

ANALISIS PENGARUH PENGGANTIAN SEBAGIAN PASIR DENGAN PECAHAN BATU BATA TERHADAP KUAT TEKAN PAVING BLOCK

Anggia Bagus R., Catyahiswara Prasidya P., Supriyo, Sutarno

Program Studi Teknik Perawatan dan Perbaikan Gedung
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp.(024) 7473417
Email : anggiabagus4@gmail.com, catya.prasidya@gmail.com

Abstract

Penggaron area is one of the places that produce bricks in the city of Semarang. In producing it, then it will generate waste that is the brick itself. On the other hand the use of paving blocks are increasing with growing age. Various innovations have been made in making paving block one broken bricks using waste as a substitute material fine aggregate sand. The purpose of this study is the utilization of waste broken bricks Penggaron as a partial replacement of sand in the manufacture of paving blocks, as well as to determine the optimal compressive strength of paving blocks are made with a mixed composition 1 PC: 6 Ps (control group); 1pc: 5 Ps: 1 Bt; 1pc: 4 Ps: 2 Bt; 1pc: 3 Ps: 3 Bt; 1pc: 2 Ps: 4 Bt; 1pc: 1 Ps: 5 Bt. The test object is made rectangular with a size of 21 cm x 10.5 cm x 6 cm. From the test results 28 days highest compressive strength achieved by paving block with a mixed composition of 1: 6 in the amount of 193.44 kg / cm². And the lowest compressive strength achieved by the composition of the mixture of 1: 2: 4 that is equal to 102.63 kg / cm². From the graph has been created, obtained the equation $y = -13,78x + 197.12$ as well as the correlation coefficient R of 0.5791. The equation shows that the increasing mix of brick lower compressive strength and the R value implies a comparison mix (cement: sand: bricks) have a rather low influence of compressive strength.

Kata kunci : waste brick, compressive strength, paving blocks

PENDAHULUAN

Paving block merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut (SNI 03-0691-1996). Struktur *paving block* sudah mulai dipergunakan di Eropa sejak sekitar tahun 1950, sedangkan di Indonesia baru dikenal pada tahun 1977 yaitu pada pembuatan trotoar di

jalan Thamrin dan terminal bis Pulo Gadung, Jakarta. Sejak itu *paving block* mulai dipakai pada tempat-tempat parkir, trotoar, pelataran gedung, jalan akses di pemukiman *real estate* dan perkerasan jalan pada daerah-daerah tertentu. Akhir-akhir ini *paving block* sudah mulai digunakan pada *trial section* yang dilalui lalu lintas berat (Lilley, 1979). *Paving block* memiliki banyak kelebihan dan keuntungan baik dari segi kekuatan, kemudahan pembuatan maupun

pelaksanaannya. Bentuk dan ukuran *paving block* didesain sesuai dengan fungsi dan penggunaannya. Beberapa keuntungan menggunakan *paving block* adalah tahan lama (*durability*), *good performance in settlements conditions, easier access to underground services, simple construction, immediaty availability.* (Bakhtiar, A. 2010).

Berbagai inovasi telah dilakukan dalam pembuatan *paving block*. Salah satunya adalah dengan menggunakan pecahan batu bata sebagai agregat substitusi. Inovasi-inovasi tersebut dilakukan guna meningkatkan mutu *paving block*. Karena sesuai dengan permintaan pasar yang menginginkan *paving block* dengan mutu baik dan memiliki kekuatan yang tinggi. Di kota Semarang tepatnya di daerah Penggaron, merupakan salah satu daerah pengrajin batu bata. Hampir sebagian besar penduduk disana bekerja sebagai pengrajin batu bata. Batu bata yang diproduksi di daerah Penggaron masih menggunakan cara konvensional, yaitu dengan menggunakan tanah liat yang dicetak lalu dibakar. Dalam survei yang penulis lakukan, pemilihan batu bata Penggaron sebagai bahan pembuatan *paving block* didasarkan adanya limbah pecahan batu bata yang rusak saat produksi maupun saat transportasi. Oleh penduduk sekitar, pecahan batu bata yang rusak tersebut digunakan untuk mengurug jalan setempat. Oleh karena itu, dengan memanfaatkan pecahan batu bata di daerah penggaron tersebut sebagai campuran pasir pada

pembuatan *paving block* diharapkan mampu mengurangi limbah pecahan batu bata serta untuk menambah ketahanan *paving block* terhadap tekan.

