

ANALISIS KUAT TEKAN DAN LAJU INFILTRASI PADA BETON POROUS K-200 DENGAN TAMBAHAN SIKAFUME

Asep Kurnia Hidayat¹⁾, Rosi Nursani²⁾, Salim Faiz El-hasbi³⁾, Mohammad Syarif Al Huseiny⁴⁾

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi
Jalan Siliwangi No. 24 Tasikmalaya, Jawa Barat, Indonesia

E-mail : faizelhasbi@gmail.com

Abstrak

Beton porous memiliki pori-pori yang lebih banyak dari beton normal yang menyebabkan kuat tekannya lebih rendah. Perlu dilakukan penelitian untuk dapat meningkatkan kuat tekan beton porous. Penelitian dilakukan dengan cara menambahkan zat aditif yaitu sika fume pada campuran beton porous dengan presentase 0%, 3%, 5% dan 7% dari berat semen. Dilakukan dua pengujian yaitu pengujian kuat tekan dan pengujian laju infiltrasi. Bentuk benda uji yang digunakan adalah silinder dengan ukuran 15cm x 30cm dan plat dengan ukuran 50cm x 50cm x 5cm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat beton berumur 7, 14 dan 28 hari sedangkan pengujian laju infiltrasi dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian 7% sika fume ke dalam campuran beton porous menghasilkan kuat tekan tertinggi dengan nilai kuat tekan sebesar 22,46 MPa. Sedangkan nilai maksimum dari pengujian laju infiltrasi ditunjukkan pada beton porous dengan pemakaian sika fume sebesar 3% dengan nilai laju infiltrasi sebesar 2550310,41 mm/jam. Dari hasil penelitian dapat diamati bahwa semakin banyak sika fume yang digunakan maka semakin tinggi nilai kuat tekan dan semakin kecil nilai laju infiltrasinya.

Kata kunci : Beton porous, kuat tekan, laju infiltrasi, sika fume.

Abstract

Porous concrete has more pores than normal concrete which causes lower compressive strength. Research needs to be done to increase the compressive strength of porous concrete. The research was conducted by adding an additive, namely Sika fume to the porous concrete mixture with a percentage of 0%, 3%, 5% and 7% of the cement weight. Two tests were carried out, namely the compressive strength test and the infiltration rate test. The shape of the test object used is a cylinder with a size of 15cm x 30cm and a plate with a size of 50cm x 50cm x 5cm. The compressive strength test was carried out when the concrete was 7, 14 and 28 days old, while the infiltration rate test was carried out when the concrete was 28 days old. The results showed that the use of 7% Sika fume into the porous concrete mixture produced the highest compressive strength with a compressive strength value of 22.46 MPa. While the maximum value of the infiltration rate test is shown in porous concrete with the use of 3% Sika fume with an infiltration rate of 2550310.41 mm/hour. From the results of the study, it can be observed that the more Sika fume used, the higher the compressive strength value and the smaller the infiltration rate.

Keywords : Porous concrete, compressive strength, infiltration rate, sika fume.

I. PENDAHULUAN

Genangan air dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu kondisi curah hujan yang tinggi, kebersihan di lingkungan masyarakat yang tidak terjaga, sistem perencanaan dan pemeliharaan drainase kota yang kurang baik,

kondisi sebagian tanah yang tidak lagi mampu menyerap air dengan baik dan sebagainya. Terdapat banyak cara untuk mengurangi resiko terjadinya genangan air salah satunya adalah menggunakan suatu bahan untuk perkerasan jalan yang dapat menyerap air.

Perkerasan jalan dari beton maupun aspal pada umumnya bersifat kedap air, sehingga ketika hujan turun jalan tersebut akan langsung tergenang air. Genangan air yang berlebihan di ruas jalan dapat menjadi pemicu kemacetan dan membahayakan pengendara yang menyebabkan terjadinya kecelakaan. Perkerasan jalan menggunakan beton berpori atau beton porous dapat menjadi salah satu solusi dalam mengatasi genangan air.

