

## PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK DAN *SILICA FUME* PADA KARAKTERISTIK *PAVING BLOCK*

Revano Argiyan Giovan<sup>1</sup>, Helmy Akbar Bale, Ir., M.T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

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

<sup>2</sup> Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: [885110105@staf.uii.ac.id](mailto:885110105@staf.uii.ac.id)

**Abstract:** *Paving block is one of the road construction materials that has advantages such as lower installation prices, faster construction times, and easier maintenance. Therefore we need paving blocks that have adequate capability in accordance with the provisions of SNI 03-0691-1996. The purpose of this study was to determine the addition of strength generated by paving blocks which were added with ingredients added to silica fume and palm fiber. This study uses an experimental method with 3 variations and uses paving blocks normal as a control. The added ingredients used in this study were silica fume and palm fiber. Silica fume is added by 5% by weight of cement and palm fiber which is added by 3% by weight of cement with various fiber lengths of 2 cm, 4 cm and 6 cm. Comparison of cement and sand is 1pc: 3ps. The process of making paving blocks using hydraulic press machines and vibrators. Paving block testing at the age of 28 days. From the test results obtained, the addition of silica fume and palm fiber can improve dry compressive strength, wet compressive strength, tensile strength, water absorption, and wear resistance in paving blocks. The addition of silica fume by 5% and palm fiber by 3% with a fiber length of 2 cm obtained an average compressive strength of 45,4 Mpa increased 51% of normal paving blocks which have a compressive strength of 29,9 Mpa. The longer the fibers are used, the compressive strength decreases. Paving block tensile strength with 4 cm fiber length of 4.22 Mpa increased 86.8% from normal paving block with 2.17 Mpa. Absorption of water paving block 3 variations respectively by 3.77%, 5.99%, and 7.05%. Wear test results were respectively 0.0120 (mm/sec), 0.0122 (mm/sec), and 0.0123 (mm/sec) while those for normal paving blocks were 0.0139 (mm/sec).*

**Keywords :** *Paving Blocks, silica fume, palm fiber, compressive strength, water absorption, splitting strength*

### 1. PENDAHULUAN

Pada masa sekarang banyak berkembang bahan-bahan pracetak untuk kebutuhan konstruksi, salah satu bahan pracetak adalah *paving block*. Keunggulan *paving block* antara lain mudah dalam pemeliharannya, waktu pelaksanaannya yang lebih cepat, mudah dalam pemasangannya dan biaya pelaksanaan yang lebih murah

Secara struktural *paving block* mempunyai kekuatan yang cukup besar terutama pada

kuat tekannya, akan tetapi mempunyai kelemahan yaitu kuat tarik yang rendah dan bersifat getas. Untuk mendapatkan *paving block* dengan kuat lentur yang baik, upaya yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menambahkan bahan tambah pada campuran *paving block*. Bahan tambah yang digunakan adalah serat ijuk. Untuk meningkatkan kuat tekan pada *paving block* upaya yang dilakukan adalah dengan menambahkan *silica fume*.

Serat ijuk merupakan serat yang didapat dari olahan pohon aren. Penambahan serat ijuk diharapkan mampu menambah kuat lentur pada *paving block*, hal berdasarkan sifat serat ijuk yang mempunyai kuat tarik yang cukup baik. Selain itu serat ijuk juga tahan terhadap air sehingga aman digunakan pada *paving block* yang sering tergenang air.

*Silica fume* terdiri dari partikel-partikel yang sangat halus dengan diameter 0,15 micron dan mempunyai kadar silikon dioksida sebesar 85-95%. Silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) akan bereaksi pada proses hidrasi antara semen dan air, pada proses hidrasi silikon dioksida akan mengikat sisa-sisa semen yang tidak habis bereaksi. Selain sebagai pengikat kalsium hidoksida diameter *silica fume* yang halus mampu menjadikan *silica fume* sebagai *filler* yang baik pada campuran *paving block*, dengan demikian dengan penambahan *silica fume* diharapkan mampu meningkatkan kuat aus pada paving block dan mengurangi penyerapan air.

## 2. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui peningkatan kuat tekan akibat penambahan bahan serat ijuk dan *silica fume* dalam keadaan kering maupun basah dan peningkatan kuat tarik pada *paving block*.
2. Mengetahui tingkat keausan dan penyerapan air pada *paving block* yang menggunakan serat ijuk dan *silica fume*.
3. Membuat inovasi *paving block* yang lebih baik berdasarkan SNI 03-0691-1996.