Definisi Paving Block

Menurut SNI 03-0691-1996, *paving block* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidrolis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut. Menurut SK SNI T-04-1990-F, *Paving block* adalah segmen segmen kecil yang terbuat dari beton dengan bentuk segi empat atau segi banyak yang dipasang sedemikian rupa sehingga saling mengunci.

Klasifikasi Paving Block

Paving block memiliki mutu yang bermacam macam sesuai dengan kebutuhan. Beberapa syarat mutu *paving block* berdasarkan SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut :

a. Sifat Tampak

Paving block harus memiliki bentuk yang sempurna, tidak boleh mengalami retak retak ataupun cacat, serta bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan tangan.

b. Ukuran

Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal min. 60 mm dengan toleransi +8 %.

c. Kekuatan Fisik *Paving block*

Bata beton untuk lantai harus memiliki kekuatan fisik seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Kekuatan Fisis *Paving Block*

Mutu	Kegunaan	Kuat Tekan (Mpa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan Air rata-rata (%)
		Rata -rata	Min	Rata -rata	Min	
A	Perkerasan Jalan	40	35	0,090	0,103	3
B	Tempat Parkir Mobil	20	17	0,130	0,149	6
C	Pejalan Kaki	15	12,5	0,160	0,184	8
D	Taman Kota	10	8,5	0,219	0,251	10

(Sumber : SNI 03-0691-1996)

Bahan Penyusun *Paving Block*

a. Semen

Semen Portland (SP) adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker, yang utama terdiri dari silikat – silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu. Semen Portland (SPP) adalah suatu bahan pengikat hidrolis yang dibuat dengan menggiling halus klinker Semen Portland dan Pozolan, atau sebagai campuran yang merata antara bubuk Semen Portland dan bubuk Semen Pozolan. Selama penggilingan atau pencampuran dapat ditambahkan bahan – bahan lain asal tidak mengakibatkan penurunan mutunya.

b. Agregat

Agregat merupakan material yang digunakan sebagai pengisi beton. Agregat dapat berupa batuan dan pasir yang saling terikat oleh semen dan air yang mengisi rongga-rongga dalam beton. Dalam pembuatan *paving block*, agregat yang biasa digunakan di pasaran adalah pasir dan semen. Pasir merupakan agregat yang digunakan pada pembuatan beton. Pasir umumnya berbentuk butiran dengan ukuran berkisar 0,075 – 4,75 mm. Butiran

pasir yang halus ditambah semen akan mengisi rongga butiran yang halus sehingga diperoleh hasil yang baik. Tetapi jika butiran pasir kasar, hasilnya akan kurang memuaskan karena rongga antara butiran cukup lebar sehingga tegangan tidak dapat menyebar secara merata.

c. Air

Air diperlukan sebagai bahan pembentuk beton dan mortar untuk hidrasi semen dan membasahi butiran-butiran agregat agar mempermudah proses pencampuran bahan beton. Air juga dibutuhkan untuk reaksi pengikatan pada beton. Selain itu, air digunakan untuk masa perawatan beton setelah pengecoran. Beton yang telah jadi akan direndam dalam air atau disiram secara berkala. Proses perawatan tersebut dikenal dengan istilah *curing*. Kualitas air perlu diperhatikan karena kandungan kotoran yang ada di dalamnya akan mempengaruhi mutu beton dan mengurangi kekuatan beton. Selain dilakukan pemeriksaan visual dalam kejernihannya, perlu dilakukan pemeriksaan mengenai kandungan bahan-bahan perusak seperti asam, alkali, bahan-bahan organik, dan lain-

lain. Secara umum, air yang baik digunakan sebagai bahan campuran beton adalah air yang layak diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Dimana terdapat variabel-variabel yang sudah ditentukan sebelumnya dengan cara studi literatur. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan *paving block* yang dibuat dengan mengganti sebagian pasir dengan pecahan batu bata.

