

PEMANFAATAN LIMBAH PASIR SILIKA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI PASIR UNTUK PEMBUATAN PAVING BLOCK.

Gelar Yogha Luthfizar¹, Frebhika Sri Puji.P², Tauny Akbari³

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Banten Jaya

Jalan Raya Ciwaru II No.73 Kota Serang

yoghatwentyeight@gmail.com

Abstract : In the process of smoothing steel surface to remove rust using silica sand media, will produce Sandblasting waste containing silica \pm 60%. From the untreated Sandblasting waste, a research was conducted to reuse the material as a substitute for river sand or regular sand on paving block. The parameters to tested are compressive strength, and water absorption. The purpose of this research is the utilization of Sandblasting waste as an alternative substitute, so Sandblasting sand waste belongs to PT. Cilegon Fabricators Serang can be used or produced. The results showed that the addition of 100% pure silica composition of the standard composition can increase the paving block strength with age reaching 28 days with a value of 44.1 Mpa, water absorption of 2.15%.

Keywords: Paving block; sand waste of silica ; Sandblasting; compressive strength; water absorption

Abstrak : Pada proses penghalusan permukaan baja untuk menghilangkan karat menggunakan media pasir silika, akan menghasilkan limbah Sandblasting yang mengandung silika \pm 60%. Dari limbah Sandblasting yang tak terolah tersebut maka dilakukan penelitian untuk pemanfaatan kembali bahan tersebut sebagai bahan pengganti pasir sungai atau pasir biasa pada *paving block*. Parameter yang di uji adalah kuat tekan, penyerapan air. Tujuan dari penelitian ini adalah Pemanfaatan limbah Sandblasting sebagai bahan pengganti alternatif, sehingga limbah pasir Sandblasting milik PT. Cilegon Fabricators Serang dapat digunakan maupun diproduksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan komposisi pasi silika 100% dari komposisi standar mampu menambah kekuatan paving blok dengan umur mencapai 28 hari dengan nilai 44,1 Mpa, penyerapan air sebesar 2,15 %.

Kata kunci : Paving block; limbah pasir silika; Sandblasting; kuat tekan; penyerapan air.

PENDAHULUAN

Dalam menghadapi era globalisasi dunia, Indonesia yang dikenal sebagai salah satu negara berkembang di Asia dituntut untuk lebih kreatif serta memiliki ketrampilan dalam melakukan penelitian dan pengembangan bidang konstruksi, terutama pada teknologi pembuatan beton.

Berbagai cara dan inovasi dilakukan salah satunya penggunaan limbah pasir silika untuk pembuatan paving blok dengan komposisi 1 : 5. Hasil penelitian tersebut menunjukkan

bahwa pengurangan jumlah pasir sebesar 50 % dari komposisi asli mampu menambah kekuatan paving blok dengan umur mencapai 28 hari dengan nilai 37,30 Mpa, penyerapan air sebesar 3,54 % dan ketahanan aus sebesar 0,34 % (Sutikno, 2016).

Limbah Pasir Silika yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Proses Pembersihan Baja dari karat (*Sandblasting*) yang bergerak dalam bidang Konstruksi Baja di daerah Kabupaten Serang, yaitu PT. Cilegon Fabricators. Perusahaan tersebut menghasilkan limbah pasir silika sekitar 500 kg/bulan. Unsur *Si* dan *Fe* yang ada di pasir silika setelah digunakan pada proses *sandblasting* membuat bahan tersebut dianggap sebagai bahan berbahaya dan beracun (B3) apabila dibuang langsung ke lingkungan.

METODOLOGI PENELITIAN

Pada Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Menurut Sugiyono metode penelitian eksperimen adalah sebuah metode yang digunakan untuk mencari pengaruh sebuah perlakuan tertentu terhadap objek-objek yang ingin diteliti dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2012). Adapun tujuan dari penelitian eksperimen yaitu untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok kontrol pada perbandingan.