Beton porous atau beton pori (*pervious concrete*) adalah jenis beton khusus dengan porositas tinggi yang dapat digunakan sebagai lapis perkerasan jalan. Beton pori memungkinkan air dari curah hujan dan sumber-sumber lain untuk melewati langsung sehingga mengurangi limpasan dari suatu area yang tergenang. Beton porous memiliki pori-pori yang lebih banyak daripada beton normal. Beton porous terdiri dari agregat kasar, semen, air, dan *admixure* yang diinginkan. Beton porous merupakan beton dengan campuran agregat halus yang sedikit atau bahkan tidak ada sama sekali pasir dalam *mix desain* dan nilai FAS (Faktor Air Semen) yang lebih rendah dari beton normal, hal ini membuat beton porous lebih ekonomis dan ramah lingkungan jika dibandingkan dengan beton normal.

Beton porous penggunaannya terbatas pada lalu lintas dengan kepadatan rendah seperti trotoar, jalan taman, tempat parkir, jalur jogging, jalan kecil. Hal ini dikarenakan kuat tekan beton porous lebih rendah dari beton normal[1]. Diperlukan zat tambahan yang mampu meningkatkan kuat tekan beton. Dalam penelitian ini peneliti akan menambahkan sika fume pada campuran beton porous. Sika fume merupakan generasi terbaru aditif beton yang didasarkan dari teknologi silika fume. Menurut standar (ASTM.C.1240,1995: 637-642) silika fume adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau alloy besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara microsilika dengan silika fume)[2]. Pozzolan adalah bahan alam atau buatan yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silikat (SiO_2) dan atau (Al_2O_3) yang reaktif. Meskipun tidak memiliki sifat mengikat seperti semen, tetapi dalam bentuk yang halus

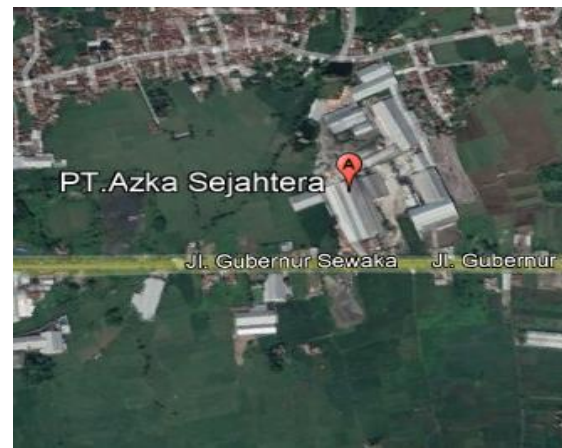
dan dengan adanya air dan kalsium hidroksida maka senyawa-senyawa tersebut akan bereaksi pada suhu normal membentuk suatu massa yang padat dan sukar larut dalam air[3].

II. BAHAN DAN METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kajian eksperimental yang dilakukan dengan cara mengamati perkembangan dari hasil pengujian beton porous (kuat tekan dan laju infiltrasi) dengan menggunakan tambahan sika fume. Presentase sika fume yang digunakan yaitu sebesar 0%, 3%, 5%, 7% dari berat semen. Bentuk benda uji yang digunakan adalah silinder dengan ukuran 15cm x 30cm dan plat dengan ukuran 50cm x 50cm x 5cm. Jumlah benda uji yang dibuat yaitu 48 buah yang terdiri dari 36 buah benda uji silinder dan 12 buah benda uji plat. pengujian kuat tekan dilaksanakan pada saat beton mencapai umur 7, 14, 28 hari. pengujian laju infiltrasi dilaksanakan pada saat beton mencapai umur 28 hari.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. AZKA SEJAHTERA, Kota Tasikmalaya.