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang. Dan untuk pembuatan benda uji *paving block* dilakukan di CV. Anugrah Paving di daerah Medoho, Semarang.

Persiapan Bahan

a. Semen Portland

Semen yang digunakan untuk membuat beton *paving block* adalah semen Gresik PCC (*Portland Pozzolan Cement*) dengan berat tiap zak 40 kg.

b. Agregat Halus

Pecahan Batu Bata

Campuran agregat halus yang digunakan pada penelitian ini berasal dari limbah pembuatan batu bata di daerah penggaron berupa pecahan batu bata. Limbah tersebut akan dihancurkan dan ditumbuk untuk mendapatkan butiran – butiran halus lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dan

digunakan sebagai agregat halus. Sebelum digunakan sebagai bahan campuran, akan dilakukan pengujian terlebih dahulu.

Pasir

Pasir yang digunakan untuk membuat beton *paving block* adalah pasir muntilan. Sesuai yang digunakan di pasaran. Semen ini memiliki tingkat kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan pasir jenis lainnya. Sebelum digunakan sebagai bahan campuran, akan dilakukan pengujian terlebih dahulu.

Air

Air yang digunakan untuk membuat *paving block* adalah air PDAM Kota Semarang.

Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang dibuat pada penelitian ini adalah *paving block* dengan ukuran 21 cm x 10,5 cm x 6 cm. Komposisi bahan yang digunakan adalah dengan menggunakan perbandingan agregat. Jumlah benda uji yang dibuat keseluruhan adalah 72 buah.

Pengujian Benda Uji

a. Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan benda uji dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang. Pengujian ini dilakukan berdasarkan SNI 03-1974-1990. Benda uji ditekan hingga hancur dengan mesin penekan yang dapat diatur kecepatannya dan akan diketahui kekuatan tekan benda uji tersebut. Pengujian kuat tekan dilakukan apabila benda uji telah mencapai usia yang telah ditetapkan dalam tabel 2.

b. Peralatan

Pengujian kuat tekan benda uji menggunakan mesin kuat tekan merek "ELE" dengan kapasitas kuat tekan 2000 KN.

2.2.6 Analisa Data

Perhitungan nilai kuat tekan dari benda uji dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan } (\sigma'b) = \frac{P}{A}$$

(Kg/cm²)

Dimana :

P = Beban Maksimum (Kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

Setelah diketahui kuat tekan benda uji *paving block*, kemudian ditentukan kuat tekan rata-ratanya dan dibuat grafik hubungan antara perbandingan campuran terhadap kuat tekannya. Untuk mengetahui pengaruh perbandingan campuran terhadap kuat tekan, maka harus mencari nilai koefisien korelasi (r).

Tabel 3. Pedoman Interpretasi Koefisien Korelasi

r	Interpretasi
0	Tidak berkorelasi
0,01 – 0,20	Sangat rendah
0,21 – 0,40	Rendah
0,41 – 0,60	Agak rendah
0,61 – 0,80	Cukup
0,81 – 0,99	Tinggi
1	Sangat tinggi

(Sumber : Husaini Usman dan R.Purnomo S.A, 1995)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kuat Tekan *Paving Block* Umur 7 Hari

Dari pengujian tekan pada *paving block* umur 7 hari yang telah dilakukan, didapatkan data hasil uji yaitu beban maksimal. Keseluruhan data hasil uji untuk setiap benda uji tersebut digunakan untuk menghitung kuat tekan *paving block*.