## 3. BATASAN PENELITIAN

Untuk lebih mempermudah penelitian ini maka permasalahan akan dibatasi sebagai berikut :

1. Pasir yang digunakan dalam

penelitian adalah pasir dari gunung Merapi.

2. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah PCC Merk Holcim dalam kemasan 40 kg.
3. Bahan serat ijuk yang digunakan adalah serat ijuk yang dijual dipasaran dan dipotong-potong dengan panjang 2 cm, 4 cm, dan 6 cm dengan kadar penambahan sebesar 3 % dari berat semen.
4. *Silica fume* yang digunakan adalah produk Sika dengan nama produk Sikafume dengan kadar penambahan 5 % dari berat semen.
5. variasi digunakan 12 benda uji rencana dengan rincian:
  - a. 3 buah untuk pengujian kuat tekan kering
  - b. 3 buah untuk pengujian kuat tarik belah
  - c. 3 buah untuk pengujian penyerapan air dan kuat tekan basah
  - d. 3 buah untuk pengujian kuat aus
6. Campuran *paving block* yang digunakan dengan perbandingan volume 1 pc : 3 ps dan nilai fas sebesar 0,35
7. *Paving block* yang dibuat merupakan tipe holand dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 6 cm.
8. *Paving block* dibuat dengan menggunakan mesin pres dan getar.
9. Uji *paving block* dilakukan pada umur 28 hari.

## 4. LANDASAN TEORI

### 4.1 *Paving Block*

adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidrolis sejenis, air dan agregat dengan atau tanpa bahan penambah yang tidak mengurangi mutu beton itu (SNI 03-0691-1989)

### 4.2 Kuat Tekan *Paving Block*

Kuat tekan yakni kemampuan beton dalam menerima gaya tekan persatuan luas. Nilai kuat tekan menunjukkan mutu dari suatu struktur, semakin tinggi nilai kuat tekannya semakin tinggi pula mutu yang didapatkan. Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan adalah sebagai berikut:

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Dimana:

$f_c$  = Kuat tekan/kuat desak *paving block* (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm<sup>2</sup>)

Pada hakekatnya faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan *Paving Block* sama halnya dengan kuat tekan beton, yaitu sebagai berikut :

1. Faktor Air Semen.
2. Kepadatan.
3. Umur beton.
4. Jenis semen.
5. Jumlah Semen.

#### 4.3 Daya Serap Air *Paving Block*

Daya serap air *paving block* adalah persentase berat air yang mampu diserap melalui pori-pori oleh *paving block*. Hasil ini bisa didapatkan dengan membandingkan berat *paving block* kering dan basah (setelah perendaman didalam air). Berat *paving block* kering didapatkan dari pengovenan benda uji pada suhu  $\pm 105^\circ\text{C}$  dalam waktu 24 jam. Daya serap air dapat dicari berdasarkan SNI 03-0691-1996 seperti pada persamaan berikut:

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A - B}{B} \times 100 \%$$

Keterangan :

A = berat bata beton basah

B = berat bata beton kering

#### 4.4 Kuat Tarik Belah *Paving Block*

Perhitungan kuat tarik belah paving block berdasarkan BS EN 1338 adalah sebagai berikut:

$$T = 0.637 \frac{P}{S} k$$

Dengan :

T = Kuat tarik *paving block* (Mpa)

P = Besar beban saat benda uji pecah (N)

S = Luas bidang kerusakan (mm)

k = Faktor koreksi

#### 4.5 Ketahanan Aus

Ketahanan aus merupakan sebuah parameter yang penting bagi material yang sering bergesekan dengan benda lain, karena tingkat keausan menentukan umur pakai material tersebut. Indikasi yang menunjukkan bahwa material tersebut tahan aus adalah kecilnya pengurangan massa akibat pergesekan.

Ketahanan aus dihitung dengan rumus:

$$D = 1,26 G \times 0,0246$$

Dengan :

D = Ketahanan Aus (mm/detik)

G = Kehilangan Berat/Lama Pengausan (gr/menit)

### 5. METODE PENELITIAN

Metode penelitian bertujuan untuk merencanakan langkah-langkah kerja suatu penelitian mulai dari pengenalan masalah, pengumpulan data, pembuatan benda uji, pengujian, analisis data sampai mendapatkan hasil dari analisis data serta kesimpulan dan saran.

