

**“PENGARUH *FILLER* SERBUK KACA SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN
AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN *PAVING BLOCK*”**

Arif Afrianto¹, Sukatiman², Rima Sri Agustin²

e-mail: arifarianto20@gmail.com

ABSTRAK: Tujuan penelitian adalah, (1) Untuk mengetahui pengaruh serbuk kaca sebagai pengganti sebagian pasir dengan variasi yang berbeda-beda terhadap kuat tekan *paving block*. (2) Untuk mengetahui berapakah persentase optimal penambahan serbuk kaca sebagai pengganti sebagian pasir untuk mencapai kuat tekan maksimal *paving block*. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimen. Bentuk sampel dari *paving block* yaitu balok dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 6 cm, menggunakan perbandingan 1 semen : 6 agregat halus, dan jumlah sampel sebanyak 25 *paving block*. Variabel yang mempengaruhi dalam penelitian ini adalah (1) variabel terikat: kuat tekan (2) variabel bebas: persentase *filler* serbuk kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan variasi 0, 0,5, 1, 1,5, dan 2 dari volume 6 agregat halus. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa, (1) Ada pengaruh *filler* serbuk kaca sebagai penggantian agregat halus terhadap kuat tekan *paving block*. (2) pengaruh *filler* Serbuk kaca sebagai penggantian agregat halus terhadap kuat tekan *paving block* ini tidak didapatkan kuat tekan *paving block* yang maksimum, karena hasil penelitian kuat tekan selalu mengalami kenaikan dengan adanya penambahan serbuk kaca. Dari berbagai variasi sudah memenuhi persyaratan SNI-03-0691-1996 tentang *paving block*. Kuat tekan rata rata maksimal yang diperoleh yaitu variasi 5 (1 Pc : 4 Ps : 2 K) sebesar 22,48 Mpa.

Kata Kunci : *Paving block*, Serbuk Kaca, Kuat Tekan

¹Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS

²Pengajar Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS

THE EFFECT OF GLASS POWDER FILLER SUBSTITUTION OF FINE AGGREGATE TOWARD PAVING BLOCK'S COMPRESSIVE STRENGTH

Arif Afrianto¹, Sukatiman², Rima Sri Agustin²
e-mail: arifarianto20@gmail.com

ABSTRACT: *The objectives of the research were: (1) To find out the effect of Glass Powder substitution of fine aggregate toward paving block compressive strength. (2) To find out the optimum percentage of glass powder substitution to reach paving block's maximum compressive strength. This research used quantitative method. Curved sample of paving block's was cube with dimension 20 cm x 10 cm x 6 cm and used 1 Pc : 6 fine Agreggate. The variables that influence in this research were : (1) dependent variable: compressive strength. (2) independent variable : Glass powder percentage as a substitute of fine aggregate with variation 0, 0,5, 1, 1,5, 2 of the 6 volume of fine aggregate. Based on the result of the experiment research, it was concluded that (1) There was an influence of glass powder replacement to compressive strength of paving block's. (2) the effect of glass powder substitution of fine aggregate toward paving block's compressive strength has not yet shown the optimum percentage, because the variaties used in this research produced not found the maximum value of compressive strength. All the paving blocks in this research fulfilled the SNI-03-0691-1996 requirement, compressive strength maximum was fifth varian (1 Pc : 4 Ps : 2K) with average compressive strength was 22,48 Mpa*

Keywords : *Paving block ,Glass Powder, Compressive strength.*

¹Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS

²Pengajar Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan sarana bangunan semakin meningkat seiring dengan tingginya pertumbuhan penduduk saat ini. Pengembangan kawasan-kawasan di berbagai daerah akan memacu meningkatnya kebutuhan bahan bangunan. Bahan bangunan tersebut harus disediakan dalam jumlah yang besar dari alam maupun material buatan. Salah satu cara mengatasi banyaknya permintaan kebutuhan bangunan tersebut adalah dengan cara memanfaatkan dan memberdayakan sumberdaya yang ada di lingkungan sekitar kita.

Pemanfaatan sumber daya lokal dapat berupa pemanfaatan limbah maupun sampah. Limbah maupun sampah disamping dapat mencemari lingkungan juga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti bahan bangunan yang sudah ada dan sering digunakan. Salah satu limbah atau sampah yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bangunan lain adalah limbah kaca baik dari limbah rumah tangga maupun limbah industri.

