

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME:	NOMER:	HALAMAN:	SURABAYA	ISSN:
	03	03	1 - 8	2016	2252-5009

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
• Vol 3 Nomer 3/rekat/16 (2016)	
PENGARUH PENAMBAHAN SILICA FUME PADA <i>POROUS CONCRETE BLOCK</i> TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS	
<i>Eko Febrianto, Arie Wardhono,</i>	01 – 08



UNESA
Universitas Negeri Surabaya

PENGARUH PENAMBAHAN SILICA FUME PADA *POROUS CONCRETE BLOCK* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS

Eko Febrianto

Mahasiswa S1 Teknik Sipil, Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
ecco.ariansyah@gmail.com

Abstrak

Berkurangnya lahan hijau menyebabkan permasalahan lingkungan akibat dari pembangunan yang semakin berkembang pesat. Banyak lahan yang dulunya berfungsi sebagai penyerap air, saat ini tertutup oleh gedung-gedung dan perkerasan jalan. *Paving block* adalah salah satu alternatif yang umumnya digunakan, namun masih memiliki kemampuan yang rendah dalam meresapkan air limpasan ke tanah. Oleh karena itu dibuat alternatif lain dengan menggunakan *porous concrete block* sebagai solusi dalam pengelolaan air. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan silica fume terhadap kuat tekan, permeabilitas dan komposisi yang optimal pada *porous concrete block*. Penelitian ini bersifat uji laboratorium, artinya dalam setiap tahapan penelitian ini akan dilakukan di laboratorium yang mendukung dalam penelitian ini. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah *paving block* dengan panjang 21 cm, lebar 10,5 cm, dan tebal 8 cm. Sedangkan untuk mengetahui analisa kecepatan penyerapan air digunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm, dan tinggi 30 cm. Komposisi silica fume yang digunakan 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% dari berat semen. Faktor air semen yang digunakan penelitian ini adalah 0,3. Parameter yang diujikan adalah kuat tekan dan permeabilitas. Dari pengujian *porous concrete block* didapatkan komposisi optimum dengan menggunakan silica fume 10%. Dimana diperoleh kuat tekan sebesar 20,40 MPa. Sedangkan untuk nilai permeabilitasnya diperoleh nilai porositas sebesar 15,50 %, analisa kecepatan penyerapan air sebesar 0,29 cm/det, dan persentase lolos airnya sebesar 80,33 %. Dari hasil penelitian ini diperoleh *porous concrete block* dengan spesifikasi tertinggi untuk area parkir, dimana kuat tekan minimum yang disyaratkan adalah 17 MPa.

Kata kunci : *porous concrete block* , silica fume, kuat tekan, permeabilitas.

Abstract

The lessening of green area cause environmental problems as a result of the development is growing rapidly. Lands that used to serve as a water absorbent, currently covered by buildings and pavement. *Paving block* is one alternative that is commonly used, but still have a poor ability to absorb water runoff into the ground. Therefore, another alternative is made by using *porous concrete block* as a solution in water management. The purpose of this study was to determine the effect of silica fume on compressive strength, permeability and optimal composition of the porous concrete block. This study is a laboratory test, meaning that in each phase of this study will be carried out in laboratories that support this research. Specimens used in this study is *paving block* with a length of 21 cm, width 10,5 cm, and 8cm thick. As for knowing the speed of water absorption analyzer is used specimen cylinder with a diameter of 15 cm, and 30 cm high. The composition of silica fume used 10%, 20%, 30%, 40%, and 50% by weight of cement. Cement water factor used this study was 0,3. The parameters tested are the compressive strength and permeability. Testing of porous concrete block optimum composition obtained by using silica fume 10%. Where obtained compressive strength of 20,40 MPa. As for the value permeabilitasnya porosity values obtained 15,50%, the analysis of the water absorption speed of 0,29 cm / sec, and the percentage of the water escapes by 80,33%. From these results obtained porous concrete block with the highest specifications for the parking area, where the required minimum compressive strength is 17 MPa.

Keywords : porous concrete block , silica fume, compressive strength, permeability.

PENDAHULUAN

Pembangunan konstruksi di Indonesia dewasa ini semakin berkembang pesat. Hal tersebut tentunya akan berdampak pada berkurangnya lahan hijau yang menyebabkan permasalahan lingkungan. Salah satu permasalahan lingkungan yang timbul akibat perkembangan konstruksi yang begitu pesat adalah pengelolaan air. Buruknya pengelolaan air pada

lingkungan sering mengakibatkan bencana banjir yang sering terjadi saat musim hujan datang. Hal ini disebabkan selain karena curah hujan yang tinggi juga oleh tertutupnya lahan yang mampu meresapkan air limpasan hujan ke dalam tanah berkurang akibat pembangunan.