1. Survey dan observasi

Mengadakan pengamatan dan peninjauan pada lokasi di tempat limbah *Sandblasting* secara langsung di PT. Cilegon Fabricators Jln.Salira-Argawana Desa Argawana Kecamatan Pulo Ampel Kabupaten Serang Provinsi Banten. Untuk mendapatkan data primer yang menyangkut limbah pasir silika dan data sekunder untuk penelitian yang berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-0691 1996).

2. Studi literatur tentang permasalahan penelitian.

Studi literatur untuk penelitian ini berasal dari Jurnal Penelitian sebelumnya dan Laporan UKL-UPL Perusahaan.

Teknik Analisis Data

Pengumpulan Data

1. Alat dan Bahan Pembuatan *Paving block*

Adapun bahan yang digunakan dalam pencetakan *Paving blok* sebagai berikut :

- a. Semen
- b. Air
- c. Limbah Pasir Sililka Dari Proses *Sandblasting*

Sedangkan peralatan yang digunakan sebagai berikut :

- a. Ember
- b. Alat Pencetak Paving Block/alat gablokan
- c. Ayakan Pasir Besar
- d. Sendok Semen

2. Proses Pembuatan Paving Blok

Cara pembuatan *paving block* dengan sederhana yaitu seperti dibawah ini

- Metode Konvensional: Pembuatan paving blok cara konvensional dilakukan dengan menggunakan alat gablokan dengan beban pemadatan yang berpengaruh terhadap tenaga orang yang mengerjakan.

Pada penelitian ini, Paving blok dibuat dengan ukuran 20cm x 10cm x 5cm untuk jalan biasanya dibuat dengan perbandingan campuran 1 PC : 3 pasir. Sedangkan peneliti membuat komposisi dengan perbandingan 2kg PC : 5kg pasir

Berikut langkah-langkah atau prosedur pembuatan paving blok dengan menggunakan metode konvensional:

- Menentukan perbandingan campuran yang akan dipergunakan, perbandingan yang digunakan 2 kg PC : 5kg Pasir
- Setelah bahan ditakar sesuai dengan perbandingan campuran, campur dan aduk sampai rata dalam keadaan lembab.
- Masukkan bahan yang telah dicampur kedalam cetakan dan padatkan dengan cara ditumbuk-tumbuk dalam cetakan, kemudian cetakan dibalik dan diangkat secara perlahan-lahan.
- Setelah tercetak, simpan paving ditempat yang teduh dan lembab.

- Setelah 24 jam, paving dilepas dari plat alasnya dan direndam dalam air selama 3 hari.
- Selanjutnya paving diangin-anginkan dan diangkat selama 14 hari, setelah kering paving siap dipakai setelah umur 30 hari.

Pengolahan Data

- Uji Laboratorium

Uji laboratorium dilaksanakan di UPT Laboratorium dan Alat Berat Dinas Pekerjaan Umum Kota Cilegon

- Tahapan Pengujian
 - a. Benda uji di timbang terlebih dahulu untuk menentukan berat dari benda uji tersebut.
 - b. Kemudian ambil 5 benda uji tersebut dan siap untuk ditekan hingga hancur dengan mesin penekan yang dapat diatur kecepatannya. Kecepatan penekanan dari mulai pemberian beban sampai contoh uji hancur, diatur dalam waktu 1 sampai 2 menit. Arah penekanan pada contoh uji disesuaikan dengan arah tekanan beban didalam pemakaiannya.

- Uji Kuat Tekan

Pemeriksaan kuat tekan dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat paving blok tersebut ketika digunakan. Rumus uji paving blok adalah sebagai berikut :

$$\text{Kuat Tekan : } \frac{P}{L}$$

Keterangan

L

P= Beban Tekan, N

L= luas bidang tekan

(Sumber : SNI 03-0691-1996)

- Uji Penyerapan Air

Pengukuran daya serap di hitung sebagai berikut :

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

B

Keterangan

A : Berat bata beton basah

B : Berat Bata beton kering

(Sumber : SNI 03-0691-1996)

- Pengujian Penyerapan Air
 - a. Ambil lima buah benda uji dalam keadaan utuh direndam dalam air hingga jenuh (24 jam), ditimbang dalam keadaan basah.
 - b. Kemudian dikeringkan dalam dapur pengering selama kurang lebih 24 jam pada suhu kurang lebih 105⁰C sampai beratnya pada dua kali penimbangan berselisih tidak lebih dari 0,2% penimbangan terdahulu.

