

# PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PEMBAKARAN AMPAS TEBU PADA PAVING TERHADAP JENIS SEMEN PPC DAN PCC

Endah Kanti Pangestuti

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)  
Gedung E4, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229, Telp. (024) 8508102

**Abstract:** The combustion of bagasse is a by-product of cane sugar manufacturing process. The combustion of bagasse are made from bagasse is burned as a fuel in heating process sugar cane. Combustion is then precipitated in water, precipitated this is called bagasse combustion. The research done by the use of The combustion of bagasse as a filler in the manufacture of paving. The purpose of research to find the magnitude of the compressive strength and water absorption of paving the addition of The combustion of bagasse. Research methods using experimental methods. Specimens used in the form of block paving with size 6 cm thick, 10 cm wide and 20 cm long made from Muntilan sand, cement PPC and PCC types, and The combustion of bagasse of PTPN IX Rendeng Kudus. Variations in the specimen with the volume of sand to The combustion of bagasse substitution of 0%, 10%, 20%, 30%, and 40%, respectively amounting to 5 specimen behavior for PPC and PCC types of cement. FAS is used by 0.2. Compressive strength test results with substitution of 0%, 10% 20%, 30% and 40% at 28 days with PPC type of cement, respectively for 184.76 Kg/cm<sup>2</sup>; 164.46 Kg/cm<sup>2</sup>; 149.23 Kg/cm<sup>2</sup>;Kg/cm<sup>2</sup> 118.78, and 101.52 Kg/cm<sup>2</sup>, and Paving water absorption test results in a row by 6.35%, 8.57%, 9.41%, 10.21% and 10.33%. Compressive strength test results with substitution of 0%, 10% 20%, 30% and 40% at 28 days with PCC type of cement, respectively for 173,60kg/cm<sup>2</sup>; 162,43kg/cm<sup>2</sup>; 150,25 kg/cm<sup>2</sup>; 139,08 kg/cm<sup>2</sup>; 108,62kg/cm<sup>2</sup>, and Paving water absorption test results in a row by 7,90%; 8,93 %; 9,36%; 10,75%. So The combustion of bagasse are taken from PTPN IX PG Rendeng Kudus, can be used as a filler in the manufacture of cement type paving with PPC or PCC .

**Keywords:** Time Burning Cane Dregs, Paving Compressive Strength, Water Absorption

**Abstrak:** Limbah pembakaran ampas tebu adalah hasil samping dari proses pembuatan gula tebu yang terbuat dari ampas tebu yang dibakar sebagai bahan bakar dalam proses pemanasan nira tebu. Limbah pembakaran tersebut kemudian diendapkan dalam air, hasil endapan inilah yang dinamakan limbah pembakaran ampas tebu. Pemanfaatannya digunakan sebagai bahan pengisi dalam pembuatan paving. Tujuan penelitian untuk mencari kuat tekan dan besarnya penyerapan air pada paving. Metode penelitian menggunakan metode eksperimen. Benda uji yang digunakan berupa paving block dengan ukuran tebal 6 cm, lebar 10 cm dan panjang 20 cm yang dibuat dari pasir muntilan, semen jenis PPC dan PCC serta limbah pembakaran ampas tebu dari PTPN IX PG Rendeng Kudus. Variasi benda uji dengan substitusi Limbah pembakaran ampas tebu terhadap volume pasir sebesar 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%, masing-masing perilaku berjumlah 5 benda uji dari tipe semen PPC dan PCC. FAS yang digunakan sebesar 0,2. Hasil uji kuat tekan paving dengan tipe semen PPC dengan penambahan limbah ampas tebu sebesar 0%, 10% 20%, 30% dan 40% pada umur 28 hari berturut-turut sebesar 184,76 Kg/cm<sup>2</sup>; 164,46 Kg/cm<sup>2</sup>; 149,23 Kg/cm<sup>2</sup>; 118,78 Kg/cm<sup>2</sup>; dan 101,52 Kg/cm<sup>2</sup>, dan hasil uji penyerapan air paving berturut-turut sebesar 6,35%; 8,57%; 9,41%; 10,21%; dan 10,33%. Sedangkan hasil uji kuat tekan paving dengan tipe semen PCC dengan penambahan limbah ampas tebu sebesar 0%, 10% 20%, 30% dan 40% pada umur 28 hari berturut-turut sebesar 173,60kg/cm<sup>2</sup>; 162,43kg/cm<sup>2</sup>; 150,25 kg/cm<sup>2</sup>; 139,08 kg/cm<sup>2</sup>; 108,62kg/cm<sup>2</sup>, dan hasil uji penyerapan air berturut-turut sebesar 7,90%; 8,93 %; 9,36%; 10,75%. Jadi SPAT yang diambil dari PTPN IX PG Rendeng Kudus, dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi dalam proses pembuatan paving dengan semen jenis PPC dan PCC karena tidak ada perbedaan yang signifikan dari hasil ujinya.

**Kata kunci :** Limbah Pembakaran Ampas Tebu, Kuat Tekan Paving, Serapan Air

## PENDAHULUAN

Bata beton (*Paving block*) merupakan bahan bangunan yang dikembangkan dari

bahan mortar yang diberiperlakukan pada proses pembuatannya seperti dipadatkan, digetarkan, dan keduanya. Paving block banyak digunakan

untuk trotoar, area bermain/taman, perkerasan jalan kelas ringan, serta penutup permukaan lain yang fungsinya masih mampu menyerap air dipermukaan. Kemudahan dalam pemasangan dan perawatan menjadi pertimbangan kenapa paving block banyak digunakan.

Dalam pembuatan paving, pemilihan bahan-bahan yang digunakan sangat penting terutama untuk memperoleh mutu paving dengan sifat-sifat khusus yang diinginkan untuk tujuan tertentu dengan nilai ekonomis.

Disisi lain alternatif untuk memanfaatkan limbah-limbah industri belum optimal. Melihat banyaknya limbah pembakaran ampas tebu yang dihasilkan oleh pabrik gula, maka masalah yang timbul adalah bagaimana memanfaatkan limbah tersebut agar tidak mencemari lingkungan dan bernilai ekonomis.

Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kuat tekan paving yang diperoleh dari pemanfaatan limbah pembakaran ampas tebu sebagai bahan pengisi (filler) dalam proses pembuatan paving block dengan jenis semen yang mudah dijumpai di pasaran yaitu jenis semen PPC (*Portland Pozzolan Cement*) dan PCC (*Portland Composit Cement*).

## TINJAUAN PUSTAKA

### Paving

Menurut SNI 03-0691-1996 Bata beton (*paving block*) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu.



Gambar 1. Paving Block

Berdasarkan kekuatannya, paving block dapat dibedakan menjadi 4 macam, seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Kekuatan Fisik Bata Beton (*Paving Block*).

Mutu	Kekuatan (MPa)		Kadar Air Rerata (%)
	Rata-rata	Terendah	
A	40	35	3
B	20	17	6
C	15	12,5	8
D	10	8,5	10

Sumber : SNI 02-0691-1996

### AmpasTebu

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*saccharumoficinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada Industri pemurnian gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*).

### Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu merupakan hasil perubahan secara kimiawi dari pembakaran ampas tebu murni. Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan boiler dalam pembuatan gula dengan suhu mencapai 5500-6000°C. pada setiap 4-8 jam dilakukan

pengeluaran abu dari dalam boiler, karena jika dibiarkan tanpa dibersihkan akan terjadi penumpukan yang akan mengganggu proses pembakaran ampas tebu berikutnya. (Abdul Ghofur, 2010)

Komposisi kimia dari abu ampas tebu terdiri dari beberapa senyawa yang dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2.** Komposisi Kimia Abu Pembakaran Ampas Tebu

Senyawa kimia	Persentase(%)
SiO <sub>2</sub>	71
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,8
CaO	3,4
MgO	0,3
K <sub>2</sub> O	8,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,0
MnO	0,2

Terlihat jelas bahwa senyawa yang terkandung dalam abu ampas tebu memiliki unsur silika yang dominan sebesar 71%. Kandungan silika yang banyak tersebut sangat memungkinkan dijadikan alasan abu ampas tebu dipakai untuk beton dengan fungsi sebagai bahan pengisi

### Limbah Pembakaran Ampas Tebu

Limbah pembakaran ampas tebu adalah abu ampas tebu yang unsur-unsur kimianya telah berkurang. Secara kasat mata limbah pembakaran ampas tebu memiliki warna hitam keabuabuan. Warna limbah pembakaran ampas tebu yang demikian menandakan bahwa unsur silikanya yang terkandung jauh lebih sedikit dibandingkan yang terkandung dalam abu ampas tebu yaitu sebesar 71%.

Hilangnya unsur kimia dari abu ampas tebu terjadi saat abu ampas tebu dikeluarkan dari tungku dan disimpan di tempat penampungan. Abu ampas tebu dibiarkan terkena panas, hujan dan angin dalam waktu

yang lama. Hal tersebut yang menyebabkan hilangnya unsur silika dan disebut limbah pembakaran ampas tebu.



**Gambar 2.** Limbah Pembakaran Ampas Tebu

### Bahan Pembentuk Paving

#### **Semen Portland**

Semen *portland* adalah hasil industri yang menggunakan bahan baku utama batu kapur atau gamping. Batu kapur ini dicampur lempung atau bahan pengganti lainnya, yang kemudian akan menghasilkan produk padat berbentuk bubuk. Batu kapur atau gamping adalah bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida (CaO), sedangkan lempung adalah bahan alam yang mengandung senyawa Silika Oksida (SiO<sub>2</sub>), Aluminium Oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Besi Oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), dan Magnesium Oksida (MgO). Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh dan ditambah dengan gips (*gypsum*) dalam jumlah tertentu.

Bahan dasar semen pada umumnya ada 3 macam yaitu:

1. Klinker/terak (70% hingga 95%, merupakan hasil olahan pembakaran batu kapur, pasir silika, pasir besi dan lempung),
2. Gypsum (sekitar 5%, sebagai zat pelambat pengerasan) dan

3. Material ketiga seperti batu kapur, pozzolan, abu terbang, dan lain-lain.

Perkembangan industri semen saat ini pabrik semen memproduksi semen dengan aplikasi yang sama dengan semen tipe I, yaitu semen PCC (*Portland Composite Cement*) dan PPC (*Portland Pozzolan Cement*). Pada umumnya semen tipe PPC dan PCC dibuat untuk menggantikan fungsi OPC Tipe 1 sehingga kekuatan beton yang menggunakan PPC maupun OPC akan mirip dengan yang menggunakan OPC tipe 1. Hal ini dapat terjadi karena kalau untuk PPC ada tambahan fungsi perekat dari pozzolannya sebagai ganti klinker yang persentasenya berkurang. Sedangkan pada PCC umumnya digiling lebih halus sehingga kekuatan tekan tambahan diperoleh akibat luas permukaan butiran semen per satuan massa menjadi lebih tinggi dibanding OPC tipe 1.

#### Semen PCC

Semen ini, merupakan suatu variasi produk semen, yang pada dasarnya merupakan semen portland tipe I yang dicampur dengan aditif bersifat cementitious. Di Indonesia, PCC diproduksi berdasarkan SNI 15-7064-2004. Bahan campuran untuk PCC di Indonesia pada saat ini sebagian besar menggunakan abu terbang dan bahan-bahan cementitious lainnya (dalam jumlah yang lebih kecil), dengan porsi semen portland berkisar 80-85 persen. Mengingat komposisi PCC dapat dikategorikan sebagai suatu variasi semen yang mendukung produksi beton ke arah yang lebih ramah lingkungan. (Ir, Rony Ardiansyah, MT, IPU).

#### Semen PPC

*Portland Pozzolan Cement* (PPC) adalah

semen hidrolis yang terdiri dari campuran homogen antara semen Portland dan Pozzolan halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen Portland dan Pozzolan bersama-sama atau mencampur secara rata bubuk semen Portland dan Pozzolan atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar pozzolan 15 s.d 40% massa Semen Portland Pozzolan (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007).

Pozzolan adalah bahan alami atau buatan yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silikat ( $\text{SiO}_2$ ) dan atau aluminat ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) yang reaktif. *Pozzolan* tidak bersifat seperti semen, namun dalam bentuknya yang halus jika dicampur dengan kapur padam aktif dan air pada suhu kamar akan mengeras dalam beberapa waktu, sehingga membentuk masa yang padat dan sukar larut dalam air serta menghasilkan panas hidrasi lebih sedikit daripada semen biasa.

#### **Agregat Halus**

Pasir atau agregat halus merupakan bahan pengisi yang dipakai bersama bahan pengikat dan air untuk membentuk campuran yang padat dan keras. Pasir yang dimaksud adalah butiran mineral yang keras dengan butiran antara 0,15mm sampai dengan 5mm (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007). Agregat halus secara umum digunakan pasir alam sebagai hasil dari disintegrasi alami batu-batuan atau berupa pasir digali dari sungai.

#### **Air**

Air diperlukan untuk proses hidrasi semen serta sebagai media pencampur pada pembuatan pasta, mortar, batako dan beton menjadi bahan pelumas antara butir-butir

agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Menurut Kardiyono Tjokrodimulyo (1997: 50) air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen hanya sekitar 25-30 persen saja dari berat semen. Namun dalam kenyataannya, nilai faktor air semen yang dipakai sangat sulit kurang dari 35 persen. Kandungan air yang tinggi dapat menyebabkan beton segar mudah di kerjakan, kekuatan beton dan mortar rendah menjadi poros juga dapat menyebabkan pemisahan antara pasir atau agregat pada adukan mortar atau beton yang disebut segregasi

### Penelitian abu ampas tebu yang sudah pernah dilakukan

Menurut Ghafur (2010) bahwa pada campuran beton dengan komposisi penambahan Abu Ampas Tebu (AAT) sebesar AAT 5%, AAT 10% dan AAT 15% dari berat semen dengan FAS tetap sebesar 0,46. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan AAT pada campuran beton dapat menurunkan nilai slump yaitu sebesar 6,06% pada penambahan AAT 5%, 12,88% pada penambahan AAT 10% dan 24,24% pada penambahan AAT 15%. Semakin besar kadar AAT yang digunakan maka nilai slump semakin kecil. Hasil pengujian kuat tekan silinder beton menunjukkan penurunan kuat tekan beton pada penambahan AAT 5%, 10% dan 15% masing-masing sebesar 5,56%, 10,68% dan 16,59% dari kuat tekan beton normal.

Penelitian yang dilakukan oleh Khozi (2001) pada campuran beton dengan komposisi AAT 0%, AAT 10%, AAT 20% sebagai pengganti semen. Hasil Tes Tekan, Tes Tarik dan Uji Porositas pada penelitian beton telah membuktikan bahwa AAT telah berfungsi sebagai pozzolan dengan kuat tekan terbesar,

kuat tarik terbesar dan porositas terkecil ada pada beton dengan 10% AAT.

### METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen dilakukan dengan kegiatan penelitian di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNNES. Faktor utama yang diteliti adalah pengaruh substitusi limbah pembakaran ampas tebu terhadap kuat tekan paving blok pada penggunaan semen PPC dan PCC

Variabel dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan perbandingan volume pasir dan semen sebesar 5 : 1. Faktor air semen (FAS) yang digunakan sebesar 0,2. Variabel dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.

### Pengujian Paving Block

Data yang akan diambil adalah dalam penelitian ini berupa kuat tekan dan serapan *paving block*, maka metode yang digunakan adalah metode observasi dengan melakukan pengujian kuat tekan dan serapan *paving block* di laboratorium.

**Tabel 3.** Variabel Penelitian

Ukuran (cm)	Jenis Semen	Prosentase Limbah Pembakaran Ampas Tebu (%)	Prosentase Agregat Halus (%)	Jumlah Benda Uji (buah)
6x10x20	PPC	0	100	5
		10	90	5
		20	80	5
		30	70	5
		40	50	5
6x10x20	PCC	0	100	5
		10	90	5
		20	80	5
		30	70	5
		40	50	5

Pengujian terhadap paving meliputi pengujian kuat tekan dan resapan. Pengujian

kuat tekan dan resapan dilakukan dengan standart SK SNI-03-0691-1989 tentang "Bata Beton Untuk Lantai". Untuk pengujian kuat tekan dilakukan pada umur benda uji 28 hari



Gambar 3. Alat uji tekan paving

### Pembuatan Benda Uji

Pada tahap ini, dilakukan kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

1. Menyiapkan Bahan Susun *Paving block*  
Mempersiapkan cetakan *paving block* dan peralatan lain yang dibutuhkan.
2. Pengadukan campuran *paving block*
  - a) Mencampur pasir, semen dan limbah pembakaran ampas tebu sesuai prosentase rencana adukan *paving*.
  - b) Memasukkan air sebanyak 80% dari jumlah air yang dibutuhkan kedalam campuran
  - c) Setelah air tercampur rata, dilakukan penambahan air sisa secara sesedikit demi sedikit hingga habis,
  - d) Pengadukan untuk tiap variasi campuran dilakukan satu kali.
3. Pembuatan benda uji
  - a) Campuran yang telah masuk kedalam bak penampung, dicetak menjadi paving dengan alat pencetak dan pemadat manual.

- b) *Paving block* yang selesai dicetak diletakkan diatas papan dan dibiarkan selama satu malam sampai mengeras dan tidak terkena panas matahari secara langsung supaya tidak retak.
- c) Setelah paving mengering maka dilakukan *curing* dengan cara merendam sample paving didalam bak air sampai seluruh permukaan paving terendam air.
- d) Sesuai dengan perbandingan campuran, maka untuk setiap *mix* (campuran) dilakukan pencampuran limbah pembakaran ampas tebu dengan rincian seperti pada tabel 3. :

### Pengujian Kuat Tekan Paving

Pada tahap ini, dilakukan kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

1. Mengukur dimensi benda uji,
2. Meletakkan benda uji pada mesin uji tekan dengan arah penekanan sesuai dengan arah tekanan dalam pemakaian,
3. Melakukan pembebanan hingga benda uji hancur,
4. Mencatat benban maksimum yang dapat ditahan benda uji tersebut.

### Pengujian Serapan Paving

Pada tahap ini, dilakukan kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

1. Memasukkan benda uji dalam keadaan seutuhnya direndam dalam keadaan bersih suhu ruangan selama  $\pm 24$  jam,
2. Mengangkat benda uji dari air, dan air limbahnya dibiarkan meniris  $\pm 1$  menit,
3. Menyeka permukaan benda uji dengan kain untuk menghilangkan kelebihan air yang masih tertinggal,

4. Menimbang benda uji,
5. Setelah itu benda uji dikeringkan didalam dapur pengering pada suhu 105°C,
6. Menimbang benda uji.

### Analisis Data

#### Kuat tekan paving

$$f'c = \frac{P}{f} \dots\dots\dots(\text{Pers 1})$$

Dimana :

f'c = kuat tekan paving (MPa)

P = beban maksimum (N)

f = luas permukaan benda uji (mm<sup>2</sup>)

#### Penyerapan paving

$$\text{Penyerapan} = \frac{A - B}{B} \times 100\% \dots\dots (\text{Pers 2})$$

Dimana :

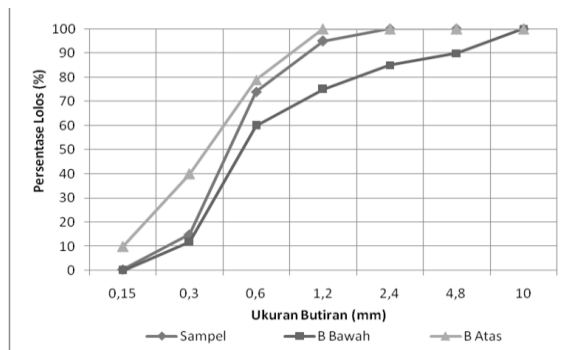
A = Berat basah benda uji (kg)

B = Berat kering benda uji  
(setelah dioven) (kg)

## HASIL DAN ANALISIS

### Gradasi Limbah Pembakaran Ampas Tebu

Pengujian gradasi limbah pembakaran ampas tebu dilakukan dengan menggunakan saringan Standar dengan ukuran 38,1 mm; 19,1 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm dan 0,15 mm. Hasil pemeriksaan gradasi limbah pembakaran ampas tebu dapat dilihat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Gradasi Limbah Pembakaran Ampas Tebu dan Batasan Gradasi Agregat Halus Zone III Menurut SK-SNI-T-15-1990-03

### Berat Jenis Limbah Pembakaran AmpasTebu

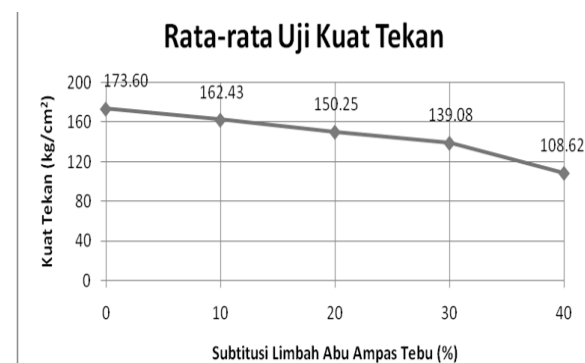
Untuk pemeriksaan berat jenis limbah pembakaran ampas tebu dilakukan dengan 2 sampel, kemudian dihitung rata-ratanya. Pada kondisi kering didapat berat jenis rata-rata limbah pembakaran ampas tebu sebesar 1,29, berat jenis kering permukaan (SSD) sebesar 1,49, berat jenis semu sebesar 1,62 dan penyerapan sebesar 15,83.

### Pengujian Kuat tekan Paving Block

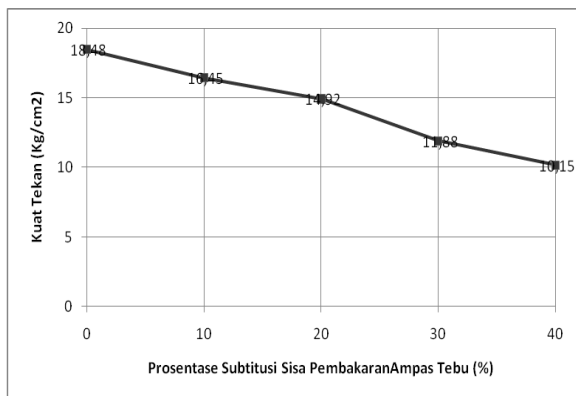
Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur benda uji 28 hari, Hal Ini dilakukan untuk mencari perbandingan kuat tekan yang disebabkan pengaruh masa ikat semen jenis PPC dan PCC. Pengujian benda uji dilakukan setelah dilakukan perawatan dengan cara menyimpan benda uji pada tempat yang teduh dan dilakukan penyiraman pada waktu pagi hari selama benda uji berumur 1 hari sampai dengan 5 hari.

**Tabel 4.** Hasil Kuat Tekan paving dengan limbah pembakaran ampas tebu menggunakan semen PCC dan PPC

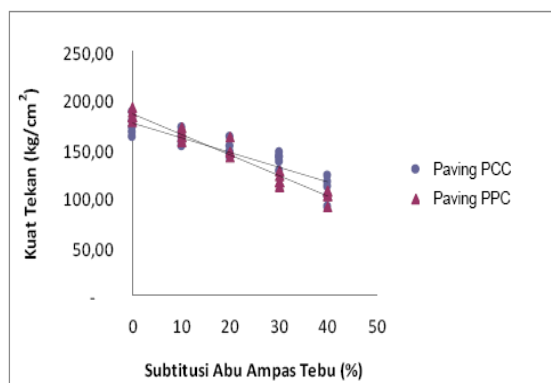
% substitusi pembakaran ampas tebu	Kuat Tekan umur 28 hari	
	Semen PPC	Semen PCC
0	184.76	173,60
10	164.46	162,43
20	149.23	150,25
30	118.78	139,08
40	101.52	108,62



**Gambar 5.** Hasil pengujian Paving dengan semen tipe PCC



**Gambar 6.** Hasil pengujian Paving dengan semen tipe PPC



**Gambar 7.** Grafik kuat tekan paving dengan semen PPC dan PCC

Secara umum bentuk grafik kuat tekan *paving block* dari hasil penelitian memiliki kecenderungan yang sama pada penggunaan semen PPC dan PCC, yaitu terjadinya penurunan kuat tekan *paving block* seiring dengan penambahan substitusi jumlah limbah pembakaran ampas tebu.

Adapun penyebab menurunnya kualitas *paving block* dikarenakan beberapa hal yang berhubungan dengan abu ampas tebu yaitu:

#### 1. Berat jenis

Dengan semakin bertambahnya substitusi limbah pembakaran ampas tebu, *paving block* mengalami penurunan berat jenis, hal ini terjadi karena pembakaran ampas tebu yang digunakan mempunyai berat jenis lebih kecil bila dibandingkan pasir yaitu:

1,29 (limbah pembakaran ampas tebu) dan 2,62 (pasir).

Berat jenis limbah pembakaran ampas tebu yang ringan menyebabkan *paving block* mengalami penurunan berat jenis pula. Nilai berat jenis *paving block* juga menunjukkan kepadatan dari *paving block* tersebut. Kepadatan yang kecil, berarti mengurangi kuat tekan. Karena saat paving block ditekan akan memampat dan material didalam *paving block* akan mendesak mengisi rongga-rongga yang ada sehingga menyebabkan kerusakan atau patah.

#### 2. Sifat Limbah Pembakaran Ampas Tebu

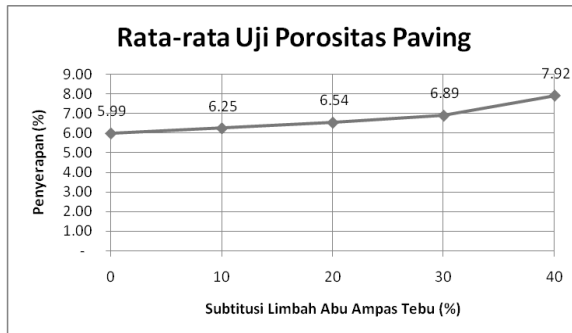
Pembakaran limbah ampas tebu yang digunakan, secara fisik berwarna hitam dan menyerupai arang serta memiliki daya serap (*hidrolisis*) terhadap air yang tinggi. Sifat *hidrolisis* yang dimiliki limbah abu ampas tebu tersebut dimungkinkan mengganggu reaksi pengikatan agregat oleh semen. Ini disebabkan karena untuk mengikat agregat, semen membutuhkan air yang cukup. Disamping itu air banyak diserap oleh limbah pembakaran ampas tebu yang ada dalam campuran. Sehingga kuat tekan yang dihasilkan menurun.

Selain berat jenis dan ukuran butiran, besarnya kekuatan pemadatan pada pemadatan manual juga berpengaruh terhadap kuat tekan paving. Semakin rendah kekuatan pemadatannya maka kuat tekan *paving block* semakin menurun, hal ini disebabkan karena rongga dalam *paving block* yang kosong. Dengan pemadatan yang besar maka kuat tekan *paving block* akan bertambah, karena rongga-rongga akan terisi.



### Pengujian serapan air

Hasil pengujian porositas dapat dilihat pada gambar 8 dan 9, terlihat terjadinya peningkatan porositas paving block seiring dengan penambahan jumlah persentase penambahan abu ampas tebu.



Gambar 8. Uji serapan air pada paving blok menggunakan semen PCC



Gambar 9. Uji serapan air pada paving blok menggunakan semen PPC

Secara umum bentuk grafik uji serapan air pada *paving blok* dengan filler limbah pembakaran ampas tebu dari hasil penelitian ini memiliki kecenderungan yang sama baik menggunakan semen tipe PPC maupun tipe PCC, seperti yang terlihat pada Gambar 8 dan 9. Peningkatan penyerapan *paving blok* yang tinggi dipengaruhi oleh proses pembuatan *paving blok* tersebut dan karakteristik limbah abu ampas tebu yang digunakan untuk menggati sebagian agregat halus.

Proses pemadatan dalam pembuatan *paving block* dalam penelitian ini dilakukan secara manual. Hal ini sangat mungkin menyebabkan kepadatan paving yang dihasilkan terbatas. Sehingga terdapat banyak rongga yang ada dalam paving yang menyebabkan peningkatan serapan karena air akan mengisi rongga-rongga tersebut.

Limbah Pembakaran ampas tebu yang digunakan memiliki sifat *hidrolisis* (menyepap air). Sifat *hidrolisis* yang dimiliki limbah abu ampas tebu tersebut menyebabkan *paving block* tersebut memiliki daya serap air yang tinggi.

### KESIMPULAN

1. Kuat tekan paving dengan semen tipe PCC dan tipe PPC yang dihasilkan pada substitusi limbah pembakaran ampas tebu pada umur 28 hari memiliki nilai yang tidak jauh berbeda.
2. Paving dengan tipe semen PCC dengan penambahan limbah ampas tebu sebesar 0%, 10% 20%, 30% dan 40% pada umur 28 hari berturut-turut sebesar 173,60kg/cm<sup>2</sup>; 162,43kg/cm<sup>2</sup>; 150,25 kg/cm<sup>2</sup>; 139,08 kg/cm<sup>2</sup>; 108,62kg/cm<sup>2</sup>
3. Paving dengan tipe semen PPC dengan penambahan limbah ampas tebu sebesar 0%, 10% 20%, 30% dan 40% pada umur 28 hari berturut-turut sebesar 184,76 Kg/cm<sup>2</sup>; 164,46 Kg/cm<sup>2</sup>; 149,23 Kg/cm<sup>2</sup>; 118,78 Kg/cm<sup>2</sup>; dan 101,52 Kg/cm<sup>2</sup>
4. Porositas/Serapan air *paving blok* dengan tipe semen PCC substitusi limbah pembakaran ampas tebu 10% adalah 7,90%; 20% porositas 8,93 %; 30% porositas 9,36%; 40% porositasnya 10,75%.

5. Porositas/Serapan air *paving block* dengan tipe semen PPC substitusi limbah pembakaran ampas tebu sebesar 6,35% untuk 0%, 8,57% untuk 10%, 9,41% untuk 20%, 10,21 untuk 30%, 10,33% untuk 40%.
6. Berdasarkan hasil penelitian ini maka penggunaan jenis semen PPC maupun PCC pada paving dengan penambahan tidak ada perbedaan yang signifikan.
7. Limbah pembakaran ampas tebu yang diambil dari PTPN IX PG Rendeng Kudus dapat digunakan sebagai bahan substitusi pembuatan *paving block*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1989. *Tata Cara Pengujian Kuat Tekan Bata Beton (SK SNI-03-0691-1989)* tentang "Bata Beton Untuk Lantai".
- Anonim. 1990. *Tata Cara Pencampuran Adukan Beton (SK SNI-T-15-1990-03)*
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri: Yogyakarta.
- Ghozi.2002.*Analisis Fundamental Pengaruh Abu Ampas Tebu Dalam Pasta Semen*.
- Ghozi, M., "Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Untuk Campuran Semen Pada Beton",ITS,Surabaya,<http://digilab.its.ac.id/detal.php?id=928&q=pozzolan>, 2001.
- Nurmawati, Ida. 2006. *Pemanfaatan Limbah Industri Penggajian Kayu Sebagai Bahan Substitusi Pembuatan Paving Block*.Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Mulyani, Sri.*Pengaruh Persen Masa Hasil Pembakaran Serbuk Kayu dan Ampas Tebu Pada Mortar Terhadap Sifat Mekanik dan Sifat Fisisnya*.
- Ghafur, A. 2010. *Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan dan Pola Retak Beton*.Sumatra Utara: UNSU.
- Müller, Claudia.dkk.2006. *Modul Pelatihan Pembuatan Ubin Atau Paving Blok Dan Batako*. Jakarta.
- Subekti, Srie.*Pemanfaatan Sludge Fly Ash Untuk Pembuatan Paving Block*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- <http://www.sementigaroda.com>.
- <http://www.semengresik.com>.
- Kusuma,Gideon. Dkk.2001. *Pedoman Pengerjaan Beton 2*. Jakarta: Erlangga.