Kota-kota besar di Indonesia seperti Jakarta dan Surabaya sudah banyak dibangun gedung-gedung bertingkat, sehingga banyak lahan yang tadinya berfungsi menyerap air saat ini tertutup oleh gedung-gedung dan

perkerasan jalan. Perkerasan jalan dari beton maupun aspal bersifat kedap air, sehingga air hujan akan langsung tergenang di jalan-jalan tersebut. Jalan di area permukiman umumnya merupakan *paving block* atau *paving stone*, namun *paving block* di area tersebut memiliki kemampuan yang masih rendah dalam meresapkan air limpasan ke tanah. Untuk mengatasi hal tersebut salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan mengaplikasikan *porous concrete block*.

Porous concrete block adalah salah satu teknologi dalam beton berpori yang bertujuan untuk meresapkan air limpasan dari permukaan langsung ke dalam tanah. Sedangkan beton berpori sendiri menurut (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007) beton berpori adalah suatu bentuk sederhana dari jenis beton ringan yang dalam pembuatannya tidak menggunakan agregat halus, sehingga menghasilkan beton yang berpori dan mempunyai berat yang lebih ringan dari beton normal. Menurut Dwi Kusuma (2012) salah satu kelebihan beton berpori adalah mudah meloloskan air (*Environment Friendly*), sehingga meningkatkan resapan air ke dalam tanah.

Beton berpori kurang cocok jika digunakan untuk perkerasan yang memiliki intensitas tinggi, serta membutuhkan kuat tekan tinggi. Hal ini disebabkan oleh bentuk beton berpori yang memiliki rongga-rongga yang menyebabkan kuat tekan beton berpori relatif rendah. Semakin tinggi porositas beton maka kemampuannya untuk menahan beban akan semakin kecil, jadi apabila semakin besar kuat tekan beton maka porositas beton terhadap air akan semakin kecil. Menurut ACI (*American Concrete Institut*) 522R-10 beton berpori memiliki kuat tekan sebesar 2,8-28 MPa, menjadikan beton berpori lebih cocok bila diaplikasikan sebagai area tempat parkir, jalan taman, *sidewalk*, trotoar, atau jalanan di perumahan dengan intensitas kendaraan yang kecil. Meskipun demikian, penerapan beton berpori apabila dilihat dari fungsi serta kegunaannya memiliki peranan yang penting bagi lingkungan secara jangka panjang.

Penelitian tentang *porous concrete block* sebelumnya pernah dilakukan oleh (Tamara, dkk. 2009). Dari penelitian tersebut diperoleh hasil yang paling optimum adalah dengan menggunakan campuran 1 PC : 0,3 air : 4 agregat. Dari penelitian tersebut kemudian dikembangkan lagi dengan cara menambahkan bahan silika fume sebagai substitusi bahan semen, sehingga diperoleh *porous concrete block* yang lebih ramah lingkungan. Selanjutnya akan dianalisa bagaimana pengaruhnya terhadap kuat tekan, porositas, dan permeabilitasnya setelah ditambahkan bahan *admixture* silika fume.

Dari permasalahan yang ada pada latar belakang kemudian dibuat rumusan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan silika fume terhadap kuat tekan *porous concrete block*?
2. Bagaimana pengaruh penambahan silika fume terhadap permeabilitas *porous concrete block*?
3. Bagaimanakah komposisi yang optimal pada *porous concrete block* dengan penambahan silika fume terhadap kuat tekan dan permeabilitas?

Hasil penelitian ini nantinya diharapkan dapat berguna sebagai berikut :

1. Acuan aplikasi beton berpori pada paving atau *porous concrete block* dengan penambahan silika fume, sehingga dapat mewujudkan konstruksi ramah lingkungan di Indonesia. Dimana aplikasi beton berpori sebagai perkerasan masih jarang digunakan.
2. Dapat mengurangi terjadinya banjir serta memberikan dampak yang baik bagi pengelolaan siklus air.

KAJIAN PUSTAKA

Agregat

Pada beton berpori sendiri jenis gradasi agregat yang digunakan biasanya adalah agregat dengan gradasi yang buruk, dimana agregat dengan gradasi buruk memiliki rongga-rongga antar tiap susunan agregatnya. Agregat yang digunakan dalam beton berpori mempengaruhi berat jenis dari beton berpori yang dibentuk. Berat beton berpori umumnya berkisar 60% sampai 75% dari beton biasa (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007). Ukuran agregat maksimum yang biasa digunakan pada beton berpori adalah 10 sampai 20 mm. Sedangkan untuk agregat halus pada beton berpori hanya digunakan sedikit atau tidak dipakai sama sekali.

Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Portland Composite Cement* (PCC) yaitu bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak, gypsum, dan satu atau lebih bahan anorganik. Kegunaan semen jenis ini sesuai untuk konstruksi beton umum, pasangan batu bata, plesteran, bangunan khusus seperti beton pracetak, beton para-tekan dan *paving block*. Semen yang dibutuhkan dalam pembuatan beton berpori sebaiknya dalam kondisi yang baik serta memenuhi standard SNI 15-7064-2004 mengenai *Portland Composite Cement* (PCC).

Silika Fume

Silika fume merupakan hasil sampingan dari produk logam silikon atau *alloy ferosilikon*. Menurut standart dari "Spesification for Silika Fume faor Use in Hydraulic Cement Concrete and Mortal" (ASTM.C.1240, 1995 : 637-642), silika fume adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak

dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau *alloy* besi silikon (Dikenal sebagai gabungan antara *micro silica* dengan *silica fume*). Alasan *silica fume* dipilih sebagai *admixture* dalam penelitian ini adalah karena kandungan silika yang ada pada *silica fume* sangat tinggi (90%), sehingga diharapkan dapat mengurangi kebutuhan semen dan menambah kuat tekan pada beton berpori.

Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan akan dilakukan dengan menggunakan alat uji kuat tekan beton. Dimana pada pengujian ini beton akan ditekan hingga rusak atau hancur untuk mengetahui seberapa kuat tekan maksimum yang dimiliki.

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

f_c' = Kuat Tekan (MPa)
P = Beban yang diterima (N)
A = Luas Penampang (mm²)

Permeabilitas

1. Porositas

Porositas adalah nilai perbandingan dari volume pori dengan volume total suatu spesimen yang dinyatakan dalam persen. Perhitungan porositas menggunakan rumus sebagai berikut (Grajuantomo, 2008):

$$\% \text{ Rongga Udara} = \frac{BN - BS \text{ (Kg)}}{BN} \times 100 (\%) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

BN = Berat Beton Normal (Kg)
BS = Berat Sampel (Kg)

2. Analisa Kecepatan Penyerapan Air

Perhitungan kecepatan air dilakukan secara manual yaitu benda uji dialiri air lalu dihitung waktu air berada diatas permukaan atas benda uji sampai air keluar di permukaan bawah benda uji.

$$V = \frac{H \text{ (m)}}{T \text{ (s)}} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

V = Kecepatan air (m/s)
H = Tinggi Benda uji (m)
T = Waktu air mengalir (s)

3. Analisa Persentase Lolos Air

Perhitungan persentase lolos air dilakukan secara manual yaitu benda uji dialiri air lalu diukur jumlah air

yang dihasilkan atau lolos dari benda uji. Rumus Perhitungan persentase lolos air :

$$\% \text{ Lolos Air} = \frac{\text{Jumlah Air Lolos (ml)}}{1000} \times 100 \% \dots \dots \dots (4)$$

METODE

Penelitian ini bersifat uji laboratorium, artinya dalam setiap tahapan penelitian ini akan dilakukan di laboratorium yang mendukung dalam penelitian ini. Laboratorium yang digunakan sebagai tempat pengujian dalam penelitian ini adalah laboratorium pembuatan *paving block* milik PT. Merak Jaya Beton sebagai tempat penelitian. Penelitian ini merupakan suatu pengujian untuk mengetahui pengaruh penambahan *silica fume* pada *porous concrete block* terhadap nilai kuat tekan dan permeabilitas. Komposisi *silica fume* yang digunakan masing-masing sebesar 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%.

Tabel 1. Komposisi Mix Design Penelitian

Komposisi	Semen	Silica Fume	Air	Agregat
I	1	-	0.3	4
II	0.9	0.1	0.3	4
III	0.8	0.2	0.3	4
IV	0.7	0.3	0.3	4
V	0.6	0.4	0.3	4
VI	0.5	0.5	0.3	4

Pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara pengujian langsung di laboratorium. Dimana data-data yang didapatkan akan dikumpulkan serta diolah dan kemudian dianalisa untuk menarik kesimpulan mengenai pengaruh komposisi *admixture* pada beton berpori ditinjau dari kuat tekan dan permeabilitas. Pada penelitian ini terdapat 6 buah komposisi, dimana tiap komposisi dibuat sebanyak 12 buah sehingga total dari benda uji yang akan dibuat adalah 72 buah. Dimana benda uji untuk tiap komposisi akan diuji pada hari ke 7,14, dan 28.

Teknik analisis data pada penelitian ini dari data mentah ke dalam data kelompok, kemudian disajikan dalam bentuk tabel, gambar, dan grafik dengan menggunakan bantuan *Microsoft excel* sehingga mudah dipahami. Dari data yang sudah berbentuk kuantitatif (data berbentuk angka) kemudian dianalisa secara deskripsi kualitatif.