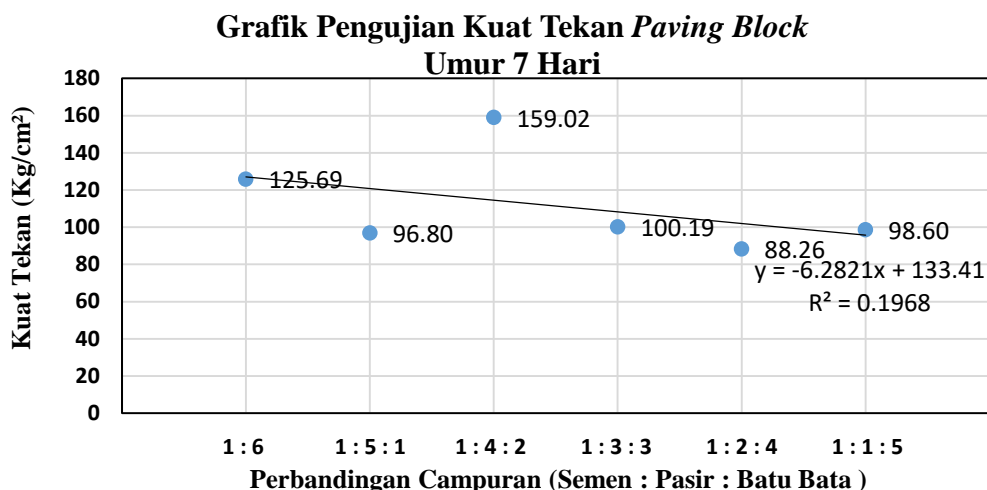
Dari grafik hasil pengujian *paving block* umur 7 hari, diketahui kuat tekan maksimal dicapai oleh

paving block dengan perbandingan campuran 1 Semen : 4 Pasir : 2 Batu bata yaitu sebesar 159,02 kg/cm². *Paving block* yang dibuat tanpa menggunakan campuran batu bata yaitu dengan perbandingan 1 Semen : 6 Pasir menghasilkan kuat tekan sebesar 125,69 kg/cm². Untuk kuat tekan terendah, diperoleh pada *paving block* dengan campuran 1 Semen : 2 Pasir : 4 Batu bata yaitu sebesar 88,26 kg/cm².

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan $y = -6,2821x + 133,41$ serta

nilai koefisien korelasi R sebesar 0,1968. Dari persamaan tersebut menunjukkan bahwa semakin bertambahnya campuran batu bata semakin rendah kuat tekannya. Berdasarkan tabel pedoman interpretasi koefisien korelasi, nilai R

tersebut memiliki tingkat hubungan yang sangat rendah. Jadi, dapat dinyatakan bahwa pada saat *paving block* berumur 7 hari, pengaruh perbandingan campuran (semen : pasir : batu bata) memiliki pengaruh yang sangat rendah terhadap kuat tekan.



Gambar 1. Grafik Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Umur 7 Hari

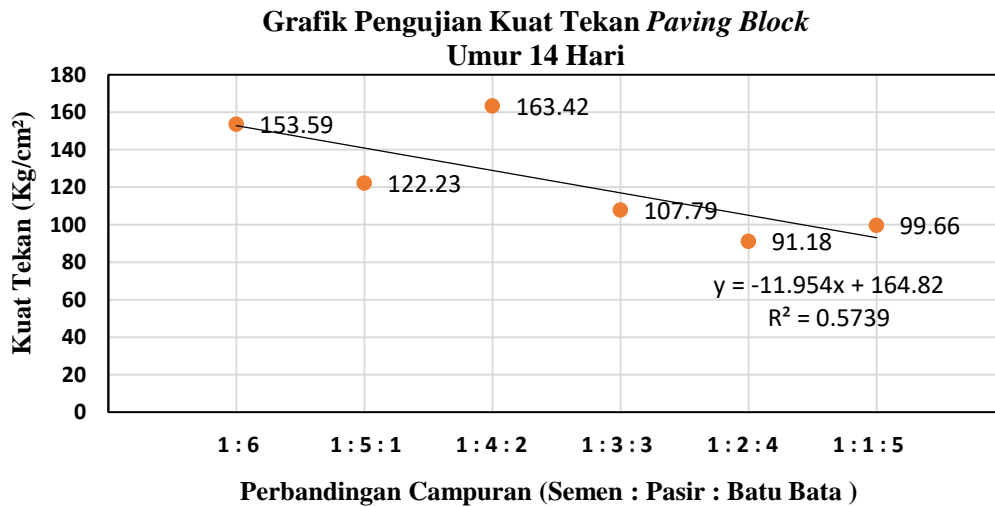
2. Kuat Tekan *Paving Block* Umur 14 Hari