Limbah merupakan suatu masalah besar yang sedang dihadapi semua umat manusia. Berbagai upaya pengelolaan sudah dilakukan manusia untuk melakukan pencegahan bahkan penanganan agar lingkungan ini aman dari limbah. Sebagian besar limbah disumbangkan melalui pabrik, rumah tangga, dan industri – industri kecil

lainnya. Tidak adanya penampungan akan sisa hasil produksi ini yang kemudian akan menjadi limbah kemudian mencemari tanah, air, udara dan suara. Masyarakat juga terlalu mengabaikan terhadap pencemaran yang terjadi, selama itu tidak berdampak secara langsung maka mereka tidak akan bertindak.

Penggunaan kaca yang sangat banyak di berbagai keperluan manusia menuntut produksi bahan ini dalam jumlah yang sangat besar. Pada tahun 2008, berdasarkan data statistik Kementerian Negara Lingkungan Hidup Indonesia (KNLH) menyebutkan limbah kaca yang dihasilkan oleh 26 kota di Indonesia mendekati 700 kg setiap tahunnya (Suyoto, 2008). Tentu bila tidak dimanfaatkan dengan baik, limbah kaca akan menjadi hal yang mengganggu dan dapat membahayakan lingkungan sekitar. Jumlah produksi yang sangat besar tersebut menimbulkan dampak pada lingkungan sebab kaca tidak bersifat korosif (Malla\wany, 2002). Kaca-kaca bekas (*cult*) yang sudah tidak terpakai lagi merupakan limbah yang tidak akan terurai secara alami oleh zat organik. Dengan demikian diperlukan berbagai penanganan alternatif untuk menjadikan limbah kaca dapat dikembalikan ke alam secara aman atau mengolahnya kembali menjadi produk yang berdaya guna.

Berdasarkan SNI 03-2403-1991 tentang Tata Cara Pemasangan Blok Beton Terkunci untuk

Permukaan Jalan, secara umum yang dimaksud dengan pekerjaan blok beton terkunci (*paving block*) adalah pemasangan paving baru, bongkaran paving lama, perataan / leveling tanah dasar bawah lapisan pasir, penyediaan alat bantu, bahan, tenaga kerja dan uji laboratorium dipandang perlu untuk mengetahui mutu kuat tekan (kelas *paving block*). Paving dalam hal ini dapat memberikan keuntungan antara lain adalah pemasangannya yang mudah dan cepat, penghematan material. Selain itu juga memiliki daya resap yang baik, dikarenakan pada sela-sela paving tidak memakai semen. Guna semakin menghemat bahan penggunaan paving, maka dimanfaatkan limbah kaca sebagai bahan tambahan campuran adukan sebagai agregat halus. Kuat tekan paving standar sudah memiliki kekuatan yang baik, dengan adanya penambahan limbah kaca sebagai agregat halus ini diharapkan mampu dan semakin meningkatkan kuat tekan dari paving.

TINJAUAN PUSTAKA

Paving Block

Paving Block merupakan bahan bangunan penutup permukaan tanah yang berfungsi sebagai bahan perkerasan jalan dan peresapan air. *Paving Block* dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya dengan tambahan air dan agregat halus dengan atau bahan tambah lainnya, dan tidak

mengurangi mutu yang sudah ditetapkan.

Menurut SNI-03-0691-1996, syarat umum bata beton (*Paving Block*) sebagai berikut:

a. Sifat tampak

Bata beton (*Paving Block*) untuk lantai mempunyai bentuk sempurna tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudutnya tidak mudah di repihkan dengan kekuatan jari tangan.

b. Bentuk dan ukuran

Bentuk dan ukuran bata beton untuk lantai dapat tergantung persetujuan antara konsumen dan produsen. Penyimpangan tebal bata beton diperkenankan $\pm 3\text{mm}$.

c. Sifat fisis

Paving Block harus mempunyai kekuatan fisik seperti yang telah di tentukan.

Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990)

Salah satu sifat penting dari beton adalah kuat tekannya yang dapat digunakan sebagai dasar dalam penilaian mutu atau karakteristik dari produk beton yang dihasilkan (SNI 03-3421-1994). Uji kuat tekan ini dilakukan menggunakan mesin *Compressing Testing Machine (CTM)* untuk mengetahui tingkat mutu beton ringan pejal sesuai

dengan persyaratan SNI-03-0691-1996 dapat dilihat pada tabel berikut
Tabel 1 Persyaratan Mutu *Paving Block* SNI-03-0691-1996

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks
	Rata - rata	Min	Rata – rata	Maks	%
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Kaca

Kaca adalah salah satu produk industri kimia yang paling akrab dengan kehidupan kita sehari-hari. “Dipandang dari segi fisika kaca merupakan zat cair yang sangat dingin. Disebut demikian karena struktur partikel-partikel penyusunnya yang saling berjauhan seperti dalam zat cair, namun kaca sendiri berwujud padat. Ini terjadi akibat proses pendinginan (cooling) yang sangat cepat, sehingga partikel-partikel silika tidak “sempat” menyusun diri secara teratur. Dari segi kimia, kaca adalah gabungan dari berbagai oksida an-organik yang tidak mudah menguap, yang dihasilkan dari dekomposisi dan peleburan senyawa alkali dan alkali tanah, pasir serta berbagai penyusun lainnya (Dian, 2011)”. Kaca memiliki sifat-sifat yang khas dibanding dengan golongan keramik lainnya. Kekhasan sifat-sifat kaca ini terutama dipengaruhi oleh keunikan silika (SiO_2) dan proses pembentukannya.

Menurut Willian Liang dan Nursyami, (2012) menyimpulkan

bahwa kuat tekan rata-rata benda uji batako yang menggunakan serbuk kaca 10% lolos ayakan no. 200, silica fume dan foaming agent adalah sebesar 43,429 Kg/cm² termasuk klasifikasi mutu III.

Karakteristik dari serbuk kaca dalam pembuatan beton/*paving block* adalah:

1. Kaca merupakan bahan yang tidak menyerap air atau zero water absorption.
2. Sifat kaca yang tidak menyerap air dapat mengisi rongga-rongga pada beton *paving block* secara maksimal sehingga beton/*paving block* bersifat kedap air.
3. Kaca dalam hal ini adalah serbuk kaca mempunyai sifat sebagai pozzoland yang dapat meningkatkan kuat tekan dari beton/*paving block*.
4. Kaca tidak mengandung bahan yang berbahaya, sehingga pada saat pengerjaan beton/*paving block* aman bagi manusia.
5. Serbuk kaca juga dapat digunakan sebagai bahan

pengisi pori atau filler, sehingga diharapkan akan diperoleh beton/*paving block* yang lebih padat dengan porositas minimum sehingga kekuatan beton/*paving block* dapat meningkat.

(Sumber: Setiawan, 2006)

Tabel 2 Kandungan yang ada dalam kaca

Unsur	Serbuk Kaca
SiO ₂	61,72 %
Al ₂ O ₃	3,45 %
Fe ₂ O ₃	0,18 %
CaO	2,59 %

(Sumber : hanafiah, 2011)

Menurut Nursyamsi, Ivan Indrawan, dan Ika Puji Hastuti, (2012) diambil kesimpulan bahwa Semua sampel lolos klasifikasi batako tingkat I berdasarkan absorpsi yang lebih kecil dari 25%. Hasil pengujian visual baik secara tampak maupun ukuran, semua sampel batako lolos klasifikasi SNI 03-0349-1989. Permukaan batako rata, halus dan tidak retak. Siku batako tajam, kuat, dan presisi. Penyimpangan ukuran yang terjadi masih dalam batas-batas ketentuan SNI 03-0349-1989.

Filler

Filler merupakan kumpulan agregat halus yang umumnya lolos saringan no.200, yang berfungsi untuk mengisi rongga diantara partikel agregat kasar sehingga dapat mengurangi besarnya rongga dan meningkatkan kerapatan dan stabilitas dari masa tersebut.

Pengertian *filler* menurut Suprpto (2004:46) “*Filler* adalah

suatu bahan yang berbutir halus yang lewat ayakan no. 30 (595 μ) US standard an 65 % lewat ayakan no. 200 (74 μ).”

Bahan *filler* yang dipergunakan dapat berupa debu batu, debu batu kapur, pecahan genting, debu dolomite, semen Portland dan bahan-bahan lain, dalam hal ini menggunakan *recycling* aspal hasil penggerukan perkerasan jalan. Bahan *filler* harus tidak tercampur dengan kotoran atau bahan yang tidak dikehendaki dan dalam keadaan kering (kadar air maksimum 1 %). Campuran agregat dan *filler* akan membentuk gradasi tertentu sesuai dengan persyaratan untuk mendapatkan beton yang memenuhi persyaratan.

Sebagai *filler* persyaratan yang harus dipenuhi adalah bahan tersebut tidak boleh tercampur karbon atau bahan lain yang tidak dikehendaki dalam keadaan kering (kadar air maksimum 1%). *filler* sebagai bagian dari debu yaitu mineral lolos saringan no. 200 (0.074 mm). Fungsinya sebagai bubuk pengisi rongga-rongga antar agregat kasar.Selanjutnya *filler* tersebut harus lolos saringan pada tabel berikut:

Tabel 3 Ukuran Saringan

Ukuran Saringan	Proses lolos (%)
No.30 (0,59 mm)	100
No.50 (0,279 mm)	95-100
No.100 (0,149 mm)	90-100
No.200 (0,074 mm)	70-100

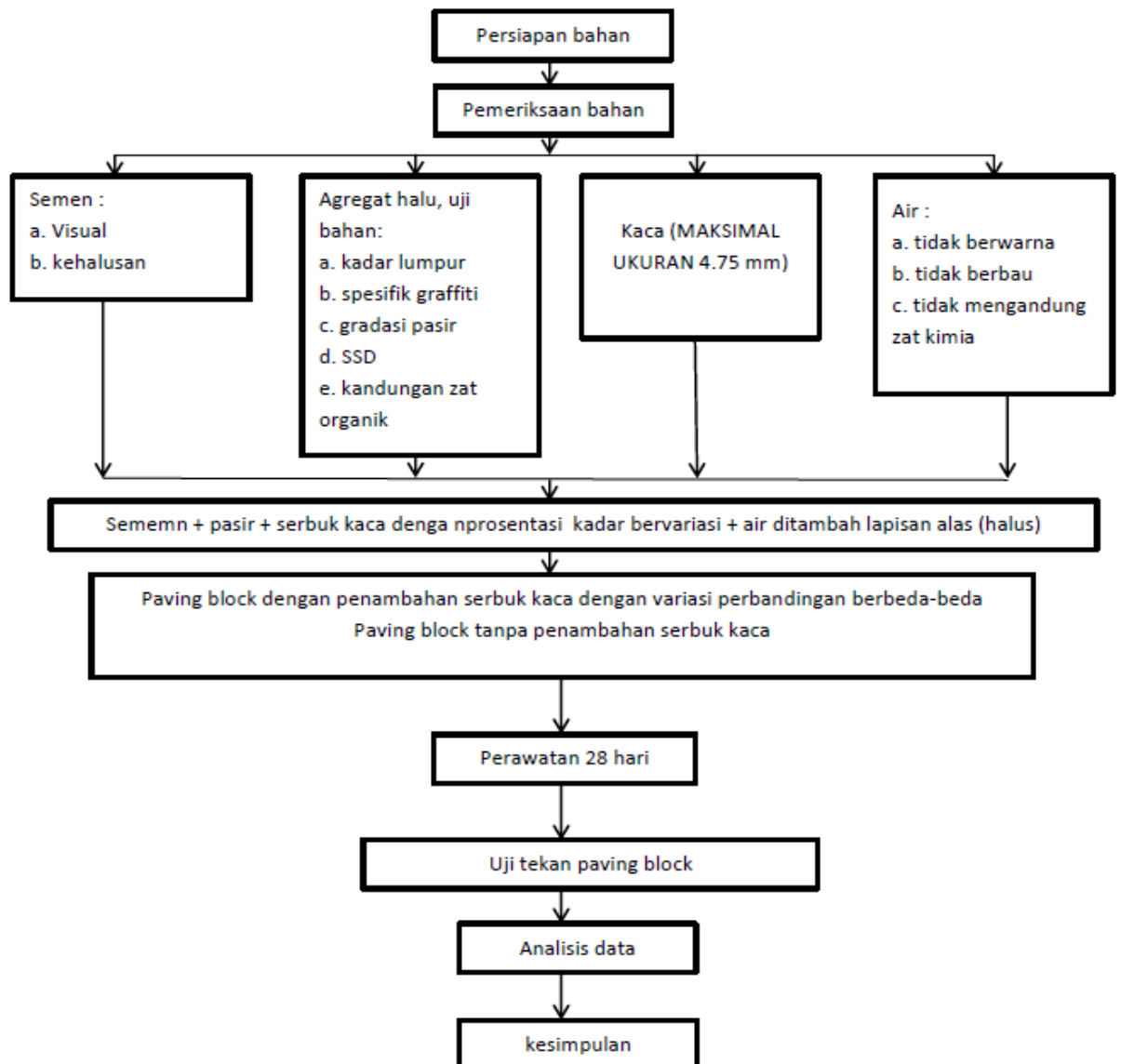
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di beberapa tempat, yaitu