Secara umum tata cara serta langkah-langkah yang dilakukan untuk membuat benda uji dibagi menjadi 3 bagian, yaitu persiapan, pengadukan benda uji, pencetakan, dan curing. Pada penelitian ini proses pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Pada umur 7 hari 3 benda uji untuk tiap

komposisinya akan di uji kuat tekannya, hal ini juga dilakukan pada hari ke 14 dan ke 28, sedangkan untuk permeabilitasnya akan diuji pada umur 28 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Silica Fume

Silica Fume yang digunakan pada penelitian ini adalah salah satu jenis dari produk SIKKA , yang didapat dari PT. Sika Indonesia Gresik. Untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung pada material Silica Fume, maka perlu dilakukan sebuah pengujian dengan Tes XRF (*X-Ray Fluorescence*). Dalam penelitian ini pengujian Tes XRF (*X-Ray Fluorescence*) dilakukan di Laboratorium Sentral Mineral dan Material Maju FMIPA Universitas Negeri Malang (UM).

Diharapkan sebagian besar unsur-unsur yang terkandung dalam kandungan Silica Fume adalah unsur kapur (Ca), alumina (Al), besi (Fe), dan silica (Si) karena keempat unsur tersebut merupakan unsur-unsur penting yang terkandung dalam komposisi semen. Berikut hasil tes X-Ray Fluorecence (XRF) pada silica fume :

Tabel 2 Hasil Pengujian XRF Silica Fume

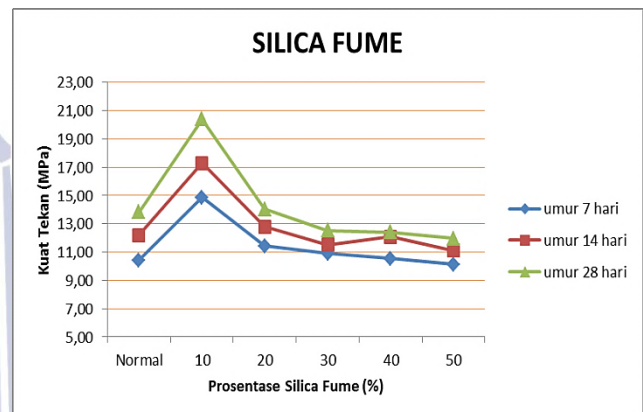
Coumpound	Conc (%)	Methods
Si	79,9 ± 0,2	XRF
K	5,05 ± 0,26	
Ca	4,41 ± 0,004	
Cr	0,074 ± 0,005	
Mn	0,35 ± 0,003	
Fe	8,22 ± 0,003	
Ni	0,18 ± 0,002	
Cu	0,20 ± 0,0007	
Zn	0,91 ± 0,009	
As	0,12 ± 0,005	
Eu	0,20 ± 0,05	
Re	0,20 ± 0,05	
Pb	0,20 ± 0,02	
Helium		
Coumpound	Conc (%)	Methods
Na	4,1	XRF
Si	56,2	
K	6,49	
Ca	6,32	
Ti	0,39	
Cr	2,2	
Mn	18	
Ce	6,6	

Berdasarkan hasil pengujian (*X-Ray Fluorescence*), bisa diketahui bahwa kandungan unsur kimia silica fume yang digunakan pada penelitian ini

didominasi oleh unsur silica (Si) sebanyak 79,90%, besi (Fe) sebanyak 8,22%, dan kapur (Ca) sebanyak 6,32%.

2. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan saat beton berumur 7, 14, dan 28 hari pada setiap komposisi benda uji (Komposisi I, II, III, IV, V, dan VI). Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan seperti pada tabel dan grafik dibawah ini :



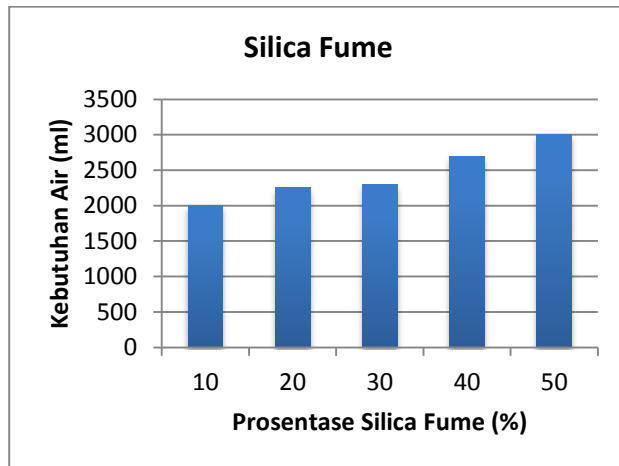
Gambar 1. Grafik Hubungan Prosentase Penggunaan Silica Fume dengan Kuat Tekan Beton