Analisis Data

Uji Anova adalah bentuk khusus dari analisis statistik yang banyak digunakan dalam penelitian eksperimen. metode analisis ini dikembangkan oleh R.A Fisher. Anova satu arah, digunakan untuk menguji perbedaan diantara dua atau lebih kelompok dimana hanya terdapat satu faktor yang dipertimbangkan. Hasil yang didapat dari pengujian sampel akan dibandingkan dengan penelitian Sutikno(2016) dan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0691-1996).

Sedangkan rumus uji anova adalah sebagai berikut :

1. Menghitung Jumlah Kuadrat (Sum of Squares) total Jk_t , antar kelompok (Jk_a) dan dalam kelompok (Jk_d) untuk menghitung digunakan rumus sebagai berikut :

a.
$$Jk_t = \sum X^2 - \frac{\sum x^2}{N}$$

b.
$$Jk_a = \left\{ \frac{(\sum x_1)^2}{n_1} + \frac{(\sum x_2)^2}{n_2} + \frac{\sum x_3^2}{n_3} \right\} - S_k$$

c. $Jk_d = Jk_t - Jk_a$

2. Menghitung derajat kebebasan (degree of freedom) total (dbt), antar kelompok (dba) dan dalam kelompok (dbd) dengan rumus :

a. $dbt = N - 1$

b. $dba = K - 1$

c. $dbd = N - K$

3. Menghitung rata-rata kuadrat (mean of square) antar kelompok (Rka) dan dalam kelompok (Rkd), dengan rumus :

a. $Rka = \frac{Jka}{dbd}$

b. $Rkd = \frac{Jkd}{dbd}$

4. Menghitung perbandingan atau rasio F dengan rumus :

$$F = \frac{Rka}{Rkd}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pengambilan Sampel Limbah Pasir Silika.

Pengambilan sampel dilakukan di Tempat Penyimpanan Sementara Limbah Unit III (TPSL B3) PT. Cilegon Fabricators. Sampel yang diambil sebanyak 5% dari total limbah 500 kg yaitu 25 kg. Pengambilan sampel ditempatkan pada kaleng cat yang setiap 1 kalengnya berisikan 5 kg limbah pasir silika..



Gambar 1. Proses Pengambilan Sampel

Proses Pembuatan *Paving Block*

Tahapan proses pembuatan paving block adalah sebagai berikut :

- a) Pertama-tama bahan ditakar terlebih dahulu dengan komposisi perbandingan 2 kg semen PC : 5 kg limbah pasir silika dan air secukupnya.
- b) Setelah bahan ditakar, campurkan semua bahan menjadi satu dan aduk hingga tercampur semua kemudian tambahkan air secukupnya.
- c) Setelah adonan jadi, lalu tuang adonan kedalam cetakan yang telah disiapkan dengan ukuran 20cm x 10cm x 6cm.
- d) Agar adonan paving block rapih, tusuk-tusuk adonan paving block menggunakan besi atau kayu. Setelah itu, biarkan sampai 24 jam ditempat yang teduh.
- e) Kemudian paving block dikeluarkan dari cetakan dan siap dikeringkan dibawah terik matahari.
- f) Keringkan paving blok selama \pm 30 hari sambil di siram air secukupnya agar paving tidak retak atau pecah.
- g) Dari semua langkah-langkah pembuatan diatas, didapatkan sampel *paving block* sebanyak 15 paving berbentuk bata.
- h) *Paving block* yang berhasil utuh sampai diuji sebanyak 8 buah *paving block*, dan yang masuk kategori standar hanya 3 buah *paving block* K-300-450.



Gambar 2. Proses Pembuatan Paving Block

Proses Pengujian *Paving Block*

Setelah *Paving Block* dikeringkan selama \pm 28 hari, paving siap untuk di uji kualitas tekanannya dan penyerapan airnya. Pengujian paving block dilakukan di UPT Laboratorium & Alat Berat Dinas Pekerjaan Umum Kota Cilegon.

