



**KON  
TSI-17**

Konferensi Nasional Teknik Sipil  
dan Infrastruktur 1 2017

# PROSIDING

Tantangan Teknik Sipil  
Dalam Mendukung  
Percepatan Pembangunan  
Infrastruktur di Indonesia

# PENGARUH ABU GENTENG LUMAJANG PADA KUAT TEKAN PAVING BLOCK

## *THE INFLUNCE OF TILE LUMAJANG TO THE COMPRESSIVE OF PAVING BLOCK*

Dwi Nurtanto<sup>a</sup>, Nanin Meyfa<sup>b</sup>, Hernu Suyoso<sup>c</sup>, Mohammad Ridwan<sup>d</sup>

a Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Email : [dwinurtanto999@gmail.com](mailto:dwinurtanto999@gmail.com)

b. Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Email : [nanin.meyf@gmail.com](mailto:nanin.meyf@gmail.com)

c. Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Email : [hernu.suyoso@gmail.com](mailto:hernu.suyoso@gmail.com)

d. Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Email : [ridwan05muhammad@gmail.com](mailto:ridwan05muhammad@gmail.com)

### *Abstract*

*The high cost of paving block production is a problem for paving producer currently. Material innovation is needed to reduce the production cost, such as the use of roof-tile powder as pozzolan. Based on the testing of roof-tile powder by XRF method, the powder of roof-tile passes the standard pozzolan that is compound amount of  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  at least 70 % (ASTM C 618-99). After substituted with variation of 10%, 15%, 20%, 25% has not been able to increase the compressive strength but tends decrease. The proportion of cement and sand used is 1:4, 1:5, and 1:6 FAS 0,5. The test result obtained two strong classes of strong class B and C according to SNI 03-0691-1996. Paving block with the standard compressive strength and the most efficient production cost in the proportion of 1:4 with 25 % roof-tile powder is 25 MPa. Strong class C in the proportion of 1:6 with 25% roof-tile powder is 13,8 Mpa. The cost of producing paving with ash genteng tile cheaper than normal paving. For a 1: 4 ratio the average is cheaper Rp. 125.25 per seed, perbandingan 1: 5 average cheaper Rp. 50.5 per seed and 1: 6 banner average cheaper Rp. 43.75 per seed..*

### *Abstrak*

Tingginya biaya produksi paving block saat ini menjadi masalah tersendiri bagi produsen paving. Inovasi bahan diperlukan dalam menekan biaya produksi tersebut, seperti penggunaan serbuk genteng sebagai pozzolan. Berdasarkan pengujian serbuk genteng dengan metode XRF serbuk genteng lolos standar pozzolan yaitu jumlah senyawa  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  minimal 70 % (ASTM C.618-99), setelah disubstitusikan dengan semen dalam pembuatan paving block dengan variasi 10%, 15%, 20%, 25% belum bisa meningkatkan kuat tekannya tetapi cenderung menurun. Proporsi semen berbanding pasir yang digunakan diantaranya 1:4, 1:5, dan 1:6 serta FAS 0,5. Hasil uji tekan didapat dua kelas kuat yaitu kelas kuat B dan C sesuai SNI 03-0691-1996. Paving block dengan kuat tekan standar dan biaya produksi paling efisien pada proporsi 1:4 dengan serbuk genteng 25% yaitu 25 MPa. Kelas kuat C pada proporsi 1:6 dengan serbuk genteng 25% yaitu 13,08 MPa. Biaya produksi paving dengan abu genteng perbijinya lebih murah dari paving normal. Untuk perbandingan 1:4 rata-ratanya lebih murah Rp. 125,25 per bijinya, perbandingan 1:5 rata-ratanya lebih murah Rp. 50,5 per bijinya dan perbandingan 1:6 rata-ratanya lebih murah Rp. 43,75 per bijinya.

