

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PEMANFAATAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS BETON BERPORI (*PERVIOUS CONCRETE*)

Romario W. Pandei¹, Steve W. M. Supit², Jemmy Rangan³, Arthur Karwur⁴

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Jl. Raya Politeknik, Ds. Buha, Manado, 95252

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Jl. Raya Politeknik, Ds. Buha, Manado, 95252

⁴Dosen Jurusan Administrasi Bisnis, Politeknik Negeri Manado, Jl. Raya Politeknik, Ds. Buha, Manado, 95252

Email: ²stevevmsupit@gmail.com

ABSTRACT

The application of pervious concrete has been increasing in the area of civil engineering to be one of the alternative solutions in reducing stormwater run-off and prevents flooding. This research aims to investigate the compressive strength and permeability of pervious cement concrete with various of cement:aggregate ratio = 1:2, 1:4 and 1:6, and at a water cement ratio of 0.3. The proportion that obtained highest compressive strength at 7 days was then selected to investigate the effect of superplasticizer addition in pervious concrete based on the results of compressive strength test at 7, 14 and 28 days, and void ratio test at 7 and 28 days. The infiltration rate test was also conducted according to ASTM C1701-standard to analyse the permeability level of pervious concrete with and without superplasticizer. The results show that the optimum compressive strength of pervious concrete at 7 days peaked at 5.67 MPa, reached by the mixtures with cement:aggregate ratio = 1:2. The addition of 0.5% superplasticizer by weight of cement in this mixture was found effective in improving the compressive strength of pervious concrete up to 8.51 MPa, 10.92 MPa and 13.47 MPa at 7, 14 and 28 days, respectively. It can be concluded that the use of superplasticizer has an effect in increasing the bonding between aggregate-paste and therefore, improves the compressive strength and balance the permeability properties of pervious cement concrete.

Key words : *Pervious concrete, compressive strength, void ratio, permeability, superplasticizer*

ABSTRAK

Aplikasi beton berpori semakin mendapat perhatian di bidang Teknik Sipil karena dapat dijadikan sebagai salah satu solusi untuk mengurangi limpasan air hujan dan mencegah banjir. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi karakteristik beton berpori berdasarkan pengujian kekuatan tekan dan permeabilitas beton dengan variasi campuran komposisi semen:agregat = 1:2, 1:4 dan 1:6 dan FAS = 0,3. Dari komposisi campuran yang menghasilkan kuat tekan tertinggi pada 7 hari, dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan bahan tambah superplasticizer untuk pengujian kuat tekan umur beton 7, 14, dan 28 hari serta pengujian porositas pada umur 7 dan 28 hari. Pengujian laju infiltrasi juga dilakukan berdasarkan standard ASTM C1701 untuk mengevaluasi tingkat permeabilitas beton berpori dengan dan tanpa menggunakan superplasticizer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan optimum beton berpori pada umur 7 hari dihasilkan oleh campuran semen:agregat = 1:2 dengan nilai sebesar 5,67 MPa. Penambahan superplasticizer sebesar 0,5% dari berat semen pada komposisi campuran ini menghasilkan nilai kuat tekan beton berpori berturut-turut sebesar 8,51 MPa, 10,92 MPa dan 13,47 MPa pada umur beton 7, 14 dan 28 hari. Penggunaan superplasticizer pada komposisi yang tepat disimpulkan memiliki pengaruh dalam meningkatkan ikatan antara agregat dan pasta semen sehingga memperbaiki karakteristik kuat tekan beton berpori dan tingkat permeabilitasnya.

Kata kunci : *Beton berpori, kuat tekan, porositas, permeabilitas, superplasticizer*

PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya teknologi beton, penelitian tentang beton tanpa pasir atau disebut juga beton berpori semakin mendapat perhatian akhir-akhir ini. Beton berpori (*pervious concrete*) merupakan salah satu jenis beton yang dikategorikan sebagai beton ringan karena adanya pengurangan agregat halus. Bahkan dalam beberapa penelitian sudah tidak lagi menggunakan pasir sehingga membuat massa beton itu sendiri menjadi ringan dari beton konvensional pada umumnya.