1. Uji Kuat Tekan

Sebelum di uji, paving ditimbang terlebih dahulu untuk menentukan berat jenisnya. Paving Block yang di uji pada penelitian ini adalah paving block K-300 - 400 untuk peruntukan lahan parkir berat dan jalan perumahan.

Setelah Paving Block ditimbang, letakkan benda uji tersebut di Mesin Penekan atau *Compressive Strength* untuk diuji kekuatan dari paving block sampai hancur. Ketika sedang diuji, jarum yang ada pada mesin akan menunjukkan kekuatan dari paving blok tersebut. Dari proses pengujian kuat tekan di atas, didapatkan nilai kuat tekan sebesar 44,1 Mpa, 47,5 Mpa, 45,5 Mpa pada *paving block* berumur 28 hari

Perhitungannya seperti dibawah ini :

$$\begin{aligned}\text{Kuat Tekan} &= \frac{89418 \text{ Kg}}{200 \text{ cm}^2} \\ &= 447,09 \text{ Kg/cm}^2 = 44,1 \text{ Mpa}\end{aligned}$$



Gambar 3. Pengujian Kuat Tekan

2. Uji Penyerapan Air

Untuk menguji penyerapan air pada *paving block* dilakukan tahapan berikut :

1. Pertama-tama siapkan 3 benda uji dan air 1 ember.
2. Lalu masukan benda uji kedalam ember yang sudah berisikan air. Rendam benda uji tersebut selama 24 jam.
3. Setelah di rendam selama 24 jam, angkat benda uji tersebut lalu timbang untuk mengukur berat basah dari benda uji tersebut.
4. Ketika sudah ditimbang, keringkan lagi benda uji tersebut ditempat yang teduh selama 24 jam.

5. Apabila benda uji tersebut sudah kering, timbang benda uji tersebut untuk menentukan berat kering.
6. Dari proses pengujian tersebut, didapatkan nilai penyerapan air 2.26%, 2.14%, dan 2.17%

Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan air} = 2,26\%$$



Gambar 4. Pengujian berat beton basah



Gambar 5. Pengujian Berat Beton Kering.

Hasil Penelitian ini dibandingkan dengan komposisi hasil penelitian sutikno (2016) berumur 28 hari dan Standar Nasional Indonesia 03-0691-1996 (1996) berumur 28 hari untuk membahas apakah disetiap komposisi memiliki perbandingan nilai kuat tekan dan penyerapan air yang sama atau berbeda dari data-data yang sudah didapat ketika pengujian sampel. Untuk menganalisis data tersebut peneliti menggunakan uji anova satu arah.

Pengaruh Komposisi Pasir Silika Terhadap Kuat Tekan Paving Block

Untuk mengetahui pengaruh dari pasir silika terhadap kuat tekan paving block maka dilakukan langkah-langkah berikut :

- Langkah pertama yaitu menentukan hipotesis terlebih dahulu yaitu :
- H_0 : untuk penelitian ini adalah bahwa semua komposisi memiliki rata rata kuat tekan yang sama.
 H_1 : untuk penelitian ini adalah tidak semua komposisi memiliki rata rata kuat tekan yang sama.
- Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka H_0 diterima. Begitu juga sebaliknya. Kemudian buat tabel penolong untuk anova satu jalur

Tabel 1. Tabel Penolong untuk Menghitung Anava 1 Jalur

Kuat Tekan Umur 28 Hari					
Komposisi 1:3*		Komposisi 2:5*		Total	
X_1	X_1^2	X_3	X_3^2	X_t	X_t^2
35	1.225	44,1	1.944,8	79,1	6.256,8
35	1.225	47,5	2.256,2	82,5	6.806,2
35	1.225	45,5	2.070,25	80,5	6.480,2
105	3675	137,1	6.271,3	242,5	19.543,4

Keterangan : (*) 1:3 = 1 kg Semen : 3 kg Pasir Sungai(SNI 03-0691-1996)

(*) 2:5 = 2 kg Sendok Semen : 5 kg Pasir Silika (Hasil Peneliti).