Pada pengujian kuat tekan pada *porous concrete block* diperoleh kesimpulan bahwa semakin tinggi prosentase penambahan silica fume pada *porous concrete block*, kuat tekan beton semakin menurun. Pada prosentase 10% beton mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan *porous concrete block* tanpa penggunaan silica fume, akan tetapi pada prosentase 20% sampai dengan 50% beton mengalami penurunan kekuatan. Penurunan tersebut dikarenakan semakin tinggi penggunaan silica fume beton menjadi semakin berpori, sehingga membuat rongga-rongga antar agregat menjadi lebih besar.

Secara umum kuat tekan pada *porous concrete block* lebih baik daripada penelitian sebelumnya, terutama pada penambahan silica fume 10% dari berat semen. Pada komposisi dengan penambahan silica fume 10% kuat tekan yang dihasilkan hampir dua kali lebih baik daripada penelitian sebelumnya. Dimana pada penelitian sebelumnya didapatkan kuat tekan optimum dengan ketebalan 80 cm sebesar 9,64 MPa, dan dengan ketebalan 60 cm sebesar 13,59 MPa. Pada penambahan silica fume 20% sampai dengan 50% terjadi penurunan kuat tekan, akan tetapi masih lebih baik daripada hasil penelitian sebelumnya. Sehingga dapat disimpulkan komposisi yang paling optimal untuk kuat tekan pada *porous concrete block* dengan penambahan silica fume adalah 10% dari berat semen, karena mempunyai kuat tekan yang paling optimum sebesar 20,40 MPa dengan

mutu paving B (Untuk area parkir). Salah satu yang membuat hasil kuat tekan pada penelitian ini lebih baik adalah sebelum paving di press benda uji di *blowing* dulu agar pengisian pada cetakan lebih merata dan padat.

Pada penelitian ini faktor air semen (FAS) yang digunakan tidak lagi menggunakan 0,3, akan tetapi bertambah menjadi 0,5. Hal tersebut dikarenakan sifat dari silica fume yang mudah menyerap air, sehingga perlu ditambahkan air agar beton mudah dibentuk dan bisa homogen.



Gambar 2. Grafik Hubungan Prosentase Penggunaan Silica Fume Terhadap Kebutuhan Air

Penambahan faktor air semen (FAS) pada penelitian ini dilakukan dengan berpedoman pada *portland cement association*, yaitu dengan cara menggenggam material yang sudah diaduk. Apabila campuran tidak pecah, maka material sudah baik dan layak untuk dikerjakan. Penambahan faktor air semen dengan cara seperti yang menyebabkan pada umur beton 14 hari dengan prosentase 40% terjadi peningkatan kuat tekan, kemudian kembali turun pada prosentase 50%. Hal tersebut karena penambahan air yang kurang stabil.

3. Pengujian Permeabilitas

Pengujian permeabilitas dalam penelitian ini meliputi, pengujian porositas, analisa kecepatan penyerapan air, dan pengujian persentase lolos air. Berikut adalah hasil pengujian pada permeabilitas porous concret block :

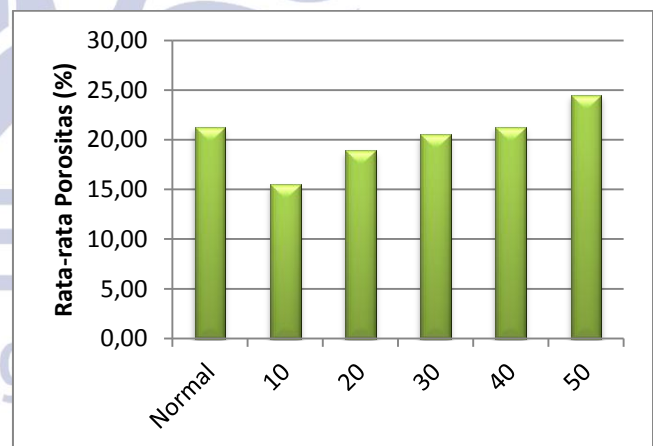
1. Porositas

Pengujian porositas dilakukan untuk mengetahui nilai perbandingan dari volume pori dengan volume total suatu spesimen yang dinyatakan dalam persen. Dari hasil penelitian didapat kesimpulan semakin besar persentase silica fume, maka semakin besar porositas yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan semakin besar

persentase silica fume, maka kepadatan benda uji akan semakin rendah.