Dari pengujian tekan pada *paving block* umur 14 hari yang telah dilakukan, didapatkan data hasil uji yaitu beban maksimal. Keseluruhan data hasil uji untuk setiap benda uji tersebut digunakan untuk menghitung kuat tekan *paving block*.

Dari grafik hasil pengujian *paving block* umur 14 hari, diketahui kuat tekan maksimal dicapai oleh *paving block* dengan perbandingan campuran 1 Semen : 4 Pasir : 2 Batu bata yaitu sebesar 163,42 kg/cm². *Paving block* yang dibuat tanpa menggunakan campuran batu bata yaitu dengan perbandingan 1 Semen : 6 Pasir menghasilkan kuat tekan sebesar 153,59 kg/cm². Untuk kuat

tekan terendah, diperoleh pada *paving block* dengan campuran 1 Semen : 2 Pasir : 4 Batu bata yaitu sebesar 91,18 kg/cm².

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan $y = -11,954x + 164,82$ serta nilai koefisien korelasi R sebesar 0,5739. Dari persamaan tersebut menunjukkan bahwa semakin bertambahnya campuran batu bata semakin rendah kuat tekannya. Berdasarkan tabel pedoman interpretasi koefisien korelasi, nilai R tersebut memiliki tingkat hubungan yang agak rendah. Jadi, dapat dinyatakan bahwa pada saat *paving block* berumur 14 hari, pengaruh perbandingan campuran (semen : pasir : batu bata) memiliki pengaruh yang agak rendah terhadap kuat tekan.



Gambar 2. Grafik Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Umur 14 Hari

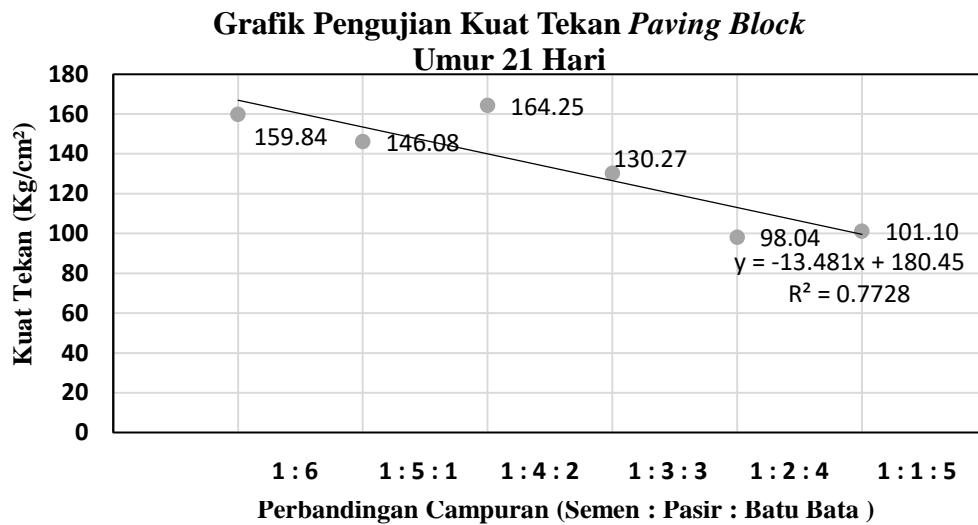
3. Kuat Tekan *Paving Block* Umur 21 Hari

Dari pengujian tekan pada *paving block* umur 21 hari yang telah dilakukan, didapatkan data hasil uji yaitu beban maksimal. Keseluruhan data hasil uji untuk setiap benda uji tersebut digunakan untuk menghitung kuat tekan *paving block*.