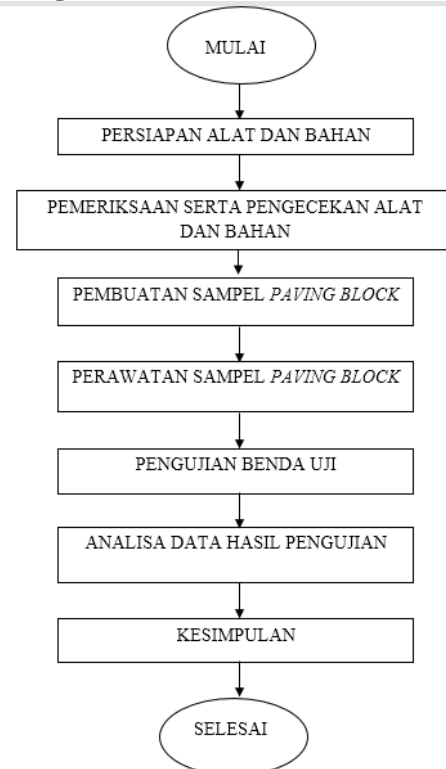
#### 5.1 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Dalam pembuatan benda uji dilakukan langkah-langkah yang sistematis dalam pelaksanaan penelitian ini, berikut tahapan-tahapannya :

1. Tahap persiapan bahan. Dalam tahap ini yang dilakukan adalah mempersiapkan bahan-bahan penyusun *paving block* yang diantaranya, mempersiapkan pasir agregat halus yang lolos ayakan 4.8 mm, semen, air, serat ijuk, dan *silica fume* sebagai bahan dalam pembuatan *paving block*.
2. Tahap pengujian bahan. Tahap ini Untuk mengetahui karakteristik dari bahan penyusun *paving block*. Dalam hal ini yang diteliti adalah air dan pasir. Tahap ini meliputi pemeriksaan gradasi pasir, pengujian berat jenis pasir, pengujian kadar lumpur,
3. Tahap pembuatan adukan. Setelah masing-masing bahan ditimbang, bahan kemudian diaduk dalam keadaan kering hingga homogen dalam bak adukan (Mixer) kemudian tuangkan air ke dalam bak adukan dengan merata, kemudian aduk hingga didapatkan adukan yang merata selama 10-15 menit.
4. Tahap pembuatan benda uji. Proses pembuatan atau pencetakan benda uji dilakukan dengan mesin pres. Mesin yang digunakan adalah mesin dengan sistem hidrolik dilengkapi sistem vibrator yang biasa digunakan untuk proses produksi *paving block*.
5. Tahap perawatan benda uji. Perawatan benda uji dilakukan setelah satu hari dari pencetakan *paving block*. Pada umur 1 hari atau benda uji cukup keras dilakukan perendaman dengan durasi 3 jam periode 2 kali sehari selama 2 hari, setelah direndam benda uji disiram dengan ditutupi bagian permukaan *paving block* menggunakan karung goni agar terjaga kelembabannya sampai *paving block* umur 28 hari.
6. Tahap pengujian benda uji. Pengujian *paving block* dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dan kualitas

*paving block* yang dihasilkan. Pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian kuat tekan dan daya serap air, kuat tarik belah, dan ketahanan aus.

## 5.2 Bagan Alir Penelitian



Gambar 5.1 Bagan alir penelitian

## 6. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 6.1 Analisis Data

Hasil penelitian ini dimulai dari pengujian karakteristik bahan hingga pengujian sampel benda uji yang dianalisis dari segi kuat tekan, penyerapan air, kuat tarik, dan keausan *paving block*.

