

JURNAL TEKNIK

TEKNIK SIPIL – TEKNIK MESIN – TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS JANABADRA - YOGYAKARTA

Arusmalem Ginting, Prasetya Adi, Dominicus Obed Messias Costa	Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton Porous
Sardi	Kajian Konsep Lingkungan (Rumah Sehat) Dalam Perancangan Rumah Hunian
Setijadi Harianto	Beton “ <i>Orasa EOP</i> Dengan <i>ASF SCP</i> ” Untuk Daerah Langka Agregat Alami
Ikrima Alfi, Sarjiya, Oyas Wahyunggoro	Optimasi <i>Transmission Expansion Planning</i> Berbasis Algoritma Genetika
Juriah Mulyanti, Eni Andari, Untoro Budi Surono	Rancang Bangun Mesin Serut Dan Mesin Lilit Untuk Serat Rami
Suseno, Bian Indrakusuma	<i>Job Scheduling</i> Menggunakan Metode Algoritma Active, Algoritma Non Delay Dan Heuristic Schedule Generation (Studi Kasus : Borobudur Knitting)
Syahril Machmud, Untoro Budi Surono, Leydon Sitorus	Analisis Variasi Derajat Pengapian Terhadap Kinerja Mesin
M. Didik R. Wahyudi, Sigit Nugroho	Implementasi Konsep <i>Homogenous Distributed Database</i> System Oracle XE 10g Pada Prototype Sistem Informasi BMT
Eri Haryanto	Perancangan Dan Implementasi Alat Pemberi Makan Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler At89s52
Sofyan Lukmanfiandy	Pembuatan Prototipe Mesin Pelubang Pcb Berbasis Komputer



PENGARUH PENAMBAHAN PASIR TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON POROUS

¹Arusmalem Ginting,²Prasetya Adi, ³Dominicus Obed Messias Costa

^{1,2}Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta

³Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta

Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57 Yogyakarta 55231 Telp/Fax . (0274) 543676

agintingm@yahoo.com

ABSTRACT

Porous concrete consists of Portland cement, coarse aggregate, little or no fine aggregate, admixtures, and water. Porous concrete has high pore volume, which results lower compressive strength. To increase the compressive strength of porous concrete is done by add the sand into the mixture to reduce the pore volume to some extent. Based on these issues, the research on the effect of the addition of sand to the compressive strength and porosity of porous concrete was done.

Cement-coarse aggregate weight ratios used in this study were 1: 5 and 1: 6, and the water-cement ratios (wcr) were 0.3 and 0.4. Chemical admixtures used are SicaCim Concrete Additive, with a dose 7.5 ml / kg of cement. There were 3 specimens of each variation and the total of specimens were 36. The samples used in this research were concretes cylinder 150 mm x 300 mm. Compressive strength and porosity of porous concrete testing was carried out after 28 days age.

From the results of this research, it can be concluded that the addition of sand will decrease in slump value. Slump value of the mixture with water cement ratio of 0.3 is smaller than 0.4, and cement-coarse aggregate ratio 1: 5 is greater than 1: 6. The addition of sand will increase in compressive strength of porous concrete. Compressive strength of porous concrete with water cement ratio of 0.3 is greater than 0.4, and cement-coarse aggregate ratio 1: 5 is greater than 1: 6. The addition of sand will decrease porosity. Porosity of porous concrete with water cement ratio 0.3 is greater than 0.4, and cement-coarse aggregate ratio 1: 5 is smaller than 1: 6. The addition of sand will increase density of porous concrete.

Keywords: addition of sand, compressive strength, porous concrete, porosity.

PENDAHULUAN

Beton non pasir memiliki banyak nama yang berbeda diantaranya adalah beton tanpa agregat halus (*zero-fines concrete*), beton yang dapat tembus (*pervious concrete*), dan beton porous (*porous concrete*) (Harber, 2005).

Istilah "*pervious concrete* (beton yang dapat tembus)" biasanya menggambarkan beton dengan *slump* mendekati nol, material dengan gradasi terbuka terdiri dari semen *Portland*, agregat kasar, sedikit atau tanpa agregat halus, bahan tambah, dan air. Kombinasi bahan-bahan ini akan menghasilkan bahan yang mengeras dengan pori-pori terhubung, mulai dari ukuran 0,08 - 0,32 inchi (2 - 8 mm), yang memungkinkan air untuk melewatinya dengan mudah. Kandungan pori dapat berkisar dari 15 sampai 35%, dengan kuat tekan umumnya 400 - 4000 psi (2,8 - 28 MPa). Tingkat drainase perkerasan beton tembus air akan bervariasi sesuai dengan ukuran agregat dan kepadatan campuran, tetapi umumnya akan

berkisar 2 sampai 18 gal/min/ft² (81 - 730 lt/mnt/m²) (ACI 522R-10, 2010).

Fungsi beton yang dapat tembus seperti embung (cekungan penampung) air hujan dan memungkinkan air hujan untuk menyusup ke tanah pada daerah yang luas, sehingga memfasilitasi pengisian persediaan air tanah lokal yang sangat berharga. Semua manfaat ini menyebabkan penggunaan lahan menjadi lebih efektif. Beton yang dapat tembus juga dapat mengurangi dampak pembangunan terhadap pohon. Perkerasan beton yang dapat tembus memudahkan pemindahan baik air dan udara ke sistem akar yang memungkinkan pohon tumbuh subur bahkan di daerah yang sangat maju (Obla, 2007).

Aplikasi umum untuk beton yang dapat tembus adalah untuk lapangan parkir, trotoar, jalan setapak, lapangan tenis, taman, stabilisasi lereng, teras kolam

renang, lantai rumah kaca, area kebun binatang, bahu jalan, drainase, peredam kebisingan, lapisan permukaan untuk perkerasan jalan raya, lapisan permeabel di bawah perkerasan beton, dan jalan dengan volume lalulintas rendah. Beton yang dapat tembus umumnya tidak digunakan untuk perkerasan dengan lalu lintas padat dan beban roda berat (Obla, 2007).

Beton non pasir memiliki volume pori tinggi, yang mengakibatkan kekuatannya rendah dan bersifat ringan (Harber, 2005).

Kekuatan beton umumnya dianggap sebagai sifat yang paling penting. Kekuatan biasanya memberikan gambaran keseluruhan dari kualitas beton (Neville dan Brooks, 2010).

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

Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton adalah: faktor air semen dan kepadatan, umur beton, jenis semen, jumlah semen, dan sifat agregat (Tjokrodimuljo, 1996).

Beton yang dapat tembus sensitif terhadap perubahan kadar air, sehingga penyesuaian lapangan dari campuran beton segar biasanya diperlukan. Terlalu banyak air akan menyebabkan pasta mengalir turun, dan terlalu sedikit air dapat menghambat perawatan yang memadai dari beton dan menyebabkan kegagalan. Proporsi campuran yang benar memberikan campuran dengan penampilan seperti logam basah. (Desai, 2014).

Abadjieva dan Sephiri (2000) melakukan penelitian beton non pasir dengan perbandingan berat agregat dengan semen dari 6 : 1 sampai 10 : 1. Kuat tekan beton non pasir pada umur 28 hari bervariasi antara 1,1 sampai 8,3 MPa, tergantung pada perbandingan agregat dengan semen, dan penurunan terjadi dengan meningkatnya perbandingan agregat dengan semen. Campuran dengan perbandingan agregat dengan semen 6 : 1 merupakan yang terkuat. Kuat tekan beton non pasir lebih rendah dari kuat tekan beton normal konvensional disebabkan oleh peningkatan porositas. Kuat tarik dan kuat lentur tertinggi terjadi pada

perbandingan agregat dengan semen 7 : 1 dan penurunan terjadi dengan meningkatnya perbandingan semen dengan agregat. Kuat tarik dan kuat lentur beton non pasir lebih rendah dari beton normal konvensional.

Untuk meningkatkan kuat tekan beton porous dilakukan dengan cara menambahkan pasir ke dalam campuran dengan tujuan untuk mengurangi volume pori sampai batas tertentu. Faktor air semen yang digunakan juga dapat diperkecil dengan menggunakan *water reducing admixtures*. Kekentalan adukan dapat dibuat sama dengan nilai FAS yang lebih rendah, sehingga kuat tekan beton yang dihasilkan menjadi lebih tinggi.

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan pasir terhadap kuat tekan dan porositas beton porous.

METODOLOGI

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari: semen, agregat halus (pasir) dari Merapi, dan agregat kasar (kerikil) dengan ukuran maksimum 40 mm juga dari Merapi.

Rasio berat semen dengan kerikil yang digunakan adalah 1 : 5 dan 1 : 6, dengan faktor air semen (FAS) 0,3 dan 0,4. Variasi penambahan pasir yang digunakan adalah 10% dan 20% dari berat kerikil.

Bahan kimia tambahan yang digunakan adalah *SicaCim Concrete Additive*, dengan dosis 7,5 ml/kg semen.

Jumlah benda uji setiap variasi adalah 3 buah, dan dengan jumlah total benda uji sebanyak 36 buah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

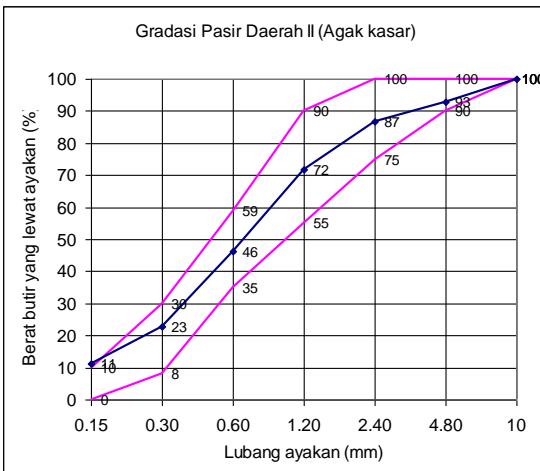
Tabel 1. Benda uji

Rasio berat semen : kerikil	FAS	Pasir (%)	Jumlah benda uji
1 : 5	0,3	0	3
		10	3
		20	3
	0,4	0	3
		10	3
		20	3
1 : 6	0,3	0	3
		10	3
		20	3
	0,4	0	3
		10	3
		20	3
			36

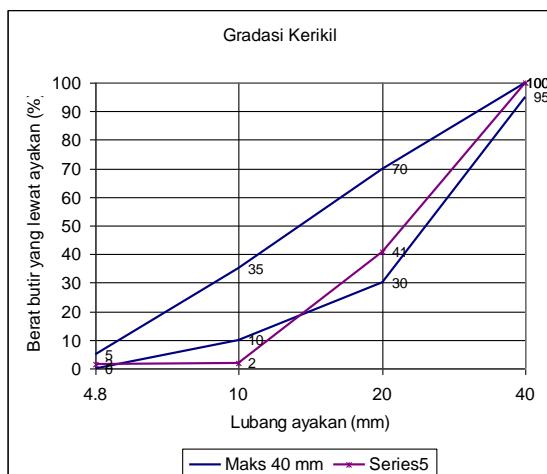
Pada penelitian ini dilakukan beberapa jenis pengujian, diantaranya adalah: pengujian pendahuluan pasir dan kerikil, pengujian nilai *slump*, pengujian kuat tekan, pengujian porositas, dan pengujian berat isi beton porous. Hasil pengujian pendahuluan pasir dan kerikil dapat dilihat pada Tabel 2, Gambar 1, dan Gambar 2.

Tabel 2. Hasil pengujian pasir dan kerikil

No	Pemeriksaan	Pasir	Kerikil
1.	Berat isi (gr/cm ³)	1,874	1,379
2.	Berat jenis	2,110	2,661
3.	MHB	2,681	7,554
4.	Keausan (%)	-	60,43



Gambar 1. Gradasi pasir



Gambar 2. Gradasi kerikil

Penelitian ini menggunakan alat-alat utama sebagai berikut: beton molen digunakan untuk mencampur dan mengaduk beton, *compression machine* digunakan

untuk menguji kuat tekan beton, dan alat *falling head* untuk pengujian porositas.

Banda uji pada penelitian mengacu pada SNI 03-1974-1990. Cetakan benda uji berupa silinder dengan diameter 152 mm dan tinggi 305 mm. Cetakan diisi dengan adukan beton dalam 3 lapis, setiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata, setelah itu permukaan beton diratakan dan ditutup dengan bahan kedap air. Setelah 24 jam cetakan dibuka dan benda uji dikeluarkan lalu direndam dalam bak perendam berisi air pada temperatur 25°C. Untuk lebih jelasnya, benda uji yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Benda uji

Pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 03-1974-1990. Prosedur pengujian melalui tahapan sebagai berikut:

- Benda uji diletakkan sentris pada mesin tekan.
- Mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik.
- Pembebaan dilakukan sampai benda uji hancur.
- Beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji dicatat.
- Kuat tekan beton dihitung dari besarnya beban persatuan luas.

Pengujian porositas beton melalui tahapan sebagai berikut:

- Benda uji diletakkan di bagian bawah alat uji porositas yang berdiameter 15 cm.
- Ujung atasnya dimasukkan pipa berdiameter 15 cm dengan panjang 1 meter, pada sambungan diberi plester agar tidak bocor.
- Pipa diisi air setinggi benda uji, pipa penghubung yang satunya berdiameter 8 cm ditutup.

- d. Pipa diisi air setinggi 1 meter penuh, kemudian penutup pipa diameter 8 cm dilepas, sehingga air mengalir dari dalam pipa menembus beton.
- e. Waktu yang diperlukan air untuk menembus beton sampai air berkurang 50 cm yang telah diberi tanda dicatat.
- f. Debit dihitung dari besarnya air yang berkurang dibagi waktu.

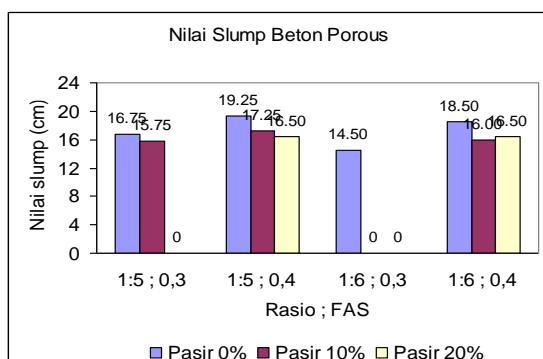
HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai *slump* campuran beton porous dengan rasio berat semen dengan kerikil 1 : 5 dan 1 : 6, faktor air semen 0,3 dan 0,4, serta penambahan pasir 10% dan 20% dari berat kerikil adalah seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai *slump* beton porous

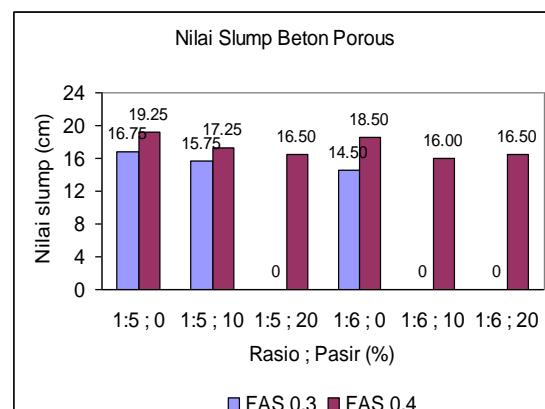
Rasio Semen : Kerikil	FAS	Pasir (%)	<i>Slump</i> (cm)
1 : 5	0,3	0	16,75
		10	15,75
		20	0
	0,4	0	19,25
		10	17,25
		20	16,50
1 : 6	0,3	0	14,50
		10	0
		20	0
	0,4	0	18,50
		10	16,00
		20	16,50

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa pada rasio berat semen : kerikil 1 : 5 dan 1 : 6, dan dengan faktor air semen 0,3 dan 0,4, penambahan pasir mengakibatkan campuran menjadi lebih kental sehingga menurunkan nilai *slump*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



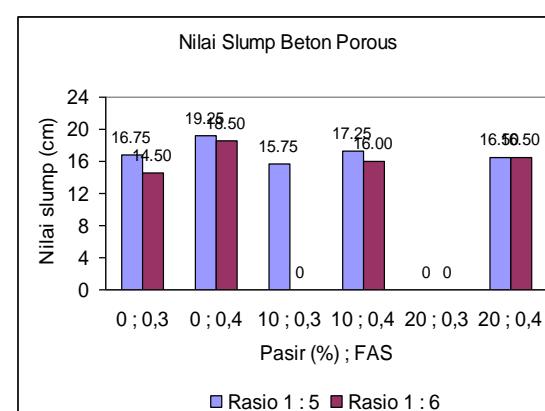
Gambar 4. Penurunan nilai *slump* beton porous akibat penambahan pasir

Nilai *slump* campuran dengan faktor air semen 0,3 lebih kecil dari 0,4 pada campuran tanpa dan dengan penambahan pasir. Hal ini terjadi karena pada rasio campuran yang sama jumlah air lebih sedikit pada faktor air semen 0,3 daripada 0,4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbedaan nilai *slump* campuran antara FAS 0,3 dengan 0,4

Pada faktor air semen yang sama dan pada penambahan pasir yang sama, nilai *slump* campuran dengan rasio semen : kerikil 1 : 5 lebih besar dari 1 : 6. Hal ini terjadi karena pada rasio 1 : 5 jumlah semen lebih besar dari 1 : 6, sehingga jumlah air juga lebih besar untuk mendapatkan faktor air semen tetap. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.

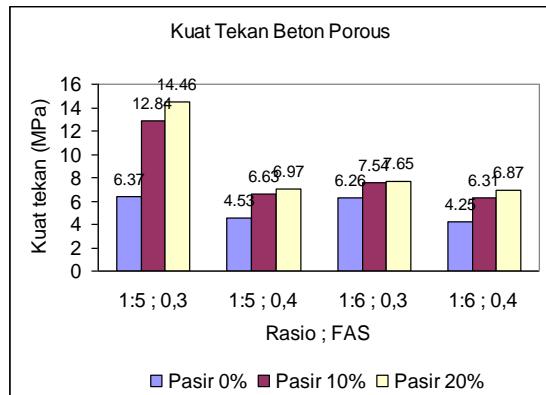


Gambar 6. Perbedaan nilai *slump* campuran antara rasio 1 : 5 dengan 1 : 6

Kuat tekan beton porous dengan rasio berat semen dengan kerikil 1 : 5 dan 1 : 6, faktor air semen 0,3 dan 0,4, serta penambahan pasir 10% dan 20% dari berat kerikil adalah seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Kuat tekan beton porous

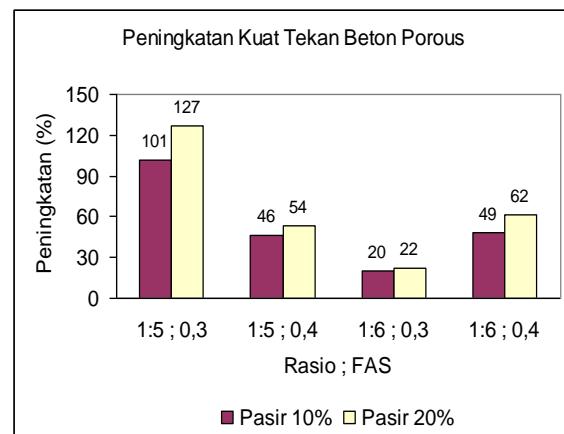
Rasio Semen : Kerikil	FAS	Pasir (%)	Kuat tekan rata-rata (MPa)	Peningkatan kuat tekan (%)
1 : 5	0,3	0	6,37	0
		10	12,84	101
		20	14,46	127
	0,4	0	4,53	0
		10	6,63	46
		20	6,97	54
1 : 6	0,3	0	6,26	0
		10	7,54	20
		20	7,65	22
	0,4	0	4,25	0
		10	6,31	49
		20	6,87	62



Gambar 7. Peningkatan kuat tekan beton porous akibat penambahan pasir

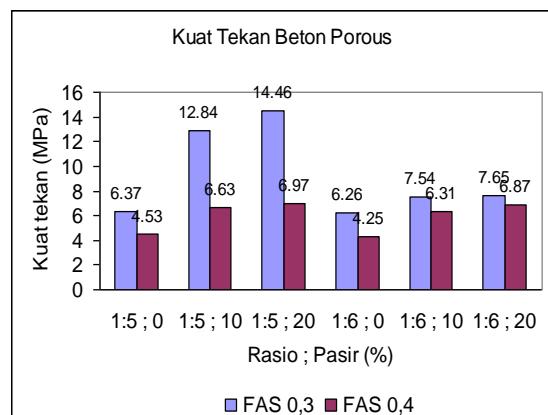
Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa pada rasio berat semen : kerikil 1 : 5 dan 1 : 6, dan dengan faktor air semen 0,3 dan 0,4, penambahan pasir mengakibatkan peningkatan kuat tekan beton porous. Penambahan pasir mengakibatkan ronggarongga beton terisi dan meningkatkan kepadatan sehingga kuat tekannya juga meningkat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.

Persentase peningkatan kuat tekan beton porous dengan penambahan pasir 10% dan 20% dari berat kerikil dibandingkan dengan beton porous tanpa penambahan pasir adalah seperti pada Gambar 8 berikut ini.



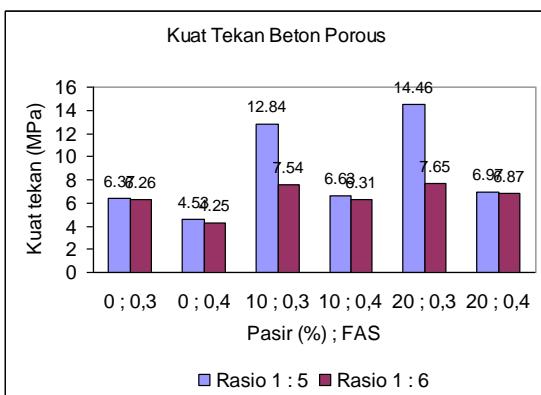
Gambar 8. Persentase peningkatan kuat tekan beton porous

Kuat tekan beton porous dengan faktor air semen 0,3 lebih besar dari 0,4 pada campuran tanpa dan dengan penambahan pasir. Hal ini terjadi karena semakin kecil faktor air semen semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan selama campurannya masih bisa dipadatkan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Perbedaan kuat tekan beton antara FAS 0,3 dengan 0,4

Pada faktor air semen yang sama dan pada penambahan pasir yang sama, kuat tekan beton dengan rasio semen : kerikil 1 : 5 lebih besar dari 1 : 6. Hal ini terjadi karena pada rasio 1 : 5 jumlah semen lebih besar dari 1 : 6. Kuat tekan tertinggi akan terjadi pada jumlah semen tertinggi selama jumlah semen yang dipakai belum mencapai optimum, dan jika jumlah semen yang dipakai melebihi optimum maka kuat tekan akan turun kembali. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Perbedaan kuat tekan beton antara rasio 1 : 5 dengan 1 : 6

Dari Tabel 4 juga dapat dilihat bahwa kuat tekan maksimum beton porous tanpa dan dengan penambahan pasir terjadi pada rasio 1 : 5 dan faktor air semen 0,3. Kuat tekan rata-rata beton porous tanpa penambahan pasir sebesar 6,37 MPa, dengan penambahan pasir 10% sebesar 12,84 MPa, dan dengan penambahan pasir 20% sebesar 14,46 MPa.

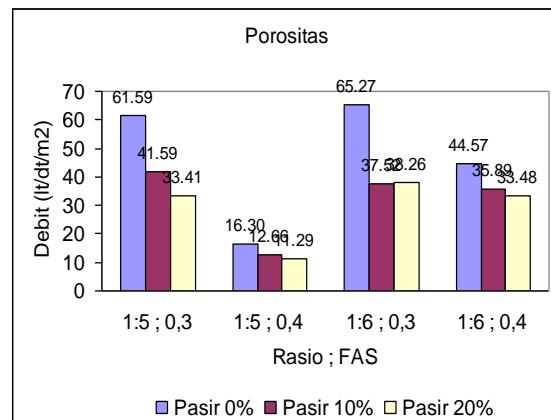
Porositas beton porous dengan rasio berat semen dengan kerikil 1 : 5 dan 1 : 6, faktor air semen 0,3 dan 0,4, serta penambahan pasir 10% dan 20% dari berat kerikil adalah seperti pada Tabel 5. Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa pada rasio berat semen : kerikil 1 : 5 dan 1 : 6, dan dengan faktor air semen 0,3 dan 0,4, penambahan pasir mengakibatkan penurunan porositas. Hal ini terjadi karena pasir mengisi rongga beton dan memperkecil rongga. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11.

Percentase penurunan porositas beton porous dengan penambahan pasir 10% dan 20% dari berat kerikil dibandingkan dengan beton porous tanpa penambahan pasir adalah seperti pada Gambar 12.

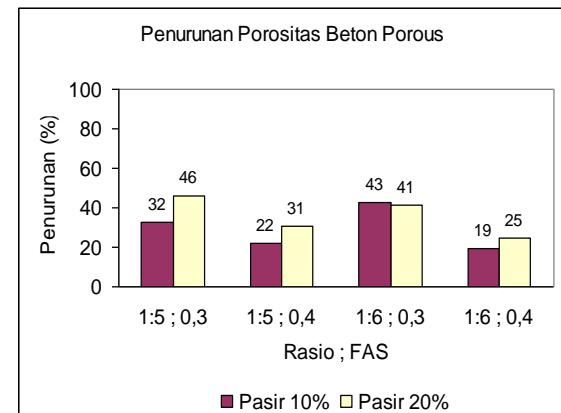
Tabel 5. Porositas beton porous

Rasio Semen : Split	FAS	Pasir (%)	Debit Rata-rata (ltr/dt/m ²)	Penurunan debit (%)
1 : 5	0,3	0	61.59	0
		10	41.59	32
		20	33.41	46
	0,4	0	16.30	0
		10	12.66	22
		20	11.29	31
		0	65.27	0

Rasio Semen : Split	FAS	Pasir (%)	Debit Rata-rata (ltr/dt/m ²)	Penurunan debit (%)
1 : 6	0,3	10	37.52	43
		20	38.26	41
	0	44.57	0	
	0,4	10	35.89	19
	20	33.48	25	

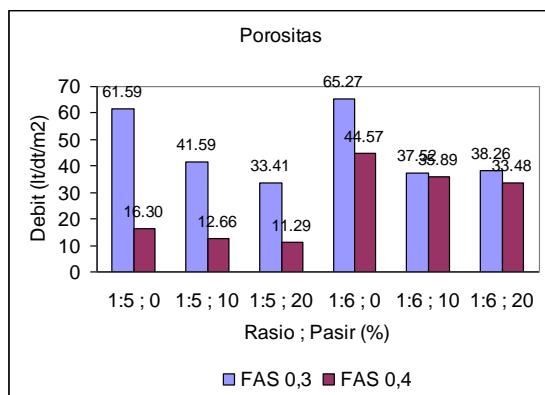


Gambar 11. Penurunan porositas beton akibat penambahan pasir



Gambar 12. Persentase penurunan porositas beton porous

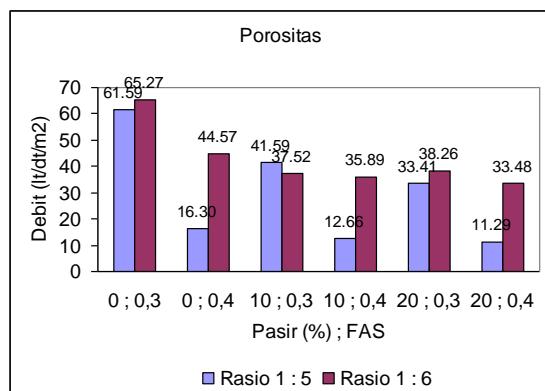
Porositas beton porous dengan faktor air semen 0,3 lebih besar dari 0,4 pada campuran tanpa dan dengan penambahan pasir. Hal ini terjadi karena pada faktor air semen 0,4 campuran terlalu encer sehingga pasta semen turun dan mengumpul sehingga menutup rongga. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Perbedaan porositas beton antara FAS 0,3 dengan 0,4

Selisih porositas antara faktor air semen 0,3 dan 0,4 pada rasio berat semen : kerikil 1 : 5 lebih besar dari 1 : 6. Hal ini terjadi karena pada rasio 1 : 5 jumlah semen lebih banyak sehingga jumlah air juga lebih banyak, akibatnya campuran dengan faktor air semen 0,4 pada rasio 1 : 5 lebih encer dari faktor air semen 0,4 pada rasio 1 : 6.

Pada faktor air semen yang sama dan pada penambahan pasir yang sama, secara umum porositas beton dengan rasio semen : kerikil 1 : 5 lebih kecil dari 1 : 6. Hal ini terjadi karena pada rasio 1 : 5 jumlah semen lebih besar dari 1 : 6 sehingga rongganya menjadi lebih kecil. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Perbedaan porositas beton antara rasio 1 : 5 dengan 1 : 6

Dari Tabel 5 juga dapat dilihat bahwa porositas beton porous tanpa penambahan pasir terjadi pada rasio 1 : 6 dan faktor air semen 0,3, dengan debit rata-rata sebesar 65,27 lt/dt/m². Porositas beton porous dengan penambahan pasir 10% terjadi pada rasio 1 : 5 dan faktor air semen 0,3, dengan debit rata-rata sebesar 41,59 lt/dt/m². Porositas beton

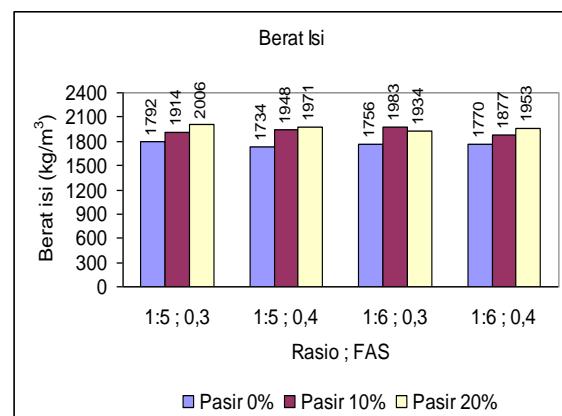
porous dengan penambahan pasir 20% terjadi pada rasio 1 : 6 dan faktor air semen 0,3, dengan debit rata-rata sebesar 38,26 lt/dt/m².

Berat isi beton porous dengan rasio berat semen dengan kerikil 1 : 5 dan 1 : 6, faktor air semen 0,3 dan 0,4, serta penambahan pasir 10% dan 20% dari berat kerikil adalah seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Berat isi beton porous

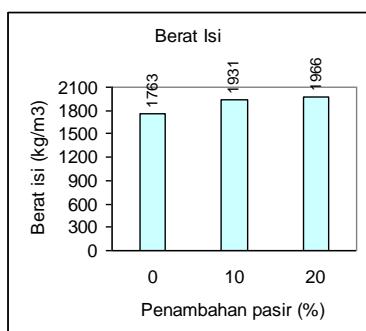
Rasio Semen : Split	FAS	Pasir (%)	Berat Isi Rata-rata (kg/m³)
1 : 5	0,3	0	1792
		10	1914
		20	2006
	0,4	0	1734
		10	1948
		20	1971
1 : 6	0,3	0	1756
		10	1983
		20	1934
	0,4	0	1770
		10	1877
		20	1953

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa pada rasio berat semen : kerikil 1 : 5 dan 1 : 6, dan dengan faktor air semen 0,3 dan 0,4, secara umum penambahan pasir mengakibatkan peningkatan berat isi beton porous. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Peningkatan berat isi beton akibat penambahan pasir

Dari Tabel 6 didapat berat isi rata-rata beton porous tanpa dan dengan penambahan pasir 10% dan 20% dari berat kerikil adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 16 berikut ini.



Gambar 16. Berat isi rata-rata beton porous

Dari Gambar 16 dapat dilihat bahwa berat isi rata-rata beton porous tanpa penambahan pasir sebesar 1763 kg/m^3 , penambahan pasir 10% sebesar 1931 kg/m^3 , dan penambahan pasir 20% sebesar 1966 kg/m^3 .

Berat isi beton porous tanpa penambahan pasir lebih kecil dari berat isi beton ringan pada umumnya yang berkisar 1800 kg/m^3 . Berat isi beton porous dengan penambahan pasir 10% dan 20% lebih besar dari berat isi beton ringan pada umumnya.

KESIMPULAN

1. Penambahan pasir mengakibatkan penurunan nilai *slump*.
2. Nilai *slump* campuran dengan faktor air semen 0,3 lebih kecil dari 0,4.
3. Nilai *slump* campuran dengan rasio semen : kerikil 1 : 5 lebih besar dari 1 : 6.
4. Penambahan pasir mengakibatkan peningkatan kuat tekan.
5. Kuat tekan beton porous dengan faktor air semen 0,3 lebih besar dari 0,4.
6. Kuat tekan beton dengan rasio semen : kerikil 1 : 5 lebih besar dari 1 : 6.
7. Penambahan pasir mengakibatkan penurunan porositas.
8. Porositas beton porous dengan faktor air semen 0,3 lebih besar dari 0,4.
9. Porositas beton dengan rasio semen : kerikil 1 : 5 lebih kecil dari 1 : 6.

10. Penambahan pasir mengakibatkan peningkatan berat isi beton porous.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadjieva, T., Sephiri, P., 2000, *Investigations on Some Properties of No-Fines Concrete*, University of Botswana, Botswana.
<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB8837.pdf>
- ACI Committee 522, 2010, *Report on Pervious Concrete* (ACI 522R-10), American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan.
- Desai, D., 2014, *Pervious Concrete – Effect of Material Proportions on Porosity*, Civil Engineering Portal. Diperoleh 22 September 2014.
<http://www.engineeringcivil.com/pervious-concrete-effect-of-material-proportions-on-porosity.html>
- Harber, P.J., 2005, *Applicability of No-Fines Concrete as a Road Pavement*, Research Project, Bachelor of Engineering, Faculty of Engineering and Surveying, University of Southern Queensland.
<https://eprints.usq.edu.au/472/1/PaulHARBER-2005.pdf>
- Neville, A.M., Brooks, J.J., 2010, **Concrete Technology**, Second Edition, Pearson Education Limited, Essex, England.
- Obla, K.H., 2007, *Pervious Concrete for Sustainable Development*, Recent Advances in Concrete Technology, Washington DC.
<http://www.nrmca.org/research/pervious%20recent%20advances%20in%20concrete%20technology0707.pdf>
- SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Puslitbang Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Tjokrodimuljo, K., 1996, **Teknologi Beton**, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.