Dari grafik hasil pengujian *paving block* umur 21 hari, diketahui kuat tekan maksimal dicapai oleh *paving block* dengan perbandingan campuran 1 Semen : 4 Pasir : 2 Batu bata yaitu sebesar 164,25 kg/cm². *Paving block* yang dibuat tanpa menggunakan campuran batu bata yaitu dengan perbandingan 1 Semen : 6 Pasir menghasilkan kuat tekan sebesar 159,84 kg/cm². Untuk kuat

tekan terendah, diperoleh pada *paving block* dengan campuran 1 Semen : 2 Pasir : 4 Batu bata yaitu sebesar 98,04 kg/cm².

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan $y = -13,481x + 180,45$ serta nilai koefisien korelasi R sebesar 0,7728. Dari persamaan tersebut menunjukkan bahwa semakin bertambahnya campuran batu bata semakin rendah kuat tekannya. Berdasarkan tabel pedoman interpretasi koefisien korelasi, nilai R tersebut memiliki tingkat hubungan yang cukup. Jadi, dapat dinyatakan bahwa pada saat *paving block* berumur 21 hari, pengaruh perbandingan campuran (semen : pasir : batu bata) memiliki pengaruh yang cukup terhadap kuat tekan.



Gambar 3. Grafik Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Umur 21 Hari

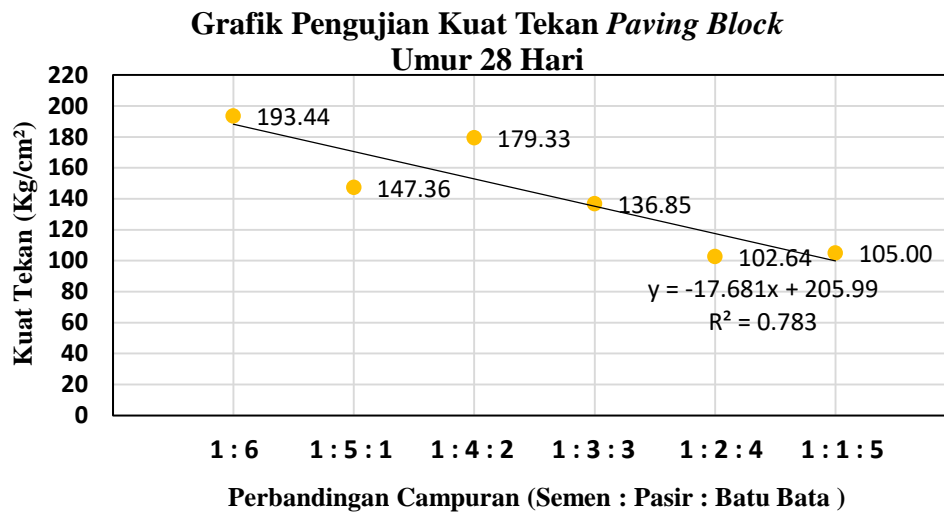
4. Kuat Tekan *Paving Block* Umur 28 Hari

Dari pengujian tekan pada *paving block* umur 28 hari yang telah dilakukan, didapatkan data hasil uji yaitu beban maksimal. Keseluruhan data hasil uji untuk setiap benda uji tersebut digunakan untuk menghitung kuat tekan *paving block*.