1. Pengujian Berat Jenis Pasir dan Penyerapan Air

Tabel 6.1 Berat Jenis Pasir

Uraian	sampel 1	sampel 2	sampel 3	rata-rata
Berat kering pasir mutlak gram (Bk)	471	468	469	469
Berat pasir kondisi kerih jenuh muka (SSD), gram	500	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1012	1010	1009	1010
Berat piknometer berisi air, gram (B)	709	709	709	709
Berat jenis curah $B_k/(B + 500 - B_t)$	2,39	2,35	2,35	2,36
Berat jenis jenuh kering muka $500/(B + 500 - B_t)$	2,54	2,51	2,50	2,52
Berat jenis semu $B_k/(B + B_k - B_t)$	2,80	2,80	2,78	2,79
Penyerapan air $(500 - B_k)/B_k \times 100\%$ (%)	6,16	6,84	6,61	6,53

Berat jenis curah rerata sebesar 2,36 gram/cm<sup>3</sup>, berat jenis jenuh kering permukaan sebesar 2,52 gram/cm<sup>3</sup>, berat jenis semu sebesar 2,79 gram/cm<sup>3</sup>. Penyerapan air didapatkan persentase penyerapan air sebesar 6,53 %. Hasil pengujian berat jenis tersebut, didapatkan berat jenis jenuh kering permukaan 2,52 gram/cm<sup>3</sup>.

## 2. Pengujian Kadar Lumpur

Tabel 6.2 Kandungan Lumpur pada Pasir

No.	Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	rata - rata
1	berat pasir kering oven	500	500	500	500
2	Berat pasir kering oven setelah dicuci	481	476	478	478
3	Persentase lolos ayakan 200	3,8	4,8	4,4	4,33

Hasil pengujian kandungan lumpur sebesar 4,33%, angka tersebut memenuhi persyaratan persentase kandungan lumpur agregat halus yaitu < 5%.

## 3. Pengujian Gradasi Agregat Halus

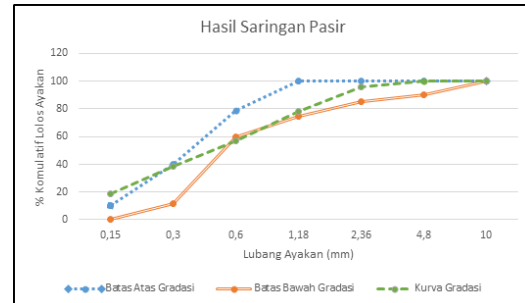
Tabel 6.3 Hasil Pengujian Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
10	0	0	0	100
4.8	0	0	0	100
2.36	77	3,87	3,87	96,13
1.18	351	17,66	21,53	78,47
0.6	423	21,28	42,81	57,19
0.3	371	18,67	61,48	38,52
0.15	390	19,62	81,10	18,90
sisa	375	18,87	100	0
jumlah	1987		310,79	

$$MHB = \frac{310,79}{100} = 3,11$$

Tabel 6.4 Daerah Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir yang Lolos Ayakan				Hasil Saringan
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV	
10	100	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100	100
2.36	60-95	75-100	85-100	95-100	96,13
1.18	30-70	55-90	75-100	90-100	78,47
0.6	15-34	35-59	60-79	80-100	57,19
0.3	5-20	20-30	12-40	15-50	38,52
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15	18,9



Gambar 6.1 Grafik Gradasi Pasir

Gradasi yang dihasilkan dari pengujian gradasi material agregat halus berada dalam batas yang disyaratkan pada gradasi III yaitu gradasi dengan jenis pasir agak halus.

Tabel 6.5 Komposisi Campuran

PC (gram)	Pasir (gram)	silica fume (gram)	serat ijuk (gram)	Variasi Panjang (cm)	Jumlah benda uji
6998,4	20995,2	349,92	209,95	2	12
6998,4	20995,3	349,93	209,95	4	12
6998,4	20995,4	349,94	209,95	6	12
6998,4	20995,5	0	0	0	12

4. Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*.

Pengujian kuat tekan *paving block* dilakukan pada waktu umur 28 hari, dengan variasi penambahan *silica fume* sebesar 5 % dan serat ijuk sebesar 3 % dari berat semen. Variasi panjang serat ijuk berturut-turut 2, 4, dan 6 cm dan digunakan *paving normal* sebagai pembanding.

Tabel 6.6 Kuat Tekan Kering *Paving Block*

No	Variasi	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Perubahan Nilai Kuat Tekan (%)
1	0	304,5	0
2	1	462,3	51,8
3	2	417,1	37,0
4	3	247,0	-18,9

Tabel 6.7 Kuat Tekan Basah *Paving Block*

No	Variasi	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Perubahan Nilai Kuat Tekan (%)
1		268,6	0
2		393,4	46,5
3		366,9	36,6
4		247,0	-8,1

5. Pengujian dilakukan pada benda uji pada umur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 untuk setiap variasi, penambahan *silica fume* 5% dan berat serat ijuk 3% dan panjang serat ijuk 2 cm, 4 cm, dan 6 cm dan 3 buah *paving block* tanpa variasi sebagai pembanding.

