

# PENGARUH TUMBUKAN GENTENG KERAMIK TERHADAP PENGURANGAN BERAT SEMEN DITINJAU DARI KUAT TEKAN PAVING BLOCK

---

Iwan Wikana<sup>1)</sup>, Waruwu, D<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta

e-mail : christanti\_lkp@yahoo.co.id

<sup>2)</sup>Alumni S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta

## ABSTRACT

*The use of paving blocks as paving material is an environment friendly pavement technique due to the ability of the system to allow rain water to seep through the pavement into the ground, hence aiding the conservation of ground water. The objective of this study was to investigate the benefit of substituting part of the cement with crushed roof tiles to the enhancement of its compressive strength.*

*The raw material for the production of paving block was semen, sand and crushed roof tiles. The ratio of cement over sand was 1:4. Crushed roof tiles were added into the mixture to substitute 5%, 10%, 15% and 20% of the cement by weight. The dimension of each testing specimen was 20 cm x 10 cm x 6 cm. Each composition of crushed roof tiles – cement was represented by five testing specimen. Along with five standard paving blocks made of cement and sand only, the number of specimens prepared for the experiment was twenty five.*

*The average compressive strength of the standard paving blocks was 23.1 MPa. Average water absorption was 3.13%. For the paving blocks with content of crushed roof tiles of 5%, 10%, 15% and 20%, the average compressive strengths were 22.15 MPa, 21.4 MPa, 21.3 MPa and 19.5 MPa, and the water absorption 3.25%, 3.51%, 3.69% and 4.14%, respectively. Increasing the amount of crushed roof tiles to replace cement at the same amount appeared to have reduced the compressive strength of the paving blocks and increase water absorption.*

## I. PENDAHULUAN

Konstruksi perkerasan dengan menggunakan paving block merupakan konstruksi ramah lingkungan, dikatakan ramah lingkungan karena memiliki kemampuan untuk menyerap air hujan, sehingga tidak banyak mengganggu konservasi air tanah. Paving block pada saat ini sudah banyak di pergunakan sebagai bahan pelapis permukaan jalan, tempat parkir kendaraan, taman, dan jalan lingkungan perumahan. Untuk memanfaatkan limbah genteng dari pabrik pembuatan genteng, sisa pembangunan suatu rumah, serta pembongkaran rumah maka digunakan tumbukan genteng keramik sebagai pengganti semen penyusun *paving block*. Untuk mengetahui pengaruh penambahan tumbukan genteng keramik dengan variasi campuran pada paving block yang dilihat dari kuat tekan

dan penyerapan airnya, maka perlu adanya suatu penelitian, sehingga nantinya didapat suatu perbandingan kuat tekan antara variasi campuran tumbukan genteng keramiknya.

Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh tumbukan genteng keramik terhadap kuat tekan dan daya serap air paving blocknya. Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah dapat mengurangi dampak pencemaran dari limbah genteng keramik, untuk memperoleh paving block yang dapat memberikan nilai tambah bagi limbah genteng keramik sehingga menjadi barang berguna dan bernilai secara ekonomis serta secara ekonomis dapat diperoleh paving block yang lebih murah dan praktis.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Pengertian**

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. 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). Menurut Tjkrodimuljo, *paving block*/mortar sering kali disebut mortel atau spesi, yaitu adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air. Bahan perekat dapat berupa tanah liat, kapur maupun semen Portland. Bila bahan perekat dipakai tanah liat, maka disebut mortar lumpur (*mud mortar*), bila dari kapur disebut mortar kapur, bila semen Portland yang dipakai sebagai perekat, maka disebut mortar semen. Jika mortar dibuat dengan cara menambahkan bahan khusus (seperti *fibers*, serbuk atau butir-butir kayu, dan lain-lain) pada mortar kapur atau mortar semen, maka disebut mortar khusus.