- Pengujian bahan
Laboratorium PTB JPTK FKIP Universitas Sebelas Maret, pengujian kuat tekan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil FT Universitas Sebelas Maret
- Pembuatan *Paving Block* dilaksanakan di Pabrik

Paving Banaran takenan Magetan.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen untuk mendapatkan data tentang kuat tekan dengan pemanfaatan *filler* serbuk kaca sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus. Adapun alur penelitian dapat di lihat pada gambar berikut.



Gambar 1 Alur penelitian

Sampel dalam penelitian ini adalah 25 buah benda uji. Ukuran sampel dibuat berdasarkan SK SNI T – 04 – 1990 – F dengan menggunakan panjang 20 cm, lebar 10 cm, ketebalan 6 cm. Penelitian ini menggunakan semua anggota populasi untuk dijadikan sampel. Berikut rincian sampel pada tabel berikut

Tabel 4 Sampel Kontrol

Nama sampel	Semen	Pasir	Limbah kaca
B.1.0	1	6	0
B.2.0	1	6	0
B.3.0	1	6	0
B.4.0	1	6	0
B.5.0	1	6	0

Tabel 5 Sampel Eksperimen 1

Nama sampel	Semen	Pasir	Limbah kaca
B.1.1	1	5	1
B.2.1	1	5	1
B.3.1	1	5	1
B.4.1	1	5	1
B.5.1	1	5	1

Tabel 6 Sampel Eksperimen 2

Nama sampel	Semen	Pasir	Limbah kaca
B.1.0,5	1	5,5	0,5
B.2.0,5	1	5,5	0,5
B.3.0,5	1	5,5	0,5
B.4.0,5	1	5,5	0,5
B.5.0,5	1	5,5	0,5

Tabel 7 Sampel Eksperimen 3

Nama sampel	Semen	Pasir	Limbah kaca
B.1. 1,5	1	4,5	1,5
B.2. 1,5	1	4,5	1,5
B.3. 1,5	1	4,5	1,5
B.4.1,5	1	4,5	1,5
B.5.1,5	1	4,5	1,5

Tabel 8 Sampel Eksperimen 4

Nama sampel	Semen	Pasir	Limbah kaca
B.1.2	1	4	2
B.2.2	1	4	2
B.3.2	1	4	2
B.4.2	1	4	2
B.5.2	1	4	2

Sumber data dalam pelaksanaan penelitian ini dikelompokkan menjadi dua yaitu:

- Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil eksperimen dan pengamatan di laboratorium, yang berupa hasil uji kuat tekan maksimal terhadap *Paving Block* umur 28 hari.
- Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari referensi informasi penunjang yang berkaitan dengan penelitian yang dilaksanakan, yang berupa buku-buku penunjang maupun hasil penelitian yang terdahulu atau yang relevan dengan penelitian yang dilaksanakan.

Analisis data yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya

pengaruh *filler* serbuk kaca terhadap kuat tekan *Paving Block* yaitu dengan analisis regresi. Dalam melakukan analisis regresi perlu dilakukan uji prasyarat terlebih dahulu yaitu uji normalitas dan uji linieritas. Analisis regresi dalam program SPSS 22.0 adalah dengan menggunakan regresi (*Regression*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian kuat tekan optimum *Paving Block* dengan *filler* serbuk kaca sebagai pengganti agregat halus dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 9 Hasil pengujian kuat tekan sampel kontrol

Nama Sampel	A (Mm ²)	Beban Desak (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Fcr Rata-Rata (Mpa)
B.1.0	20000	390000	19.5	19.9
B.2.0	20000	380000	19	
B.3.0	20000	400000	20	
B.4.0	20000	410000	20.5	
B.5.0	20000	410000	20.5	

Tabel 10 Hasil pengujian kuat tekan sampel eksperimen 1

Nama Sampel	A (Mm ²)	Beban Desak (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Fcr Rata-Rata (Mpa)
B.1.0,5	20000	410000	20.5	20.5
B.2.0,5	20000	410000	20.5	
B.3.0,5	20000	400000	20	
B.4.0,5	20000	420000	21	
B.5.0,5	20000	410000	20.5	

Tabel 11 Hasil pengujian kuat tekan sampel eksperimen 2

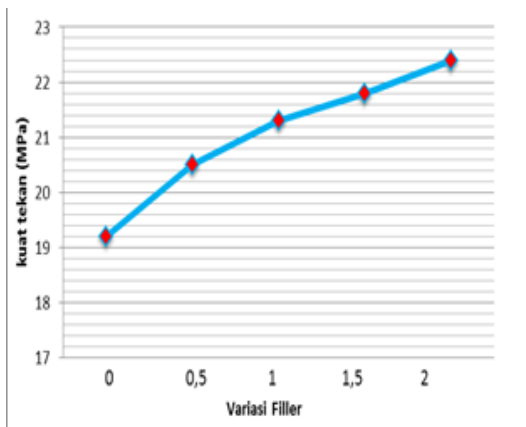
Nama Sampel	A (Mm ²)	Beban Desak (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Fcr Rata-Rata (Mpa)
B.1.1	20000	410000	20.5	21.3
B.2.1	20000	430000	21.5	
B.3.1	20000	420000	21	
B.4.1	20000	430000	21.5	
B.5.1	20000	440000	22	

Tabel 12 Hasil pengujian kuat tekan sampel eksperimen 3

Nama Sampel	A (Mm ²)	Beban Desak (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Fcr Rata-Rata (Mpa)
B.1.1,5	20000	440000	22	21.8
B.2.1,5	20000	420000	21	
B.3.1,5	20000	430000	21.5	
B.4.1,5	20000	460000	23	
B.5.1,5	20000	430000	21.5	

Tabel 13 Hasil pengujian kuat tekan sampel eksperimen 4

Nama Sampel	A (Mm ²)	Beban Desak (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Fcr Rata-Rata (Mpa)
B.1.2	20000	460000	23	22.4
B.2.2	20000	440000	22	
B.3.2	20000	450000	22.5	
B.4.2	20000	440000	22	
B.5.2	20000	450000	22.5	



Gambar 2 grafik kuat tekan rata-rata *Paving block*

Kuat Tekan *Paving Block*

Hipotesis pertama menyatakan bahwa ada pengaruh *filler* serbuk kaca sebagai pengganti sebagian pasir dengan variasi yang berbeda-beda terhadap kuat tekan *paving block*. Pengujian hipotesis ini dengan menggunakan program SPSS 22.0 dengan uji *Regression (Curve estimation)*, model *linear*. diperoleh *R Square* adalah 75,1 % sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk kaca sebagai pengganti sebagian pasir dengan variasi yang berbeda-beda berpengaruh terhadap kuat tekan *paving block* sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. nilai signifikansi $0,00 < 0,05$ dan $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($69,209 > 4,30$), maka dapat diartikan bahwa *filler* serbuk kaca sebagai pengganti sebagian pasir dengan variasi yang berbeda-beda terhadap kuat tekan *paving block* berpengaruh signifikan.