Tabel 6.8 Penyerapan Air *Paving Block*

No	Variasi	Penyerapan Air (%)	Mutu <i>Paving block</i> (SNI-03-0691-1996)
1	1	3,771	B
2	2	5,993	B
3	3	7,053	C
4	Normal	5,738	B

6. Pengujian kuat tarik belah *paving block* dilakukan dengan jumlah benda uji 3 buah untuk setiap variasi dengan penambahan *silica fume* 5% dan berat serat ijuk 3% dan panjang serat ijuk 2 cm,

4 cm, dan 6 cm dan 3 buah *paving block* tanpa variasi sebagai pembanding.

Tabel 6.9 Kuat Tarik *Paving Block*

Tabel 5.29 Rata-rata Kuat Tarik dan Persentase Peningkatan Kuat Tarik

Variasi	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)	Perubahan Kuat Tarik (%)
1	4,07	79,9
2	4,22	86,8
3	3,57	58
Normal	2,26	0

7. Hasil pengujian aus *paving block* dilakukan dengan mengebor permukaan *paving block* memakai mata bor khusus selama 15 menit setiap benda uji. dengan jumlah benda uji 3 untuk setiap variasi, penambahan *silica fume* 5% dan berat serat ijuk 3% dan panjang serat ijuk 2 cm, 4 cm, dan 6 cm dan 3 buah *paving block* tanpa variasi sebagai pembanding.

Tabel 6.10 Keausan *Paving Block*

No	Variasi	Keausan rata-rata (mm/det)	Mutu <i>Paving Block</i> (SNI 03-0691-1996)
1	1	0,0120	A
2	2	0,0122	A
3	3	0,0123	A
4	Normal	0,0139	A

6.2 Pembahasan

Kuat tekan rata-rata *paving block* variasi 1 (panjang serat 2 cm) meningkat sebesar 51,8% kemudian mengalami penurunan seiring dengan pertambahan panjang serat ijuk, pada variasi 2 (panjang serat 4 cm) terjadi peningkatan rata-rata kuat tekan sebesar 37% akan tetapi pada variasi 3 (panjang serat 6 cm) terjadi penurunan, peningkatan kuat tekan rata-rata variasi 3 sebesar -18,9%. Penurunan kuat tekan pada variasi serat yang lebih panjang dikarenakan panjang serat ijuk yang digunakan berpengaruh terhadap kehomogenan campuran. Hal ini terjadi dikarenakan panjang serat ijuk dengan rasio (l/d) >100 akan menyulitkan pengadukan pada saat pencampuran. Hal ini menyebabkan penggumpalan (flokulasi). Berdasarkan SNI

03-0691-1996 *paving block* variasi 1 dan 2 masuk pada kategori mutu A yang digunakan sebagai jalan, sedangkan *paving block* variasi 3 masuk pada *paving block* kategori mutu B.

Persentase penyerapan air variasi 1 sebesar 3,77%. variasi 2 sebesar 5,93% dan variasi 3 sebesar 7,05%. Penyerapan air pada variasi 1 lebih baik daripada pada paving normal, sedangkan pada variasi 2 dan 3 lebih tinggi daripada paving normal. Hal ini disebabkan karena panjang serat ijuk yang rasio ( $l/d$ ) > 100 menyebabkan flokulasi pada saat pencampuran sehingga banyak rongga-rongga yang terbentuk.

Pada *paving block* variasi 1 kuat tarik sebesar 4,07 Mpa atau meningkat sebesar 79,9%. Pada variasi 2 dengan rata-rata kuat tarik sebesar 4,22 Mpa atau meningkat sebesar 86,8 %. Pada variasi 3 rata-rata kuat tekan sebesar 3,57 Mpa meningkat 58 %.

*Silica fume* membantu proses hidrasi semen lebih maksimal. Selain itu *silica fume* mampu juga menjadi filler yang sangat baik karena partikel-partikel silika fume yang sangat halus mampu mengisi sela sela pada permukaan *paving block*, sehingga permukaan *paving block* lebih padat. Mengacu pada SNI 03-0691-1996 semua variasi *paving block* masuk pada kategori mutu A yang digunakan sebagai jalan.