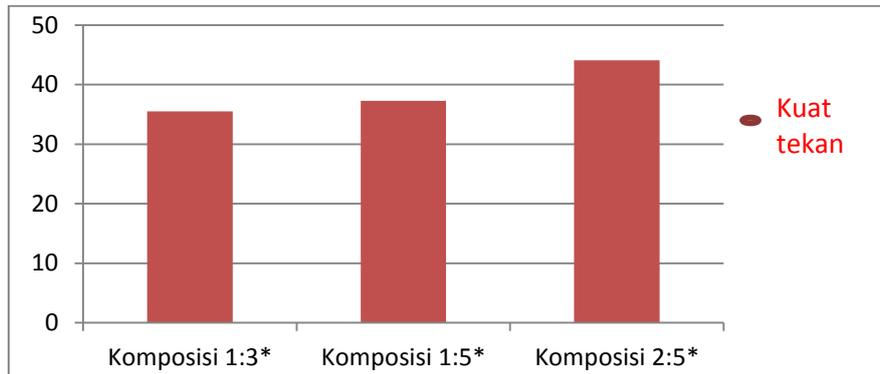
- Maka perhitungannya sebagai berikut :
 - Menghitung Jumlah Kuadrat (Sum of Squares) total Jk_t , antar kelompok (Jka) dan dalam kelompok (Jkd)

Tabel 2. Tabel Ringkasan Analisis Varian 1 Jalur.

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Estimasi	Rasio F	F Teoritik	F Tabel
Antar kelompok	180	2	90	0,0281	9,55%	Probabilita 0,01 = 99,00
Dalam Kelompok	9603	2	3201			Probabilita 0,05 = 19,00

Berdasarkan hasil perhitungan, F_{hitung} di atas $\leq F_{tabel}$, maka H_0 diterima. Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa semua komposisi memiliki rata-rata kuat tekan yang sama.

Perbandingan daya serap air dari komposisi 1:3, 1:5 dan 2:5 dituangkan dalam grafik seperti dibawah ini :



Gambar 6. Grafik Perbandingan Komposisi *Paving Block*

Berdasarkan grafik diatas, bahwa hasil penelitian *paving block* dengan komposisi 2 : 5 memiliki kuat tekan yang lebih baik dibandingkan *paving block* lainnya. Dikarnakan komposisi pasir biasa diganti dengan limbah pasir silika. Dan juga paving block hasil penelitian ini dibuat dengan metode manual atau konvensional.

Waktu simpan *paving block* juga menjadi faktor bertambahnya kuat tekan *paving block* tersebut. Semakin lama waktu simpan menyebabkan bertambahnya waktu kontak antara SiO_2 dan Ca(OH)_2 . Kandungan kalsium hidroksida akan mengurangi kepadatan karena dapat membentuk rongga udara pada *paving block* yang dihasilkan. Oleh karena itu, semakin banyak Ca(OH)_2 yang mampu diikat oleh SiO_2 dapat menambah kepadatan *paving block* sehingga kuat tekannya meningkat.

Pengaruh Pasir Silika Terhadap Penyerapan Air *Paving Block*

Untuk mengetahui pengaruh dari pasir silika terhadap kuat tekan paving block maka dilakukan langkah-langkah berikut :

1. Langkah pertama yaitu menentukan hipotesis terlebih dahulu yaitu :
H0 : untuk penelitian ini adalah bahwa semua komposisi memiliki rata rata penyerapan air yang sama.
H1 : untuk penelitian ini adalah : tidak semua komposisi memiliki rata rata penyerapan air yang sama.
2. Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka H0 diterima. Begitu juga sebaliknya.
3. Kemudian buat tabel penolong untuk anova satu jalur

Tabel 3. Tabel Penolong untuk Menghitung Anova 1 Jalur.

Penyerapan Air Umur 28 Hari

Kompoisisi		Komposisi		Total	
1:3		2:5*			
X_1	X_1^2	X_3	X_3^2	X_t	X_t^2
3	9	2,26	5,10	5,26	27,66
3	9	2,14	4,57	5,14	26,41
3	9	2,17	4,70	5,17	26,72
9	27	6,57	14,37	15,57	80,79

Keterangan : (*) 1:3 = 1 kg Semen : 3 kg Pasir Sungai(SNI 03-0691-1996)

(*) 2:5 = 2 kg Sendok Semen : 5 Pasir Silika (Hasil Penyusun).