**Kata kunci :** Serbuk Genteng, Pozzolan, Kuat Tekan, Biaya Produksi

## **I. PENDAHULUAN**

Limbah merupakan bahan sisa produksi yang apabila dibiarkan lama-kelamaan akan menumpuk dan menimbulkan masalah. Sebagai contoh limbah produksi genteng press Kunir Lumajang yang masih jarang dimanfaatkan. Limbah genteng ini bisa dimanfaatkan sebagai salah satu bahan campur pembuatan *paving*. Pecahan atau serpihan genteng diolah hingga menjadi serbuk dengan butiran yang halus. Pemanfaatan serbuk genteng yang halus dapat digunakan dalam produksi *paving block* karena bersifat *pozzolan*. Penambahan beberapa variasi komposisi serbuk genteng sebagai pengganti semen nantinya ditinjau dari kuat tekan *paving block*. Dengan penambahan *pozzolan* dari serbuk genteng maka dihasilkan *paving block* sesuai standar serta cost produksinya rendah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan yang terdapat pada serbuk genteng sehingga bisa dimanfaatkan sebagai pengganti semen dalam produksi *paving block*. Penambahan serbuk genteng ditujukan untuk membuat inovasi *paving block* dengan kuat tekan sesuai standart. Manfaat dari penelitian ini adalah dapat mengurangi limbah genteng dan juga sebagai inovasi bahan *paving block*. Penggunaan serbuk genteng sebagai substitusi semen diharapkan mampu diaplikasikan di masyarakat sehingga dapat mengatasi tingginya biaya produksi *paving block*.

Penelitian yang dilakukan adalah dengan pengujian kuat tekan, berat, dan dimensi paving dengan substitusi semen mulai dari 10%, 15%, 20%, dan 25%. Dengan komposisi bahan pasir dan semen 1:4, 1:5, dan 1:6. Hasil dari pengujian dianalisa berdasarkan SNI 03-0691-1996.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian

Bata beton (*paving block*) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dengan campuran semen portland atau bahan hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton ini. Bata beton dapat berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk halaman baik di dalam maupun di luar bangunan (SNI 03-0691-1996) [5]. *Paving block*/mortar sering kali disebut mortar atau spesi, yaitu adukan yang terdiri dari pasir, bahan pengikat dan air. Jika mortar dibuat dengan cara menambahkan bahan khusus (seperti fiber, serbuk atau butir-butir kayu, dan lain-lain) pada mortar kapur atau mortar semen, maka disebut mortar khusus. (Tjokrodimuljo, dalam Iwan, Wikana., 2013) [3].

### 2.2 Syarat Mutu *Paving Block*

Pembuatan *paving block* harus memenuhi syarat mutu, dimana dalam pembuatannya harus memiliki bentuk yang sempurna serta dimensi yang sesuai batas toleransi. Pembuatan *paving block* harus memperhatikan kualitas yang berpedoman dalam SNI 03-0691-1996. Pada Tabel 2.1 dijelaskan perbedaan toleransi dimensi dalam pembuatan *paving block* serta syarat mutu pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.1** Dimensi dan Toleransi *Paving Block*

Mutu	Digunakan untuk	Ukuran nominal $\pm$ toleransi		
		Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
A	Jalan	$20 \pm 3$	$10 \pm 2$	$80-100 \pm 3$
B	Parkir / garasi	$20 \pm 3$	$10 \pm 2$	$60-80 \pm 3$
C	Pejalan kaki	$20 \pm 3$	$10 \pm 2$	$60 \pm 3$
D	Taman	$20 \pm 3$	$10 \pm 2$	$60 \pm 3$

Sumber : Iwan Wikana DKK 2013 [3].

**Tabel 2.2** Syarat Mutu *Paving Block*

Mutu	Kuat tekan (MPa)		Penyerapan air rata – rata (%)
	Rata – rata	Minimum	
A	40	35	3
B	20	17	6
C	15	12,5	8
D	10	8,5	10

Sumber : SNI 03-0691-1996 [5].

### 2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Mutu *Paving Block*

Pembuatan *paving block* sesuai SNI dipengaruhi beberapa faktor diantaranya adalah penggunaan semen, faktor air semen dan kinerja mesin cetak *paving block*. Syarat utama *paving block* yang dilihat adalah pada kualitas kuat tekannya. Selain itu mutu paving juga dipengaruhi oleh komposisi bahan seperti tingkat kehalusan dari agregat penyusunnya. Untuk itu pembuatan paving block harus memperhatikan beberapa faktor tersebut sehingga didapat hasil yang baik sesuai SNI.

## III. LANDASAN TEORI

### 3.1 Kuat Tekan

Berdasarkan SNI 09-0691-1996 yang mengatakan bahwa syarat mutu paving block yang paling utama adalah kuat tekan. Kuat tekan *paving block* sangat berpengaruh pada kinerja paving itu sendiri dilapangan sebagai perkerasan. Kuat tekan adalah nilai dari beban per luas penampang dari benda uji *paving block* tersebut. Kuat tekan didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma'_x = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{P/A}{g} (MPa)$$

Dimana :

- P = Nilai beban yang diterima oleh benda uji (kg)
- A = Luas penampang benda uji (cm<sup>2</sup>)
- g = Gravitasi (9,8 kg/cm<sup>2</sup>)

## IV. METODOLOGI PENELITIAN

### 4.1 Benda Uji

Benda uji dibuat dengan variabel bebas penambahan serbuk genteng sebesar 10%, 15%, 20%, dan 25% dan proporsi 1:4, 1:5, dan 1:6 sebagai variabel tetap. Variabel kontrol ditentukan yaitu slump 0 cm dan FAS 0,5. Jumlah benda uji per variabel 6 buat dan total benda uji dalam penelitian ini sebanyak 90 benda uji.

### 4.2 Pelaksanaan Penelitian

Pengujian bahan serbuk genteng dilakukan dilaboratorium central FMIPA Universitas Negeri Malang. Pengujian bahan susun paving block seperti semen dan pasir dilakukan di laboratorium konstruksi Fakultas Teknik Universitas Jember. Tahapan pembuatan dan perawatan benda uji paving block dilakukan di bengkel konstruksi Fakultas Teknik Universitas Jember.

#### 4.3 Persiapan dan Pemeriksaan Bahan Susun

Serbuk genteng dilakukan pemeriksaan kandungan senyawa didalamnya dengan uji XRF. Bahan penyusun lainnya adalah semen dan pasir, semen dilakukan pengujian berat volume dan berat jenis. Pasir dilakukan pengujian diantaranya, pengujian berat volume pasir, berat jenis pasir, kadar air pasir, air resapan pasir, dan analisa saringan pasir.

#### 4.4 Perencanaan Kebutuhan Bahan Susun Paving Block

Rasio perbandingan semen dan pasir yang digunakan adalah 1:4, 1:5, 1:6 dan faktor air semen 0,5 (FAS). Semen disubstitusikan dengan serbuk genteng dengan kadar 10%, 15%, 20%, dan 25%. Kebutuhan untuk 1m<sup>3</sup> adukan paving block dijelaskan pada tabel 4.1 dan kebutuhan untuk tiap benda uji dijelaskan pada tabel 4.2.

**Tabel 4.1** Kebutuhan untuk per m<sup>3</sup> Adukan

No	Proporsi		Persentase		Volume		Berat Satuan (T/M <sup>3</sup> )		Kebutuhan			
	Semen	Pasir	Semen	Pasir	Semen	Pasir	Semen	Pasir	Semen		Pasir	
									Ton	Kg	Ton	Kg
1	1	4	20	80	0,2	0,8	1,22	1,64	0,244	244	1,312	1312
2	1	5	16,667	83,333	0,167	0,833	1,22	1,64	0,203	203,333	1,3667	1366,67
3	1	6	14,286	85,714	0,143	0,857	1,22	1,64	0,174	174,286	1,406	1405,71

Kebutuhan bahan susun untuk 1m<sup>3</sup> mortar untuk pembuatan benda uji sesuai variabel untuk pengujian kuat tekan paving block, benda uji berbentuk balok dengan dimensi cetakan 20 cm x 10 cm x 10 cm.

**Tabel 4.2** Kebutuhan Bahan untuk Tiap Variasi Serbuk Genteng

Proporsi	Variasi serbuk Genteng %	Jumlah benda uji (buah)	Volume (M <sup>3</sup> )	Kebutuhan bahan susun (Kg)			
				Semen	Pasir	Tumbukan genteng	Air
(1 : 4)	0	6	0,002	2,782	14,957	0,000	1,632
	10	6	0,002	2,503	14,957	0,278	1,493
	15	6	0,002	2,364	14,957	0,417	1,423
	20	6	0,002	2,225	14,957	0,556	1,353
	25	6	0,002	2,086	14,957	0,695	1,284
Jumlah				11,961	74,784	1,947	7,184
(1 : 5)	0	6	0,002	2,318	15,58	0,000	1,410
	10	6	0,002	2,086	15,58	0,232	1,294
	15	6	0,002	1,970	15,58	0,348	1,236
	20	6	0,002	1,854	15,58	0,464	1,178
	25	6	0,002	1,739	15,58	0,580	1,120
Jumlah				9,967	77,9	1,623	6,238
(1 : 6)	0	6	0,002	1,987	16,025	0,000	1,251
	10	6	0,002	1,788	16,025	0,199	1,152
	15	6	0,002	1,689	16,025	0,298	1,102
	20	6	0,002	1,589	16,025	0,397	1,053
	25	6	0,002	1,490	16,025	0,497	1,003
Jumlah				8,543	80,126	1,391	5,562
Σ Total		90		30,472	232,810	4,961	18,984

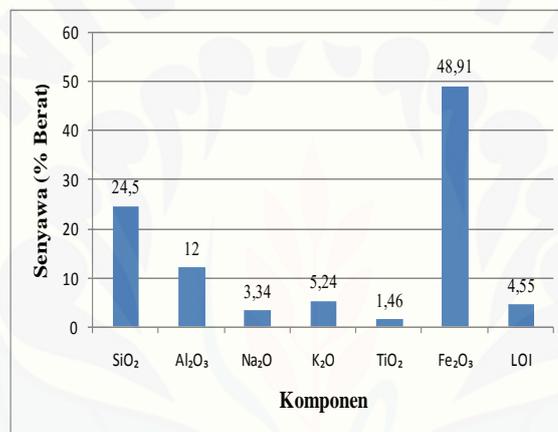
#### 4.4 Pengepressan dan Pengujian

Benda uji paving block dibuat dengan cara dicetak dengan mesin press hidrolik dengan satu kali pengepressan 6 buah benda uji tiap variasi serbuk genteng. Sedangkan proses pengujian benda uji paving block dilakukan pada umur 28 hari setelah proses pengepressan benda uji. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan dengan mesin yang dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

### V. PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Pengujian Bahan Susun Paving Block

Berdasarkan pengujian bahan yang dilakukan didapat data hasil dari pengujian serbuk genteng dengan metode XRF yang dilakukan di Laboratorium central FMIPA Universitas Negeri Malang diketahui kandungan senyawa didalamnya yang dijelaskan pada grafik 5.1 dan hasil pengujian semen serta pasir paa tabel 5.1:



**Grafik 5.1** Hasil Uji Bahan Serbuk Genteng Metode XRF

Berdasarkan ASTM C.618-99 syarat pozzolan harus memiliki senyawa  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  minimal 70 %.

Berdasarkan pengujian diperoleh hasil :

- SiO<sub>2</sub> : 24,5 %
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 12 %
- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 48,91 %
- Total = 85,41 %

Oleh karena itu membuktikan bahwa bahan tersebut bisa digunakan sebagai pozzolan atau bahan pengganti semen dalam pembuatan paving block.

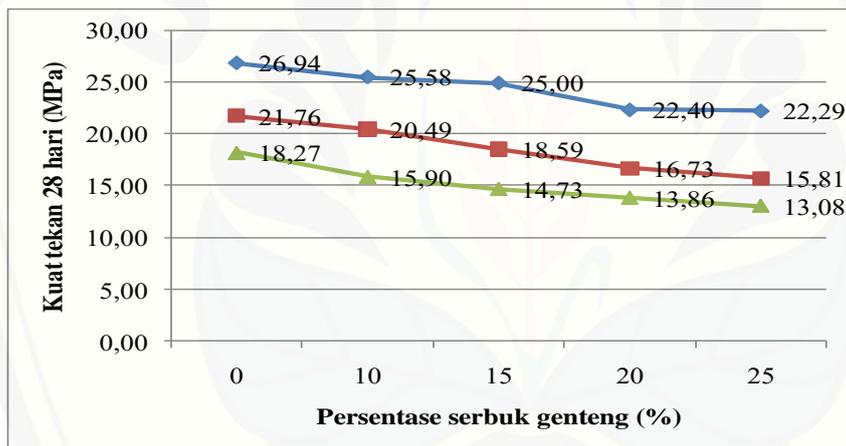
**Tabel 5.1** Hasil Pengujian Semen dan Pasir

No	Pengujian	Pedoman	Range	Hasil Pengujian	Satuan	Keterangan
1	Berat volume Semen	SNI 03-1973-1990	-	1164,277	Kg/m <sup>3</sup>	Ok
2	Berat jenis semen(PPC)	SNI 03-2531-1991	3 - 3,2	3,008	-	Ok
3	Analisa saringan pasir	SNI 03-1968-1990	1,5 - 3,8	3,59	-	Ok
4	Kadar air pasir	SNI 03-1971-1990	-	2,987	%	Ok
5	Air resapan pasir	SNI 1970 : 2008	-	4,603	%	Ok
6	Berat volume pasir	SNI 03-4804-1998	-	148,577	Kg/m <sup>3</sup>	Ok
7	Berat jenis pasir	SNI 1970 : 2008	2,00 - 2,7	2,588	-	Ok

Sesuai hasil yang didapat maka untuk bahan penyusun paving block bisa digunakan dan sesuai standar mutu bahan.

### 5.2 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian paving pada umur 28 hri didapat hasil yakni terjadi penurunan kuat tekan pada setiap penambahan serbuk genteng. Nilai kuat tekan terbesar pada rasio 1:4 senilai 26,94 MPa. Hasil pengujian didapat dua kelas kuat paving yakni kelas kuat B dan C sebagaimana disyaratkan pada tabel 2.2..



**Grafik 5.2** Analisa Hasil Uji Tekan Paving Block Umur 28 Hari

- Warna biru untuk proporsi 1 : 4
- Warna merah untuk proporsi 1 : 5
- Warna hijau untuk proporsi 1 : 6

### 5.3 Selisih Biaya Produksi

Perbandingan biaya bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan paving block normal dan paving block dengan bahan campur serbuk genteng sebagai pengganti semen adalah sebagai berikut :

**Tabel 5.2** Selisih Biaya Produksi *Paving Block* Normal dan *Paving Block* dengan Bahan campur Serbuk Genteng

No	Proporsi	Biaya Produksi		Selisih
		Paving normal	Paving dg. SG	
1		Rp1.148	Rp1.113	Rp36
2	(1:4)	Rp1.148	Rp1.096	Rp53
3		Rp1.148	Rp1.078	Rp70
4		Rp1.148	Rp806	Rp342
5		Rp1.098	Rp1.070	Rp28
6	(1:5)	Rp1.098	Rp1.055	Rp44
7		Rp1.098	Rp1.041	Rp58
8		Rp1.098	Rp1.027	Rp72
9		Rp1.064	Rp1.039	Rp25
10	(1:6)	Rp1.064	Rp1.026	Rp38
11		Rp1.064	Rp1.014	Rp50
12		Rp1.064	Rp1.002	Rp62

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian didapat bahwa serbuk genteng belum bisa menggantikan semen sebagai *pozzolan* melainkan sebagai *filler*. Didapat dua kelas paving block yaitu kelas kuat B dan C dimana nilai kuat cenderung menurun pada penambahan serbuk genteng dan kuat tekan tertinggi sebesar 26,94 MPa. Selisih biaya produksi tertinggi pada rasio perbandingan 1:4 dan penambahan serbuk genteng sebesar 25% dengan nilai Rp 342 pada kelas kuat B. Berdasarkan hasil ini diharapkan bisa digunakan sebagai bahan referensi untuk penelitian lebih lanjut.

### 6.2 Saran

1. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap serbuk genteng sehingga bisa digunakan sebagai pengganti semen atau *pozzolan*.
2. Bisa digunakan metode yang berbeda dalam pembuatan *paving block* untuk penelitian selanjutnya.
3. Kuat tekan *paving block* juga sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan seperti semen dan kadar kehalusan agregat serta penggunaan air harus diperhitungkan sebaik mungkin.
4. Penelitian selanjutnya bisa menggunakan bahan penyusun yang lebih murah dengan kualitas yang sama sehingga biaya produksi bisa ditekan seminim mungkin. Seperti pasir lumajang diganti dengan pasir jember.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Pujo dan Rachmat purwono. 2010. *Pengendali Mutu Beton*. Surabaya: Its Press.Surabaya.
- DPU, 1989, SK SNI S -04 - 1989 – F *Spesifikasi Agregat sebagai Bahan Bangunan*, Yayasan LPMB Jakarta.
- Iwan, Wikana. 2013. *Pengaruh Tumbukan Genteng Keramik Terhadap Pengurangan Semen Ditinjau dari Kuat Tekan Paving Block*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta. Edisi 1.
- Petunjuk Praktikum Teknologi Beton. Laboratorium Struktur Fakultas teknik Universitas Jember.

- SNI 03-0691-1996. 1996. *Bata Beton (Paving Block)*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 15-7064-2004. 2004. *Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-1971-1990. *Metode Pengujian kadar Air Pasir*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1970 : 2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat halus*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-4804-1998. *Metode Pengujian Berat Volume Pasir*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1970 : 2008. *Metode Pengujian Berat Jenis Pasir*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Analisa Saringan Pasir*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