Beberapa keuntungan pemanfaatan beton *porous* adalah sebagai berikut (Bayuaji, 2011):

1. Memiliki *workability* yang baik sehingga mudah dalam proses pelaksanaan. Sifat ini menjadikan pelaksanaan beton *porous* dapat mengisi celah antar tulangan dan tidak memerlukan proses pemadatan yang berarti di lapangan.
2. Pelaksanaan beton *porous* membutuhkan mobilisasi yakni transportasi dan jumlah operator yang lebih sedikit karena beratnya yang lebih ringan dari beton normal.
3. Beton *porous* menyerap panas yang baik dan tahan api serta menjadi peredam beban kejut yang baik.
4. Memiliki berat yang ringan sehingga secara struktur dapat mengurangi berat sendiri dan memiliki dimensi elemen struktur yang lebih berkurang.

Beton berpori atau *pervious concrete* tersusun atas dua elemen pembentuk utamanya yaitu, semen dan agregat kasar. Tidak adanya penggunaan agregat halus membuat beton memiliki rongga pada strukturnya. Hal inilah yang membuat beton berpori menjadi mudah dilewati oleh air. Berdasarkan ACI 522R-10, beton berpori terbentuk

dari campuran semen Portland, sedikit atau tidak sama sekali agregat halus, agregat kasar, dan bahan tambah (*admixture*), serta air. Nilai *slump* pada beton berpori berbeda dengan beton pada umumnya, yakni nilainya yang mendekati nilai nol.

Pengaplikasian beton berpori pada umumnya masih terbatas untuk konstruksi jalan, area pejalan kaki maupun tempat parkir dimana dengan prosentasi rongga pada beton berkisar antara 12% sampai 25% (Zulfikar, 2010). Dengan kadar rongga ini, memungkinkan air yang ada dipermukaannya langsung terserap kedalam tanah sehingga dapat mengurangi limpasan air hujan.

Adapun dalam pengembangan penelitian beton *porous*, beberapa hasil penelitian dapat diuraikan berikut ini. Sari (2013) melalui penelitian tentang Pengaruh Komposisi Beton Non Pasir dengan Substitusi *Fly Ash* dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan, Modulus Elastisitas, dan Daya Serap Air, menemukan bahwa penggunaan *fly ash* sebesar 20% dan *Superplasticizer* 0.6% dapat meningkatkan kuat tekan beton non pasir pada umur 28 hari. Penelitian lain adalah dengan sistem substitusi semen dengan material pozzolan. Contohnya penelitian Suseno (2017), yang meneliti pemanfaatan abu terbang yang disubstitusikan sebagian terhadap semen dengan prosentase 0%, 15% dan 25%, dan dikombinasikan pada beton *porous* dengan campuran agregat kasar daur ulang. Menurut penelitian ini diperoleh bahwa beton *porous* dengan 25% abu terbang dan 0% agregat daur ulang menghasilkan kekuatan tertinggi sebesar 13,621 MPa sementara beton *porous* tanpa penggunaan abu terbang dan agregat kasar daur ulang hanya memiliki kekuatan tekan sebesar 5,459 MPa. Penelitian lain adalah dengan

menggunakan *SikaCim Concrete Additive* sebesar 7,5 ml/kg semen dan mengkombinasikannya dengan *styrofoam* yang digunakan sebagai bahan pengisi beton *porous*. Hasil penelitian Ginting (2015) menunjukkan pengaruh faktor air semen terhadap peningkatan kuat tekan dari beton *porous* dengan *styrofoam* dimana faktor air semen = 0,3 menghasilkan kuat tekan terendah 8,11 MPa dan tertinggi sebesar 14,97 MPa sedangkan faktor air semen = 0,25 menghasilkan kuat tekan terendah sebesar 7,37 MPa dan tertinggi 8,87 MPa. Penelitian Darwis, dkk (2017) meneliti tentang perbandingan penggunaan semen dengan agregat 1:4, 1:6, 1:8, 1:10 dan diperoleh nilai kuat tekan optimum pada rasio semen agregat 1:6 adalah 3,712 MPa dan kuat lentur tertinggi 0,963 MPa.