## 7. KESIMPULAN DAN SARAN

### 7.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian kuat tekan hasil terbaik didapatkan pada variasi 1 dengan penambahan *silica fume* sebesar 5% dan serat ijuk sebesar 3% dari berat semen dengan panjang serat ijuk 2 cm dengan kuat tekan rata-rata sebesar 462,3 kg/cm<sup>2</sup>. Variasi 1 masuk pada SNI 03-169101996 mutu A digunakan sebagai jalan. Penyerapan air terendah ada pada variasi 1 dengan daya serap sebesar 3,77%, masuk dalam kategori mutu B pada SNI 03-0691-1996 digunakan sebagai pelataran parker. Hasil kuat tarik belah tertinggi yaitu pada variasi 2 dengan penambahan *silica fume*

sebesar 5% dan serat ijuk sebesar 3% dari berat semen dengan panjang serat ijuk 4 cm dengan kuat tekan rata-rata sebesar 4,08 Mpa. Pada uji aus terjadi peningkatan pada semua variasi paving block, berturut-turut peningkatan ketahanan aus yaitu 0,0120 mm/detik, 0,0122 mm/detik, dan 0,0123 mm/detik. Pada SNI 03-0691-1996 termasuk pada kelas A.

### 7.2 Saran

Pada penelitian ini didapatkan sampel serat ijuk yang mempunyai diameter bervariasi. Variasi diameter serat ijuk ini menyulitkan pada saat proses pencampuran benda uji yang membuat campuran kurang homogen. Sebaiknya dipilih serat ijuk dengan diameter yang seragam, agar pada saat pencampuran benda uji tidak terjadi penggumpalan yang membuat campuran kurang homogen. Pencampuran akan lebih baik bila dilakukan dengan menggunakan *mixer* jenis wadah yang dinamis dibandingkan dengan menggunakan *mixer* jenis wadah statis. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi persen penambahan *silica fume* yang berbeda dan variasi persen penambahan serat ijuk dari berat semen. Diharapkan pada penelitian selanjutnya didapatkan hasil yang lebih optimal. Melihat dari hasil penelitian perlu diperhatikan tentang panjang serat ijuk dan diameter serat ijuk.

## 8. DAFTAR PUSTAKA

- Andi Rahmat Gunawan., 2017, *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Pada Kuat Tekan Kering Kuat Tekan Basah Kuat Lentur dan Penyerapan Air pada Paving Block*, Universitas Islam Indonesia.
- Aris Rudianto Nugroho., 2010, *Pengaruh Penggunaan Bahan Tambah Silica Fume Abu Batu dan Serat Tali Plastic Konsentrasi 0,4% Dengan Variasi Panjang 1,2 dan 3 cm Pada Paving Block*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada.

- Badan Standarisasi Nasional., 1996, *Bata Beton (paving block) (SNI 03-0691-1996)*, Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional., 2008, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (SNI 1970:2008)*, Badan Standarisasi Nasional.
- El Gharif Hajar Aswad., 2010, *Pengaruh Penggunaan Berbagai Variasi Panjang Serat Polyethylene Konsentrasi 1,6% Pada Sifat-Sifat Paving Block Dengan Abu Batu dan Silica Fume*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada.
- Lucky Satyanegara., 2014, *Perbandingan Kuat tekan dan Kuat Lentur Pada Paving Block Normal dan Paving Block Campuran*, Program Diploma Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada.
- Marza Andreo., 2008, *Pengaruh Ijuk Sebagai Serat Terhadap Kuat Lentur Kuat Tekan Dan Kuat Geser Conblock*, Universitas Islam Indonesia.
- Rahadyan Kusumo Syailendra., 2010, *Pengaruh Penggunaan Berbagai Variasi Panjang Serat Polyethylene Konsentrasi 2% Pada Sifat-Sifat Paving Block Dengan Abu Batu dan Silica Fume*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada.
- Setiawan, T., 2006, *Pengembangan Paving Block menggunakan Fly Ash sebagai Bahan Bangunan di Bidang Teknik Sipil*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada.
- Shackle., 1990, *Design and Construction of Interlocking Concrete Block Pavements*, New York, USA.
- Tjokrodinuljo K., 2007, *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Wiryan Sarjono dan Agt Wahjono., 2008, *Pengaruh Serat Ijuk Pada Kuat Tarik Campuran Semen – Pasir dan Kemungkinan Aplikasinya*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya.