Tabel 3. Hasil Pengujian Porositas *Porous Concrete Block*

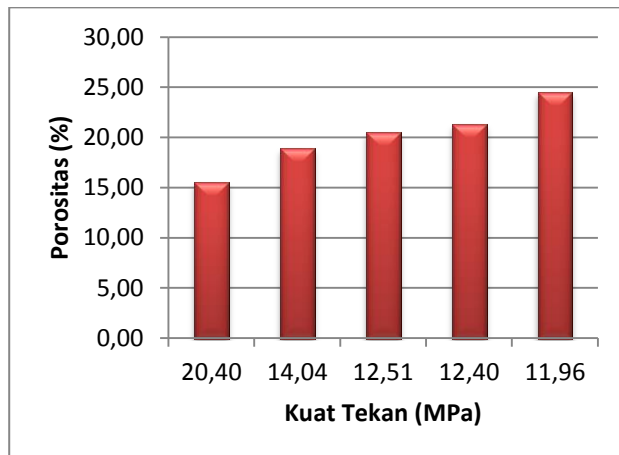
Keterangan	Berat Benda Uji (Kg)	Berat Normal (Kg)	Porositas (%)	Rata-rata Porositas (%)
Normal	3,20	4,15	22,89	21,29
Normal	3,30	4,15	20,48	
Normal	3,30	4,15	20,48	
SF 10%	3,50	4,15	15,66	15,50
SF 10%	3,52	4,15	15,18	
SF 10%	3,50	4,15	15,66	
SF 20%	3,50	4,15	15,66	18,88
SF 20%	3,40	4,15	18,07	
SF 20%	3,20	4,15	22,89	
SF 30%	3,20	4,15	22,89	20,48
SF 30%	3,30	4,15	20,48	
SF 30%	3,40	4,15	18,07	
SF 40%	3,10	4,15	25,30	21,29
SF 40%	3,30	4,15	20,48	
SF 40%	3,40	4,15	18,07	
SF 50%	3,10	4,15	25,30	24,50
SF 50%	3,10	4,15	25,30	
SF 50%	3,20	4,15	22,89	



Gambar 3. Grafik Hubungan Prosentase Penggunaan Silica Fume dengan Porositas

Dari semua hasil porositas dari setiap persentase penggunaan silica fume semua telah memenuhi persyaratan dari *portland semen assosiation*, dimana nilai porositas dari beton berpori adalah 15-25%. Pada penelitian ini juga dapat disimpulkan semakin besar persentase silica fume maka semakin besar porositas yang dihasilkan.

Porositas pada *porous concrete block* juga dipengaruhi oleh kuat tekan dari *porous concrete block* itu sendiri. Pengaruh dari kuat tekan pada *porous concrete block* adalah semakin tinggi nilai porositas pada *porous concrete block*, maka semakin kecil kuat tekan yang akan didapat. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi nilai porositas pada beton, maka kepadatan beton akan semakin berkurang, sehingga menghasilkan beton dengan kuat tekan yang rendah.



Gambar 4. Grafik Hubungan Porositas dengan Kuat Tekan

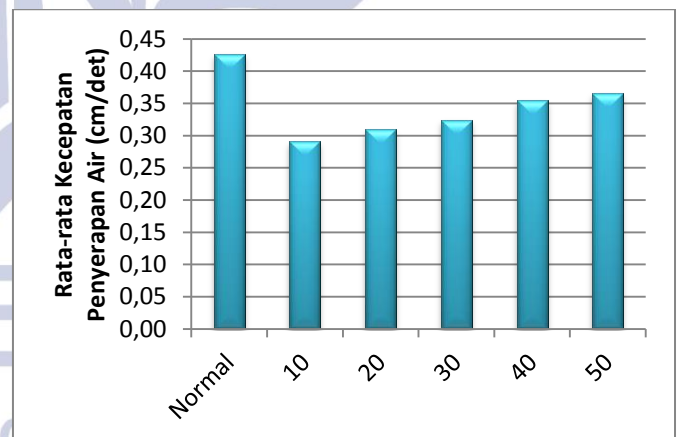
2. Kecepatan Penyerapan Air

Perhitungan kecepatan air dilakukan secara manual yaitu benda uji dialiri air lalu dihitung waktu air berada diatas permukaan atas benda uji sampai air keluar di permukaan bawah benda uji. Air yang digunakan dalam pengujian Kecepatan Penyerapan Air pada porous concret block adalah sebanyak 1000 ml. Benda uji dialiri air dengan ketinggian ± 25 cm, kemudian waktu mulai dihitung saat air mulai keluar dari bawah permukaan benda uji. Setelah air yang dialiri habis, hentikan waktunya dan catat berapa waktunya.