4. Maka perhitungannya sebagai berikut :

- Menghitung Jumlah Kuadrat (Sum of Squares) total Jk_t , antar kelompok (Jka) dan dalam kelompok (Jkd) untuk menghitung digunakan rumus sebagai berikut :

a. $Jk_t = 80,79 - \left(\frac{15,57}{6}\right)^2 = 80,79 - 40,40 = \mathbf{40,39}$

b. $Jk_a = \left\{ \frac{(9)}{3} + \frac{(6,57)}{3} \right\} - 40,40$
 $= 41,3 - 40,40$
 $= \mathbf{0,9}$

c. $Jk_d = 40,39 - 0,9$
 $= \mathbf{39,5}$

- Menghitung derajat kebebasan (degree of freedom) total (dbt), antar kelompok (dba) dan dalam kelompok (dbd) dengan rumus :

a. $dbt = 6 - 1 = 5$

b. $dba = 3 - 1 = 2$

c. $dbd = 6 - 3 = 3$

- Menghitung rata-rata kuadrat (mean of square) antar kelompok (Rka) dan dalam kelompok (Rkd), dengan rumus :

a. $Rka = \frac{0,9}{2} = \mathbf{0,45}$

$$b. Rkd = \frac{39,5}{3} = 13,17$$

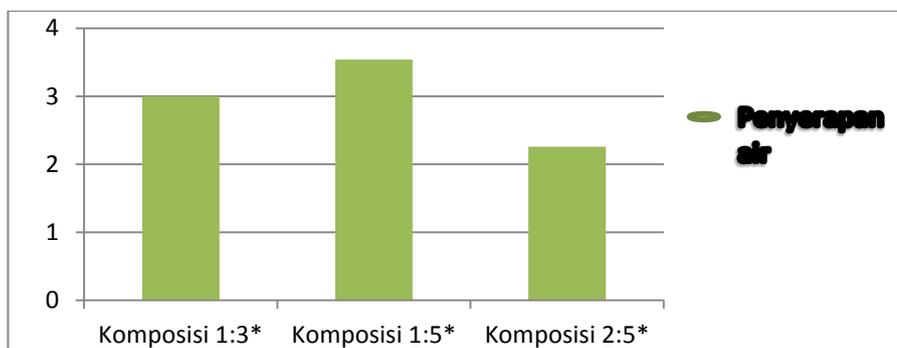
- Menghitung perbandingan atau rasio F dengan rumus :

$$F = \frac{0,45}{13,17} = 0,0341$$

Tabel 4. Tabel Ringkasan Analisis Varian 1 Jalur.

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Estimasi	Rasio F	F Teoritik	Interpretasi
Antar kelompok	0,9	2	0,9	0,0341	9,55%	Tdk Signifikan
Dalam Kelompok	39,5	3	13,17			

Berdasarkan hasil perhitungan, F hitung di atas \leq F tabel, maka H₀ diterima. Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa semua komposisi memiliki rata-rata penyerapan air yang sama. Perbandingan daya serap air dari komposisi 1:3, 1:5 dan 2:5 dituangkan dalam grafik seperti dibawah ini :



Gambar 7. Grafik Perbandingan Daya Serap Air Pada Paving Block

Berdasarkan grafik diatas, bahwa hasil penelitian *paving block* dengan komposisi 2 : 5 memiliki daya serap air yang kurang bagus pada umur 28 hari . Dikarnakan semakin lama masa simpan menyebabkan bertambah nya waktu kontak antara SiO₂ dan Ca(OH)₂.

Waktu simpan *paving block* juga menjadi faktor bertambahnya kuat tekan *paving block* tersebut. Semakin lama waktu simpan menyebabkan bertambahnya waktu kontak antara SiO₂ dan Ca(OH)₂. Kandungan kalsium hidroksida akan mengurangi kepadatan karena

dapat membentuk rongga udara pada *paving block* yang dihasilkan. Oleh karena itu, semakin banyak Ca(OH)_2 yang mampu diikat oleh SiO_2 dapat menambah kepadatan *paving block* sehingga kuat tekannya meningkat.