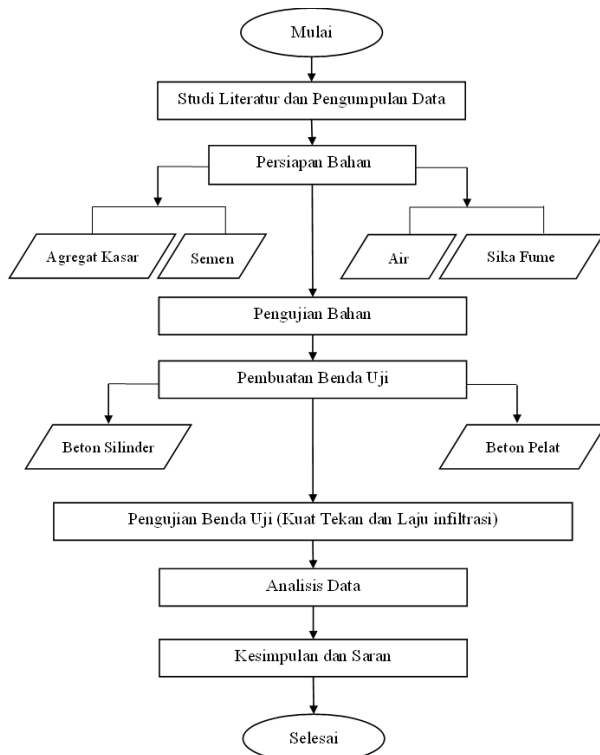
Gambar 1. Lokasi Penelitian

Waktu Penelitian

Penelitian ini mulai dilaksanakan pada tanggal 14 Desember 2021.

Alur Penelitian

Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi beberapa tahap. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada bagan alur penelitian berikut ini:



Gambar 2. Bagan Alur Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Bahan

a. Berat jenis dan penyerapan air

Pelaksanaan dan perhitungan uji berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 1969:2008[4]. Berikut ini adalah hasil pengujiannya:

Tabel 1. Hasil Pengujian Berat Jenis

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kering oven	A	1968	1974	Gram
Berat benda uji jenuh kering permukaan di udara	B	2000	2000	Gram
Berat benda uji dalam air	C	1216	1216	Gram

Tabel 2. Pengujian Penyerapan Air

Perhitungan	Notasi	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah kering (Sd)	$\frac{A}{B - C}$	2,51	2,53	2,52
Berat jenis curah jenuh permukaan (Ss)	$\frac{B}{B - C}$	2,55	2,56	2,56
Berat jenis semu (Sa)	$\frac{A}{A - C}$	2,62	2,62	2,62
Penyerapan air (Sw)	$\frac{B - A}{A} \times 100\%$	2,63	1,32	1,47

Dari pengujian berat jenis dan penyerapan air didapatkan nilai rata-rata berat jenis curah kering sebesar 2,52 gram, berat jenis curah kering permukaan sebesar 2,56 gram, berat jenis semu sebesar 2,62 gram. Nilai ini memenuhi spesifikasi nilai minimum menurut SNI 03-1969-2008 adalah 2,5 gram.

Nilai presentase penyerapan air yang didapatkan adalah sebesar 1,47% artinya agregat kasar layak untuk digunakan karena nilai tersebut lebih kecil dari standar dan memenuhi spesifikasi nilai maksimum yang telah ditetapkan menurut SNI 03-1969-2008 adalah 3%.

b. Berat isi

Pelaksanaan dan perhitungan uji berat isi mengacu pada SNI 03-4804-1998. Berikut ini adalah hasil pengujiannya[5] :

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Isi

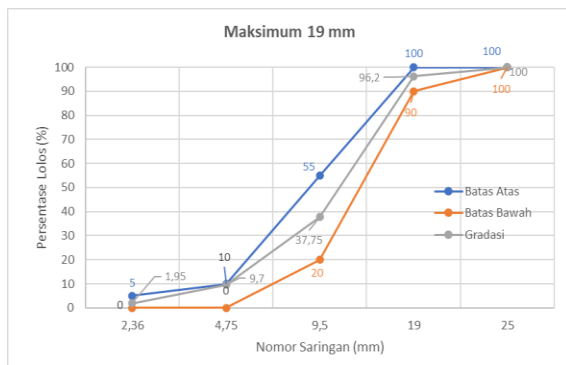
BERAT ISI LEPAS/GEMBUR				
Pemeriksaan				
		I	II	
A. Berat Wadah	(kg)	10,62	10,62	
B. Berat Wadah + Agregat	(kg)	18,135	18,245	
C. Berat Agregat	(kg)	7,515	7,625	
D. Volume Wadah	(dm ³)	5,3	5,3	
E. Berat Isi	(kg/dm ³)	1,418	1,439	
Rata-rata	(kg/dm ³)	1,428		
BERAT ISI PADAT				
Pemeriksaan				
		I	II	
A. Berat Wadah	(kg)	10,62	10,62	
B. Berat Wadah + Agregat	(kg)	18,768	18,613	
C. Berat Agregat	(kg)	8,148	7,993	
D. Volume Wadah	(dm ³)	5,3	5,3	
E. Berat Isi	(kg/dm ³)	1,537	1,508	
Rata-rata	(kg/dm ³)	1,523		

Dari hasil pengujian didapat nilai rata-rata berat isi agregat kasar pada kondisi lepas/gembur sebesar 1428 kg/m³. Pada kondisi padat didapat nilai rata-rata berat isi sebesar 1523 kg/m³. Hasil pengujian berat isi

memenuhi spesifikasi sesuai dengan SNI 03-4804-1998 minimal 1380 kg/m³ dan maksimal 1540 kg/m³.

c. Analisis saringan

Pelaksanaan dan perhitungan uji analisis saringan mengacu pada SNI ASTM C136:2012[6]. Berikut ini adalah hasil pengujiannya:



Gambar 3. Grafik Hasil Analisis Saringan

Dari hasil pengujian analisis saringan dapat disimpulkan bahwa agregat kasar yang digunakan adalah ukuran maksimum 19 mm berdasarkan SNI 7656:2012[7].

Nilai modulus halus butir (*finnes modulus*) agregat kasar yang didapat dari hasil pengujian adalah 6,466. Nilai ini memenuhi spesifikasi yang diijinkan menurut ASTM C33 – 93[8], minimal 6% dan maksimal 7%.

Hasil Perencanaan Campuran Beton Porous

Perencanaan campuran beton porous ini mengacu pada ACI 522R-10. Berikut adalah hasil perencanaannya[9] :

Tabel 4. Komposisi Beton Porous Normal

Keterangan	Silinder	Plat
Jumlah Sampel	9 buah	3 buah
Agregat kasar	75,27 kg	59,19 kg
Semen	17,62 kg	13,85 kg
Air	5,99 kg	4,71 kg

Tabel 5. Komposisi Beton Porous + 3% Sika Fume

Keterangan	Silinder	Plat
Jumlah Sampel	9 buah	3 buah
Agregat kasar	75,27 kg	59,19 kg

Semen	17,62 kg	13,85 kg
Air	5,99 kg	4,71 kg
Sika fume	0,53	0,42

Table 6. Komposisi Beton Porous + 5% Sika Fume

Keterangan	Silinder	Plat
Jumlah Sampel	9 buah	3 buah
Agregat kasar	75,27 kg	59,19 kg
Semen	17,62 kg	13,85 kg
Air	5,99 kg	4,71 kg
Sika fume	0,88 kg	0,69 kg

Tabel 7. Komposisi Beton Porous + 7% Sika Fume

Keterangan	Silinder	Plat
Jumlah Sampel	9 buah	3 buah
Agregat kasar	75,27 kg	59,19 kg
Semen	17,62 kg	13,85 kg
Air	5,99 kg	4,71 kg
Sika fume	1,23	0,97

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pada penelitian ini pengujian kuat tekan beton porous memiliki 4 variasi persentase sika fume yaitu 0%, 3%, 5%, 7%. Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 7, 14, 28 hari[10].

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Porous Tanpa Sika Fume

No	Nama Sampel	Berat Sampel (gram)	Sika fume	Umur Sampel	Luas Bidang (cm ²)	Gaya Tekan (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	BPS01	10140	0%	7 Hari	176,62	195	11,04	11,23
2	BPS02	10220				205	11,61	
3	BPS03	10140				195	11,04	
4	BPS04	10780	0%	14 Hari	176,62	275	15,57	15,10
5	BPS05	10660				260	14,72	
6	BPS06	10700				265	15,00	
7	BPS010	11060	0%	28 Hari	176,62	310	17,55	17,08
8	BPS011	10980				300	16,99	
9	BPS012	10940				295	16,7	

Tabel 9. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Porous + 3% Sika Fume

No	Nama Sampel	Berat Sampel (gram)	Sika fume	Umur Sampel	Luas Bidang (cm ²)	Gaya Tekan (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	BPS31	10340	3%	7 Hari	176,62	220	12,46	12,46
2	BPS32	10260				210	13,02	
3	BPS33	10420				230	11,89	
4	BPS34	11060	3%	14 Hari	176,62	310	17,55	17,17
5	BPS35	10940				295	16,70	
6	BPS36	11020				305	17,27	
7	BPS310	11220	3%	28 Hari	176,62	330	18,68	19,44
8	BPS311	11460				360	20,38	
9	BPS312	11300				340	19,25	

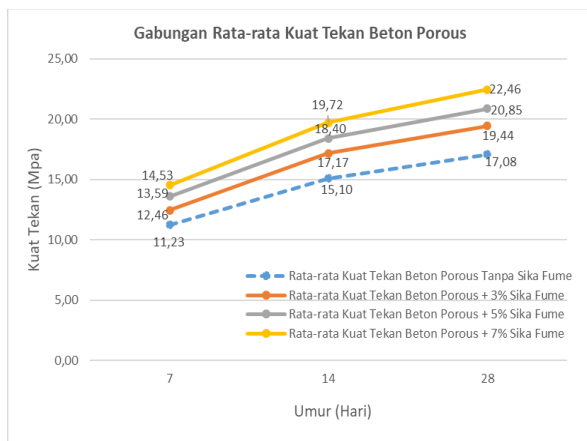
Tabel 10. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Porous + 5% Sika Fume

No	Nama Sampel	Berat Sampel (gram)	Sika fume	Umur Sampel	Luas Bidang (cm ²)	Gaya Tekan (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	BPS51	10540	5%	7 Hari	176,62	245	13,87	13,59
2	BPS52	10460				235	13,31	
3	BPS53	10500				240	13,59	
4	BPS54	11220	5%	14 Hari	176,62	330	18,68	18,40
5	BPS55	11180				325	18,40	
6	BPS56	11140				320	18,12	
7	BPS510	11500	5%	28 Hari	176,62	365	20,67	20,85
8	BPS511	11540				370	20,95	
9	BPS512	11540				370	20,95	

Tabel 11. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Porous + 7% Sika Fume

No	Nama Sampel	Berat Sampel (gram)	Sika fume	Umur Sampel	Luas Bidang (cm ²)	Gaya Tekan (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	BPS51	10580	7%	7 Hari	176,62	250	14,15	14,53
2	BPS52	10700				265	15,00	
3	BPS53	10620				255	14,44	
4	BPS54	11300	7%	14 Hari	176,62	340	19,25	19,72
5	BPS55	11420				355	20,10	
6	BPS56	11380				350	19,82	
7	BPS510	11780	7%	28 Hari	176,62	400	22,65	22,46
8	BPS511	11700				390	22,08	
9	BPS512	11780				400	22,65	

Analisis Kuat Tekan Beton Porous



Gambar 4. Grafik Gabungan Nilai Rata-rata Kuat Tekan Beton Porous

Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan sika fume ke dalam campuran beton dapat meningkatkan nilai kuat tekan. Semakin banyak sika fume yang ditambahkan ke dalam campuran beton maka semakin besar kuat tekan nya. Berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat beton porous dengan pemakaian sika fume 3% di umur 7 hari

menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 12,46 Mpa, artinya nilai kuat tekan beton porous meningkat sebesar 10,92% dari beton porous tanpa sika fume di umur 7 hari yang memiliki nilai kuat tekan sebesar 11,23 Mpa. Sedangkan dengan pemakaian sika fume sebesar 5% dan 7% dapat menghasilkan beton dengan nilai kuat tekan sebesar 13,59 Mpa dan 14,53 Mpa pada umur 7 hari. Artinya pada umur 7 hari dengan pemakaian sika fume 5% dan 7% dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 21% dan 29,4% di umur 7 hari.

Pada umur 14 hari pemakaian sika fume dengan presentase sebesar 3%, 5% dan 7% menunjukkan peningkatan nilai kuat tekan beton masing-masing sebesar 17,17 Mpa, 18,40 Mpa dan 19,72 Mpa. Artinya beton porous telah mencapai bahkan melebihi kuat tekan rencana yaitu K-200 atau fc' 17 Mpa (pada umur 28 hari) di umur 14 hari dengan hanya menambahkan sika fume sebesar 3%. Pada umur 14 hari dengan pemakaian sika fume 3%, 5% dan 7% nilai kuat tekan beton porous masing-masing meningkat sebesar 13,75%, 21,87%, 30,62% dari nilai kuat tekan beton porous tanpa sika fume yaitu sebesar 15,10 Mpa

Pada umur 28 hari dengan pemakaian sika fume sebesar 3%, 5% dan 7% masih menunjukkan peningkatan kuat tekan. Nilai kuat tekan beton porous dengan presentase sika fume 3%, 5% dan 7% masing-masing sebesar 19,44 Mpa, 20,85 Mpa dan 22,46 Mpa. Nilai kuat tekan beton porous masing-masing meningkat sebesar 13,81%, 22%, 31,49% dari nilai kuat tekan beton porous tanpa sika fume yaitu sebesar 17,08 Mpa. Nilai kuat tekan maksimum ditunjukkan dengan pemakaian sika fume sebesar 7% yang menghasilkan kuat tekan sebesar 22,46 Mpa, kuat tekan meningkat sebesar ±32% dari kuat tekan rencana beton porous tanpa sika fume yaitu K-200 atau fc' 17 Mpa.

Hasil Pengujian Laju Infiltrasi

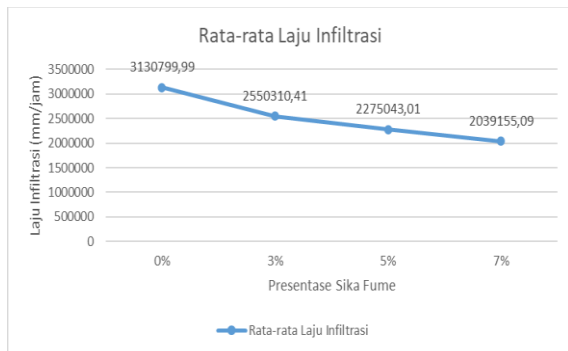
Pada penelitian ini pengujian kuat tekan beton porous memiliki 4 variasi persentase sika fume yaitu 0%, 3%, 5%, 7%. Tata cara pengujian ini mengacu pada aturan ASTM C1701[11]. Nilai konstanta yang digunakan adalah 4583666000 karna

menggunakan SI (mm & kg). Massa air yang digunakan yaitu sebesar 18 kg karna pada saat tahap *prewetting* dengan air sebesar 3,6 kg waktu yang dibutuhkan untuk air meresap ke dalam beton kurang dari 30 detik (untuk semua sampel).

Tabel 12. Hasil Pengujian Laju Infiltrasi Beton Porous

No.	Nama Sampel	Sika Fume (%)	Umur (Hari)	Massa Air (Kg)	Waktu (Detik)	Laju Infiltrasi (mm/jam)	Rata-rata (mm/jam)
1	BPP01	0%	28	18	28	3274047,14	3130799,99
2	BPP02				31	2957203,87	
3	BPP03				29	3161148,97	
4	BPP31	3%	28	18	38	2412455,79	2550310,41
5	BPP32				35	2619237,71	
6	BPP33				35	2619237,71	
7	BPP51	5%	28	18	42	2182698,10	2275043,01
8	BPP52				40	2291833,00	
9	BPP53				39	2350597,95	
10	BPP71	7%	28	18	44	2083484,55	2039155,09
11	BPP72				47	1950496,17	
12	BPP73				44	2083484,55	

Analisis Laju Infiltrasi Beton Porous



Gambar 5. Hasil Pengujian Laju Infiltrasi

Berdasarkan tabel hasil pengujian yang telah diuraikan di atas, dapat dilihat beton porous tanpa penambahan sika fume memiliki nilai laju infiltrasi sebesar 3130799,99 mm/jam. Pada pemakaian sika fume dengan presentase sebesar 3% mengalami penurunan nilai laju infiltrasi yaitu sebesar 2550310,41 mm/jam. Kembali mengalami penurunan laju infiltrasi pada pemakaian sika fume dengan presentase 5% dan 7%, masing-masing nilai laju infiltrasi sebesar 2275043,01 mm/jam dan 2039155,09 mm/jam.

Jadi nilai laju infiltrasi maksimum ditunjukkan pada beton porous dengan

pemakaian sika fume sebesar 3%. Sedangkan nilai laju infiltrasi minimum ditunjukkan pada beton porous dengan pemakaian sika fume 7%. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar presentase pemakaian sika fume maka semakin lambat laju infiltrasinya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengamatan pada saat penelitian, ukuran agregat yang berbeda-beda dapat menurunkan laju infiltrasi beton porous. Karena ukuran agregat yang kecil dapat menutupi rongga yang dibuat oleh agregat yang ukurannya lebih besar. Untuk penelitian selanjutnya, agregat harus disaring terlebih dahulu hingga agregat tersebut ukurannya serupa. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai laju infiltrasi yang lebih tinggi dan menghasilkan beton porous dengan visualisasi yang lebih baik.
2. Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa laju infiltrasi maksimum ditunjukkan pada beton porous dengan pemakaian sika fume sebesar 3% dengan nilai rata-rata laju infiltrasi sebesar 2550310,41 mm/jam. Sedangkan nilai minimumnya ditunjukkan pada beton porous dengan penambahan 7% sika fume dengan nilai rata-rata laju infiltrasi sebesar 2039155,09 mm/jam. Penambahan sika fume sebesar 3%, 5% dan 7% dapat menurunkan nilai rata-rata laju infiltrasi beton porous sebesar ±18%-34%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar presentase sika fume yang digunakan maka semakin lambat laju infiltrasinya. Laju infiltrasi beton porous cenderung akan lebih cepat jika kuat tekannya semakin rendah. Beton porous dengan laju infiltrasi tinggi memiliki rongga atau pori yang banyak sehingga kuat tekan beton menurun.

Saran

Berikut ini adalah saran yang dapat disampaikan berdasarkan pengalaman selama penelitian :

1. Berdasarkan hasil pengamatan pada saat penelitian, ukuran agregat yang berbeda-beda dapat menurunkan laju infiltrasi beton porous. Karena ukuran agregat yang kecil dapat menutupi rongga yang dibuat oleh agregat yang ukurannya lebih besar. Untuk penelitian selanjutnya, agregat harus disaring terlebih dahulu hingga agregat tersebut ukurannya serupa. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai laju infiltrasi yang lebih tinggi dan menghasilkan beton porous dengan visualisasi yang lebih baik.
2. Pada saat pengujian infiltrasi, proses penuangan air berpengaruh terhadap waktu infiltrasi yang diperoleh. Oleh karena itu pada saat menuangkan air ke dalam cincin harus dengan kecepatan yang stabil untuk mempertahankan ketinggian air di antara dua garis yang ditandai.
3. Untuk penelitian selanjutnya harus dibuat lebih banyak sampel dengan variasi presentase sika fume yang lebih banyak, sehingga pengaruhnya akan lebih terlihat.

- [10] SNI 1974:2011. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder.
- [11] ASTM C-1701/C 1701M – 09 Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purba, M. G. (2017). Analisis Kuat Lentur Beton Porous Menggunakan Agregat Kasar Bergradasi Menerus. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- [2] Ir. Tri Mulyono, M. (2005). Teknologi Beton. Andi: Yogyakarta.
- [3] Ir. Kardiyono Tjokrodinuljo, M. (2007). Teknologi Beton. Yogyakarta: Biro Penerbit TekNik Sipil Universitas Gajah Mada.
- [4] SNI 1969:2008. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.
- [5] SNI 03-4804-1998. (1998). Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat.
- [6] SNI ASTM C136:2012. (2012). Metode uji untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar (ASTM C 136-06, IDT).
- [7] SNI 7656:2012. (2012). Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa.
- [8] ASTM C 33 – 93. (1993). Standard specification for concrete aggregates.
- [9] ACI 522-R-10. 2010. Report On Pervious Concrete. Aci 522 Commitee Report.