Kuat Tekan Maksimum Pada *Paving Block*

Hipotesis kedua menyatakan bahwa tidak terdapat persentase optimal terhadap *filler* serbuk kaca sebagai pengganti sebagian pasir untuk mencapai kuat tekan maksimal *paving block* pada umur 28 hari. *Paving Block* secara keseluruhan. Kuat tekan *Paving Block* meningkat secara signifikan pada *Paving Block* beton normal ke variasi terak 5. Nilai kuat tekan rata rata maksimum yaitu sebesar 22,48 Mpa terdapat pada variasi 5 (1 Pc : 4 Ps : 2 K). Jadi untuk penelitian ini tidak ditemukan persentase optimum terhadap *filler* serbuk kaca, yang didapatkan hanya kuat tekan yang maksimal dari *paving block*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ada pengaruh positif pada variasi *filler* serbuk kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tekan *paving block* dengan diketahui *R Square* menunjukkan nilai 0,751 berarti bahwa 75,1 % *filler* serbuk kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus berpengaruh terhadap kuat tekan *paving block* sedangkan sisanya dipengaruhi faktor lain.
2. Penelitian ini tidak didapatkan kuat tekan *paving block* yang maksimum, karena hasil penelitian kuat tekan selalu

mengalami kenaikan dengan adanya penambahan serbuk kaca. Dari berbagai variasi sudah memenuhi persyaratan jenis II SNI-03-0691-1996 dengan rincian sebagai berikut

1. Kuat tekan rata-rata kontrol yaitu 19,9 Mpa
2. Kuat tekan rata-rata variasi 1 (Pc 1: Ps 5,5 :K 0,5) yaitu 20,5 Mpa
3. Kuat tekan rata-rata variasi 2 (Pc 1: Ps 5 :K 1) yaitu 21,3 Mpa
4. Kuat tekan rata-rata variasi 3 (Pc 1: Ps 4,5 :K 1,5) yaitu 21,8 Mpa
5. Kuat tekan rata-rata variasi 1 (Pc 1: Ps 4 :K 2) yaitu 22,4 Mpa

DAFTAR PUSTAKA

- Aiwale Nachiket, Inamdar Avadhut, Abhishek Sangar, 2016 dalam penelitiannya yang berjudul *Manufacturing Of Concrete Paving Block By Using Waste Glass Material*, Department of Civil Engineeringt, Dr.J.J Magdum College of Engg, Jaysingpur
- Anonim. SK SNI S-04-1989-,, “*Spesifikasi Bahan Bangunan A, Bahan Bangunan Bukan Logam*”
- Anonim. SK SNI-04-1989-F, “*Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian*”
- Anonim. SK SNI-T-15-1991-03, “*Standar Kuat Tekan Beton*”
- Anonim. SNI 03-1972-1990, 1990, Metode Pengujian Slump Beton, BSN.
- Anonim. SNI 15-0302-2004, 2004, Klasifikasi Bahan Perekat
- Anonim. SNI-03-0691-1996,1996, Klasifikasi Paving Block.
- El-mallawany, R .A.H. 2002. *Tellurite Glasses Handbook Physical Properties and Data*, CRC Press.
- Indrianto, Yogie L, 2008, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Iriawan, Isah. 2012. Pengaruh penambahan terak terhadap kuat tekan paving block. Skripsi. FKIP. UNS: Surakarta
- Karwur, Handy Yohanes., Dkk. 2013. *Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen*. Jurnal Sipil Statik Vol. 1, 276-281.

- Mulyono, Tri, 2004, *Teknologi Beton*, Yogyakarta : Andi
- Nursyamsi , Ivan Indrawan , Ika Puji Hastuty, 2016. *Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Batako*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
- Setiawan, Budi. 2006. *Pengaruh Penggunaan Agregat Kaca pada Beton Ditinjau dari Segi Kekuatan dan Shrinkage*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Suprpto. *Bahan dan struktur beton aspal*. KMTS FT UGM : Yogyakarta. 2004.
- Suyoto, Bagong., 2008. *Fenomena Gerakan Mengolah Sampah*. Jakarta: PT. prima Infosarana Media
- Tjokrodimulyo, Kardyono. *Teknologi Beton*. KMTS FT UGM : Yogyakarta. 2004.
- Willian Liang, Dan Nursyami, 2012, *Analisa Kuat Tekan Batako Dengan Campuran Serbuk Kaca Dan Silica Fume*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.