### **2.2. Syarat Mutu *Paving Block***

Sesuai dengan teknologi *paving block*, bentuk *paving block* harus sempurna, tidak retak-retak dan tidak cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah diserpihkan dengan kekuatan tangan. Secara umum, dimensi atau ukuran dan dimensi *paving block* di pasaran cukup bervariasi, tergantung kebijakan dari penyedia atau menurut keinginan pemesan. Berpedoman pada ketentuan yang berlaku, dimensi dan toleransi *paving block* dapat dilihat pada Tabel 2.1. Sifat fisis *paving block* menurut SNI 03 – 0691 – 1996 dapat dibedakan menjadi 4 tingkatan mutu seperti yang tampak 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 : Teknologi Paving Block, 2009

Tabel 2.2. Mutu *paving block*

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Penyerapan Air rata-rata maksimum
	Rata-rata	Minimum	%
A	40	35	3
B	20	17	6
C	15	12,5	8
D	10	8,5	10

### 2.3. Faktor yang Mempengaruhi Mutu *Paving Block*

Menurut jenis *paving block* sesuai standar SNI, terdapat beberapa hal yang mempengaruhi kekuatan serta mutu *paving block*. Kekuatan *paving block* tergantung pada campuran adukan dan disesuaikan dengan kebutuhan pekerjaan. Salah satu syarat utama dari produk *paving block* yang berkualitas, yaitu kekuatan tekannya. Pembuatan *paving block* harus cukup kuat untuk menahan tekanan secara aman. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu *paving block* adalah semen, perbandingan air dengan semen, bahan baku, kehalusan agregat, dan mesin cetak yang digunakan.

## III. LANDASAN TEORI

### 3.1. Kuat tekan

Menurut SNI 03-0691-1996, salah satu syarat mutu paving block yang penting adalah kuat tekan. Pada Tabel 2.2 telah diperhatikan pembagian tingkat mutu paving block berdasarkan syarat fisis. Kuat tekan paving block berpengaruh pada aplikasinya dilapangan sebagai non struktural untuk jalan, tempat parkir, pejalan kaki, taman dan penggunaan lain. Dalam teori teknologi paving block dijelaskan bahwa faktor-faktor yang sangat

mempengaruhi kekuatan paving block adalah faktor air semen dan kepadatan, umur beton, jenis semen, jumlah agregat halus dan sifat agregat halus (Tjokrodinuljo K.,1996).

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama paving block. Kuat tekan adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji paving block hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh alat uji. Kuat tekan didapat dengan membagi beban maksimum (P dengan luas bidang tekan benda uji (A). Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai kuat tekan ( $\text{kg/cm}^2$  atau MPa) adalah :

$$\text{Kuat Tekan } f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3.1)$$

**3.2. Penyerapan air**

Pada Tabel 2.2 dijelaskan tentang syarat fisis batas penyerapan maksimum paving block. Penyerapan air berpengaruh pada aplikasi paving block dilapangan. Penyerapan air adalah kemampuan paving block untuk menyerap air ketika direndam dalam air hingga memiliki massa jenuh, artinya hingga paving block tidak mampu menyerap lagi karena sudah penuh. Jika  $w_1$  adalah berat benda uji setelah direndam dan  $w_2$  adalah berat benda uji setelah dioven, maka uji penyerapan air dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \dots\dots\dots (3.2)$$

**IV. METODOLOGI PENELITIAN**

**4.1. Benda Uji**

Jumlah benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah 25 buah, setiap variasi campuran memerlukan benda uji sebanyak 5 buah dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm. Perbandingan adukan yang digunakan 1 (PC + GK) : 4 PS dengan variasi campuran tumbukan genteng keramik 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen.

**4.2. Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta, pengujian benda uji dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra (UJB) Yogyakarta. Adapun tahapan-tahapan penelitian meliputi tahap persiapan dan pemeriksaan

bahan susun, tahap perhitungan kebutuhan bahan susun adukan, tahap pembuatan benda uji, tahap pengeringan dan tahap pelaksanaan pengujian.

#### 4.3. Tahap persiapan dan pemeriksaan bahan susun

Tahap persiapan meliputi pengadaan bahan susun, cetakan paving block dan alat bantu lainnya. Tahap pemeriksaan bahan susun meliputi pemeriksaan modulus halus butir dan gradasi pasir, pemeriksaan kadar air pasir, pemeriksaan kadar air tumbukan genteng keramik, pemeriksaan berat satuan volume pasir, dan pemeriksaan berat satuan volume tumbukan genteng keramik.

