

**PENGARUH PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN DENGAN ABU AMPAS TEBU
TERHADAP KUALITAS MORTAR BERDASARKAN
KUAT TEKAN DAN PENYERAPAN AIR**

*Effect of Replacement Parts of Cement with Bagasse Ash based on Quality
Compressive Strength and Water Absorption of mortar*

Adi Wiyono¹⁾, Adjib Karjanto²⁾, Galih Damar Pandulu³⁾

ABSTRAK

Ampas tebu merupakan hasil limbah buangan yang berlimpah dari proses pembuatan gula ($\pm 30\%$ dari kapasitas giling). Ampas tebu yang berlimpah tersebut telah dimanfaatkan sebagai bahan bakar ketel uap (alat untuk memproduksi uap pada jumlah tertentu setiap jamnya dengan tekanan dan suhu tertentu). Pembakaran ampas tebu memiliki unsur yang bermanfaat untuk peningkatan kekuatan mortar, karena mempunyai sifat pozzolan dan mengandung silika yang sangat menonjol. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan pemanfaatan abu ampas tebu untuk pengganti semen dalam pembuatan mortar, dengan variasi pengganti abu ampas tebu 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyerapan air yang paling rendah pada variasi campuran 8% dengan hasil rata-rata 1,54 % dan kuat tekan mortar yang paling besar terdapat pada 8% dengan kuat tekan rata-rata 25,04 Mpa.

Kata kunci: abu ampas tebu, mortar, kuat tekan, penyerapan.

ABSTRACT

Bagasse is the result of the abundant waste from the sugar manufacturing process ($\pm 30\%$ of milling capacity). Abundant bagasse has been used as fuel boiler (a tool to produce steam at a certain amount per hour with a certain pressure and temperature). The burning of bagasse has elements that are useful to increase the strength of mortar, because it has properties of siliceous pozzolan and very prominent. This research was conducted with the aim of utilization of bagasse ash for cement replacement in making mortar, with alternate variations bagasse ash 0%, 2%, 4%, 6%, 8% and 10%. The results showed that the lowest water absorption in a mixture of 8% variation with the results of 1.54% and an average compressive strength of mortar greatest present in 8% with an average compressive strength of 25.04 MPa

Keywords: bagasse ash, mortar, compressive strength, absorption.

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang

^{2),3)} Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang
adiwiyonoarema@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Abu ampas tebu adalah sisa hasil pembakaran ampas tebu yang dimanfaatkan untuk bahan bakar ketel uap. Abu ampas tebu limbah yang terbuang dari pabrik Gula Kreet Kabupaten Kota Malang yang cukup banyak. Disini saya memanfaatkan untuk bahan pembuatan mortar karena pengadaanya cukup murah dan mudah bila ditinjau dari segi ekonomis akan lebih menguntungkan masyarakat terutama untuk menambah penghasilan masyarakat sekitarnya.

Pemilihan abu ampas tebu sebagai bahan pembuatan mortar yaitu: Pengadaanya cukup mudah dan murah sehingga bila ditinjau dari segi ekonomis akan lebih menguntungkan. Abu ampas tebu sisa pembakaran dari pabrik gula tersedia cukup melimpah (\pm 9000 ton abu ampas tebu terbuang tiap tahunnya). Abu ampas tebu memiliki kandungan SiO_2 yang cukup tinggi sehingga abu ampas tebu diharapkan mampu meningkatkan mutu campuran. Pemilihan abu ampas tebu sebagai bahan pengisi yang memiliki kandungan SiO_2 yang tinggi merupakan pengikat agregat yang baik.

Berdasarkan uraian yang dikemukakan di atas, selanjutnya dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang akan dibahas secara rinci di dalam penelitian atau analisa ini, antara lain:

1. Bagaimanakah kuat tekan mortar pada campuran limbah abu ampas tebu?
2. Bagaimanakah pengaruh bahan limbah ampas tebu pada penyerapan air terhadap campuran mortar?
3. Kondisi berapa % campuran dengan abu ampas tebu yang optimal?

Tujuan yang hendak dicapai melalui pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui berapa kuat tekan mortar pada campuran limbah abu ampas tebu dengan kekuatan mortar normal.

2. Mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan limbah abu ampas tebu pada campuran mortar terhadap penyerapan air.
3. Mengetahui berapa % yang optimal pada mortar dengan campuran limbah abu ampas tebu.

Mortar

Mortar adalah campuran semen, pasir dan air yang memiliki persentase yang berbeda. Perbandingan semen, pasir dan air yang sesuai untuk mortar yang memenuhi syarat menurut SNI 03-68882-2002 Tipe M umur 28 Hari adalah 1:4:0,55. Sebagai bahan pengikat, mortar harus mempunyai konsistensi atau kekentalan standard. Konsistensi mortar ini nantinya akan berguna dalam menentukan kekuatan mortar yang menjadi spesi ataupun plasteran dinding sehingga diharapkan mortar yang menahan gaya tekan akibat beban yang bekerja padanya tidak hancur (Teknologi Beton, 2003 Lab Bahan Teknik Sipil USU).

Mortar dapat digunakan dalam bentuk pasta kubus beton (struktur) maupun non struktural, misalnya pada pekerjaan pasangan dinding bata atau batako, pekerjaan plesteran dinding, pekerjaan pasangan keramik dinding, pekerjaan perataan dasar lantai sampai pada pekerjaan pasangan keramik lantai (Prasetiyo, 2008).

Semen

Material semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif yang diperlukan untuk mengikat agregat-agregat menjadi suatu massa yang padat yang mempunyai kekuatan yang cukup (Winter *et al*, 1993).

Semen merupakan hasil industri dari paduan bahan baku: batu gamping/kapur sebagai bahan utama, yaitu bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida (CaO) dan

lempung/tanah liat yaitu bahan alam yang mengandung senyawa: Silika Oksida (SiO_2), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Besi Oksida (Fe_2O_3) dan Magnesium Oksida (MgO) atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan bentuk bubuk (*bulk*), tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air.

Semen dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu semen hidrolis dan semen non hidrolis. Semen hidrolis mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolis antara lain kapur hidraulik, semen pozzolan, semen terak, semen alam, semen portland, semen alumina dan semen ekspansif. Contoh lainnya adalah semen portland putih, semen warna dan semen-semen untuk keperluan khusus. Sedangkan semen non-hidrolis adalah semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara.

Pasir atau Agregat Halus

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran. Variasi ukuran dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik (Nawi, 1998).

Kekuatan mortar akan bertambah jika kandungan pori dalam mortar semakin kecil. Terjadi hubungan langsung antara kekuatan dengan kandungan pori dalam agregat. Semakin tinggi angka pori dalam agregat berarti semakin tinggi angka pori dalam mortar yang pada akhirnya akan menyebabkan turunnya kekuatan mortar (Mulyono, 2004).

Pasir adalah bahan bangunan yang banyak dipergunakan dari struktur paling bawah hingga paling atas dalam

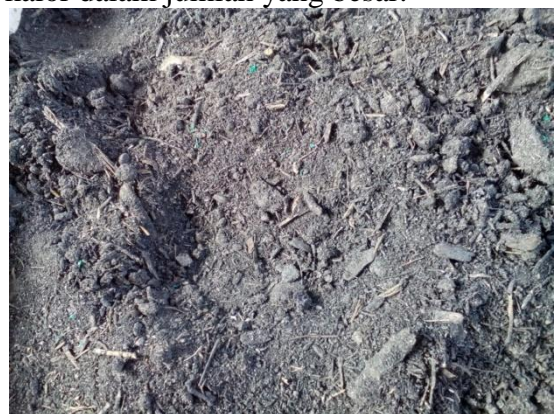
bangunan. Baik sebagai pasir urug, adukan hingga campuran beton.

Abu Ampas Tebu

Ampas tebu adalah limbah yang dihasilkan dari proses penggilingan tebu setelah di ambil niranya. Pada proses penggilingan tebu, terdapat 5 kali proses penggilingan dari batang tebu sampai menjadi ampas tebu. Dimana pada hasil penggilingan pertama dan kedua dihasilkan nira mentah yang berwarna kuning kecoklatan, kemudian pada proses penggilingan ketiga, keempat dan kelima menghasilkan nira dengan volume yang berbeda-beda. Setelah gilingan terakhir menghasilkan ampas tebu kering.

Ampas tebu yang berlimpah tersebut telah dimanfaatkan sebagai bahan bakar ketel uap (pesawat untuk memproduksi uap pada suatu jumlah tertentu setiap jamnya dengan suatu tekanan dan suhu tertentu) dimana energi yang dihasilkan dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga uap (Ari Prasetyo).

Ampas tebu mempunyai rapat total (bulk density) sekitar $0,125 \text{ gr/cm}^3$, kandungan kelembaban (*moisture content*) sekitar 48% menurut Hugot (HandBook of cane Sugar Engineering, 1986). Nilai diatas diambil dari penelitian terhadap ampas tebu basah. Ampas tebu basah mempunyai kapasitas kalor dalam jumlah yang besar.



Gambar 1 Abu ampas tebu sebelum diayak



Gambar 2 Abu ampas tebu lolos ayakan no 100

Komposisi kimia abu ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Senyawa Kimia dalam Abu Ampas Tebu

No	Senyawa	Jumlah (%)
1	SiO ₂	46-81
2	Al ₂ O ₃	1-19
3	Fe ₂ O ₃	2-12
4	CaO	2-4
5	K ₂ O	0.2-1,8
6	MgO	1-4
7	Na ₂ O	0.2-4
8	P ₂ O ₅	0.5-4

Sumber: Penelitian Skripsi Emelda Sihotang

Dari data diatas dapat dilihat bahwa kandungan atau komposisi senyawa kimia yang dominan adalah SiO₂ (silica) sebesar 46-81 %. Komposisi tersebut menguntungkan abu ampas tebu bila bahan ini digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar.

Air

Air diperlukan pada pembuatan mortar untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan mortar. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran mortar. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran mortar

akan menurunkan kualitas mortar, bahkan dapat mengubah sifat mortar yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Karena pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang penting, tetapi justru perbandingan air dengan semen atau yang sering disebut sebagai Faktor Air Semen (*water cement ratio*). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan mortar (Nawi, 1998).

Kuat Tekan

Kuat tekan adalah beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji hancur. Oleh karena itu dalam penggunaannya perlu dicari berapa nilai kuat tekannya agar sesuai dengan kebutuhan yang direncanakan. Cara mengetahuinya juga cukup mudah yaitu dengan menaruh benda uji di alat uji kuat tekan. Kuat tekan dapat dihitung dengan Persamaan 2.9.

$$Kuat Tekan = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.9)$$

dimana:

- P = beban maksimum (kg)
- A = luas penampang benda uji (cm²)

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Pembuatan benda uji pada penelitian ini dilakukan di laboratorium beton Jurusan Teknik Sipil Polinema

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain:

1. Semen Tipe I PT. Semen Gresik
2. Pasir
3. Abu Ampas Tebu
4. Air Bor

Peralatan Penelitian

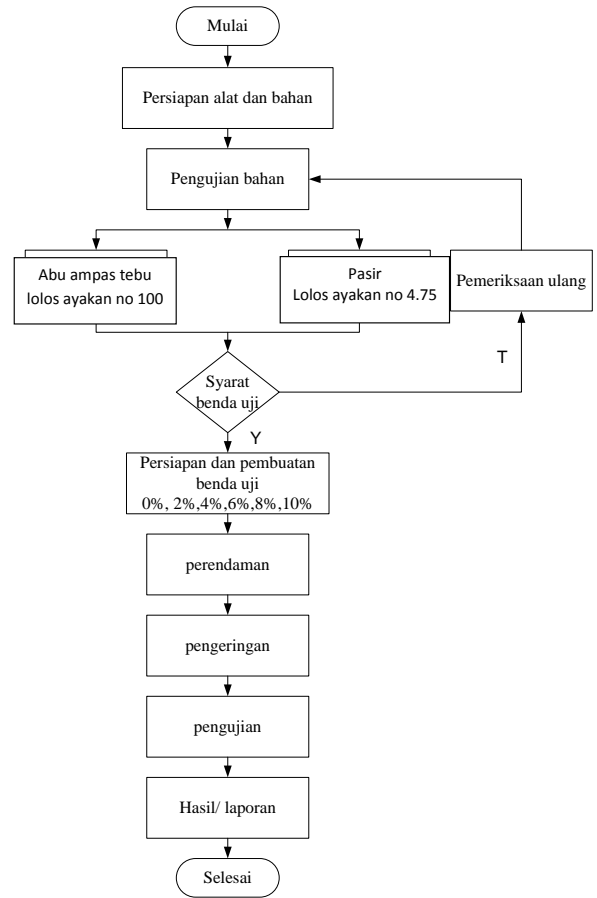
Peralatan-peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Cetakan kubus dengan ukuran (5x5x5) cm³
2. Sendok semen
3. Jangka sorong
4. Kuas
5. Timbangan Electric
6. Mesin Tekan Beton atau streng Mesin (Wykeham Farrance England)
7. Mesin pengaduk atau Mixer (Hobart Germany)
8. Batang perojok
9. Gelas ukur 1000 ml
10. Ayakan
11. Wadah
12. Kain
13. Tipe ex

Tabel 2 Kebutuhan bahan

Variasai Campuran (%)	Semen (gr)	Abu ampas tebu (gr)	Pasir (gr)
0	300	0	1200
2	294	6	1200
4	288	12	1200
6	282	18	1200
8	276	24	1200
10	270	30	1200

Diagram Alir Pembuatan Bahan Uji Mortar



Gambar 3 Alur pembuatan mortar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Penyerapan Air

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui banyaknya air yang diserap oleh mortar setelah direndam periode tertentu.

Adapun rumus penyerapan air adalah sebagai berikut:

$$\text{Penyerapan air (\%)} = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\%$$

Mk = Massa kering dari benda uji (gram)

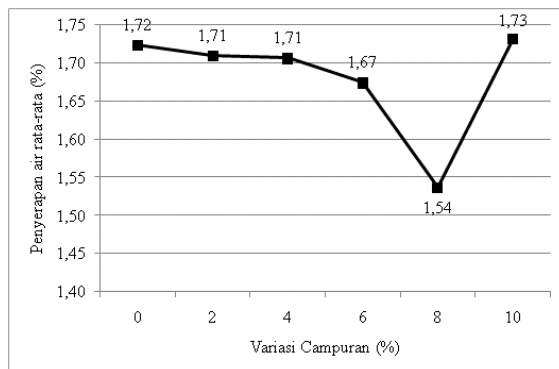
Mb = Massa basah dari benda uji (gram)

Data hasil pengujian penyerapan air pada mortar yang dicampur dengan abu ampas tebu sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan, tertera pada Tabel 3.

Tabel 3 Data hasil pengujian penyerapan air

No	Variasi campuran (%)	Massa Basah (mb) (gr)	Massa Kering (mk) (gr)	Penyerapan air (%)	Penyerapan Rata-rata (%)
1	0	290.60	285.70	1.72	1.72
		285.30	279.90	1.93	
		298.60	293.60	1.70	
		285.30	280.60	1.67	
		286.40	281.90	1.60	
2	2	290.80	286.00	1.68	1.71
		289.90	285.30	1.61	
		289.70	284.50	1.83	
		289.00	284.50	2.58	
		286.40	281.20	1.85	
3	4	289.50	284.50	1.76	1.71
		285.90	281.60	1.53	
		277.30	271.90	1.99	
		295.90	291.30	1.58	
		296.20	291.30	1.65	
4	6	291.10	286.80	1.50	1.67
		285.00	280.70	1.53	
		279.00	273.70	1.94	
		274.70	270.80	1.44	
		285.50	280.00	1.96	
5	8	293.80	289.40	1.52	1.54
		286.40	282.20	1.49	
		297.60	293.40	1.43	
		289.60	285.10	1.58	
		299.20	294.30	1.66	
6	10	306.00	301.30	1.56	1.73
		291.00	286.20	1.68	
		290.10	284.60	1.93	
		300.40	295.50	1.66	
		294.50	289.20	1.83	