Walaupun pemanfaatannya sudah mulai tersebar luas karena menghasilkan beton yang lebih ekonomis, namun masalah kekuatan beton berpori yang relatif rendah dibandingkan dengan beton normal masih perlu diteliti lebih lanjut, salah satunya tentang pengaruh pemanfaatan *superplasticizer* (SP) terhadap karakteristik beton berpori. Tujuan penelitian ini adalah untuk menginvestigasi pengaruh pemanfaatan *superplasticizer* berdasarkan nilai kuat tekan beton berpori pada umur 7, 14 dan 28 hari dan nilai permeabilitas pada umur 7 hari.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah kajian eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado, dengan perencanaan campuran beton berpori dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Proporsi Campuran Beton / m³

Kode Beton	Komposisi Campuran	Semen (kg)	Kerikal (kg)	Air (kg)	SP (kg)
PN-2	1 : 2	400	800	100	0
PN-4	1 : 4	400	1600	100	0
PN-6	1 : 6	400	2400	100	0
PSp-2	1 : 2	400	1600	100	20

Penelitian dilaksanakan dengan dua tahap. Tahap satu dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 7 hari dengan variasi campuran tanpa menggunakan *superplasticizer*, dimana rasio semen: agregat adalah 1:2, 1:4 dan 1:6. Pada pengujian tahap dua, dipilih campuran yang mencapai kuat tekan tertinggi pada umur beton 7 hari untuk diuji pengaruh pemanfaatan *superplasticizer* sebanyak 0,5% dari berat sement terhadap kuat tekan beton berpori pada umur 7, 14 dan 28 hari. Sedangkan tahap tiga adalah pengujian permeabilitas untuk meneliti laju infiltrasi beton berpori dengan menggunakan SP 0,5%.

Sampel yang diuji terhadap kuat tekan adalah berbentuk silinder dengan ukuran diameter 100mm dan tinggi 200mm (Gambar 1), sedangkan pengujian permeabilitas menggunakan benda uji berbentuk pelat beton dengan ukuran 400x600x50mm (Gambar 2).



Gambar 1. Sampel Silinder untuk Pengujian Kuat Tekan Beton Berpori



Gambar 2. Sampel untuk Pengujian Laju Infiltrasi Beton Berpori

Sehari sebelum pengujian, sampel dikeluarkan dari bak perendaman. Sebelum dilakukan pengujian, timbang berat sampel. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan *Strength Compressive Machine* berkapasitas 3000 KN.

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton dapat dilihat pada persamaan (1) sebagai berikut:

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

Keterangan:

$f'c$ = Kuat tekan (MPa)

P = Beban tekan (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

Selain pengujian kuat tekan, dilakukan juga uji permeabilitas untuk mengetahui berapa lama air dapat tembus melewati beton berpori dengan satuan mm/detik. Untuk menjaga air yang dituang ke permukaan beton berpori tetap konstan maka penuangan dibatasi oleh ring dengan diameter 300 mm dan tinggi \geq 50 mm yang ditempelkan dengan menggunakan bahan perekat (lihat Gambar 3). Metode pengujian ini dilakukan berdasarkan ASTM C1701 (*Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete*).



Gambar 3. Metode Pengujian Laju Infiltrasi Beton Berpori

Adapun rumus pengujian permeabilitas/infiltrasi dapat dilihat pada persamaan (2) sebagai berikut:

$$I = \frac{KM}{D^2t} \quad (2)$$

Keterangan:

I = Laju infiltrasi (mm/jam)

D = Diameter bagian dalam ring (30 mm)

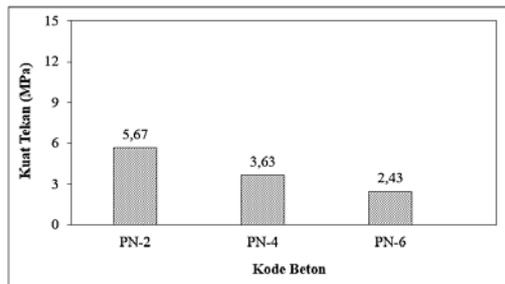
t = Waktu yang dibutuhkan untuk meloloskan air (m³)

K = Konstanta dengan nilai 4.583.666.000 ((mm²detik)/(kgjam))

HASIL dan PEMBAHASAN

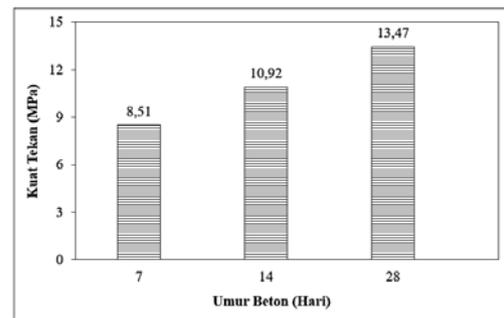
Hasil pengujian kuat tekan beton berpori berikut merupakan nilai rata-rata dari tiga sampel pada masing-masing variasi campuran pada umur 7 hari yang kemudian dibuatkan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa nilai kuat tekan tertinggi dicapai oleh beton dengan rasio semen:agregat 1:2 (PN-2) yakni sebesar 5,67 MPa. Sedangkan kuat tekan beton PN-4 dan PN-6 berturut-turut adalah 3,63 dan 2,43 MPa. Prosentasi kenaikan kuat tekan beton PN-2 adalah sebesar 56% dan 133% lebih tinggi dari PN-4 dan PN-6. Dari hasil kuat tekan ini, dipilih campuran PN-2 dengan rasio:agregat 1:2 untuk diteliti kuat tekannya setelah diberikan penambahan *superplasticizer* 0,5% dari berat semen.



Gambar 4. Hasil Kuat Tekan Beton Berpori Umur 7 Hari

Gambar 5 menunjukkan hasil kuat tekan beton berpori dengan campuran rasio semen:agregat 1:2 dengan menggunakan 0,5% *superplasticizer* (PSp-2), dimana nilai kuat tekan beton berpori PSp-2 memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dari PN-2 pada umur 7 hari dengan nilai kuat tekan adalah 8,51 MPa dengan peningkatan yang diperoleh adalah sebesar 50%. Hal ini mengindikasikan bahwa 0,5% *superplasticizer* memiliki pengaruh yang cukup signifikan dalam menambah ikatan antar agregat sehingga mempengaruhi peningkatan ketahanan beton berpori terhadap beban tekan. Pada umur 14 dan 28 hari, kuat tekan PSp-2 adalah sebesar 10,92 MPa dan 13,47 MPa. Dimana hasil ini belum mencukupi nilai minimal 15 MPa yang distandarkan oleh SNI 03-0691-1996 untuk standar mutu bata beton. Walaupun demikian, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan untuk perbandingan dengan kuat tekan beton tanpa *superplasticizer* pada pengujian lanjutan. Disamping itu dalam kaitannya dengan kuat tekan beton berpori, diperlukan kontrol dosis *superplasticizer* dalam campuran. Hal ini dikarenakan penggunaan bahan tambah *chemical admixture* berupa *superplasticizer* pada beton berpori dapat mempengaruhi tingkat kelecakan (*workability*) beton tersebut, dimana penggunaan dosis yang terlalu banyak akan menyebabkan kuat tekan beton berpori menjadi menurun (Siregar, 2014).

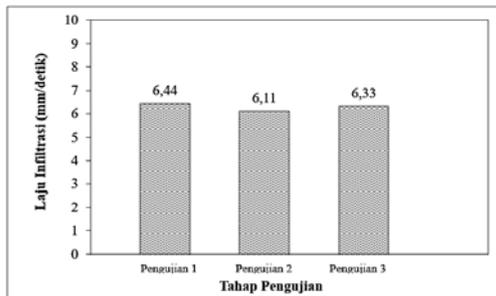


Gambar 5. Hasil Kuat Tekan Beton Berpori dengan 0,5% *Superplasticizer*

Gambar 6 menunjukkan nilai hasil pengujian permeabilitas atau pengukuran laju infiltrasi menggunakan campuran 1:2 dengan penambahan 0,5% *superplasticizer*. Infiltrasi dapat diartikan sebagai proses masuknya air dari permukaan (*surface*) yang disebabkan oleh gaya kapiler (gerakan air ke arah lateral) dan gravitasi (gerakan air ke arah vertikal).

Pada penelitian ini, hasil pengujian diperoleh dari tiga kali pengujian dengan metode yang sama sesuai yang diuraikan sebelumnya. Dari tiga kali pengujian ini diperoleh hasil sebagaimana yang terlihat pada Gambar 6, dimana pada pengujian pertama diperoleh nilai laju infiltrasi adalah sebesar 6,44 mm/detik. Pada pengujian kedua dan ketiga diperoleh juga hasil yang tidak jauh berbeda yakni sebesar 6,11 mm/detik dan 6,33 mm/detik, dengan rata-rata diperoleh 6,29 mm/detik. Hasil ini berada dalam *range* yang ditetapkan ACI 522R (2010) yakni 1,4-12,2 mm/detik. Namun, dalam penelitian ini tidak dilakukan pengujian infiltrasi terhadap beton berpori tanpa menggunakan SP, sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk membandingkan hasil laju infiltrasi yang diperoleh. Meninjau beberapa penelitian sebelumnya, penggunaan *superplasticizer* pada beton berpori akan memberikan kontribusi dalam meningkatkan ketebalan pasta semen yang dapat mengurangi laju perkolasi

dengan berkurangnya porositas. Hal ini dapat memberikan pengaruh positif yang salah satunya adalah peningkatan kekuatan tekan (Torres dkk, 2015).



Gambar 6. Pengujian Permeabilitas Beton Berpori

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang sudah dilaksanakan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposisi campuran dengan rasio semen:agregat 1:2 mencapai kuat tekan tertinggi pada umur 7 hari dibandingkan campuran dengan rasio semen:agregat 1:4 dan 1:6. Semakin besar perbandingan campuran semen dengan agregat kasar maka semakin kecil nilai kuat tekan yang akan dihasilkan.
2. Penambahan 0.5% *superplasticizer* pada beton berpori campuran 1:2 dapat menghasilkan kuat tekan sampai 8,51 MPa pada umur 7 hari, 10,92 MPa pada umur 14 hari, dan 13,47 MPa pada umur 28 hari. Hasil ini belum mencukupi persyaratan kuat tekan minimal untuk aplikasi bata beton sesuai standar SNI 03-0691-1996, namun masih masuk dalam kategori kuat tekan beton berpori.
3. Beton berpori dengan penambahan 0,5% *superplasticizer* mencapai laju infiltrasi rata-rata sebesar 6,29 mm/detik. Hasil ini berada dalam *range* laju infiltrasi yang ditetapkan

ACI 522R (2010) yakni 1,4-12,2 mm/detik.

4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk membandingkan pengaruh penambahan *superplasticizer* pada umur beton berpori 14 dan 28 hari, terhadap uji kuat tekan dan laju infiltrasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada Politeknik Negeri Manado melalui bantuan dana Penelitian Internal Produk Terapan Tahun 2018 sehingga penelitian ini bisa dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ACI Committee 522R-10. 2010. Report on Pervious Concrete 522R-10. Farmington Hills: American Concrete Institute.
- [2] ASTM C 1701. 2009. Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete. ASTM International.
- [3] Arnoldus, F. 2010. Studi Analisa Pengaruh Dimensi Agregat Terhadap Nilai Kuat Tekan dan Tingkat Porositas Air Untuk Beton Berpori dengan Bahan Tambah *Fly Ash* Pada Aplikasi *Sidewalk*. Skripsi S1 Jurusan Teknik Sipil. Jakarta: Univ. Bina Nusantara.
- [4] Darwis, Z, Baehaki, Suptiyadi, H. 2017. Beton Non-Pasir dengan Penggunaan Agregat Lokal dari Merak. *Jurnal Fondasi* Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Volume 6 No.1.
- [5] Ginting, A. 2015. Kuat Tekan dan Porositas Beton Porous dengan Bahan Pengisi *Styrofoam*. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 11, No. 2, Oktober 2015; 76-168.
- [6] Sari, P, E, D. 2013. Pengaruh Komposisi Beton Non Pasir dengan Substitusi *Fly Ash* dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat

- Tekan, Modulus Elastisitas, dan daya Serap Air. Skripsi S1 Program Studi Teknik Sipil. Yogyakarta: Univ. Atma Jaya.
- [7] Siregar, P. 2014. Kajian Penambahan Metakaolin Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Pada Beton Mutu Tinggi dengan *Silica Fume, Superplasticizer dan Filler* Pasir Kwarsa. Skripsi S1 Program Studi Teknik Sipil. Yogyakarta: Univ. Atma Jaya.
- [8] SNI-03-0691-1996 tentang Bata Beton (*Paving Block*).
- [9] Zulfikar, dan Karolina, R. 2010. Kajian Pendahuluan Beton Lolos Air (Porous Concrete) dengan Penambahan Masterroc HCA10. *Jurnal Teknik Sipil USU*, Departemen Teknik Sipil. Medan: Univ. Sumatera Utara.
- [10] Torres, A, Hu, J, dan Ramos, A. 2015. The Effect of The Cementitious Paste Thickness on The Performance of Pervious Concrete. *Construction and Building Materials*, Vol. 95. P.p. 850-859.