#### 4.4. Tahap rencana perhitungan bahan susun adukan paving block

Untuk bahan susun adukan paving block, rasio perbandingan berat antara semen dan pasir adalah 1 : 4 faktor air semen (fas) yang digunakan adalah 0,6. Semen disubstitusi dengan tumbukan genteng keramik dengan variasi 5%,10%, 15%, dan 20% dari berat semen dan faktor air semen (fas) yang digunakan 0,6. Kebutuhan untuk 1m<sup>3</sup> adukan *paving block* dengan perbandingan semen : pasir = 1 : 4 dengan faktor air semen = 0,6

Tabel 4.1. Kebutuhan untuk 1m<sup>3</sup> adukan

Kebutuhan bahan susun untuk adukan mortar 1 m <sup>3</sup> (mortar normal)						
Bahan susun	Rasio/FAS	Persentase berat (%)	Volume (m <sup>3</sup> )	Berat satuan (T/m <sup>3</sup> )	Kebutuhan	
					Ton	Kg
Semen	1	20	0,2	1,25	0,25	250
Pasir	4	80	0,8	1,41	1,128	1128
Air	0,6				0,15	150

Kebutuhan bahan susun adukan mortar untuk uji kuat tekan dan penyerapan air dengan menggunakan benda uji berbentuk balok ukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm.

Tabel 2 Kebutuhan bahan susun tiap variasi tumbukan genteng keramik

FAS	Variasi serbuk genteng (%)	Jumlah benda uji (buah)	Volume (m <sup>3</sup> )	Kebutuhan bahan susun (Kg)			
				Semen	Pasir	Tumbukan genteng	Air
0,6	0	5	0,006	1,5000	6,7680	0,0000	0,9
	5	5	0,006	1,4250	6,7680	0,0750	0,9
	10	5	0,006	1,3500	6,7680	0,1500	0,9
	15	5	0,006	1,2750	6,7680	0,2250	0,9
	20	5	0,006	1,2000	6,7680	0,3000	0,9
<b>Total berat (Kg)</b>				<b>6,7500</b>	<b>33,8400</b>	<b>0,7500</b>	<b>4,5</b>

Volume 5 buah benda uji balok 0,2 m x 0,1 m x 0,06 m = 0,006 m<sup>3</sup>

#### 4.4. Pencetakan dan Pengujian

Proses pencetakan diawali dengan mengoleskan oli pada seluruh permukaan cetakan *paving block*, kemudian cetakan *paving block* ditempatkan pada bidang datar. Adukan yang telah dipersiapkan sebelumnya kemudian dimasukkan ke dalam cetakan hingga penuh dan permukaan atas ditutup pelat besi kemudian dipress dengan alat bantu dongkrak dengan kuat tekan press  $125 \text{ kg/cm}^2$ . Pengkodean atau sering disebut penomoran benda uji diperlukan untuk menandai benda uji secara spesifik. Pengkodean yang digunakan pada benda uji, yaitu A, B, C, D, dan E.

Pengujian kuat tekan dilaksanakan ketika *paving block* telah berumur 28 hari. Urutan pengujian kuat tekan diawali dengan membersihkan permukaan benda uji dengan kuas sampai bersih dari butiran-butiran pasir yang menempel pada permukaannya. Luas bidang tekan dihitung secara teliti dan akurat serta hasilnya dicatat. Kemudian benda uji diletakkan di tengah-tengah bidang landasan (pelat baja) dalam mesin tekan. Penekanan diberikan secara merata dan menerus dan pengujian dihentikan setelah benda uji tidak mampu lagi menahan beban tekan yang ditunjukkan dengan turunnya jarum penunjuk beban atau benda uji hancur.

Prosedur pengujian penyerapan air, diawali dengan merendam benda uji dalam bak perendaman selama 24 jam. Benda uji diangkat dari bak perendaman dan airnya ditiriskan sampai tidak ada air yang menetes. Untuk keakuratan penirisan air, seluruh permukaan benda uji diseka/dilap secara perlahan, kemudian benda uji ditimbang ( $W_1$ ) serta dicatat beratnya. Selanjutnya benda uji dioven selama 24 jam pada suhu  $105^\circ\text{C}$ . Setelah dioven, benda uji didinginkan dan ditimbang ( $W_2$ ) serta dicatat beratnya. Hasil uji tekan didapat dengan Persamaan (2).

### V. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Paving block Genteng Keramik Press $125 \text{ kg/cm}^2$

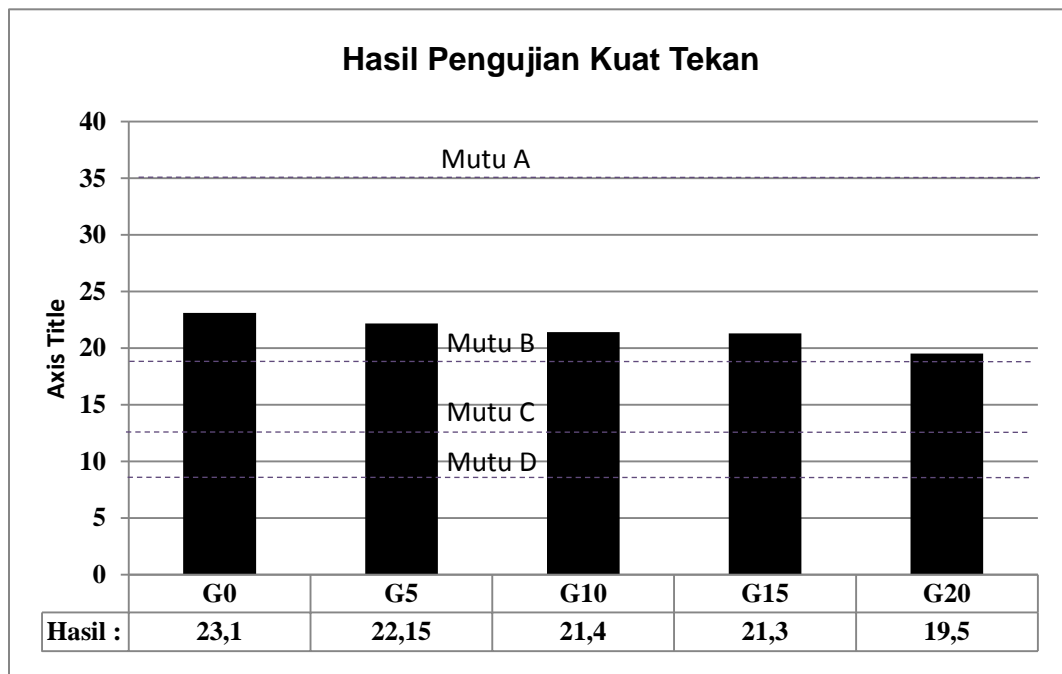
Paving block genteng keramik press  $125 \text{ kg/cm}^2$  adalah *paving block* berbahan susun semen portland, pasir, tumbukan genteng keramik dan air dengan pemadatan/press  $125 \text{ kg/cm}^2$  menggunakan dongkrak. Pemanfaatan tumbukan genteng keramik sebagai substitusi sebagian semen bertujuan untuk mengurangi limbah dan diharapkan mampu menghasilkan *paving block* yang bermutu baik (Gambar 5.1)



Gambar 5.1. *Paving block* Genteng Keramik Press 125 kg/cm<sup>2</sup>

## 5.2. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan *paving block* tumbukan genteng keramik press 125 kg/cm<sup>2</sup> diberikan secara merata di seluruh bidang tekan dengan memberi plat baja pada permukaan bidang tekan. Hasil uji kuat tekan rata-rata setiap variasi tumbukan genteng keramik 0 %, 5%, 10%, 15% dan 20% yakni 23,1 MPa, 22,15 MPa , 21,4 MPa, 21,3 MPa dan 19,5 Mpa.

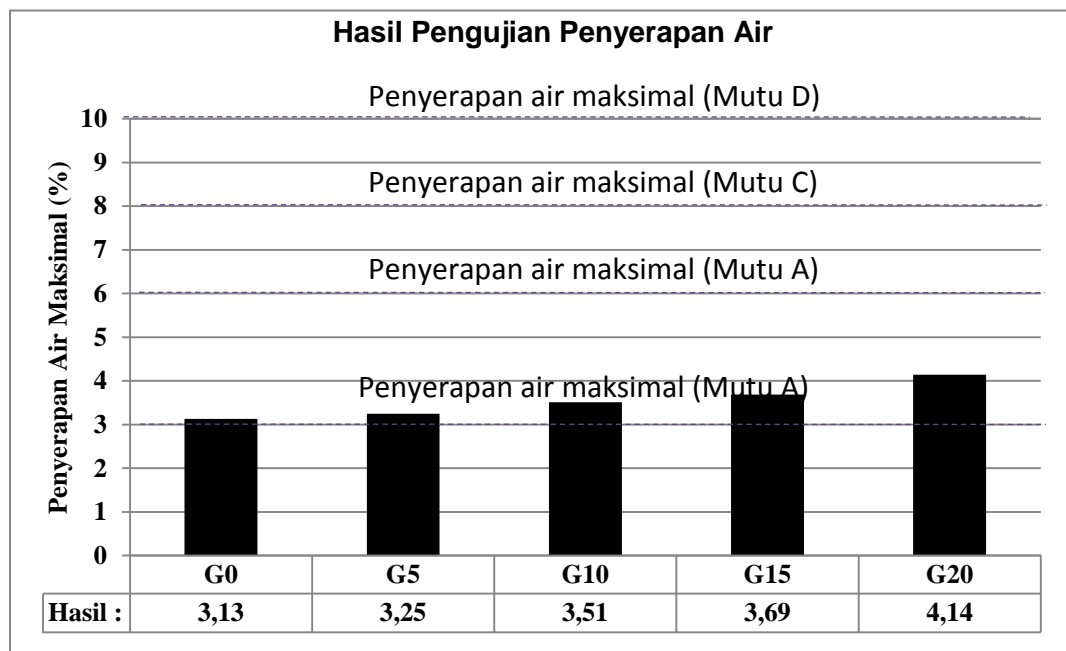


Gambar5.2. Perbandingan kuat tekan paving block dengan syarat kuat tekan fisis kuat tekan minimal dari paving block (SNI 03-0691-1996)

Pada variasi tumbukan genteng keramik 0% (tanpa tumbukan keramik) menunjukkan kuat tekan tertinggi, sedangkan pada variasi tumbukan genteng keramik 5%, 10%, 15, 20% kuat tekan yang dihasilkan cenderung turun. Dari data tersebut terlihat bahwa semakin banyak tumbukan genteng keramik, semakin menurun kuat tekannya. Kuat tekan *paving block* dari semua variasi campuran pada penelitian ini, telah memenuhi syarat fisis kuat tekan *paving block* yakni 21,49 MPa (tingkat mutu B). Perbandingan kuat tekan *paving block* tumbukan genteng keramik press dengan syarat fisis kuat tekan minimal dari *paving block* menurut SNI 03-0691-1996, ditunjukkan pada Gambar 5.2.

### 5.3. Hasil pengujian daya serap air paving block

Pada variasi tumbukan 0% (tanpa tumbukan genteng keramik) menunjukkan penyerapan air terendah, sedangkan pada 5%, 10%, 15% dan 20% menunjukkan penyerapan air semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya variasi tumbukan genteng keramik, artinya tumbukan genteng keramik lebih banyak menyerap air daripada semen.



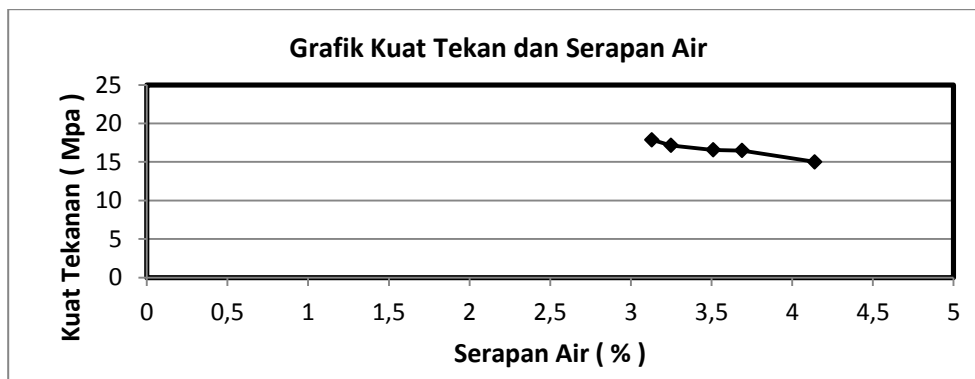
Gambar 5.3. Perbandingan penyerapan air paving block serbuk tumbukan keramik (SNI 03-0691-1996).

Ditinjau dari SNI 03-0691-1996 tentang syarat fisis penyerapan air rata-rata maksimal dari paving block, terlihat bahwa seluruh hasil pengujian penyerapan paving block dengan berbagai variasi tumbukan genteng keramik telah memenuhi syarat maksimal penyerapan air paving block tingkat mutu B yakni 3,54%.