Dari grafik hasil pengujian *paving block* umur 28 hari, diketahui kuat tekan maksimal dicapai oleh *paving block* dengan perbandingan campuran 1 Semen : Pasir yaitu sebesar 193,44 kg/cm². Sedangkan *paving block* yang dibuat dengan campuran 1 Semen : 4 Pasir : 2 Batu bata menghasilkan kuat tekan sebesar 179,33 kg/cm². Untuk kuat tekan terendah, diperoleh pada *paving*

block dengan campuran 1 Semen : 2 Pasir : 4 Batu bata yaitu sebesar 102,63 kg/cm².

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan $y = -17,681x + 205,99$ serta nilai koefisien korelasi R sebesar 0,783. Dari persamaan tersebut menunjukkan bahwa semakin bertambahnya campuran batu bata semakin rendah kuat tekannya. Berdasarkan tabel pedoman interpretasi koefisien korelasi, nilai R tersebut memiliki tingkat hubungan yang cukup. Jadi, dapat dinyatakan bahwa pada saat *paving block* berumur 28 hari, pengaruh perbandingan campuran (semen : pasir : batu bata) memiliki pengaruh yang cukup terhadap kuat tekan.



Gambar 4 Grafik Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Umur 28 Hari

5. Konversi Kuat Tekan *Paving Block*

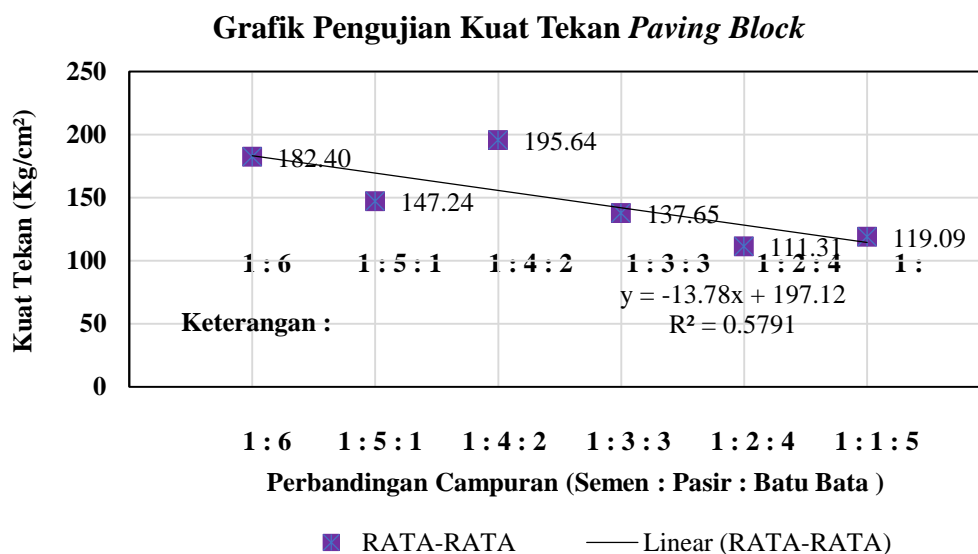
Hasil pengujian kuat tekan *paving block* dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil konversi pengujian kuat tekan *paving block*

No.	Perbandingan Campuran	Umur (Hari)	Kuat tekan	Konversi	Kuat Tekan
			(Kg/cm ²)	28 hari	Rata - rata
			(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)
1	1 : 6	7	125.69	193.36	182.40
		14	153.59	174.53	
		21	159.84	168.26	
		28	193.44	193.44	
2	1 : 5 : 1	7	96.80	148.92	147.24
		14	122.23	138.90	
		21	146.08	153.77	
3	1 : 4 : 2	28	147.36	147.36	195.64
		7	159.02	244.65	
		14	163.42	185.70	
4	1 : 3 : 3	21	164.25	172.90	137.65
		28	179.33	179.33	
		7	100.19	154.13	
5	1 : 2 : 4	14	107.79	122.49	111.31
		21	130.27	137.13	
		28	136.85	136.85	
		7	88.26	135.78	
		21	98.04	103.20	

		28	102.64	102.64	
		7	98.60	151.69	
6	1 : 1 : 5	14	99.66	113.25	119.09
		21	101.10	106.42	
		28	105.00	105.00	

Dari hasil pengujian tersebut dapat dibuat grafik seperti gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Dari grafik diatas didapatkan persamaan $y = -13,78x + 197,12$ serta nilai koefisien korelasi R sebesar 0,5791. Dari persamaan tersebut menunjukkan bahwa semakin bertambahnya campuran batu bata semakin rendah kuat tekannya. Berdasarkan tabel pedoman interpretasi koefisien korelasi, nilai R tersebut memiliki tingkat hubungan yang agak rendah. Jadi, dapat dinyatakan bahwa dalam pembuatan *paving block*, perbandingan campuran (semen : pasir : batu bata) memiliki pengaruh yang agak rendah terhadap kuat tekan.

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa berdasarkan hasil pengujian kuat tekan diperoleh persamaan $y = -13.78x + 197.12$ serta nilai koefisien korelasi R sebesar 0,5791. Dari persamaan tersebut menunjukkan bahwa semakin bertambahnya campuran batu bata semakin rendah kuat tekannya. Nilai R tersebut menunjukkan tingkat hubungan yang agak rendah. Jadi, dapat disimpulkan bahwa dalam pembuatan *paving block*, perbandingan campuran (semen : pasir : batu bata) memiliki pengaruh yang agak rendah terhadap kuat tekan. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 bahwa *Paving block*

dengan campuran 1 : 6 dan 1 : 4 : 2 masuk ke dalam mutu B yang dapat digunakan untuk tempat parkir mobil. *Paving block* dengan campuran 1 : 5 : 1 dan 1 : 3 : 3 masuk ke dalam mutu C yang dapat digunakan untuk pejalan kaki, *paving block* dengan campuran 1 : 2 : 4 dan 1 : 1 : 5 masuk mutu D yang dapat digunakan untuk taman kota. Pengujian kuat tekan *paving block* dengan campuran 1 (Semen) : 6 (Pasir) memiliki kuat tekan paling tinggi dibandingkan dengan campuran yang lainnya, dengan menghasilkan nilai kuat tekan maksimum sebesar 193,44 Kg/cm². Penggunaan optimum batu bata dalam pembuatan *paving block* terdapat dalam campuran 1 (Semen) : 4 (Pasir) : 2 (Batu bata), dengan menghasilkan nilai kuat tekan maksimum sebesar 179,33 Kg/cm².

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan eksperimental dilakukan di 2 tempat yaitu di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang dan di CV. Anugrah *Paving Block*. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kepada institusi tersebut. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Supriyo, S.T., M.T, Drs. Sutarno, M. M dan semua pihak atas segala bantuan dan arahannya sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Milicevic', I., Bjegovic, D., dan Siddique, R. 2015.

- Experimental Research of Concrete Floor Blocks with Crushed Bricks and Tiles Aggregate*. Construction and Building Materials 94 (2015) 775–783.
- Aditya, C. 2013. *Pemanfaatan Limbah Pasir Kaca Sebagai Substitusi Pasir Sungai Pada Paving Block*. Widya Teknika. Volume 20, Nomor 1.
- Bakhtiar, A. 2010. *Studi Peningkatan Mutu Paving-Block dengan Penambahan Abu Sekam Padi*. Jurnal portal ISSN Volume 7454, Nomor 2.
- Lilley, A.A., J.R. Collins. 1979. *Laying Concrete Block Paving, Cement and Concrete*.
- Kusdiyono. 2011. *Bahan Bangunan 2*. PP Polines, Semarang.
- Usman, Husaini dan R. Purnomo Setiady Akbar. 1995. *Pengantar Statistika*. Jakarta : Bumi Aksara
- SNI-03-0691-1996. *Persyaratan mutu bata beton (paving block)*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI-03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 15-2049-2004. *Jenis dan penggunaan semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 03-6861.1-2002. *Spesifikasi Bahan Bangunan*. Departemen Pekerjaan Umum.