Sumber : Hasil penelitian

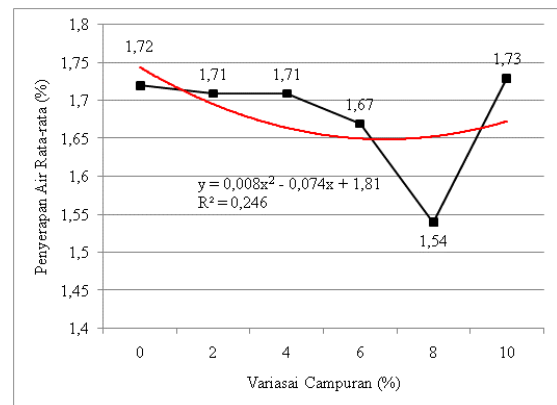


Gambar 5 Grafik penyerapan air

Sumber: Hasil penelitian

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa penyerapan air mortar tanpa abu ampas tebu atau normal adalah sebesar 1,72 %, Sedangkan untuk penyerapan air rata-rata mortar yang dicampur dengan abu ampas tebu adalah sebesar 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% berturut-turut adalah 1,72%, 1,71%, 1,71%, 1,67%, 1,54%, dan 1,73%. Dapat dilihat bahwa nilai penyerapan air semakin menurun seiring dengan bertambahnya variasi campuran abu ampas tebu. Hal ini disebabkan karena pengganti semen dengan abu ampas tebu dengan jumlah

tertentu dapat mengurangi penyerapan air ,namun bila pengganti semen dengan abu ampas tebu lebih dari 8 % penyerapan air terhadap mortar bisa semangkin tinggi.



Gambar 6 Grafik Regresi penyerapan air

Sumber : Hasil penelitian

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kuat tekan mortar dengan

$$f_c' = \frac{F}{A}$$

f_c' = Kuat tekan (Mpa)

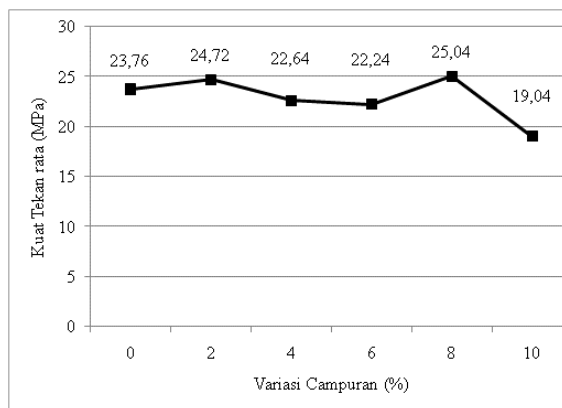
F = Gaya beban maksimum (N)

A = Luas bidang permukaan (m²)

Tabel 4 Data hasil pengujian kuat tekan

No	Variasi campuran (%)	Luas (A) (cm ²)	Gaya beban tekan maks (F) (kN)	Kuat tekan (fc) (Mpa)	Kuat tekan Rata-rata (Mpa)
1	0	25	63	25,20	23,76
			59	23,60	
			64	25,60	
			55	22,00	
			56	22,40	
2	2	25	59	23,60	24,72
			66	26,40	
			58	23,20	
			60	24,00	
			66	26,40	
3	4	25	57	22,80	22,64
			60	24,00	
			57	22,80	
			54	21,60	
			55	22,00	
4	6	25	54	21,60	22,24
			56	22,40	
			55	22,00	
			56	22,40	
			57	22,80	
5	8	25	60	24,00	25,04
			54	25,20	
			56	24,40	
			63	25,20	
			56	26,40	
6	10	25	50	20,00	19,04
			41	16,40	
			50	20,00	
			52	20,80	
			45	18,00	