#### 5.4. Kuat tekan dan penyerapan air paving block

Kuat tekan dan penyerapan air paving block pada setiap variasi tambahan serbuk genteng keramik ditunjukkan pada Gambar 5.3. Dilihat dari kuat tekan yang tinggi dan penyerapan airnya yang rendah, paving block tumbukan genteng keramik press  $125 \text{ kg/cm}^2$  dapat digunakan untuk peralatan parkir, telah memenuhi syarat fisis paving block tingkat mutu B.



Gambar 5.4. Grafik kuat tekan dan penyerapan *paving block*

#### 5.5. Pola keretakan

Pola keretakan untuk *paving block* pada penelitian ini terdiri dari dua variasi keretakan ada yang retaknya dari tepi ke tengah dan ada pula yang retaknya dari tengah ke tepi *paving block*, seperti pada Gambar 5.5.



(a) Keretakan dari tepi ke tengah

(b) Keretakan dari tengah ke tepi

Gambar 5.5. Pola retakan

## VI. KESIMPULAN

### 6.1. Kesimpulan

- Kuat tekan *paving block* tumbukan genteng 0% (tanpa tumbukan genteng keramik) dengan press  $125 \text{ kg/cm}^2$  mempunyai kuat tekan tertinggi sebesar 23,1 Mpa. Kuat tekan rata-rata *paving block* tumbukan genteng keramik dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% sebagai pengganti sebagian semen memenuhi syarat fisis kuat

tekan minimal paving block sebesar 21,41 MPa yakni tingkat mutu B (menurut SNI 03-0691-1996).

- b. Penyerapan air *paving block* dengan berbagai variasi tumbukan genteng keramik telah memenuhi syarat fisis penyerapan air maksimal paving block tingkat mutu B sebesar 3,544% (SNI 03-0691-1996). Penggunaan tumbukan genteng keramik dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% sebagai pengganti sebagian semen yang menjadikan penyerapan air paving block semakin meningkat.

## 6.2. Saran

- a. Penyerapan air pada *paving block* genteng keramik press 125 kg/cm<sup>2</sup> cukup baik, maka perlu penelitian lebih lanjut untuk menentukan perbandingan campuran dan *pressing* yang lebih besar untuk menghasilkan *paving block* mutu tinggi.
- b. Selain tumbukan genteng keramik, perlu kajian lebih lanjut tentang pemakaian alternatif lain yang dapat dipergunakan sebagai pengganti sebagian semen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alonso Marcelo, J. Edward, 1992, *Dasar – Dasar Fisika Universitas*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Firmanti Anita dan Surjokusumo Surjono, 2005, *RSNI T-09-2005*, Puslitbang Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum
- Gere & Timoshenko, 2000, *Mekanika Bahan*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- [http://cari-pdf.com/download/index.php?name=fisika\\_dasar\\_untuk\\_universitas\\_zemansky&file=rosyidadrianto.files.wordpress.com/2009/10/bab-v](http://cari-pdf.com/download/index.php?name=fisika_dasar_untuk_universitas_zemansky&file=rosyidadrianto.files.wordpress.com/2009/10/bab-v)
- [http://elearning.gunadarma.ac.id/.../bab5\\_sensor\\_untuk\\_transduser.pdf](http://elearning.gunadarma.ac.id/.../bab5_sensor_untuk_transduser.pdf)
- Simorangkir Rafael, 2009, *Penggunaan Kayu dan Profil Baja Secara Bersamaan*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Singer Ferdinand L., Pytel Andrew, 1995, *Kekuatan Bahan*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Soedoyo Peter, 1998, *Azas – azas Ilmu Fisika, Listrik – Magnet*, Gajah Mada University Press
- Suwarno, 1975, *Konstruksi Kayu*, Penerbit Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Thomas, Lewis N., Roy, 1987, *Pengukuran Mekanis*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Tjoa Pwee Hong dan Djokowahyono. FH, 2005, *Konstruksi Kayu*, Penerbit Universitas Atmajaya Yogyakarta, Yogyakarta
- Winarno, 2002, *Bimbingan Pemantapan Matematika Dasar*, Penerbit Yrama Widya, Bandung