

KAJIAN EKSPERIMENTAL SIFAT MEKANIK BETON *POROUS* DENGAN VARIASI FAKTOR AIR SEMEN

Erma Desmaliana, Hazairin, Bernardinus Herbudiman, Rossa Lesmana

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Bandung
Jalan PHH Mustofa 23 Bandung 40124
e-mail: ermadesmaliana@itenas.ac.id

Abstract: Porous concrete is one of the sustainable concrete technology innovations without fine aggregates and high porosity. Porous concrete could be used on road pavement to overcome the run-off water and applied as a retaining wall to minimize groundwater pressure. This study purposes to determine the mechanical properties of compressive strength, split-tensile strength, flexural strength and permeability of porous concrete with various water cement ratio experimentally. 10-mm-diameter and 20-mm-diameter of Batujajar split used as coarse aggregates. This study uses concrete mixture with water cement ratio variations of 0.3, 0.35, 0.4, 0.45 and 0.5 on the coarse aggregate gradation of continuous. The test specimens used three cylinders of 15x30cm for compressive and split-tensile strengths, except for permeability strength which used one cylinder of 10x20cm. Beam specimens of 15x15x60cm were used for bending strength test by third-point loading method. The tested mechanical properties are 7, 14 and 28 days compressive strengths, 28 days split-tensile strength, 28 days bending strength and 28 days permeability strength. The experimental results show that the average compressive strengths of porous concrete with variation of water cement ratio of 0.3, 0.35, 0.4, 0.45 and 0.5 for 28 days is 17.9 MPa, 16.1 MPa, 14.2 MPa, 11.2 MPa and 8.8 MPa, respectively. The average split-tensile strengths of porous concrete with variation of water cement ratio of 0.3, 0.35, 0.4, 0.45 and 0.5 for 28 days is 1.6 MPa, 1.5 MPa, 1.4 MPa, 1.2 MPa and 0.9 MPa, respectively. The average flexural strengths of porous concrete with variation of water cement ratio of 0.3, 0.35, and 0.4 for 28 days is 1.6 MPa, 1.5 MPa and 1.1 MPa, respectively. The average permeability strengths of porous concrete with variation of water cement ratio of 0.3, 0.35, 0.4, 0.45 and 0.5 for 28 days is 3.5 mm/s, 3.7 mm/s, 4.1 mm/s, 4.3 mm/s dan 5.0 mm/s, respectively. Based on the experimental study it shows that porous concrete with all variations of water cement ratio achieves the structural strength and is recommended as a pre-fabricated pavement structure material with small dimensions relatively to prevent bending cracks.

Keywords: porous concrete, water cement ratio, permeability, porosity

Abstrak: Beton *porous* merupakan salah satu inovasi teknologi beton berkelanjutan tanpa agregat halus dengan porositas tinggi. Beton porous ini dapat digunakan pada perkerasan jalan untuk menanggulangi air *run-off*, serta dapat diaplikasikan sebagai dinding penahan tanah yang berfungsi untuk meminimalisir tekanan air tanah. Penelitian ini bermaksud untuk mengkaji secara eksperimental sifat mekanis terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur dan permeabilitas beton porous dengan berbagai variasi faktor air semen. Agregat kasar yang digunakan batu pecah Batujajar berukuran 10 mm – 20 mm. Penelitian ini menggunakan campuran beton dengan variasi faktor air semen sebesar 0.3, 0.35, 0.4, 0.45, dan 0.5 pada gradasi agregat kasar menerus. Benda uji yang digunakan untuk setiap varian adalah 3 benda uji beton silinder yang berukuran 15x30 cm untuk uji kuat tekan beton dan uji kuat tarik belah beton dan 1 benda uji beton silinder 10x20 cm untuk uji permeabilitas. Benda uji balok berukuran 15x15x60 cm untuk uji kuat lentur dengan metode *third point loading*. Sifat mekanik yang diuji adalah kuat tekan beton pada umur 7, 14 dan 28 hari untuk uji kuat tekan beton dan 28 hari untuk kuat tarik belah beton, kuat lentur beton dan permeabilitas. Hasil eksperimen menunjukkan nilai kuat tekan beton *porous* dengan varian campuran faktor air semen 0.3, 0.35, 0.4, 0.45, 0.5 untuk 28 hari berturut-turut adalah 17.9 MPa, 16.1 MPa, 14.2 MPa, 11.2 MPa, dan 8.8 MPa. Nilai kuat tarik belah beton dengan varian campuran faktor air semen 0.3, 0.35, 0.4, 0.45, 0.5 untuk 28 hari berturut-turut adalah 1.6 MPa, 1.5 MPa, 1.4 MPa, 1.2 MPa, dan 0.9 MPa. Nilai kuat lentur beton dengan varian campuran faktor air semen 0.3, 0.35, 0.4 untuk 28 hari berturut-turut adalah 1.6 MPa, 1.5 MPa, 1.1 MPa. Nilai permeabilitas beton *porous* dengan varian campuran faktor air semen 0.3, 0.35, 0.4, 0.45, 0.5 adalah 3.5 mm/det, 3.7 mm/det, 4.1 mm/det, 4.3 mm/det dan 5.0 mm/det. Dari hasil eksperimen menunjukkan bahwa beton *porous* dengan semua variasi faktor air semen mampu mencapai kekuatan struktural dan penggunaannya layak direkomendasikan sebagai material struktur perkerasan pre-fabrikasi dengan dimensi yang relatif kecil untuk menghindari retak lentur.

Kata kunci: : beton porous, faktor air semen, permeabilitas, porositas

PENDAHULUAN

Dewasa ini, Kota Bandung kerap didera sejumlah kasus banjir yang makin melebar dan merangsek. Berdasarkan data yang dihimpun oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pada tahun 2016, tercatat bahwa banjir terjadi di 20 titik Kota Bandung yang disebabkan beberapa sungai meluap yang tidak mampu menampung aliran permukaan (*run-off*). Terjadinya genangan air akibat limpasan permukaan di atas perkerasan jalan, akan berpengaruh terhadap rusaknya konstruksi jalan. Berdasarkan penjelasan tersebut, akhirnya objek dalam penelitian ini difokuskan untuk mengkaji elemen beton yang mampu meloloskan air (beton *porous*) sehingga air dapat berinfiltrasi ke dalam tanah.

Penelitian terhadap beton *porous* sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya penelitian Zulfikar (2017) yang menunjukkan bahwa beton lolos air tanpa menggunakan pasir dengan penambahan *masterroc HCA10* memiliki nilai kuat tekan dan kuat tarik belah yang tinggi sebesar 30.38 MPa dan 4.66 MPa, serta nilai laju infiltrasi yang besar sebesar 4.94×10^{-3} mm/jam dengan faktor air semen (FAS) yang digunakan sebesar 0.38. Selanjutnya, penelitian Ginting (2015) menyebutkan bahwa beton *porous* menggunakan agregat kasar gradasi seragam memiliki kuat tekan dan porositas yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan beton *porous* menggunakan agregat kasar gradasi menerus sebesar 18.92 MPa dan 87.68 ltr/dt/m². Faktor air semen (FAS) yang digunakan adalah 0.27 dan bahan tambahan yang digunakan adalah SicaCim *Concrete Additive*. Adapun hasil penelitian Ginting (2015) menyatakan bahwa kuat tekan beton *porous* dengan bahan pengisi styrofoam mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya rasio agregat/semen. Kuat tekan beton *porous* dengan faktor air semen (FAS) 0.25 lebih rendah dari FAS 0.3. Porositas beton *porous* mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya rasio agregat/semen. Porositas beton *porous* dengan faktor air semen (FAS) 0.25 lebih tinggi dari FAS 0.3. Dari ketiga penelitian tersebut dapat ditemui kesamaan hasil yang menyatakan bahwa pengaruh faktor air semen (FAS) sebenarnya mempengaruhi sifat mekanik beton *porous*.

Ketiga penelitian terdahulu yang telah dijelaskan sebelumnya memiliki kesamaan topik penelitian, yakni mengevaluasi kekuatan beton *porous* terhadap pengaruh faktor air semen (FAS), sehingga dalam penelitian ini penulis menganggap perlu untuk mengkaji secara eksperimental mengenai pengaruh beberapa variasi faktor air semen (FAS) terhadap campuran beton *porous*. Penelitian ini diharapkan memberikan informasi apakah campuran beton *porous* dengan nilai faktor air semen (FAS) yang optimum dapat diaplikasikan untuk bahan konstruksi.

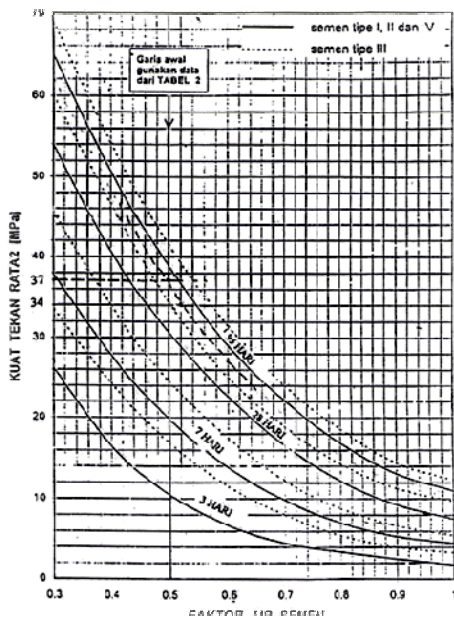
BETON POROUS

Bahan utama penyusun beton *porous* adalah semen Portland, agregat, air dan bahan tambah lainnya dengan komposisi tertentu. Pada beton *porous*, agregat yang digunakan hanya agregat kasar saja atau dengan sedikit bahkan tanpa agregat halus. Faktor air semen harus sangat diperhatikan agar pori-pori yang terbentuk setelah mengeras tidak tertutup oleh campuran pasta semen yang mengeras, serta juga bertujuan agar ikatan antar butir agregat satu sama lain kuat. Beton *porous* merupakan salah satu inovasi dalam material konstruksi yang ramah lingkungan karena memiliki rongga-rongga udara pada permukaan strukturnya yang berfungsi untuk mengalirkan laju infiltrasi air hujan langsung meresap ke dalam tanah sehingga mengurangi limpasan permukaan (*surface run-off*). Menurut ACI 522R-10 (2010) beton *porous* mampu menghasilkan ruang kosong sebagai rongga udara sebesar 15% hingga 25% dari total keseluruhan volumenya serta memiliki nilai slump yang sangat kecil atau bahkan mendekati nol, yang terbentuk dari campuran semen Portland, agregat kasar, sedikit atau tidak sama sekali agregat halus, bahan tambah dan air. Dengan beton *porous* diaplikasikan pada perkerasan jalan dan sebagai dinding penahan tanah maka limpasan air diharapkan akan terserap ke dalam tanah.

Komposisi campuran beton *porous*

Dalam campuran beton *porous* semen yang digunakan sebaiknya adalah semen Portland tipe I. Penggunaan agregat kasar mendominasi dalam pembuatan beton *porous*. Air memiliki peranan penting dalam proses pembuatan beton *porous*. Untuk menghasilkan campuran pasta

beton *porous* yang baik, faktor air semen (FAS) perlu diperhatikan secara teliti karena mempengaruhi kuat tekan seperti terlihat pada Gambar 1. Apabila beton *porous* memiliki jumlah air terlalu banyak akan mengakibatkan pori-pori beton tersebut akan tertutup oleh pasta semen yang terlalu cair, sedangkan apabila air terlalu sedikit akan membuat beton menjadi rapuh karena daya lekat antara semen dengan agregat menjadi kurang sempurna. Hal ini akan menyebabkan kekuatan dari beton *porous* akan mengalami penurunan. Dalam ACI 522R-10 (2010) menyatakan bahwa faktor air semen (FAS) yang paling baik digunakan dalam penggunaan beton *porous* harus berkisar antara 0.26-0.45. Dalam penelitian ini pembuatan beton *porous* dilakukan tanpa menggunakan bahan tambah.



Gambar 1. Diagram perbandingan kuat tekan beton *porous* (SNI 03-2834-2000, 2000)

Karakteristik beton *porous*

Beton *porous* memiliki kuat tekan yang tergolong rendah apabila dibandingkan dengan kuat tekan beton konvensional. Menurut ACI 522R-10 (2010) menyatakan bahwa kuat tekan rata-rata beton *porous* berkisar antara 2.8 MPa sampai dengan 28 MPa, sehingga aplikasi beton *porous* hanya cocok untuk diaplikasikan pada perkerasan jalan dengan intensitas beban lalu lintas ringan seperti trotoar, tempat parkir, jalur pejalan kaki, jalan-jalan perumahan dan taman.

Porositas beton *porous*

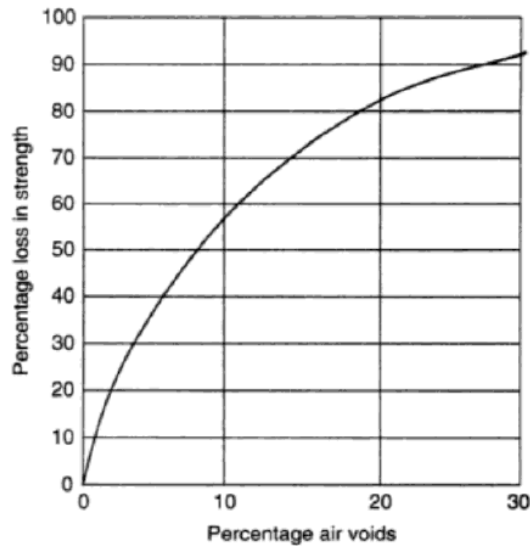
Porositas merupakan suatu rasio antara volume rongga-rongga udara terhadap volume total dari keseluruhan benda uji beton *porous*. Pada beton *porous* nilai porositas sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya rongga udara yang dihasilkan. Semakin besar rongga udara, maka nilai porositas juga semakin besar yang berarti beton *porous* dapat mengalirkan air dengan cepat. Semakin besar nilai porositas, maka kekuatan beton *porous* menjadi semakin berkurang karena terjadinya penurunan ikatan-ikatan antar agregat dengan semen.

Permeabilitas beton *porous*

Permeabilitas merupakan suatu kemampuan yang dimiliki oleh batuan untuk meloloskan cairan melalui rongga-rongga yang saling berhubungan. Menurut ACI 552R-10 (2010) menyatakan bahwa nilai permeabilitas pada beton *porous* yang diperoleh berkisar antara 0.14-0.22 cm/detik. Untuk mengetahui nilai permeabilitas pada beton *porous* dapat ditentukan dengan melakukan pengujian yang menggunakan prinsip *falling head permeability*, yaitu dengan mengukur waktu yang dibutuhkan oleh ketinggian air jatuh dari batas atas sampai batas bawah. Nilai permeabilitas biasanya disajikan dalam satuan cm/detik.

Pengaruh kadar air pada beton *porous*

Kadar udara sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton terutama kuat tekan. Semakin besar nilai kadar udara pada beton maka kuat tekan beton yang didapatkan semakin kecil, dan sebaliknya semakin kecil nilai nilai kadar udara pada beton maka kuat tekan beton yang didapatkan relatif semakin besar. Rasio kehilangan kekuatan pada beton dapat dilihat dari besarnya rasio kadar udara yang terdapat pada beton. Pengaruh kadar udara terhadap rasio kehilangan kekuatan dapat diprediksi dengan grafik seperti tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram perbandingan kuat tekan beton porous (Gopi, 2010)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan bersifat eksperimental di laboratorium dengan mengadakan suatu percobaan langsung untuk mendapatkan data-data dan hasil dari variabel-variabel yang diteliti. Benda uji yang dibuat menggunakan agregat kasar berupa batu pecah (split) dari Batujajar dengan ukuran maksimum 40 mm. Penentuan gradasi menerus yang digunakan adalah dengan mengambil pendekatan nilai modulus kehalusan rata-rata sebesar 6.41 (mendekati modulus gabungan agregat kasar dan agregat halus). Penelitian ini menggunakan campuran beton porous dengan variasi faktor air semen (FAS) sebesar 0.3, 0.35, 0.4, 0.45, dan 0.5. Benda uji yang digunakan adalah balok beton

dan silinder beton. Balok beton dibuat sebanyak 15 buah dengan ukuran lebar 150 mm, tinggi 150 mm, dan panjang 650 mm untuk uji kuat lentur beton porous. Jumlah benda uji untuk setiap varian adalah 3 buah benda uji silinder beton berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm untuk uji kuat tekan beton porous dan kuat tarik belah beton porous. Sementara itu, silinder beton berukuran 100 mm dan tinggi 200 mm dibuat sebanyak 5 buah (1 buah per silinder) untuk uji permeabilitas beton porous.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa jenis pengujian, diantaranya adalah: pengujian pendahuluan agregat kasar (batu pecah), pengujian kuat tekan beton, pengujian kuat tarik belah beton, pengujian kuat lentur beton, dan pengujian permeabilitas. Sementara itu, penelitian ini menggunakan alat-alat utama sebagai berikut: *universal testing machine* (UTM) digunakan untuk menguji kuat tekan beton, kuat tarik belah beton, dan kuat lentur beton, serta alat *falling head* untuk pengujian permeabilitas.

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Komposisi benda uji

Komposisi benda uji pada penelitian ini dibuat berdasarkan hasil volume yang didapat dari perhitungan beton normal, kemudian hasil komposisi yang didapat dicocokkan kembali dengan komposisi penggunaan material yang terdapat dalam ACI 522R-10 seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi benda uji beton porous

Material	Kebutuhan / m ³				
	F-3	F-3.5	F-4	F-4.5	F-5
Air	170	170	170	170	170
Semen	566,7	485,7	425	377,8	340
Agregat Kasar	1.638,3	1.719,3	1.780	1.827,2	1.865
w/c	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5

Prediksi kekuatan tekan beton porous

Pada penelitian ini kekuatan tekan beton porous dapat diprediksi dari komposisi SNI 03-2834-

2000 (berdasarkan FAS) dan juga dari perhitungan kadar udara seperti terlihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 berikut.

Tabel 2. Hasil perhitungan prediksi kuat tekan beton *porous* berdasarkan komposisi SNI

	Prediksi Kuat Tekan (MPa)				
	F-3	F-3.5	F-4	F-4.5	F-5
SNI	54	47	40	34	29

Tabel 3. Hasil perhitungan prediksi kuat tekan beton *porous* akibat kadar udara

Komposisi	Kadar Udara (%)	Kehilangan Kekuatan (%)	Kuat Tekan Rencana (MPa)
F-3	14,3	68,3	17,1
F-3.5	15,0	69,7	14,4
F-4	16,1	73,2	10,7
F-4.5	17,6	77,9	7,5
F-5	18,9	81,7	5,3

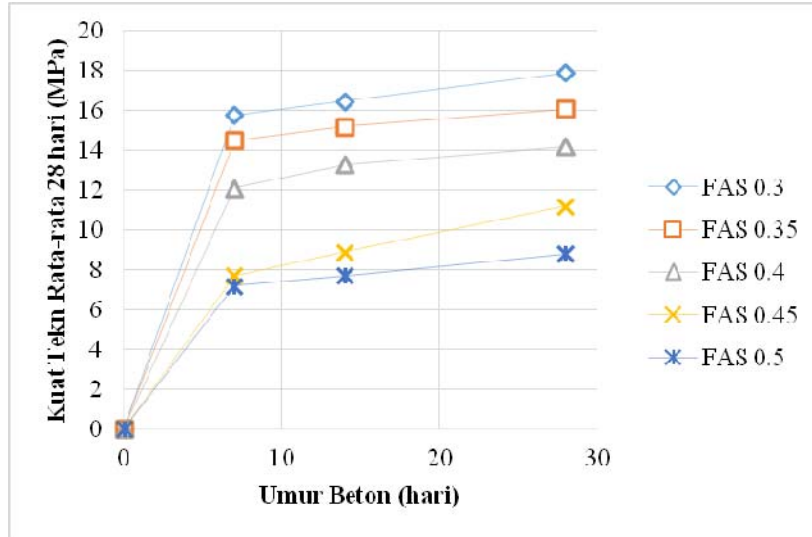
Uji kuat tekan beton *porous*

Beton *porous* dengan faktor air semen (FAS) 0.3 memiliki kuat tekan tertinggi pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dibandingkan dengan varian lainnya. Sementara itu, peningkatan nilai

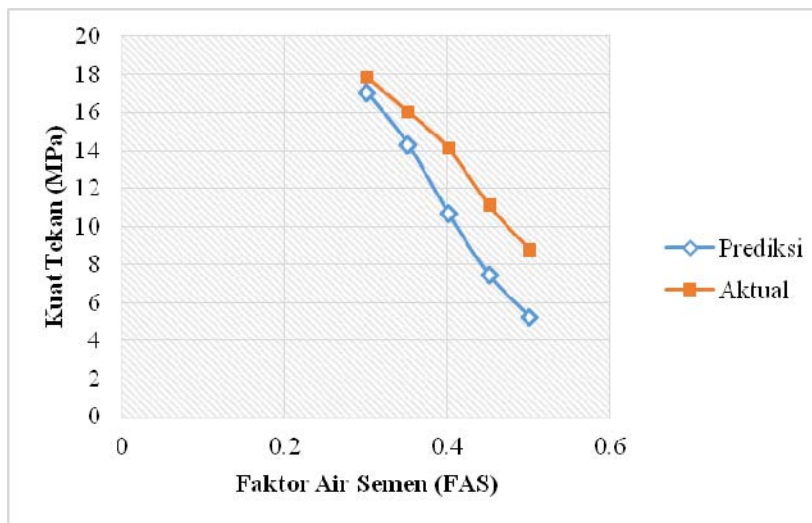
faktor air semen (FAS) memberikan dampak degradasi kekuatan tekan pada beton *porous*. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata benda uji dengan lima variasi faktor air semen (FAS) untuk setiap campuran secara rinci disajikan pada Tabel 4, Gambar 3 dan Gambar 4.

Tabel 4. Hasil uji kuat tekan beton *porous*

FAS	Kuat Tekan Rata-rata 28 hari (MPa)						
	Benda Uji	Umur Pengujian (hari)					Rata-rata Kuat Tekan
		7	Rata-rata Kuat Tekan	14	Rata-rata Kuat Tekan	28	
0.3	1	15,7	15,8	16,8	16,5	18,2	17,9
	2	15,7		16,8		17,6	
	3	15,9		16,3		17,2	
0.35	1	14,3	14,5	15,7	15,2	16,2	16,0
	2	14,3		15,4		16,8	
	3	14,7		15,5		13,0*	
0.4	1	12,1	12,1	13,5	13,3	14,1	14,2
	2	12,7		13,3		15,4*	
	3	12,5		13,3		14,3	
0.45	1	8,0	7,7	8,9	8,8	11,1	11,2
	2	5,0*		8,4		11,0	
	3	7,4		8,3		11,4	
0.5	1	7,0	7,2	7,8	7,7	8,8	8,8
	2	7,3		7,6		8,8	
	3	6,0*		7,3		8,8	



Gambar 3. Grafik pengaruh FAS terhadap kuat tekan beton porous



Gambar 4. Grafik kuat tekan prediksi vs kuat tekan aktual

Dari hasil pengujian kuat tekan beton porous (Gambar 5) tampak bahwa kegagalan yang terjadi retak split agregat sehingga beton porous

berpotensi dapat ditingkatkan *bonding strength*-nya.



Gambar 5. Pengujian kuat tekan beton *porous*

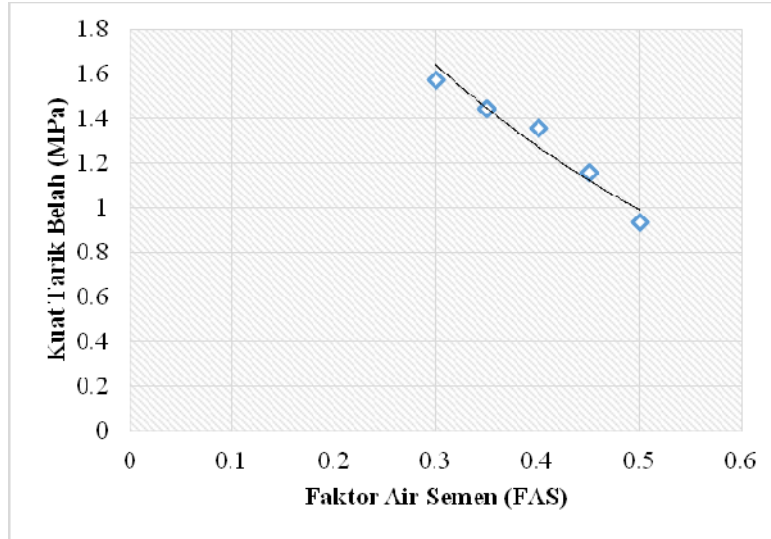
Uji kuat tarik beton *porous*

Berdasarkan hasil pengujian, diketahui bahwa peningkatan faktor air semen (FAS) terhadap benda uji memberikan dampak menurunnya kuat tarik belah beton *porous*. Beton *porous* dengan faktor air semen (FAS) 0.3 memiliki

kuat tarik belah tertinggi pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Sementara itu, peningkatan nilai faktor air semen (FAS) memberikan dampak degradasi kekuatan tarik belah pada beton *porous*. Nilai kuat tarik belah beton *porous* secara rinci disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 6.

Tabel 5. Hasil uji kuat tarik belah beton *porous* pada umur 28 hari

FAS	Benda Uji	Berat (kg)	Rata-rata Berat (kg)	Kadar Udara (%)	Rata-rata Kadar Udara (%)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata-rata Kuat Tarik Belah (MPa)
0.3	1	10,5	10,5	16,6	16,4	1,6	1,6
	2	10,5		17,3*		1,5*	
	3	10,6		16,3		1,6	
0.35	1	10,5	10,4	17,0	17,4	1,4	1,5
	2	10,4		17,6		1,5	
	3	10,4		17,3		1,5	
0.4	1	10,3	10,3	16,7*	18,2	1,5*	1,4
	2	10,3		18,2		1,4	
	3	10,3		18,2		1,4	
0.45	1	10,3	10,3	18,7	18,7	1,1	1,2
	2	10,3		18,7		1,2	
	3	9,9		20,7*		1,0*	
0.5	1	9,7	10,2	22,8*	19,00	0,8*	1,1
	2	10,2		19,0		1,0	
	3	10,2		19,0		1,1	



Gambar 6. Grafik pengaruh FAS terhadap kuat tarik belah beton *porous*

Dari hasil pengujian kuat tarik belah beton *porous* (Gambar 7) tampak bahwa agregat lebih

banyak yang lepas sehingga potensi untuk meningkatkan *bonding strength* masih terbuka.



Gambar 7. Hasil pengujian kuat tarik belah beton *porous*

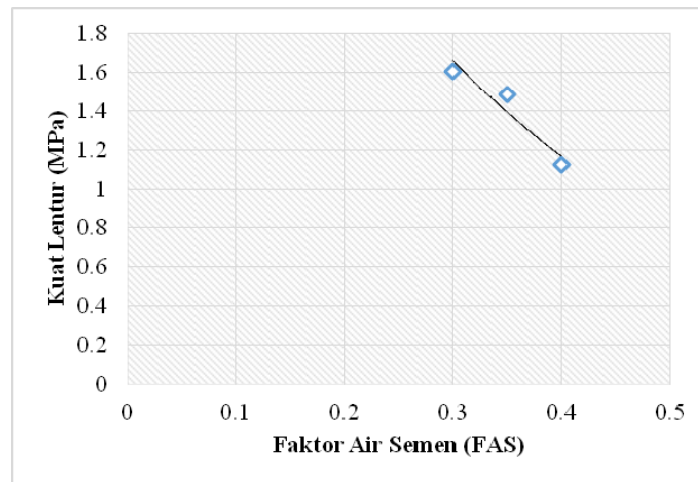
Uji kuat lentur beton *porous*

Beton *porous* dengan dengan faktor air semen (FAS) 0.3 memiliki kuat lentur tertinggi pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Sementara itu,

peningkatan nilai faktor air semen (FAS) memberikan dampak degradasi kekuatan lentur belah pada beton *porous*. Nilai kuat tarik belah beton *porous* secara rinci disajikan pada Tabel 6 dan Gambar 8.

Tabel 6. Hasil uji kuat lentur beton *porous* pada umur 28 hari

FAS	Benda Uji	Kuat Lentur (MPa)	Rata-rata Kuat Lentur (MPa)
0.3	1	1,6	1,6
	2	1,6	
	3	1,6	
0.35	1	1,5	1,5
	2	1,5	
	3	1,5	
0.4	1	1,4	1,4
	2	1,3	
	3	1,3	

**Gambar 8.** Grafik pengaruh FAS terhadap kuat lentur beton *porous*

Dari hasil pengujian kuat lentur beton *porous* (Gambar 9) tampak bahwa retak yang terjadi

merupakan retak lentur dan tidak dijumpai retak geser.

**Gambar 9.** Hasil pengujian kuat tarik belah beton *porous*

Uji kuat lentur beton *porous*

Beton *porous* dengan dengan faktor air semen (FAS) 0.5 memiliki nilai permeabilitas terbesar pada umur 28 hari sebesar 4.987 mm/detik. Pe-

ningkatan nilai faktor air semen (FAS) memberikan dampak gradasi nilai laju infiltrasi air pada beton *porous*. Nilai permeabilitas beton *porous* secara rinci disajikan pada Tabel 7.

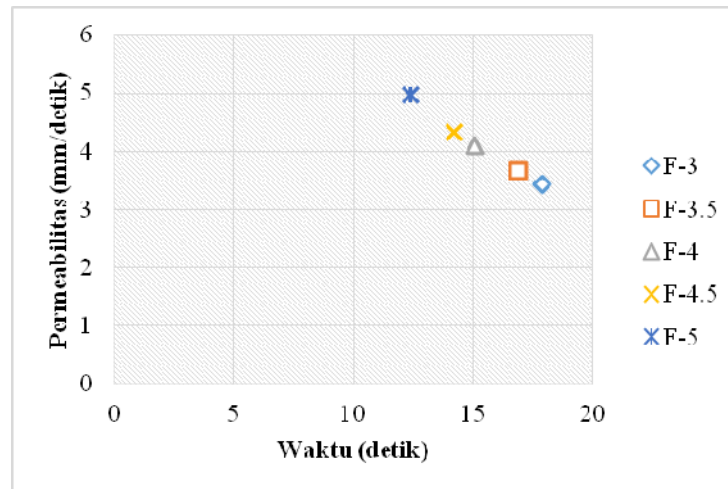
Tabel 7. Hasil uji kuat lentur beton *porous* pada umur 28 hari

Komposisi	Rata-rata Berat (kg)	Volume Air (ml)	Rata-rata Waktu (detik)	Debit (ml/detik)	Kecepatan (mm/detik)
F-3	3,8	500	17,9	28,0	3,5
F-3.5	3,7	500	16,9	29,6	3,7
F-4	3,7	500	15,0	33,3	4,1
F-4.5	3,7	500	14,2	35,2	4,3
F-5	3,5	500	12,4	40,4	5,0

Dari data hasil pengujian permeabilitas juga diketahui bahwa semakin cepat waktu yang diperlukan air untuk meresap, maka semakin besar pula nilai permeabilitasnya. Hubungan antara waktu dengan permeabilitas beton *porous* dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini.

Pada beton *porous* dengan faktor air semen (FAS) yang tinggi, adukan beton memiliki ba-

nyak pori-pori yang diisi air, setelah beton mengeras akan timbul rongga-rongga yang sifatnya *porous*. Beton *porous* memiliki nilai permeabilitas yang besar karena adanya hubungan antar pori yang memudahkan pergerakan cairan untuk melalui beton. Hal ini terlihat pada beton *porous* dengan faktor air semen (FAS) 0.5 yang memiliki nilai permeabilitas yang paling besar.



Gambar 10. Grafik perbandingan waktu dengan permeabilitas

KESIMPULAN

Setelah melakukan analisis terhadap data hasil pengujian dan perhitungan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton *porous* mengalami penurunan kekuatan seiring dengan meningkatnya rasio faktor air semen (FAS). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata tertinggi didapat pada beton *porous* dengan faktor air semen (FAS) 0.3 yaitu sebesar 17.9 MPa dan kuat tekan rata-rata terendah didapat pada beton *porous* dengan faktor air semen (FAS) 0.5 yaitu sebesar 8.8 MPa. Nilai kuat tekan menurun seiring dengan pertambahan nilai faktor air semen (FAS). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai faktor air semen (FAS) akan menyebabkan penurunan kekuatan terhadap beton *porous*.
2. Permeabilitas beton *porous* mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya rasio faktor air semen (FAS). Hal ini menunjukkan bahwa nilai faktor air semen (FAS) sangat berpengaruh terhadap terjadinya permeabilitas pada beton *porous*. Nilai permeabilitas tertinggi pada campuran beton *porous* dengan faktor air semen (FAS) 0.5 sebesar 5 mm/detik.
3. Beton *porous* dengan semua variasi faktor air semen (FAS) memenuhi syarat untuk penggunaan sebagai perkerasan jalan normal. Karena kuat tekan beton *porous* tersebut memenuhi target kuat tekan minimal bata beton yang disyaratkan dalam SNI 03-0691-1996

yaitu sebesar 8.5 MPa, sehingga penggunaan sebagai perkerasan jalan normal layak direkomendasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute. (2008). *ACI 552.1-08 Specification for Previous Concrete Pavement*. ACI, Farmington Hills, MI.
- American Concrete Institute. (2010). *ACI 552R-10 Report on Previous Concrete*. ACI, Farmington Hills, MI.
- Badan Standardisasi Indonesia. (1996). *SNI 03-0691-1996 Bata beton (Paving block)*. BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Indonesia. (2000). *SNI 03-2834-2000 Tata pembuatan rencana campuran beton normal*. BSN, Jakarta.
- Ginting, A., Adi, P. dan Costa, D. O. M. (2015). "Pengaruh penambahan pasir terhadap kuat tekan dan porositas beton *porous*". *Jurnal Teknik*, Vol. 1.
- Ginting, A. (2015). "Kuat tekan dan porositas beton *porous* dengan bahan pengisi styrofoam". *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 11, No. 2, 76-98.
- Ginting, A. (2015). "Perbandingan kuat tekan dan porositas beton *porous* menggunakan agregat kasar bergradasi seragam dengan gradasi menerus". *Prosiding Seminar Nasional ReTII ke-10*, Yogyakarta, Desember 2015, 377-383.
- Gopi, S. (2010). *Basic Civil Engineering*. Pearson, Delhi.
- Prabowo, D. A., Setiawan, A. dan Sambowo, K. A. (2013). "Desain beton berpori untuk perkerasan jalan yang ramah lingkungan". *Matriks Teknik Sipil*, 96-102.
- Zulfikar dan Karolina, R. (2017). "Kajian Pendahuluan Beton Lolos Air (Porous Concrete) dengan Penambahan Masterroc HCA10". *Jurnal Teknik Sipil USU*, Vol. 6 No. 1.