-rata kuat tarik belah dan variasi abu ampas tebu maka dapat digambarkan grafik sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik hubungan antara Variasi abu ampas tebu dengan Pengujian KuaTarik Belah Beton dengan Perakat Semen.

Dari data yang diperoleh pada Tabel V.10, nilai kuat tarik belah beton normal rata-rata sebesar 0,66 MPa. Pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 5% dan kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,57 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 7,5% kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,61 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 10% kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,59 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 12,5% kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,67 MPa.

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan perekat semen penambahan abu ampas tebu 12,5 % dari berat semen dapat menaikkan kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 0,67 MPa.

Hasil Pengujian Kuat Lentur

3. Kuat lentur

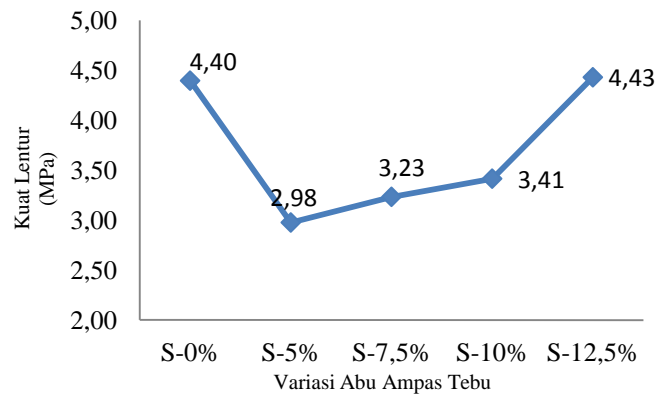
Pada penelitian ini kuat lentur diperoleh dari perendaman pada air tawar selama 24 jam. dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 11. Analisis Kuat Lentur menggunakan perekat semen.

Variasi Abu Ampas tebu	No	L	d	b	P	Kuat Lentur Maksimal (MPa)	Kuat Lentur Rata-rata (MPa)
		(mm)	(mm)	(mm)	(N)		
S-0%	A	450	200	150	39000,0	4,388	4,395
	B				39500,0		
	C				38700,0		
S-5%	A	450	200	150	26050,0	2,931	2,976
	B				26900,0		
	C				26400,0		
S-7,5%	A	450	200	150	28900,0	3,251	3,233
	B				28000,0		
	C				29300,0		
S-10%	A	450	200	150	30050,0	3,381	3,414
	B				30700,0		
	C				30300,0		
S-12,5%	A	450	200	150	39800,0	4,478	4,429
	B				39000,0		
	C				39300,0		

(sumber : hasil penelitian)

Berdasarkan rata-rata kuat tarik belah dan variasi abu ampas tebu maka dapat digambarkan grafik sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik hubungan antara Variasi abu ampas tebu dengan Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Perakat Semen.

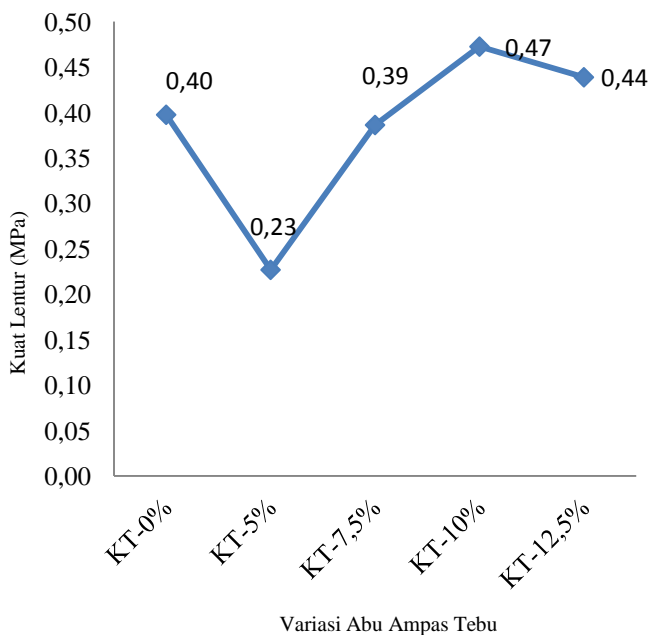
Dari data yang diperoleh pada Tabel V.14, nilai kuat lentur beton normal rata-rata sebesar 4,395 MPa. Pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 5% kuat lentur rata-rata sebesar 2,976 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 7,5% kuat lentur rata-rata sebesar 3,233 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 10% kuat lentur rata-rata sebesar 3,414 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 12,5% kuat lentur rata-rata sebesar 4,429 MPa.

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan perekat semen penambahan abu ampas tebu 12,5% dari berat semen dapat menaikkan kuat lentur beton rata-rata sebesar 4,429 MPa.

Tabel 12. Analisis Kuat Lentur menggunakan perekat kapur tohor.

Variasi Abu Ampas Tebu	No	L	d	b	P	Kuat Lentur Maksimal	Kuat Lentur Rata-rata
		(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)	(MPa)
KT-0%	A	450	200	150	3500	0,394	0,398
	B				3500	0,394	
	C				3600	0,405	
KT-5%	A	450	200	150	2000	0,225	0,227
	B				2050	0,231	
	C				2000	0,225	
KT-7,5%	A	450	200	150	3000	0,338	0,386
	B				3800	0,428	
	C				3500	0,394	
KT-10%	A	450	200	150	4000	0,450	0,473
	B				4700	0,529	
	C				3900	0,439	
KT-12,5%	A	450	200	150	3900	0,439	0,439
	B				4000	0,450	
	C				3800	0,428	

Berdasarkan rata-rata kuat tarik belah dan variasi abu ampas tebu maka dapat digambarkan grafik sebagai berikut :



Gambar 7. Grafik hubungan antara Variasi abu ampas tebu dengan Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Perekat Kapur Tohor.

Dari data yang diperoleh pada Tabel V.14, nilai kuat lentur beton normal rata-rata sebesar 0,398 MPa. Pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 5% kuat lentur rata-rata sebesar 0,227 MPa, pada beton

dengan penambahan abu ampas tebu 7,5% kuat lentur rata-rata sebesar 0,386 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 10% kuat lentur rata-rata sebesar 0,473 MPa, pada beton dengan penambahan abu ampas tebu 12,5% kuat lentur rata-rata sebesar 0,439 MPa.

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan perekat kapur tohor penambahan abu ampas tebu 10% dari berat semen dapat menaikkan kuat lentur beton rata-rata sebesar 0,473 MPa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan pada BAB V, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kuat tekan rata-rata beton normal menggunakan semen sebesar 20,30 MPa. Pada penambahan abu ampas tebu 10% mengalami peningkatan sebesar 21,60% sehingga menjadi 22,46 MPa, sehingga pada penambahan 10% ini lah didapatkan hasil penambahan kuat tekan maksimal dengan menggunakan perekat semen. Nilai kuat tekan rata-rata beton normal menggunakan kapur tohor sebesar 1,33 MPa. Pada penambahan abu ampas tebu 10% mengalami peningkatan 61,20% sehingga menjadi 2,23 MPa. Dipenambahan 10% inilah terjadi kuat tekan maksimal dengan prekat kapur tohor.
2. Nilai kuat tarik belah rata-rata beton normal menggunakan semen sebesar 5,63 MPa. Pada penambahan abu ampas tebu 10% mengalami peningkatan 4,3% sehingga menjadi 6,06 MPa, Sehingga dipenambahan 10% inilah terjadi kuat tarik belah maksimal dengan perekat semen. Nilai kuat tarik belah rata-rata beton normal menggunakan kapur tohor sebesar 0,66 MPa. Pada penambahan abu ampas tebu 12,5% mengalami peningkatan 1,2% sehingga menjadi 0,67 MPa. Sehingga dipenambahan 12,5% terjadi kuat tarik belah menggunakan perekat kapur tohor.
3. Nilai kuat lentur rata-rata beton normal menggunakan semen sebesar 4,395 MPa. Pada penambahan abu ampas tebu 12,5% mengalami peningkatan 1% sehingga menjadi 4,429 MPa. Sehingga pada penambahan 12,5% didapatkan kuat lentur aksimal dengan menggunakan perekat semen. Nilai kuat lentur rata-rata beton normal menggunakan kapur tohor sebesar 0,398 MPa. pada penambahan abu ampas tebu 10% mengalami peningkatan 5,6% sehingga menjadi 0,473 MPa, Sehingga pada penambahan 10% terjadi kuat lentur maksimal menggunakan perekat kapur tohor.

4. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan perekat semen dengan penambahan abu ampas tebu lebih bagus hasilnya dibandingkan menggunakan perekat kapur tohor. Mengingat hasilnya sangat jauh antara menggunakan perekat semen dan kapur tohor maka untuk perekat semen dengan penambahan abu ampas tebu dapat digunakan sebagai beton struktur. Kalau untuk kapur tohor kurang bagus untuk digunakan sebagai campuran beton struktur mengingat hasil uji sangat rendah.

SARAN

Dari kesimpulan di atas maka dapat dibuat suatu saran-saran sebagai berikut

- 1). Sebelum melakukan penelitian, perlu dikenali sifat bahan dan peralatannya terlebih dahulu agar hal-hal di luar spesifikasi bisa diantisipasi dengan baik.
- 2). Untuk membuat sampel benda uji beton sesuai spesifikasi yang telah direncanakan sebelumnya, diperlukan pemahaman yang baik dalam perencanaan bata beton dan pelaksanaan yang baik dalam langkah-langkah pembuatan benda uji beton.
- 3). Alat uji kuat tekan *Compression Tension Machine* harus benar-benar akurat, atau teruji keakuratannya untuk menguji benda uji yang mempunyai kuat tekan rendah, serta pembacaan jarum beban maksimal harus teliti dan cermat sehingga bisa mendapatkan nilai kuat tekan beton yang benar-benar akurat
- 4). Untuk penelitian selanjutnya, perlu dicoba variasi *abu ampas tebu* yang lebih detail lagi agar dapat meningkatkan kualitas mutu beton lebih bagus dari penelitian ini.
- 5). Perlu diadakan penelitian lagi tentang bahan perekat kapur tohor, dengan mencoba menambahkan bahan tambah yang bersifat mengikat lebih kuat hingga menghasilkan beton dengan kuat tekan rata-rata yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- DPU, 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*, N.1-2 1971, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Hugot. 1986. *Limbah Anu Ampas Tebu*.
- Imran, I., SI-2101, *Pengenalan Rekayasa Dan Bahan Konstruksi*, Penerbit ITB, Institut Teknologi Bandung.
- Mahmudah Hanawi. 2014. *Potensi Dan Pengoahan Ampas Tebu*.

Mulyono, T., 2004. *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.

Murdock, L.J. Brook K.M. 1991. *Bahan Dan Praktek Beton*, Terjemahan Stephany Hindarko, Erlangga, Jakarta.

Nugraha, P., Antoni., 2007, *Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.

SNI 03-1968-1990, 1990, Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar, BSN

SNI 03-1969-1990, 1990, Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar, BSN.

SNI 03-1970-1990, 1990, Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus, BSN.

SNI 03-1972-1990, 1990, Metode Pengujian Slump Beton, BSN.

SNI 03-2417-1991, 1991, Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angles, BSN.

SNI 03-2816-1992, 1992, Metode Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran Mortar Atau Beton, BSN.

SNI 03-2816-1992, 1992, Metode Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran Mortar Atau Beton, BSN.

SNI 03-2491-2002, 2002, Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.

SNI 03-2823-1992, 1992, Metode Pengujian Kuat Lentur Beton Memakai Gelagar Sederhana Dengan Sistem Beban Titik Di Tengah.

SNI 03-1974-1990, 1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.

Subakti, A. 1995. *Teknologi Beton Dalam Praktek*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya

Tjokrodinuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

www.digilib.petra.ac.id/viewer.php?page=1&submit.x=0&submit.pdf/, diakses 22 Agustus 2014