

Uji Eksperimental Kuat Tekan Mortar *Paving Block* dengan Bahan Limbah Substitusi Agregat Halus dan Semen

Experimental Test Strong Mortar Test Paving Block with Substitutional Waste Materials Fine and Cement Aggregate

Andy Eka Saputra¹, Ismadi Raharjo¹, dan Suprpto¹

¹Politeknik Negeri Lampung/Jurusan Teknoogi/
Program Studi Teknik Sumberdaya Lahan dan Lingkungan
*E-mail : andyekasaputra@polinela.ac.id

ABSTRACT

Offsetting the high availability of by-products from the coal burning industry as a PLTU power plant in the form of waste, various efforts have been made by researchers and the government to manage environmentally sound waste management businesses. One of the efforts made by researchers is to improve the category of B3 waste (dangerous, toxic) into environmentally friendly waste, namely by the method of waste treatment. The research will be carried out at the Soil and Water Engineering Laboratory and the Agricultural Mechanization Laboratory of Lampung State Polytechnic for 6 months. The treatment that will be applied in this study is use. bottom ash or bottom ash which is used as a fine aggregate substitute for 100% mixture of paving block making for sand volume. Variation in the use of fly ash or fly ash as part of cement replacement material in a mixture of 30%, 40% and 50%, 100% of the volume of cement. The testing period is 7, 14 days. Then a press test is performed using a CTM (compression testing machine) tool. The test results compared with the standard physical properties according to SNI 03-0691-1996 were obtained from the average sample Bottom Ash 30% compressive strength at 7 days: 7.2 Mpa, 14 days: 10.3 Mpa, Sample B at 7 days of age: 6, 8 Mpa, 14 days: 9.5 Mpa. Sample C at 7 days: 5.8 MPa, 14 days: 8.4 MPa. Sample D at the age of 7 days: 1 Mpa, 14 days: 1.4 Mpa, with recommendations for samples of mixtures Bottom 30%, 20% and 10% including the category III SNI 03-0691-1996 and can be used as material for paving block construction while sample bottom Ash 0% does not enter katogari SNI 03-0691-1996.

Keywords: *Paving block, fly ash, bottom ash, Compressive Strength*

Disubmit: 04-08-2018; **Diterima:** 10-09-2018; **Disetujui:** 04-10-2018;

PENDAHULUAN

Industri paving block merupakan salah satu sektor penting penggerak perekonomian Nasional, salah satunya kecamatan Rajabasa Propinsi Lampung. Masalah yang seringkali dihadapi oleh para pengusaha adalah semakin tingginya harga material penyusun paving block disamping kelangkaan pasir, pada musim-musim tertentu.

Pemakaian batubara di Propinsi Lampung sebagai sumber listrik pada PLTU sangat berguna bagi industri maupun pembangkit tenaga listrik semakin meningkat. Penggunaan batubara tersebut menghasilkan limbah padat berupa abu terbang (fly ash) dan abu dasar (bottom ash). Bahan limbah ini merupakan hasil pembakaran batubara memiliki potensi besar dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif substitusi agregat halus dan semen.

Pemakaian bahan limbah batu bara bisa mengurangi dampak negatif lingkungan yang ditimbulkan dari limbah tersebut, keberadaan barang limbah tersebut sebagai alternatif bahan bangunan cukup tersedia banyak serta kualitas dan kuantitas dari limbah yang cukup baik.

Menurut (Saputra & Sebayang, 2003) limbah pembakaran batu bara berupa fly ash yang berasal dari PLTU biasanya sudah dimanfaatkan oleh industri semen, untuk digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan semen. Limbah pembakaran batubara baik fly ash maupun bottom ash berbentuk butiran seperti pasir, fly ash lebih halus daripada bottom ash. Bentuk butiran tersebut memungkinkan untuk digunakan dalam pembuatan komponen bahan bangunan.

Penggantian material agregat halus dan semen dengan limbah hasil pembakaran batubara. Apakah limbah fly ash dan bottom as dalam bentuk murninya saat ini masih tergolong B3 (berbahaya dan beracun). Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan pengolahan limbah dengan menggunakan bahan limbah berupa fly ash dan bottom ash dalam pembuatan mortar paving block industri PLTU. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui uji eksperimental kuat tekan mortar paving block dengan bahan limbah substitusi Agregat halus dan semen

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium TTA dan Mekanisasi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung. penelitian selama 6 bulan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Semen diganti dengan Abu Terbang *fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* yang berasal dari limbah hasil pembakaran batu bara di PT. Bukit Asam
2. Agregat halus dipakai *bottom ash* yang berasal dari limbah hasil pembakaran batu bara di PT. Bukit Asam. Bahan yang digunakan terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan terhadap berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur, gradasi, dan berat isi dengan standar (Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.02 2001)
3. Air yang digunakan adalah air bersih yang tidak mengandung lumpur, minyak dan garam serta zat – zat yang dapat merusak paving block. Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Teknik Tanah dan Air dan Mekanisasi Politeknik Negeri Lampung (Istanto & Saputra, 2013).
4. Olie sebagai pelumas untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan

Sedangkan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Cetakan paving block, cetakan yang digunakan yaitu cetakan paving block berbentuk segi empat dengan panjang sisi 20 cm, tebal 6 cm dan 9,5 cm.
2. Satu set saringan; Peralatan ini digunakan untuk mengukur gradasi agregat sehingga dapat ditentukan nilai modulus kehalusan butir agregat halus. Untuk penelitian ini gradasi agregat halus berdasarkan standar ASTM (Tabel 1).

Tabel 2. Ukuran saringan pada penelitian agregat halus

Jenis	Ukuran Saringan (mm)					
Agregat Halus	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,15

1. Timbangan, timbangan yang digunakan untuk menimbang bahan-bahan dasar pembentuk paving block. Timbangan yang digunakan yaitu timbangan digital dengan kapasitas 30 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 150 kg dengan ketelitian 1 g.
2. Oven untuk mengetahui kadar air.
3. *Compressing Testing*

4. *Machine* (CTM), CTM merupakan alat yang digunakan untuk melakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah belah beton silinder. Alat CTM digunakan untuk menguji kuat tekan paving block.
5. Mesin Pengaduk Beton (Concrete Mixer), berkapasitas 0,125 m³ dengan kecepataan 20 – 30 rpm. Alat ini untuk mencampur adukan paving block.
6. Alat bantu , dalam proses pembuatan benda uji diperlukan beberapa alat bantu diantaranya adalah gelas ukur, mistar, sendok semen, sekop, container serta rolley dorong.

Metode Kajian

Penelitian ini menggunakan metoda eksperimental pembuatan mortar kubus dan paving block. Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahap yaitu : pemeriksaan bahan campuran beton, pembuatan rencana campuran (mix design), pembuatan benda uji, pemeliharaan terhadap benda uji (curing), pelaksanaan pengujian, dan analisis hasil (Lincoln, 2017). Bahan baku yang digunakan adalah semen portland ,air, dan abu batubara yang berupa fly ash serta bottom ash (Tabel 2).

Pembuatan mortar kubus dengan komposisi campuran 1 semen portland : 3 agregat (limbah batubara) dengan standar (ACI Committe, 1989) dan fas atau faktor air semen sesuai standar dilakukan uji tekan pada umur 14 hari dan 28 hari.

Tabel 2. Persentase Semen dan Agregat

Perlakuan	Semen (%)	Fly Ash (%)	Bottom Ash (%)
Bottom Ash 30%	40	30	30
Bottom Ash 20%	40	40	20
Bottom Ash 10%	40	50	10
Bottom Ash 0.0%	0	100	0

Pengamatan

Pada umur 28 hari, dilakukan pengujian kuat tekan terhadap benda uji dengan menggunakan alat CTM Compressing Testing Machine. Kuat tekan (SNI, 1996) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan} = P / L$$

Keterangan :

P = beban tekan, N

L= luas bidang tekan, mm²

Kemudian mutu produk dibandingkan dengan nilai standar di bawah ini (Tabel 3).

Tabe 3. Nilai Standar

Mutu	Kuat tekan (Mpa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Pers.Kadar air Rata-Rata (%)
	Rata-Rata	Min	Rata-Rata	Terendah	
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17	0,130	1,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber : SNI 03 -0691- 1996

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Sampel Paving Block

Pembuatan *sampel Paving block* diteliti adalah jenis bata dengan bahan limbah (Tabel 4), dengan ukuran standar panjang 20 cm, lebar 9,5 cm dan tebal 6 cm. dalam (Sebayang, 2011)

Tabel 4. Persentase Semen dan Agregat

Perlakuan	Semen (%)	Fly Ash (%)	Bottom Ash (%)	Air Maks 40 Mpa
Bottom Ash 30%	40	30	30	Maks 10% total berat
Bottom Ash 20%	40	40	20	keseluruhan Semen +
Bottom Ash 10%	40	50	10	Agregat
Bottom Ash 0.0%	0	100	0	

Jumlah Air

Air adalah merupakan zat cair sebagai alat media untuk mendapatkan kelecakan (mudah untuk dikerjakan) yang diperlukan untuk penuangan beton pada beton segar. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat material penyusun (agregat, semen) yang digunakan . Hukum kadar “air konstan” mengatakan bahwa “kadar air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu hampir konstan tanpa tergantung pada jumlah semen untuk kombinasi agregat halus dan kasar tertentu” . Hukum ini tidak sepenuhnya berlaku untuk seluruh kisaran (range), namun cukup praktis untuk penyesuaian perencanaan dan koreksi (Sulistiyowati, 2013).

1. Bentuk Dan Ukuran Sampel

Bentuk dan ukuran sampel sebagai bahan penelitian cukup bervariasi, pengamatan dan pengukuran sampel yang diperoleh dari berbagai industri paving block adalah sebagai berikut seperti pada Tabel 5. :

Tabel 5. Ukuran Paving block dari Laboratorium

Nama Sampe	Benda Uji/Sampel	Dimensi (Cm)			Berat (Gram)	Keterangan
		P	L	T		
Benda Uji	Bottom Ash 30%	20	9,5	6	2500	Produksi Laboratorium
	Bottom Ash 20%	20	9,5	6	2450	
	Bottom Ash 10%	20	9,5	6	2350	
	Bottom Ash 0.0%	20	9,5	6	2300	
Rata-Rata		20,00	9,5	6,00	2400	

2. Pengukuran Berat Sampel

Sebelum pengujian kuat tekan dilakukan, berat masing-masing Bottom Ash 0,0 % ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat dan kepadatannya. Berat dan *density* rata-rata dari masing-masing *Bottom Ash 0,0 %*apat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Berat Rata-Rata sampel (Paving block) Kuat Tekan

No	Sampel	Berat Rata-rata (Gram)
1	Bottom Ash 30%	2.500,00
2	Bottom Ash 20%	2.450,00
	Bottom Ash 10%	
3		2.350,00
4	Bottom Ash 0.0%	2.300,00

Tabel 6 menunjukkan bahwa berat rata-rata sampel hampir seragam, dan perubahan berat sampel juga terlihat perbedaan. Dari data di atas juga dapat dilihat nilai *density Bottom Ash 30% sampai dengan 0,0 % Bottom Ash*.

Sebagai perbandingan kepadatan dari tiap-tiap *sampel* yang diuji pada Tabel 7 disajikan nilai *density* rata-rata *sampel paving block* kuat tekan menunjukkan trend kepadatan tertinggi pada Bottom Ash 30% dan terendah pada perlakuan bottom Ash 0,00%

Tabel 7. Density Rata-rata Sampel (*Paving block*) Kuat Tekan

No	Lokasi	Density Rata-rata (Kg/m ³)	Volume (M ³)
1	Bottom Ash 30%	2.192,98	0,00114
2	Bottom Ash 20%	2.149,122	0,00114
3	Bottom Ash 10%	2.061,40	0,00114
4	Bottom Ash 0.0%	2.017,54	0,00114

3. Hasil Uji Kuat Tekan dan Analisis laboratorium

Hasil uji kuat tekan *sampel Paving block* berbentuk segi empat dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 9,5 cm dan tebal 6 cm, setelah berumur 28 hari memiliki kuat tekan yang beragam. Nilai kuat tekan dihitung menggunakan rumus $P = P / L$ dimana beban tekan maksimal diambil dari *Paving block* pada saat hancur pada Tabel 8. Nilai hasil uji kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 8 Grafik Kuat Tekan *PavigBlock*, terlihat pada perlakuan Bottom Ash 30% Kuat Tekan yang diperoleh merupakan yang tertinggi baik dari sisi umur dan perlakuan yang digunakan berturut-turut diikuti oleh perlakuan Bottom Ash 20%, 10 % dan 0 % (Gambar 1 dan 2).

Tabel 8. Grafik Kuat Tekan *PavigBlock*

Sampel	Umur	Dimensi (cm)				Beban		Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
						Maks P (KN)	P/A			
Bottom Ash 30%	7	20	9.5	6	122	0.71	72.8	7.1	7.2	
	7	20	9.5	6	119	0.70	71.0	7.2		
	7	20	9.5	6	125	0.73	74.6	7.4		
Bottom Ash 30%	14	20	9.5	6	175	1.02	104.4	10.4	10.3	
	14	20	9.5	6	166	0.97	99.0	9.9		
	14	20	9.5	6	176	1.03	105.0	10.5		
Bottom Ash 20%	7	20	9.5	6	113	0.7	67.4	6.7	6.8	
	7	20	9.5	6	116	0.7	69.2	6.9		
	7	20	9.5	6	117	0.7	69.8	6.9		
Bottom Ash 20%	14	20	9.5	6	157	0.9	93.6	9.3	9.5	
	14	20	9.5	6	162	0.9	96.6	9.6		
	14	20	9.5	6	164	1.0	97.8	9.7		
Bottom Ash 10%	7	20	9.5	6	94.5	0.6	56.4	5.6	5.8	
	7	20	9.5	6	99.9	0.6	59.6	5.9		
	7	20	9.5	6	100.35	0.6	59.9	5.9		

Sampel	Umur	Dimensi (cm)				Beban	P/A	Kuat Tekan	Kuat Tekan	Kuat Tekan
						Maks P (KN)		(kg/cm ²)	(MPa)	Rata-Rata (MPa)
Bottom Ash 10%	14	20	9.5	6	136.5	0.8	81.4	8.1	8.4	
	14	20	9.5	6	144.3	0.8	86.1	8.6		
	14	20	9.5	6	144.95	0.8	86.5	8.6		
Bottom Ash 0.0%	7	20	9.5	6	14.5	0.1	8.6	0.8	1.0	
	7	20	9.5	6	20.5	0.1	12.2	1.2		
	7	20	9.5	6	16	0.1	9.5	0.9		
Bottom Ash 0.0%	14	20	9.5	6	20.3	0.1	12.1	1.2	1.4	
Bottom Ash 0.0%	14	20	9.5	6	28.7	0.2	17.1	1.7		
	14	20	9.5	6	22.4	0.1	13.4	1.3		



Gambar 1. Grafik Kuat Tekan Beton Vs Jenis Sampel

Ket : A : Bottom Ash 3.0%, B : Bottom Ash 20.0%, C : Bottom Ash 0.0%, D : Bottom Ash 0.0%



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Beton Vs Umur Beton

Ket : A : Bottom Ash 3.0%, B : Bottom Ash 20.0%, C : Bottom Ash 0.0%, D : Bottom Ash 0.0%

4. Nilai Kuat Tekan

Grafik 1 Kuat Tekan Vs Jenis Sampel terlihat pada Bottom Ash 30 % terlihat indikasi nilai kuat tekan yang paling tinggi dan berturut turut oleh Bottom Ash 20 % dan Bottom Ash 10%, sedangkan Bottom Ash 0,0 % terlihat dari standar yang berlaku nilai kuat tekan yang diperoleh tidak termasuk katagori yang ada pada standar. Pada grafik 4.2 Kuat tekan Vs Umur Beton terlihat trand yang meningkat dari umur 7 hari sampai 14 hari untuk semua sampel paving dari Bottom Ash 30 % s/d Bottom Ash 0,00%.

KESIMPULAN

Pada masing masing pembuatan Paving block untuk setiap sampel terlihat nilai kuat tekan yang cukup stabil pada campuran yang terdapat semen sebagai bahan pengikat Hal ini disebabkan kandungan fly ash dan bottom ash sangat berpengaruh Akibatnya adalah kepadatan sampel menjadi penentu sehingga menghasilkan kuat tekan yang maksimum pada pada tiap-tiap pencetakan di seluruh pembuatan benda uji Paving block dengan adanya bahan pengikat semen. Lama waktu penggetaran atau pemadatan maksimum dapat menghasilkan nilai kuat tekan yang tinggi dan setelah melewati batas minimum bahan pengikat (semen) justru terjadi penurunan mutu kuat tekan.

Hasil pengujian dibandingkan dengan standar sifat fisik menurut SNI 03 -0691- 1996 di dapatkan hasil uji kuat tekan rata rata Bottom Ash 30 % pada umur 7 hari : 7,2 Mpa, 14 hari : 10,3 Mpa. Bottom Ash 20 % pada umur 7 hari : 6,8 Mpa, 14 hari : 9,5 Mpa,. Bottom Ash 20 % pada umur 7 hari : 5,8 Mpa, 14 hari : 8,4 Mpa,. Bottom Ash 0,0 % pada umur 7 hari : 1 Mpa, 14 hari : 1,4 Mpa, dengan rekomendasi Bottom Ash 20 % ampuran A, B dan C dapat dipergunakan sebagai bahan konstruksi paving block sedangkan Bottom Ash 0,0 % tidak masuk katogari SNI 03-0691-1996.

Data hasil uji laboratorium diatas diketahui bahwa, termasuk dalam katogori kelas III berdasarkan hasil uji kuat tekan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terimakasih pada Politeknik Negeri Lampung atas didanai melalui DIPA Politeknik Negeri Lampung Nomor: 2213.48/PL15.8/PP/2018.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committe. (1989). Building Code Requirements For Reinforced Concrete Institute. Detroit.
- Annual Book of ASTM Standards. (Volume 04.02 2001). Concrete and Aggregates. American Society for Testing and Materials. American: West Conshohocken PA.
- Istanto, K., & Saputra, A. E. (2013). Analisis Model Pondasi Bangunan Air di Atas Tanah Rawa Berbahan Lokal. *Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian-TekTan*, 150-159.
- Lincoln, K. (2017). .Pengaruh Abu Terbang Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton Beragregat Halus Bottom Ash. *Digilib Unila*.
- Saputra, A. E., & Sebayang, S. (2003). Studi Pemakaian Campuran Beton Non-Pasir dengan Agregat Kasar (Steel Slag) Sebagai Bahan Perkerasan. *Jurnal Penelitian Rekayasa Sipil dan Perencanaan* , 26.
- Sebayang, S. (2011). Perbandingan Mutu Paving Block Produksi Manual dengan Produksi Masal. *Jurnal Rekayasa* , Vol 15 No. 2 Agustus.
- SNI, 0.-0.-1. (1996). Bata Beton Paving Block. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Sulistyowati, A. N. (2013). Bata Beton Berlobang Dari Abu Batubara (Fly Ash Dan Bottom Ash) Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, No 1 Vol. 15 Januari.