Sumber : Hasil penelitian



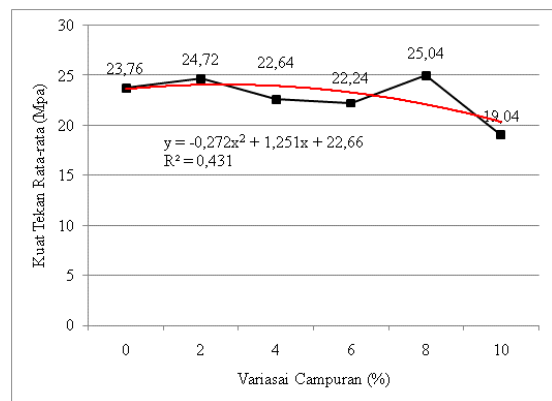
Gambar 7 Grafik Kuat tekan mortar

Sumber : Hasil penelitian

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa kuat tekan mortar tanpa campuran abu ampas tebu atau normal adalah sebesar 23,76 Mpa , Sedangkan untuk kuat tekan rata-rata mortar yang dicampur dengan abu ampas tebu adalah sebesar 0 %, 2 %, 4 %, 6 %, 8 %, dan 10 %, berturut-turut adalah 23,76 Mpa 24,72 Mpa, 22,64 MPa, 22,24 MPa, 25,04 MPa, dan 19,04 MPa.

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa kekuatan mortar semakin

meningkat jika variasi campuran abu ampas tebu berkisar 2 % dan 8 % dari jumlah semen. Sedangkan pencampuran yang 4 %, 6 %, dan 10 % akan mengurangi kuat mortar. Dengan demikian penggunaan abu ampas tebu untuk pengganti semen dengan variasi campuran 8 % merupakan campuran yang paling optimum pada campuran ini. Jika digunakan campuran abu ampas tebu melebihi kadar tersebut maka akan menurunkan kekuatan mortar Penurunan ini diperkirakan disebabkan oleh ikatan antar agregat (bahan campuran) yang kurang kuat pada penggunaan abu ampas tebu diatas 8 %.



Gambar 8 Grafik Regresi Kuat tekan

Sumber : Hasil penelitian

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai penyerapan air dengan menggunakan abu ampas tebu akan semakin menurun seiring dengan bertambahnya variasi campuran abu ampas tebu sampai dengan 8% namun diatas itu penyerapan air akan tinggi.
2. Kuat mortar dengan menggunakan abu ampas tebu akan meningkat dari kuat tekan normal yaitu pada variasi campuran berkisar 2% dan 8% dari jumlah semen.

3. Pencampuran lebih dari 8% akan mengurangi kuat tekan mortar. Dengan demikian penggunaan abu ampas tebu dengan kadar 8%, 25,04 MPa merupakan kadar campuran optimum pada campuran ini.
4. Nilai semua kuat tekan dengan variasi campuran 0%, 2%, 4%, 6 %, 8% dan 10% masih diatas SNI 03-68888-2002 Tipe M umur 28 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto.1994. Pengetahuan Teknik Bangunan. Jakarta : Rineka Cipta.
- Mulyono Tri. 2004. Teknologi Beton. Yogyakarta : Andi Yogyakarta.
- Murdock, L. J. dan Brook, K. M. 1991. Bahan dan Praktek Beton. Edisi Keempat. Terjemahan Stephanus Hindarko. Jakarta : Erlangga.
- Nawi Edwar G. 1998. Beton Bertulang. Terjemahan Bambang Suryatmono. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Prasetiyo Ari. Januari 2009 Perbandingan Kuat Tekan Mortar Menggunakan campuran Pasir Alam dengan Sisa Pecahan Batu.
- Surdia, Tata. 1996. Pengetahuan Bahan Teknik. Cetakan Keenam Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Teknologi Beton. 2003. Medan: Laboratorium Bahan Rekayasa Teknik Sipil USU.
- Winter et al Geogr dan Nilson, Arthur H. 1993. Perencanaa Beton Bertulang. Terjemahan M. Sahari Besari. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Van Vlack, Lawrence H. 1994. Ilmu dan Teknologi Bahan. Edisi Kelima. Terjemah Sriati Djaprie. Jakarta ; Erlangga.
- M. Iqbal Hasan,Ir. M.M. Pokok Pokok Materi Statistik 2. Edisi Kedua.
- Sihotang Emelda, 2009. Pemanfaatan Abu Ampas Tebu pada Pembuatan Mortar. Laporan Skripsi Sarjana (S1) Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara.