

JURNAL TEKNIK

TEKNIK SIPIL – TEKNIK MESIN – TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS JANABADRA - YOGYAKARTA

- | | |
|--|--|
| Arusmalem Ginting | Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton Porous |
| Nur Faiz Budiawan ,
Sukarno | Tingkat Pelayanan Fasilitas Pedestrian Di Simpang Empat Kantor Pos Besar Yogyakarta |
| Ruri Febri, Nizar Achmad,
Edy Sriyono | Analisa Transformasi Gelombang Dominan Pelabuhan Glagah (Studi Perbandingan Software AWAVE 2-3 Dengan CGWAVE) |
| Sarju, Titiek Widyasari,
Nizar Acmad | Pemantauan Tinggi Genangan Sungai Code Menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dan Program Hec Ras |
| Sri Gati Hutomo, Joko
Winarno | Studi Karakteristik Dekomposisi Termal Temperatur Tinggi Ban Bekas Untuk Mendapatkan Bahan Bakar Gas Alternatif |
| Mochamad Syamsiro | Kajian Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Kualitas Produk Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik |
| Yunaidi, Saptyaji Harnowo | Pengaruh Viskositas Oli Sebagai Cairan Pendingin Terhadap Sifat Mekanis Pada Proses <i>Quenching</i> Baja ST 60 |
| Indra Yatini B., Femi Dwi
Astuti | Analisis Performansi Kriptografi Menggunakan Algoritma Affine Cipher, Vigenere Cipher Dan Base64 |
| Jeffry Andhika Putra, Dewi
Mayangsari | Aplikasi Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia Pada Siswa Sekolah Menengah Atas Berbasis Multimedia |
| M. Didik R. Wahyudi | Rancang Bangun Perangkat Lunak Penentu Arah Kiblat, Penghitung Waktu Shalat Dan Konversi Kalender Hijriyyah Berbasis <i>Smartphone</i> Android |



PENGARUH RASIO AGREGAT SEMEN DAN FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON POROUS

Arusmalem Ginting

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta
Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57 Yogyakarta 55231 Telp/Fax . (0274) 543676
agintingm@yahooo.com

ABSTRACT

Porous concrete is a special type of concrete with a high porosity that allows water from precipitation and other sources to pass through it, thereby reducing runoff and recharging ground water levels. Compressive strength of porous concrete is lower than the conventional normal weight concrete due to increased porosity. Factors that influence compressive strength and porosity of the porous concrete are aggregate / cement ratio and water cement ratio (wcr), so important to investigate the effect of each factors.

Coarse aggregate used in this study are crushed stone (split) with a density 1466 kg/m³. Coarse aggregate-cement weight ratio used in this study were: 3,5; 4,0; 4,5; and 5,0, the water-cement ratio (wcr) 0,25 and 0,30. Chemical admixtures used are SicaCim Concrete Additive, with a dose 7.5 ml / kg of cement. The samples used in this research were concretes cylinder 150 mm x 300 mm. There were 3 specimens of each variation and the total of specimens were 24. Curing concrete test specimens made by soaking the specimen in the curing box. Compressive strength and porosity of porous concrete testing was carried out after 28 days age.

From these results it can be concluded that increase of aggregate / cement ratio of porous concrete result: decreased compressive strength, increased porosity, and decreased density. Compressive strength of porous concrete with water cement ratio (wcr) 0.25 lower than 0.30.

Keywords: *porous concrete, compressive strength, porosity.*

PENDAHULUAN

Penggunaan beton konvensional yang terus meningkat mengakibatkan lapisan kedap air semakin luas, sehingga air hujan tidak dapat berinfiltrasi ke dalam tanah dan mengakibatkan limpasan permukaan (*surface runoff*) menjadi lebih besar. Hal ini mengakibatkan muka air tanah menjadi turun dan terjadi genangan atau banjir pada musim hujan.

Beton porous adalah jenis beton khusus dengan porositas tinggi yang diaplikasikan sebagai plat beton yang memungkinkan air hujan dan air dari sumber-sumber lain untuk dapat melewatinya, sehingga mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan muka air tanah (NRMCA, 2004).

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

Aplikasi umum untuk beton porous 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 lalu lintas rendah. Beton yang dapat tembus umumnya tidak digunakan untuk perkerasan dengan lalu lintas padat dan beban roda berat (Obla, 2007).

Beton porous diperoleh dengan menghilangkan agregat halus dari campuran sehingga didapat aglomerasi nominal partikel agregat kasar satu ukuran, yang masing-masing diselimuti oleh lapisan pasta semen sampai sekitar 1,3 mm (0,05 inci) tebalnya (Neville dan Brooks, 2010).

Berdasarkan ACI 522R-10 *mix design* untuk 1 m³ *pervious concrete* terdiri dari: semen (270 - 415 kg), agregat (1190 - 1480 kg),

faktor air semen (0,27 – 0,34), dan menggunakan *chemical admixtures*.

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.

Faktor air semen optimum akan memberikan kekuatan dan kepadatan maksimum. Penggunaan faktor air semen yang terlalu tinggi mengakibatkan pasta semen menjadi terlalu cair, dan akan mengalir meninggalkan agregat dan menyebabkan pengendapan pasta semen di dasar dan mengakibatkan penurunan porositas. Faktor air semen yang terlalu rendah mengakibatkan pasta tidak cukup untuk melapisi agregat. Faktor air semen optimum memungkinkan pasta semen untuk melapisi agregat secara seragam.

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh rasio agregat semen dan faktor air semen terhadap kuat tekan dan porositas beton porous.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif yaitu dengan melakukan eksperimen di laboratorium.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari: semen dan agregat kasar (*split*) dengan ukuran maksimum 40 mm berasal dari Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta.

Berat agregat kasar (*split*) untuk 1 m³ beton porous sebesar 1466 kg, dan rasio agregat/semen yang digunakan adalah 3,5, 4,0, 4,5, dan 5,0. Faktor air semen (FAS) yang digunakan adalah 0,25 dan 0,30. 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 24 buah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

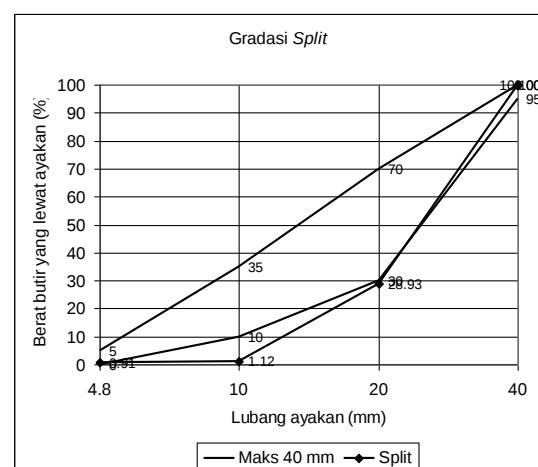
Tabel 1. Benda uji

No.	Rasio Agregat/ Semen	FAS	Benda uji silinder (buah)
1	3,5	0,25	3
2		0,30	3
3	4,0	0,25	3
4		0,30	3
5	4,5	0,25	3
6		0,30	3
7	5,0	0,25	3
8		0,30	3
			24

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

Tabel 2. Hasil pengujian *split*

No	Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Satuan
1.	Berat jenis (SSD)	2,686	-
2.	Penyerapan	0,878	%
3.	Kadar air	0,741	%
4.	MHB	7,6449	-
5.	Keausan	15,36	%



Gambar 1. Gradasi split

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.

Benda 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 dan perawatan benda uji dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 berikut ini.



Gambar 2. Benda uji



Gambar 3. Perawatan benda uji

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

- a. Benda uji diletakkan sentris pada mesin tekan.

- b. Mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik.
- c. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur.
- d. Beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji dicatat.
- e. Kuat tekan beton dihitung dari besarnya beban persatuan luas.

Untuk lebih jelasnya, pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Pengujian kuat tekan

Pengujian porositas beton melalui tahapan sebagai berikut:

- a. Benda uji diletakkan di bagian bawah alat uji porositas yang berdiameter 15 cm.
- b. Ujung atasnya dimasukkan pipa berdiameter 15 cm dengan panjang 1 meter, pada sambungan diberi plester agar tidak bocor.
- c. 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.

Untuk lebih jelasnya, pengujian porositas dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Pengujian porositas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian pendahuluan didapat berat jenis agregat kasar (*split*) sebesar 2,686, berat jenis ini termasuk berat jenis normal sebab berada antara 2,5 – 2,7. Nilai kadar air agregat kasar (*split*) sebesar 0,741 % dan nilai penyerapan (*absorpsi*) sebesar 0,878 %. Nilai penyerapan agregat kasar lebih besar dari nilai kadar airnya sehingga akan menyerap air dari campuran. Untuk mempertahankan *fas* (faktor air semen) sesuai rencana maka perlu penambahan air pada campuran. Nilai modulus halus butir (MHB) untuk agregat kasar (*split*) sebesar 7,6449. Agregat kasar ini tergolong agregat kasar yang baik karena mempunyai nilai MHB antara 5 – 8. Keausan agregat kasar (*split*) sebesar 15,36 %. Nilai keausan masih lebih kecil dari 40 % sehingga memenuhi syarat untuk digunakan pada beton dengan kekuatan 10 MPa – 20 MPa.

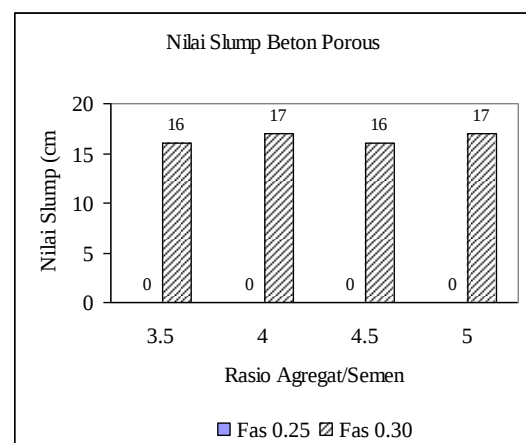
Nilai *slump* campuran beton porous pada berbagai rasio agregat semen dan faktor air semen (*fas*) adalah seperti Tabel 3 dan Gambar 6.

Dari Tabel 3 dan Gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai *slump* campuran beton porous dengan rasio agregat semen 3,5, 4, 4,5, dan 5, dan dengan faktor air semen (*fas*) 0,25 semuanya sama dengan nol. Campuran dengan rasio agregat semen terkecil lebih encer walaupun nilai *slump*nya sama. Hal ini terjadi karena pada rasio agregat semen kecil jumlah semennya lebih banyak, sehingga jumlah airnya juga lebih banyak untuk faktor

air semen (*fas*) yang sama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.

Tabel 3. Nilai *slump*

No.	Rasio Agregat/ Semen	FAS	<i>Slump</i> (cm)
1	3,5	0,25	0
2		0,30	16
3	4,0	0,25	0
4		0,30	17
5	4,5	0,25	0
6		0,30	16
7	5,0	0,25	0
8		0,30	17



Gambar 6. Nilai slump

Nilai *slump* untuk campuran beton porous dengan rasio agregat semen 3,5, 4, 4,5, dan 5, dan dengan faktor air semen (*fas*) 0,30 berturut-turut sebesar 16 cm, 17 cm, 16 cm, dan 17 cm. Campuran dengan rasio agregat semen terkecil lebih encer walaupun nilai *slump*nya hampir sama. Hal ini terjadi karena pada rasio agregat semen kecil jumlah semennya lebih banyak, sehingga jumlah airnya juga lebih banyak untuk faktor air semen (*fas*) yang sama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10.



Gambar 7. Rasio agregat semen 3,5, fas 0,25



Gambar 8. Rasio agregat semen 5, fas 0,25



Gambar 9. Rasio agregat semen 3,5, fas 0,3



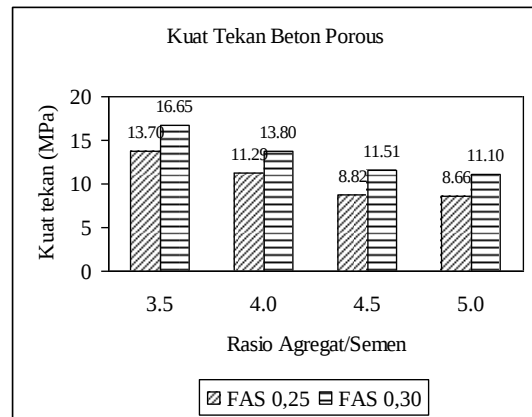
Gambar 10. Rasio agregat semen 5, fas 0,3

Pada rasio agregat semen yang sama nilai *slump* beton porous dengan faktor air semen (fas) 0,3 lebih besar dari 0,25. Hal ini terjadi karena pada rasio agregat semen yang sama, jumlah air pada faktor air semen (fas) yang tinggi lebih banyak.

Kuat tekan beton porous pada berbagai rasio agregat semen dan faktor air semen (fas) adalah seperti Tabel 4 dan Gambar 11 berikut ini.

Tabel 4. Kuat tekan beton porous

No	Rasio Agregat/ Semen	FAS	Kuat tekan rata-rata (MPa)
1	3,5	0,25	13,70
2		0,30	16,65
3	4,0	0,25	11,29
4		0,30	13,80
5	4,5	0,25	8,82
6		0,30	11,51
7	5,0	0,25	8,66
8		0,30	11,10



Gambar 11. Kuat tekan beton porous

Dari Tabel 4 dan Gambar 11 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton porous pada faktor air semen (fas) 0,25 dan 0,30, mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya rasio agregat/semen. Kuat tekan tertinggi terjadi pada rasio agregat/semen 3,5, dan kuat tekan terendah terjadi pada rasio agregat/semen 5,0. Hal ini terjadi karena semakin kecil rasio agregat/semen jumlah semennya semakin banyak. Kuat tekan tertinggi akan terjadi pada campuran dengan jumlah semen yang lebih banyak selama jumlah semen yang dipakai belum mencapai optimum. Kuat tekan akan turun jika jumlah semen yang dipakai melebihi optimum diakibatkan oleh penggunaan air yang terlalu banyak walaupun faktor air semen (fas) tetap.

Dari Tabel 4 dan Gambar 11 juga dapat dilihat bahwa kuat tekan beton porous dengan faktor air semen (fas) 0,25 lebih rendah dari fas 0,30. Kondisi ini terjadi pada semua rasio agregat/semen. Secara umum kuat tekan tertinggi akan terjadi pada faktor air semen (fas) terendah selama campuran masih bisa dipadatkan dan air yang tersedia cukup untuk proses hidrasi. Pada faktor air semen (fas) 0,25 air yang digunakan terlalu sedikit sehingga pasta tidak cukup untuk melapisi agregat dan mengakibatkan daya rekat pasta terhadap agregat kasar tidak kuat.

Dari hasil penelitian ini didapat kuat tekan beton porous dengan faktor air semen (fas) 0,25 terendah sebesar 8,66 MPa dan tertinggi sebesar 13,70 MPa. Kuat tekan beton porous dengan faktor air semen (fas) 0,30 terendah sebesar 11,10 MPa dan tertinggi sebesar 16,65 MPa.

Kerusakan benda uji tekan yang terjadi berupa lepasnya agregat kasar (*split*), dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 12 sampai Gambar 15.



Gambar 12. Kerusakan benda uji kuat tekan (rasio 3,5 dan fas 0,25)



Gambar 13. Kerusakan benda uji kuat tekan (rasio 5 dan fas 0,25)



Gambar 14. Kerusakan benda uji kuat tekan (rasio 3,5 dan fas 0,30)

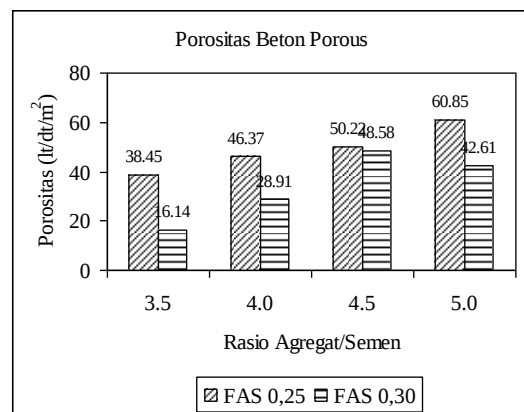


Gambar 15. Kerusakan benda uji kuat tekan (rasio 5 dan fas 0,30)

Porositas beton porous pada berbagai rasio agregat semen dan faktor air semen (fas) adalah seperti Tabel 5 dan Gambar 16 berikut ini.

Tabel 5. Porositas beton porous

No.	Rasio Agregat/Semen	FAS	Debit rata-rata (ltr/dt/m ²)
1	3,5	0,25	38,45
2		0,30	16,14
3	4,0	0,25	46,37
4		0,30	28,91
5	4,5	0,25	50,22
6		0,30	48,58
7	5,0	0,25	60,85
8		0,30	42,61



Gambar 16. Porositas beton porous

Dari Tabel 5 dan Gambar 16 dapat dilihat bahwa porositas beton porous pada faktor air semen (fas) 0,25 dan 0,30, mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya rasio agregat/semen. Porositas tertinggi terjadi pada rasio agregat/semen 5, dan porositas terendah terjadi pada rasio agregat/semen 3,5. Hal ini terjadi karena semakin besar rasio agregat/semen jumlah semennya semakin sedikit. Jumlah semen yang sedikit diikuti dengan jumlah air yang juga sedikit untuk mempertahankan faktor air semen (fas) tetap. Jumlah semen yang sedikit dan jumlah air yang sedikit akan menghasilkan pasta semen yang juga sedikit sehingga pori-pori antar agregat hanya berisi sedikit pasta dan tidak terjadi aliran pasta ke bagian bawah. Hal ini mengakibatkan porositas beton porous yang dihasilkan menjadi besar.

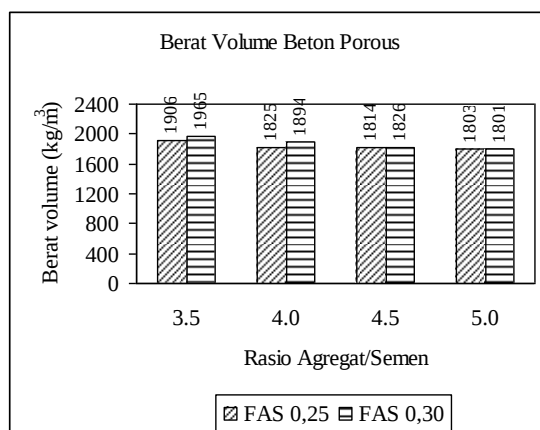
Dari Tabel 5 dan Gambar 16 juga dapat dilihat bahwa porositas beton porous dengan faktor air semen (fas) 0,25 lebih tinggi dari fas 0,30. Kondisi ini terjadi pada semua rasio agregat/semen. Pada faktor air semen (fas) 0,25 air yang digunakan lebih sedikit dari faktor air semen (fas) 0,30. Pada faktor air semen (fas) 0,30 campuran terlalu encer sehingga pasta semen mengalir ke bagian bawah dan menutupi pori-pori antar agregat sehingga porositasnya menjadi menurun.

Dari hasil penelitian ini didapat porositas beton porous dengan faktor air semen (fas) 0,25 terendah sebesar 38,45 lt/dt/m² dan tertinggi sebesar 60,85 lt/dt/m². Porositas beton porous dengan faktor air semen (fas) 0,30 terendah sebesar 16,14 lt/dt/m² dan tertinggi sebesar 48,58 lt/dt/m².

Berat volume beton porous pada berbagai rasio agregat semen dan faktor air semen (fas) adalah seperti Tabel 6 dan Gambar 17 berikut ini.

Tabel 6. Berat volume beton porous

No	Rasio Agregat/ Semen	FAS	Berat volume rata-rata (kg/m ³)
1	3,5	0,25	1906
2		0,30	1965
3	4,0	0,25	1825
4		0,30	1894
5	4,5	0,25	1814
6		0,30	1826
7	5,0	0,25	1803
8		0,30	1801



Gambar 17. Berat volume beton porous

Dari Tabel 6 dan Gambar 17 dapat dilihat bahwa berat volume beton porous pada faktor air semen (fas) 0,25 dan 0,30, secara umum mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya rasio agregat/semen. Berat volume tertinggi terjadi pada rasio agregat/semen 3,5, dan berat volume terendah terjadi pada rasio agregat/semen 5,0. Hal ini terjadi karena semakin besar rasio agregat/semen jumlah semennya semakin sedikit. Jumlah semen yang sedikit diikuti dengan jumlah air yang juga sedikit untuk mempertahankan faktor air semen (fas) tetap. Jumlah semen yang sedikit dan jumlah air yang sedikit akan menghasilkan berat volume yang lebih rendah karena jumlah agregat tetap untuk semua rasio agregat/semen.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pengaruh rasio agregat semen dan faktor air semen terhadap kuat tekan dan porositas beton porous ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton porous mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya rasio agregat/semen.
2. Kuat tekan beton porous dengan faktor air semen (fas) 0,25 lebih rendah dari fas 0,30.
3. Porositas beton porous mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya rasio agregat/semen.
4. Porositas beton porous dengan faktor air semen (fas) 0,25 lebih tinggi dari fas 0,30.
5. Berat volume beton porous mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya rasio agregat/semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadjieva, T., Sefhiri, 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.
- Concrete in Practice, 2004, *CIP-38 Pervious Concrete*, NRMCA (National Ready

- Mixed Concrete Association), Silver Spring, Maryland.
<http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/38p.pdf>
- 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/PauIHARBER-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 Perumahan, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.