Dari semua hasil analisa kecepatan penyerapan air dari setiap persentase penggunaan silica fume semua telah memenuhi persyaratan dari *porland semen association*, dimana nilai analisa kecepatan penyerapan air dari beton berpori adalah 0,2 cm/det - 0,533 cm/det. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan semakin tinggi persentase penggunaan silica fume, maka kecepatan penyerapan airnya juga semakin tinggi Begitu juga sebaliknya. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi persentase penggunaan silica fume, maka semakin besar porositas beton berpori, sehingga kepadatan beton juga akan berkurang. Berikut adalah hasil pengujian kecepatan Penyerapan Air pada *porous concret block* :

Tabel 4. Hasil Pengujian Kecepatan Penyerapan Air
Porous Concrete Block

Keterangan	Tinggi Benda Uji (cm)	Waktu (Det)	Kecepatan Air (cm/det)	Rata-rata Kecepatan Air (cm/det)
Normal	30	72	0,42	0,43
Normal	30	70	0,43	
Normal	30	69	0,43	
SF 10%	30	110	0,27	0,29
SF 10%	30	98	0,31	
SF 10%	30	102	0,29	
SF 20%	30	97	0,31	0,31
SF 20%	30	105	0,29	
SF 20%	30	90	0,33	
SF 30%	30	92	0,33	0,32
SF 30%	30	90	0,33	
SF 30%	30	96	0,31	
SF 40%	30	89	0,34	0,36
SF 40%	30	80	0,38	
SF 40%	30	85	0,35	
SF 50%	30	85	0,35	0,37
SF 50%	30	81	0,37	
SF 50%	30	80	0,38	



Gambar 5. Grafik Hubungan Prosentase Penggunaan Silica Fume dengan Analisa Kecepatan Penyerapan Air

3. Persentase Lolos Air

Persentase lolos air sangat dipengaruhi oleh porositas dari benda uji. Dari hasil analisa persentase lolos air dapat disimpulkan semakin tinggi persentase penggunaan silica fume, maka persentase lolos airnya juga semakin tinggi. Begitu juga sebaliknya. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi persentase penggunaan silica fume, maka semakin besar porositas beton berpori, sehingga semakin besar porositas pada beton berpori,

maka semakin besar juga rongga-rongga yang ada pada beton.

Pengujian analisa persentase lolos air bertujuan untuk mengetahui berapa persen air yang dapat lolos saat dialiri air dengan volume air sebanyak 1000 ml. Dari pengujian tersebut tidak 100% air dapat lolos. Hal tersebut dikarenakan beberapa persen dari volume air masih tertinggal didalam benda uji. Berikut adalah hasil pengujian persentase lolos air *porous concrete block* :

Tabel 5. Hasil Pengujian Persentase Lolos Air *Porous Concrete Block*

Keterangan	Jumlah Air (ml)	Lolos Air (ml)	Prosentase (%)	Rata-rata Lolos Air (%)
Normal	1000	930	93,00	92,50
Normal	1000	925	92,50	
Normal	1000	920	92,00	
SF 10%	1000	800	80,00	80,33
SF 10%	1000	810	81,00	
SF 10%	1000	800	80,00	
SF 20%	1000	820	82,00	82,00
SF 20%	1000	825	82,50	
SF 20%	1000	815	81,50	
SF 30%	1000	840	84,00	84,17
SF 30%	1000	835	83,50	
SF 30%	1000	850	85,00	
SF 40%	1000	870	87,00	86,60
SF 40%	1000	860	86,00	
SF 40%	1000	868	86,80	
SF 50%	1000	920	92,00	91,00
SF 50%	1000	900	90,00	
SF 50%	1000	910	91,00	



Gambar 6. Grafik Hubungan Prosentase Penggunaan Silica Fume dengan Persentase Lolos Air

Dari hasil analisa persentase lolos air diatas pada komposisi normal diperoleh rata-rata porositas sebesar 92,50%, dan pada komposisi dengan penambahan silica fume 10% diperoleh porositas 80,33%, pada penambahan silica fume 20% terjadi peningkatan rata-rata porositas sebesar 82,00%, pada penambahan silica fume 30% juga terjadi peningkatan rata-rata porositas sebesar 84,17%, serta pada penambahan silica fume 40% dan 50% terjadi peningkatan rata-rata porositas sebesar 86,60% dan 91,00%.

PENUTUP

Kesimpulan

- Semakin tinggi persentase penambahan silica fume pada *porous concrete block*, kuat tekan beton akan semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak penambahan silica fume pada *porous concrete block*, maka kepadatan beton akan semakin berkurang. Selain itu faktor air semen (FAS) juga sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton. Terlalu besar faktor air semen yang digunakan dapat menyebabkan beton terlalu encer dan kuat tekannya menurun, apabila faktor air semennya terlalu kecil beton akan susah untuk dibentuk. Oleh sebab itu perlu adanya kontrol yang baik pada penggunaan faktor air semen (FAS).
- Pengaruh penggunaan silica fume pada permeabilitas *porous concrete block* ada tiga, yaitu:
 - Pertama pengaruh terhadap porositas, Semakin besar persentase silica fume, maka semakin besar porositas yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan semakin besar persentase silica fume, maka kepadatan benda uji akan semakin rendah. Selain itu juga dikarenakan semakin tinggi nilai porositas, maka semakin kecil kuat tekan yang didapat.
 - Yang kedua adalah pengaruhnya terhadap kecepatan penyerapan air, Semakin tinggi persentase penggunaan silica fume, maka kecepatan penyerapan airnya juga semakin tinggi. Begitu juga sebaliknya. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi persentase penggunaan silica fume, maka semakin besar porositas beton berpori.
 - Kemudian yang terakhir, semakin tinggi persentase penggunaan silica fume, maka persentase lolos airnya juga semakin tinggi. Begitu juga sebaliknya. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi persentase penggunaan silica fume, maka semakin besar porositas beton berpori, sehingga semakin besar porositas pada beton berpori, maka semakin besar juga rongga-rongga yang ada pada beton yang dapat meloloskan air.

3. Komposisi yang paling optimal pada *porous concrete block* dengan penambahan silica fume terhadap kuat tekan dan permeabilitas adalah 10% dari berat semen, karena dari hasil penelitian *porous concrete block* dengan penambahan silica fume 10% dari berat semen mempunyai kuat tekan yang tertinggi dan permeabilitasnya masih memenuhi persyaratan yang diijinkan. Pada penelitian ini kuat tekan pada *porous concrete block* lebih baik daripada penelitian sebelumnya, terutama pada penambahan silica fume 10% dari berat semen. Pada komposisi dengan penambahan silica fume 10% kuat tekan yang dihasilkan hampir dua kali lebih baik daripada penelitian sebelumnya. Pada penambahan silica fume 20% sampai dengan 50% terjadi penurunan kuat tekan, akan tetapi masih lebih baik daripada hasil penelitian sebelumnya. Salah satu yang membuat hasil kuat tekan pada penelitian ini lebih baik adalah sebelum paving di press benda uji di *blowing* dulu agar pengisian pada cetakan lebih merata dan padat.

Saran

1. Dalam pembuatan benda uji dengan cara mekanis (mesin) sebaiknya pengadukan dan pengisian material dilakukan secara otomatis dengan mesin (*Bit Lower*) agar campuran lebih homogen dan volume pengisian sama, sehingga menghasilkan kepadatan paving yang sama.
2. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan persentase silica fume antara 1-10% dari berat semen, karena dari hasil penelitian yang telah dilakukan campuran yang paling optimum adalah penggunaan silica fume 10% dari berat semen.
3. Dapat dikembangkan lagi penelitian tentang *porous concrete block* dengan penambahan sedikit pasir (agregat halus) untuk mendapatkan kuat tekan yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 1996. SNI 03-0691-1996: Batan Beton (*Paving Block*). Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional (DSN).
- SNI 03-1968-1990. 1990. Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- ACI 522R-10. 2010. *Report On Pervious Concrete*. USA: American Concrete Institute Committe 522.
- ASTM.C.1240, 1995 : 637-642, "Spesification for Silica Fume faor Use in Hydraulic Cement Concrete and Mortal". Silica fume.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono. 1996. *Teknologi Beton*, Yogyakarta.

- Nawy, E. G. 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Murdock, L.J, and Brook K. M.. 1986. *Bahan dan praktek Beton* (alih bahasa Stephanus Hendarko), Erlangga : Jakarta.
- Tamara, P., & Sahusilawane, D. 2009. *Pembuatan Porous Concrete Block*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Ferdian, F. 2012. *Studi Penelitian Komposisi Beton Berpori Dengan Variasi Jenis Dan Presentase Bahan Admixture Terkait Nilai Kuat Tekan Pada Aplikasi Sidewalk*. Jakarta: Universitas Bina Nusantara.
- Park, S., & Tia, M. 2003. *An Experimental Study On The Water-Purification Properties Of Porous Concrete*. *Cement and Concrete Research*, 177-184.
- Sulistyorini, Dwi Kusuma. 2013. *Beton Non Pasir (No Fines Concrete)*. Surakarta: Universitas : Universitas Sebelas Maret.
- Grajuantomo. 2008. *Pembuatan Beton Lulus Air (Porous Concrete) Menggunakan Material Geopolimer Sebagai Bahan Pengikat*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- UNESA. 2000. *Pedoman Penulisan Artikel Jurnal*, Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya.