

PEMAKAIAN ABU AMPAS TEBU DENGAN VARIASI SUHU SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN DALAM CAMPURAN BETON

The Use Of Bagasse Ash With Temperature Variations As A Partial Substitution Of Cement In The Concrete Mix

Rofikotul Karimah¹& Yusuf Wahyudi²

^{1&2}Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik Univ. Muhammadiyah Malang

Jl. Raya Tlogomas No. 246 Malang 65144

Email: roikatulkarimah@gmail.com

Abstract

Bagasse is natural resource that has not been maximally used. The bagasse cinders, waste of burning was taken from Kebon Agung sugar mill, Malang, contains 38,09% amount of silica. The research toward bagasse cinder is done by reburning it from temperature 400°C, 500°C, 600°C, 700°C and 800°C with silica amount 49,60%, 52,59%, 53,92%, 54,46% and 54,96%. Based on the research result was obtained the best press power in 28 days old is bagasse cinder which is burnt in 400°C of temperature by 5% percentage is 24,616 Mpa. The more high burning temperature, the lower of streng that is produced. The maximum water absorption value is in a mixed-bagasse cinder that is burnt in 800°C of temperature is 1,061%. The proportion of correlation between streng and water disorption toward mixed bagasse cinder concrete is reverse. It is because of compound establishment of Ca(OH)₂ with SiO₂ is not happened yet perfectly, portlandid fase is still exist. Consequently, the expected cinder did not exist as changer role for repairing cement feature, on the contrary, it had filler role the same as sand.

Keywords: *bagasse cinder, strength, absorption.*

Abstrak

Ampas tebu merupakan sumber daya alam yang masih belum maksimal pemanfaatannya. Limbah abu ampas tebu hasil sisa pembakaran yang didapat dari pabrik gula Kebon Agung, Malang memiliki kandungan silika sebesar 38,09%. Penelitian terhadap abu ampas tebu dilakukan dengan melakukan pembakaran ulang dari suhu 400°C, 500°C, 600°C, 700°C, dan 800°C dengan nilai silika yang didapat sebesar 49,60%, 52,59%, 53,92%, 54,46%, dan 54,96%. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kekuatan tekan yang paling baik pada umur 28 hari adalah abu ampas tebu yang dibakar pada suhu 400°C dengan persentase 5% sebesar 24,616 Mpa. Semakin tinggi suhu pembakaran kuat tekan yang dihasilkan semakin menurun. Nilai penyerapan air maksimum terdapat pada campuran abu ampas tebu yang di bakar pada suhu 800°C yakni sebesar 1,061%. Hubungan antara kuat tekan dan penyerapan air pada campuran beton abu ampas tebu berbanding terbalik. Hal tersebut terjadi karena pembentukan senyawa Ca(OH)₂ dengan SiO₂ belum terjadi secara sempurna, fase portlandidnya masih ada. Akhirnya abu yang dikehendaki tidak bertindak sebagai pengganti untuk memperbaiki sifat semen melainkan bertindak sebagai *filler* sama seperti pasir.

Kata Kunci : abu ampas tebu, kuat tekan, absorpsi.

PENDAHULUAN

PT. PG Kebon Agung Malang merupakan pabrik gula yang menghasilkan limbah ampas tebu sebesar 32% dari tebu giling, limbah yang dihasilkan hanya dihampar dipekarangan dan tidak dimanfaatkan sehingga dapat mencemari udara karena ukurannya yang halus dan mudah berterbangan. sebagai pertimbangan digunakannya

abu ampas tebu (AAT) pada penelitian disebabkan karena pengadaannya cukup mudah dan murah sehingga bila ditinjau dari segi ekonomis akan lebih menguntungkan. AAT yang diperoleh dari sisa pembakaran pabrik gula juga memiliki kandungan silikat (SiO₂), aluminat (Al₂O₃), Ferrit (Fe₂O₃) yang merupakan bahan utama untuk pembentuk semen portland dan termasuk sebagai pozzolan.

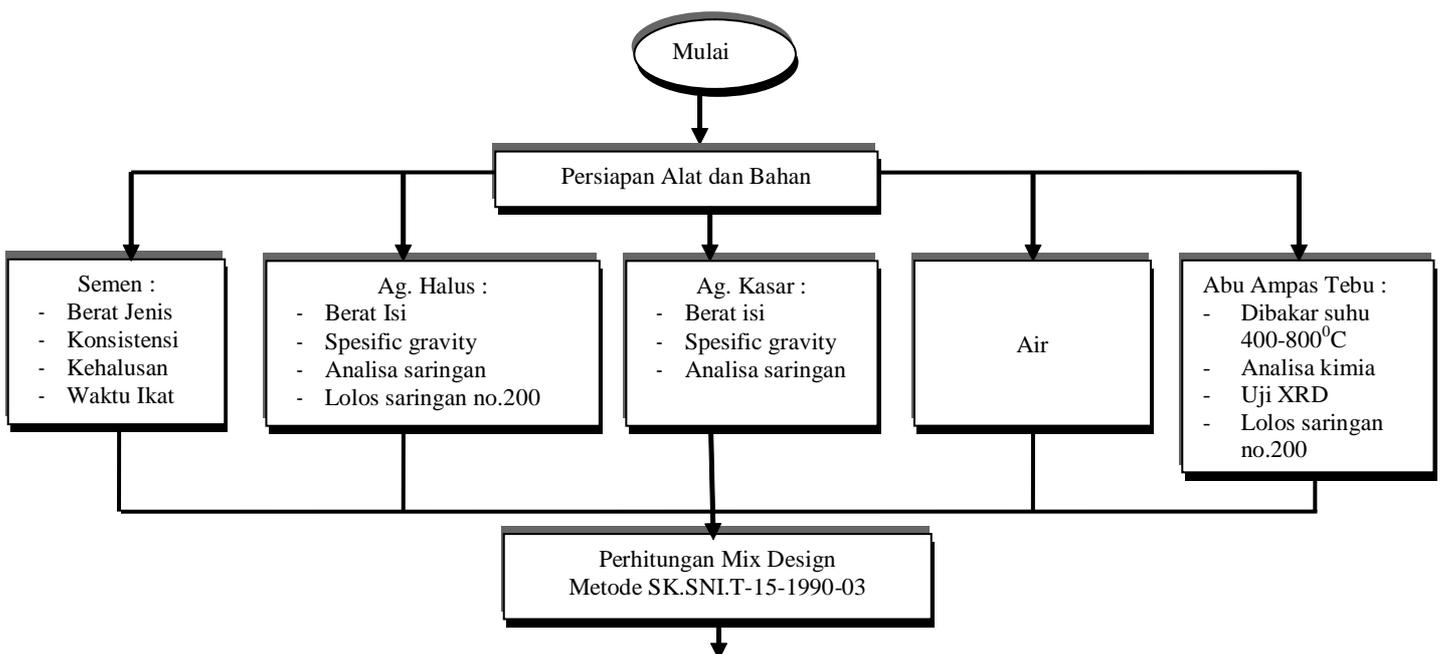
Penelitian tentang pemanfaatan AAT telah dilakukan oleh Rompas, dkk (2013) yang hasilnya menunjukkan bahwa AAT yang dibakar kembali pada suhu pembakaran 600 0C menghasilkan kuat tekan terbesar dicapai pada kadar AAT sebanyak 5% . Namun demikian perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai variasi suhu pembakaran AAT (400, 500, 600, 700, 800)0C untuk mendapatkan nilai kuat tekan dan berat jenis beton maksimum dengan substitusi kadar abu ampas tebu sebanyak 5%. Penggunaan pozzolan pada campuran beton selain dapat mengikat Ca(OH)₂ menjadi CSH pada proses hidrasi antara air dan semen, juga dapat mengurangi panas hidrasi karena reaksi pozzolan yang cukup lambat. Hal ini menyebabkan dapat mengurangi retak-retak pada beton, sehingga beton akan lebih tahan terhadap serangan zat-zat agresif. Pembentukan CSH oleh pozzolan juga akan mengakibatkan tertutupnya pori-pori pada beton, sehingga beton akan lebih kedap, dengan demikian ion sulfat tidak mudah menembus lapisan beton.

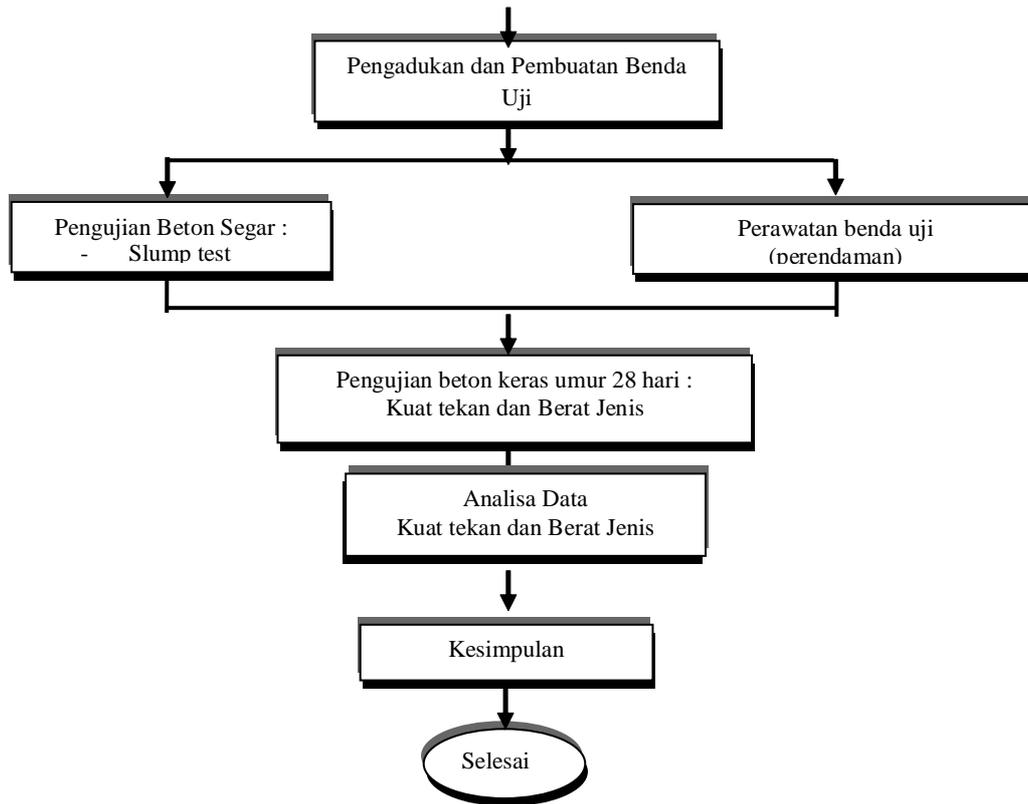
Penelitian yang dilakukan oleh Nurwaji Wibowo (2006), diketahui ampas tebu apabila dibakar pada suhu 600 °C berhasil menaikkan unsur silika (SiO₂), aluminat (Al₂O₃), ferrit (Fe₂O₃) sebesar 77,33% dan memenuhi syarat sebagai pozzolan. Penelitian tentang pemanfaatan AAT juga telah dilakukan oleh Rompas, dkk (2013) yang hasilnya menunjukkan bahwa AAT yang dibakar kembali pada suhu pembakaran 600 0C menghasilkan kuat tekan terbesar dicapai pada

kadar AAT sebanyak 5% . Namun demikian perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai variasi suhu pembakaran AAT (400, 500, 600, 700, 800)0C untuk mendapatkan nilai kuat tekan dan absorsi beton maksimum dengan substitusi kadar abu ampas tebu sebanyak 5% dari berat semen untuk masing-masing variasi suhu pembakaran sesuai rencana campuran beton.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini pada prinsipnya dilakukan tiga tahap. Tahap pertama adalah tahap persiapan diawali dengan pengadaan semen,kerikil, pasir, air dan abu ampas tebu. Abu ampas tebu yang digunakan adalah hasil variasi pembakaran yang dilakukan di pabrik keramik Dinoyo. Kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan sifat fisik dan kimia abu ampas tebu. Karena sifat fisik abu ampas tebu yang hampir menyerupai semen maka untuk pemeriksaan materialnya diperlakukan sama seperti pemeriksaan semen. Tahap kedua adalah tahap pelaksanaan penelitian dengan penyusunan mix design,pencampuran dan pembuatan benda uji silinder beton. Jumlah benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah 60 buah silinder berukuran 15x30 cm dengan masing-masing variasi suhu abu ampas tebu sebesar (400, 500, 600, 700, 800)0C. Tahap ketiga adalah tahap pengujian absorsi beton dan kuat tekan (SNI 03-1974-1990). Adapun tahapan penelitian yang dilakukan, dijelaskan pada gambar 1.





Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Bahan

Semen

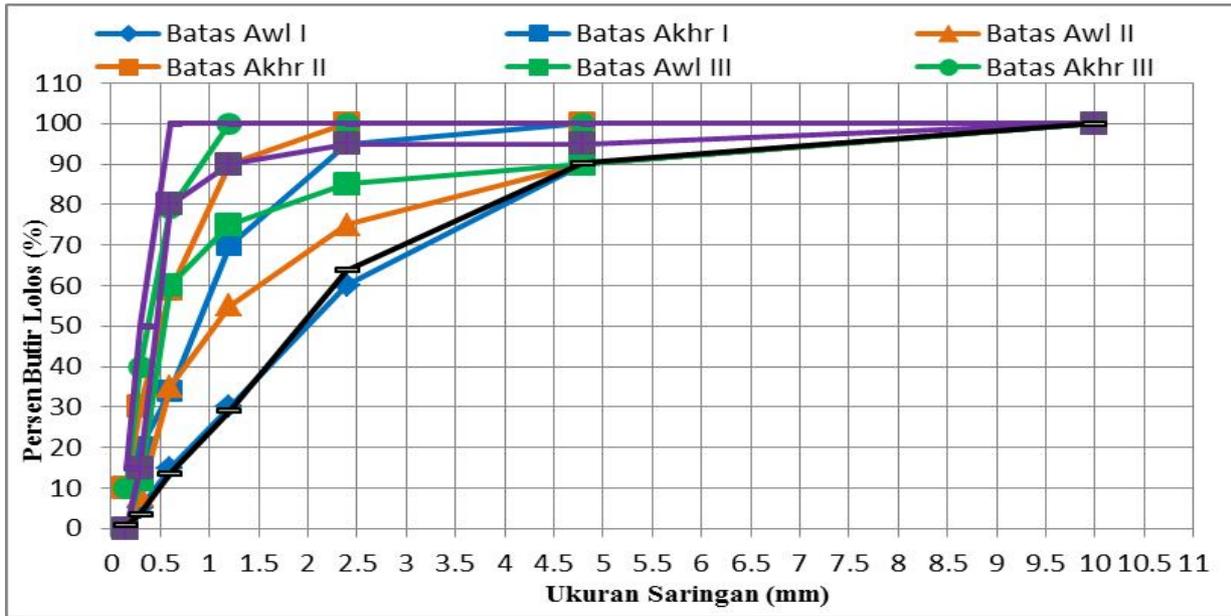
Tabel 1 . Hasil Pemeriksaan Semen

Jenis Pemeriksaan	Standar	Hasil Pengujian	Syarat
Berat jenis	ASTM C-188144	3,15 gr/cm ³	3,15-3,17 gr/cm ³
Kehalusan	ASTM C-134-66	4,50%	<10% diatas saringan 200
Konsistensi	ASTM C-187-71	24,30%	-
Waktu ikat awal	ASTM C-191-71	130 menit	Lebih dari 60 menit
Waktu ikat akhir	ASTM C-191-71	175 menit	Kurang dari 8 jam

Pasir (Agregat Halus)

Tabel.2. Hasil Pemeriksaan Pasir Alam

Jenis Pemeriksaan	Standar	Hasil Pengujian	Syarat
Bahan lewat saringan 200	ASTM C-117	2,10%	Kurang dari 5%
Analisa saringan	ASTM C-136-46	Daerah gradasi I FM = 3,01	- 1,5 - 3,8
Berat jenis	PB – 0203 - 76	2,74 gr/cm ³	2,4-2,9 gr/cm ³
Absorbsi	ASTM C-128-68	1,42%	3%



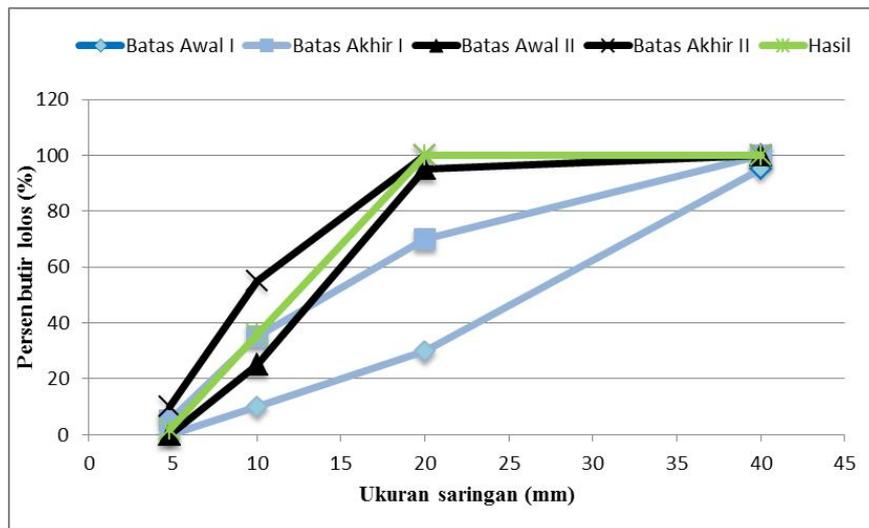
Gambar 2. Grafik Gradasi Agregat Halus

Dari semua hasil pemeriksaan material agregat halus tersebut dapat dikatakan bahwa pasir alam ini masuk daerah gradasi I dan memenuhi syarat sebagai bahan campuran beton.

Kerikil (Agregat Kasar)

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	Standar	Hasil Pengujian	Syarat
Analisa saringan	ASTM C-136-46	Besar butir max 20 mm FM = 5,18	- 5 - 7
Berat jenis	ASTM C- 128-68	2,62 ton/m ³	2,50-2,70 ton/m ³
Absorpsi	ASTM C- 128-68	1,18%	Kurang dari 3 %
Abrasi (Keausan)	ASTM C - 131	13,72%	Max 45%



Gambar 3. Grafik Gradasi Agregat Kasar

Dari semua hasil pemeriksaan material, agregat kasar tersebut masuk daerah gradasi II dan memenuhi syarat sebagai bahan campuran beton.

Abu Ampas Tebu

Tabel 4. Hasil Pengujian Komposisi Kimia Abu Ampas Tebu

Unsur/senyawa yang diuji	Hasil Pengujian Komposisi Kimia Abu Ampas Tebu untuk Masing-masing Suhu (%)					
	Normal	400 ^o C	500 ^o C	600 ^o C	700 ^o C	800 ^o C
Silikat (SiO ₂)	38,09	49,60	52,59	53,92	54,46	54,96
Besi Oksida (Fe ₂ O ₃)	8,92	16,37	18,36	19,14	22,19	24,43
Alumunium Oksida (Al ₂ O ₃)	5,47	11,26	13,76	15,31	14,25	14,74
	52,48	77,24	84,71	88,37	90,90	94,13

Dari hasil pengujian komposisi kimia abu ampas tebu terlihat bahwa unsur silikat (SiO₂) merupakan unsur yang paling dominan, sehingga bahan dasar limbah penggilingan tebu dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen, dimana menurut

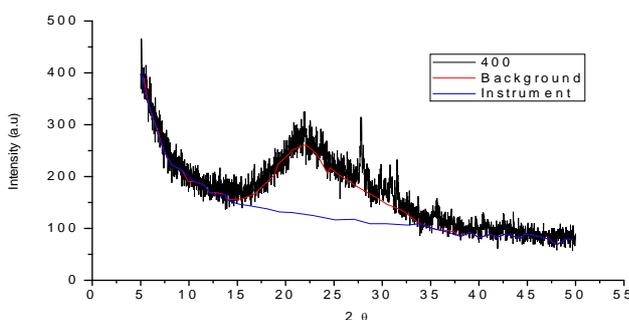
ASTM C 618-86 pozzolan memiliki mutu yang baik apabila jumlah kadar SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ tinggi dan reaktifitasnya tinggi dengan kapur. Komposisi kimia abu ampas tebu tersebut masuk kriteria pozzolan yang distandarkan oleh ASTM C 618-86.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Abu Ampas Tebu

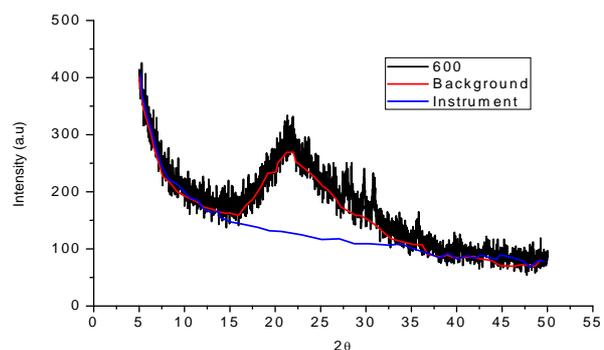
Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan				
	400 ^o C	500 ^o C	600 ^o C	700 ^o C	800 ^o C
Berat Jenis gr/cm ³	2,012	2,023	2,099	2,129	2,141
Kehalusan (%)	3,34	3,4	2,13	4,2	3,01
Konsistensi (%)	26,4	27,3	27	27	27,2
Waktu Ikat Awal (menit)	147	174	159	156	168
Waktu Ikat Akhir (menit)	195	240	225	225	225

Hasil Analisis XRD (X-Ray Diffraction)

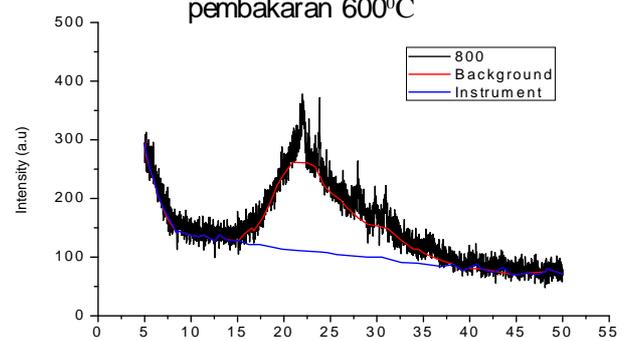
Abu ampas tebu hasil limbah pabrik gula Kebon Agung, Malang diabukan dalam tungku pembakaran keramik pada suhu 400^oC, 500^oC, 600^oC, 700^oC dan 800^oC selama 1 jam. Abu ampas tebu yang dihasilkan diayak lolos saringan no. 200, hasil ayakan di uji bentuk kekristalan dan amorf abu dengan menggunakan metode XRD.



Gambar 4. XRD abu ampas tebu pada suhu pembakaran 400^oC



Gambar 5. XRD abu ampas tebu pada suhu pembakaran 600^oC



Gambar 6. XRD abu ampas tebu pada suhu pembakaran 800^oC

Berikut perhitungan phasa kristalin dan amorfus abu ampas tebu :

Tabel 6. Hasil Perhitungan Integral Abu Ampas Tebu

Sampel Abu	Luas Area Phasa		
	Total	Background	Instrumen
400	7715	7022	5819
600	7703	7041	5819
800	6977	6401	4902

Tabel 7. Hasil Perhitungan Phasa Kristalin Abu Ampas Tebu

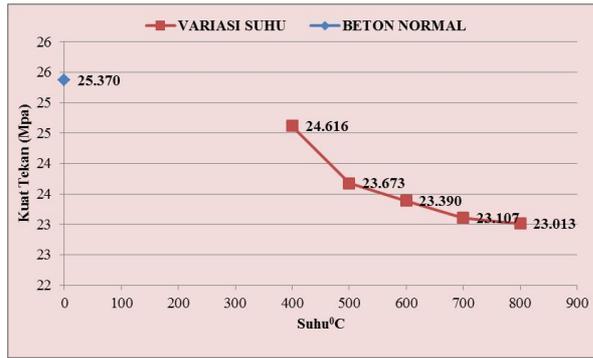
Sampel Abu	Luas Area Phasa		Kristalinitas (%)
	Kristalin	Amorph	
400	693	1203	36,6
600	662	1222	35,1
800	576	1499	27,7

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa kandungan silika dalam abu ampas tebu sebagian besar bersifat amorf, terlihat pada grafik tersebut semakin tinggi suhu pembakaran maka silika amorf yang dihasilkan semakin baik, kekrystalannya semakin berkurang. Hal ini memperlihatkan bahwa terdapat dalam jumlah yang sangat kecil difraksi gelombang sinar-X berpuncak tajam dan bersudut, hal ini menunjukkan bahwa jumlah SiO_2 kristalin juga semakin kecil. Dengan demikian maka sebagian besar SiO_2 dalam abu ampas tebu bersifat amorf.

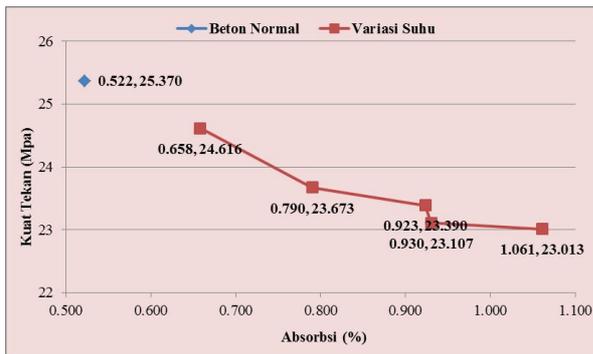
Hasil Pemeriksaan Benda Uji (Silinder) Kuat Tekan Beton

Tabel 8. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Kode	Luas (mm^2)	Dial Beban (kN)	Beban Max (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat tekan rata-rata (Mpa)	Persentase Kenaikan (%)
BN A	17671,46	450	450000	25,465		
BN B	17671,46	465	465000	26,314	25,370	0,000
BN C	17671,46	430	430000	24,333		
400 A	17671,46	420	420000	23,767		
400 B	17671,46	430	430000	24,333	24,616	-2,974
400 C	17671,46	455	455000	25,748		
500 A	17671,46	415	415000	23,484		
500 B	17671,46	415	415000	23,484	23,673	-6,691
500 C	17671,46	425	425000	24,050		
600 A	17671,46	400	400000	22,635		
600 C	17671,46	430	430000	24,333	23,390	-7,807
600 E	17671,46	410	410000	23,201		
700 F	17671,46	415	415000	23,484		
700 C	17671,46	400	400000	22,635	23,107	-8,922
700 A	17671,46	410	410000	23,201		
800 A	17671,46	405	405000	22,918		
800 F	17671,46	415	415000	23,484	23,013	-9,294
800 D	17671,46	400	400000	22,635		



Gambar 9. Grafik Hasil Uji Absorpsi Beton



Gambar 10. Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan Absorpsi

Nilai kuat tekan optimal tidak didapatkan dikarenakan semakin tinggi suhu pembakaran abu ampas tebu maka kuat tekannya semakin menurun. Didapat kuat tekan yang paling tinggi terdapat pada campuran beton normal yakni sebesar 25,370 Mpa dan nilai kuat tekan terendah terdapat pada variasi suhu 800°C pembakaran abu ampas tebu sebesar 23,013 Mpa. Hal ini berbanding terbalik dengan kuat tekan, ketika nilai kuat tekan semakin menurun maka nilai penyerapan air (absorpsi) semakin meningkat. Nilai penyerapan air terendah terdapat pada campuran beton normal sebesar 0,522% dan penyerapan air tertinggi terdapat pada abu ampas tebu yang dibakar pada suhu 800°C.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Semakin tinggi suhu pembakaran abu ampas tebu (AAT) yang digunakan sebagai pengganti sebagian semen menyebabkan nilai kuat tekan beton mengalami penurunan, Penurunan kuat tekan disebabkan reaksi pozzolan (SiO_2)

dengan Ca(OH)_2) belum terjadi secara sempurna pada umur 28 hari, sehingga kontribusinya terhadap kekuatan beton membutuhkan waktu yang lebih panjang.

- Suhu pembakaran abu ampas tebu (AAT) pada 400°C – 800°C meningkatkan nilai absorpsi secara berturut-turut 0,522 %, 0,658 %, 0,790%, 0,923%, dan 1,061 % .

Saran

- Untuk penelitian dengan variasi suhu pembakaran lebih baik menggunakan sampel dalam bentuk ampas tebu, agar tercapai pengendalian suhu yang baik.
- Pada saat melakukan pengadukan dengan menggunakan molen, sebaiknya menyeragamkan waktu pemutaran pada setiap campuran beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Mulyono, Tri, 2004, Teknologi Beton, CV. Andi Offset, Yogyakarta.
- Murdock, L.J. dan Brook, K.M., 1999, Bahan dan Praktek Beton; diterjemahkan oleh Ir. Stephanus Hendarko, Jakarta; Erlangga
- Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI), 1982, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya, Bandung
- Suharlinah Lien, 2011 “Pemanfaatan Biopozzolan Eks Limbah Penggilingan Tebu Untuk Meningkatkan Mutu Beton” Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Banten.
- Siregar N, 2010 “Pemanfaatan Abu Pembakaran Ampas Tebu Pada Pembuatan Batu Bata” Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03), Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan: Jakarta.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono, 1992, Buku Ajar Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.