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat maka dapat dianalisis bahwa komposisi 2 : 5 memiliki nilai kuat tekan 44,1 Mpa dan Penyerapan Air 2,26%. Nilai tersebut lebih besar dibandingkan standar maksimum SNI komposisi 1 : 3. Dengan nilai kuat tekan 40 Mpa dan Penyerapan Air 3 % . Nilai tersebut juga lebih besar dibandingkan dengan penelitian Sutikno (2016) dengan komposisi 1:5 yang bernilai kuat tekan 37,3 Mpa dan penyerapan air sebesar 3,54% . Hasil analisa dari penyerapan air pun sangat berpengaruh terhadap kuat tekan *paving block* dikarenakan tidak ada rongga yang udara yang terdapat dalam *paving block*, maka *paving block* semakin tinggi kualitas kuat tekannya. Sebaliknya, jika terdapat banyak rongga udara, maka kualitas *paving block* juga mudah hancur.

Kesimpulan

Paving block dengan komposisi 2 pc : 5 ps memiliki nilai kuat tekan yang tinggi yaitu 44,1 Mpa umur 28 hari. Nilai kuat tekan ini lebih tinggi dari hasil penelitian Putra (2016) dengan nilai 37,3 Mpa umur 28 hari dan Standar Nasional Indonesia dengan nilai maksimum 40 Mpa. Dari pernyataan di atas, bahwa limbah pasir silika dari proses *sandblasting* dapat digunakan sebagai bahan pengganti pasir sungai untuk pembuatan *paving block* .

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S.,Triwikantoro (2010). “*Sintesis Silika Amorf Berbasis Pasir Alam Slopeng Menggunakan Metode Alkalifusion*”. ITS, Surabaya
- Laksmi Nisita D dkk (2010). “*Pemanfaatan Limbah Fly Ash Sisa Pembakaran Batu Bara Dengan Metode Solidifikasi-Stabilisasi Sebagai Bahan Campuran Paving Block Geopolimer*”, Jurnal Teknik Lingkungan UNDIP, Semarang.
- Suparsih, T. H, Zainuri (2013). “*Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Pasir Silika Sebagai Pengisi Bahan Komposit Anti Korosi*”. ITS, Surabaya.
- Endika E dkk (2013). “*Pengaruh Penambahan Silica Fume Pada Campuran Paving Block Terhadap Karakteristik Paving Block*”.

- Jurnal Teknik Sipil FT Universitas Riau.
- SNI (1996). *Standar Nasional Indonesia 03-0691-1996 : Bata Beton (Paving Block)*.
- Putra, Sutikno Yusuf Eka (2016). “*Pemanfaatan Limbah Sandblasting Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving Blok*”. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil FT Unesa*. Vol.1. No.(1). 81-86.
- Hughes, Robert. T. 1976. “*Abrasive Blasting Operations (Engineering Control and Work Practices Manual)* National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Physical Sciences and Engineering”. Cincinnati. Ohio
- Sulastrri, Siti dkk (2010). “*Berbagai Macam Senyawa Silika : Sintesis, Karakteristik dan Pemanfaatan.*” dan *Daya Serap Airnya*”. *Jurnal Teknik Kimia* No.4, Vol.19 FT Universitas Sriwijaya.
- Dalam Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, FMIPA, UMY. [21 Maret 2017]
- Sugiyono (2012). “*Metode Penelitian Eksperimen*”. (Online) Vol.107.31-32 Tersedia <http://digilib.unila.ac.id/7800/16/BAB%20III.pdf>. [21 Maret 2017].
- Patel. N. Dixit dkk (2014). “*Techno Economical Development of Low-Cost InterLocking Paverblock by Partially Replacement of Portland Pozzolana Cement With Used Foundry Sand Waste*” *Journal of International Academic Research For Multidisciplinary*, VallabhVidyanagar, Gujarat, India.
- Hambali, M dkk (2013). “*Pengaruh Komposisi Kimia Bahan Penyusun Paving Block Terhadap Kuat Tekan*”