

Pengaruh Variasi Prosentase *Superplasticizer* terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori***The Effect of Variation Superplasticizer Percentage to The Mechanical Properties and Porosity of Porous Concrete*****Yulia Wahyuning Tyas¹, Dwi Nurtanto², Krisnamurti³**

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil - Fakultas Teknik - Universitas Jember
Jl. Kalimantan no 37 Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121
email : yuliawahyuning98@gmail.com ; dwinurtanto.teknik@unej.ac.id ;
murti_krisna.teknik@unej.ac.id

Abstract

The use of porous concrete as a land cover is an innovation and a breakthrough to solve surface runoff problems in the rainy season. Porous concrete is an environmentally friendly concrete that can increase the groundwater level. However, porous concrete has low compressive strength. This study aims to develop porous concrete technology by observing the effect of addition superplasticizer on the mechanical properties of porous concrete. Utilization of the smallest value of w/c ratio on porous concrete mixture will make the concrete much harder to handle. Therefore, superplasticizer was used to improve workability. This study used superplasticizer variations of 0%, 0.3%, 0.6% and 0.8%. The mixture used the crushed stone as coarse aggregate with a uniform size of 10 mm and 20% sand as fine aggregate. Slump test result for all of the concrete mixture variations was as low as 0 cm. From the compressive test, the optimum value was found on the concrete mixture with a superplasticizer percentage of 0.6%. This research has shown that the addition of superplasticizer could increase compressive strength and improve workability. However, the addition of a superplasticizer that exceeds the optimum limit reduced the compressive strength of the concrete

Keywords: Porous Concrete; Slump; Flow rate; Porosity; Superplasticizer

Abstrak

Penggunaan beton berpori sebagai penutup lahan merupakan inovasi dan terobosan untuk memecahkan masalah limpasan permukaan pada musim penghujan. Beton berpori merupakan beton ramah lingkungan yang dapat meningkatkan muka air tanah. Namun, beton berpori memiliki nilai kuat tekan yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi beton berpori dengan mengamati pengaruh penggunaan *superplasticizer* terhadap sifat mekanik beton berpori. Pembuatan beton berpori menggunakan nilai fas yang terkecil membuat pengerjaan beton semakin sulit. Oleh karena itu, digunakan *superplasticizer*, untuk meningkatkan *workability*. Penelitian ini menggunakan variasi *superplasticizer* sebesar 0%, 0,3%, 0,6% dan 0,8%. Bahan campuran menggunakan agregat batu pecah dengan ukuran seragam 10 mm dan pasir sebanyak 20%. Hasil pengujian slump dari keempat perlakuan tersebut didapatkan hasil 0 cm. Pada Pengujian kuat tekan, didapatkan nilai optimum pada prosentase *superplasticizer* 0,6%. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan penambahan *superplasticizer* dapat meningkatkan kuat tekan dan mempermudah pengerjaan. Namun penambahan *superplasticizer* yang melebihi batas optimum menyebabkan kuat tekan beton menjadi turun.

Kata kunci: Beton berpori; Slump; Laju alir; Porositas; *Superplasticizer*

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur menyebabkan fungsi alih lahan banyak terjadi, oleh karena itu kapasitas untuk lahan infiltrasi menjadi rendah. Hal ini disebabkan oleh penggunaan penutup lahan yang kedap

terhadap air. Keadaan ini sangat memicu terjadinya musibah banjir. Berbagai macam inovasi dan terobosan untuk memecahkan masalah tersebut adalah dengan dilakukannya pengaplikasian beton berpori (Nurtanto, 2017; Liu *et al.*, 2018; Prasad & Kumar, 2019).

Please cite this article as:

Tyas, Y., Nurtanto, D., & Krisnamurti, K. (2020). Pengaruh Variasi Prosentase *Superplasticizer* terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori. *Media Teknik Sipil*, 18(1). doi:<https://doi.org/10.22219/jmts.v17i2.11053>

Beton berpori merupakan beton khusus yang digunakan sebagai pelat beton yang dapat meloloskan air hujan dan air dari sumber lain, sehingga mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan muka air tanah. (National ready mixed concrete association (NRMCA), 2004)

Beton berpori kuat tekan yang dihasilkan akan lebih rendah jika dibandingkan dengan beton konvensional, maka untuk memperoleh kuat tekan rencana maka harus digunakan faktor air semen (fas) yang rendah. Namun jika penggunaan fas terlalu kecil, maka pembuatan beton menjadi sulit dan pemadatan beton tidak maksimal sehingga menyebabkan beton keropos (Pujianto, 2010; Elizondo-Martínez *et al.*, 2020). Menghindari hal tersebut, maka dapat digunakan *superplasticizer*. Penggunaan *superplasticizer* dapat meningkatkan *workability* dengan rasio faktor air semen yang rendah (Sika, 2016; Aliabdo, *et al.*, 2016). Bahan tambah jenis *superplasticizer* berfungsi untuk meminimalisir penggunaan air untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Penggunaan *superplasticizer* sesuai dengan dosis yang telah ditetapkan dari PT. Sika. Pengurangan air bertujuan untuk menghasilkan kekuatan beton yang lebih tinggi dengan air yang sedikit tetapi *workability* tetap terjaga.

Penelitian beton non pasir dengan menggunakan Portland Pozzolan Cement dengan nilai faktor air semen 0,4. Penelitian ini dengan membandingkan penggunaan semen agregat dengan perbandingan rasio semen agregat 1:4, 1:6, 1:8 dan 1:10. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan rasio semen agregat 1:6 menghasilkan nilai kuat tekan dan kuat lentur tertinggi yang masing-masing sebesar 3,712 MPa dan 0,963 N/mm². Sedangkan nilai daya serap air, nilai terbesar terdapat pada rasio semen agregat 1:4 sebesar 4,775%. Proporsi optimum didapat pada rasio semen agregat 1:6, (Darwis, *et al.*, 2017).

Penelitian dengan menggunakan agregat kasar batu pecah granit lokal dengan ukuran agregat 10mm – 20mm. Variasi proporsi campuran semen agregat 1:3, 1:4, 1:5 dan 1:6, selain itu menggunakan nilai faktor semen (fas) sebesar 0,3, 0,35 dan 0,4. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 7 hari dan 28 hari, sedangkan pengujian porositas

dilakukan pada umur beton 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton berpori umur 7 hari dan 28 hari kuat tekan tertinggi terjadi pada proporsi semen:agregat 1:3 dengan fas 0,4 yaitu sebesar 4,38 MPa dan 5,24 MPa. Nilai porositas terbesar terjadi pada proporsi semen:agregat 1:3 fas 0,35 dan fas 0,4 sebesar 11%, (Dwita *et al.*, 2017).

Penelitian dengan menggunakan variasi perbandingan menggunakan ukuran agregat kasar dengan ukuran 19mm, 12,5mm dan 9,5mm dengan rasio 1:2:1, 2:1:1 dan 1:1:2. Campuran beton berpori tanpa menggunakan agregat halus. Hasil pengujian permeabilitas didapatkan nilai terbesar yaitu pada sampel variasi 1. Nilai permeabilitas rata-rata sebesar 0,564 cm/s. Pencampuran variasi gradasi agregat kasar tidak mempengaruhi nilai permeabilitas yang signifikan, (Hanova & Ranchitika, 2018)

Penelitian tentang beton berpori menggunakan agregat ukuran seragam 10 mm, menggunakan fas 0,3 serta penambahan *admixture* 0 L/m³, 10 L/m³, 17,5 L/m³ dan 25 L/m³. Beton porous yang paling optimum didapat pada *admixture* 17,5 L/m³. Nilai Kuat tekan yang didapatkan meningkat sebesar 72,03%, laju alir meningkat sebesar 12,299%, kuat tarik belah meningkat sebesar 40,822%, (Aulia *et al.*, 2018)

Penelitian beton pori tanpa agregat halus dengan variasi ukuran agregat kasar adalah sebagai berikut; Variasi 1 sebanyak 55% agregat lolos 1/2" tertahan 3/8" dan 45% agregat lolos saringan nomor 4 tertahan no 8. Variasi 2 sebanyak 55% agregat lolos 1/2" tertahan 3/8" dan 45% agregat lolos 3/8" dan tertahan nomor 4. Variasi 3 sebanyak 100% agregat lolos 1/2" tertahan 3/8". Variasi 4 sebanyak 45% agregat lolos 3/4" tertahan 1/2" dan 55% agregat lolos 1/2" tertahan 3/8". Nilai kuat tekan optimum didapat pada variasi ke 4 sebesar 15,517 MPa. Pengujian Permeabilitas optimum didapat pada variasi ke 3 dengan jenis agregat yang seragam yaitu agregat lolos saringan 1/2" tertahan 3/8", (Khonado *et al.*, 2019).

Penelitian dengan membandingkan variasi campuran komposisi semen:agregat sebesar 1:2, 1:4 dan 1:6 dengan fas 0,3. Selain itu juga membandingkan dengan penambahan *superplasticizer* sebanyak 0,5%. Hasil kuat tekan optimum tanpa penambahan *superplasticizer* pada beton umur 7 hari

diperoleh dengan campuran semen:agregat 1:2 sebesar 5,67 MPa. Sedangkan beton dengan penambahan *superplasticizer* menghasilkan kuat tekan pada umur 7, 14 dan 28 hari sebesar 8,51 MPa, 10,92 MPa dan 13,47 Mpa, (Pandei *et al.*, 2019)

Penelitian tentang beton berpori dengan menggunakan bahan *geopolimer*. Penelitian ini membandingkan prosentase variasi campuran bahan geopolimer sebesar 10%, 15%, 20%, 25% dan 30%. Hasil pengujian kuat tekan dan porositas pada beton berpori dengan menggunakan bahan geopolimer didapat pada variasi prosentase 20% dengan hasil sebesar 11 N/mm² dan 14%, (Karimah & Prasjo, 2019).

METODE PENELITIAN

Metode pelaksanaan disajikan secara rinci dalam bentuk tahapan agar proses penelitian lebih mudah dilaksanakan yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Penelitian ini menggunakan mix desain sesuai ACI 552R-10 (ACI Committe 522, 2010), dosis prosentase *Superplasticizer* yang telah ditetapkan dari Product Data Sheet yaitu sebesar 0,3-0,8% (Sika, 2016). Sedangkan agregat halus yang digunakan yaitu sebesar 20%. Menurut penelitian Ginting, dengan penambahan pasir sebanyak 20% maka dapat meningkatkan kuat tekan (Ginting, 2014).

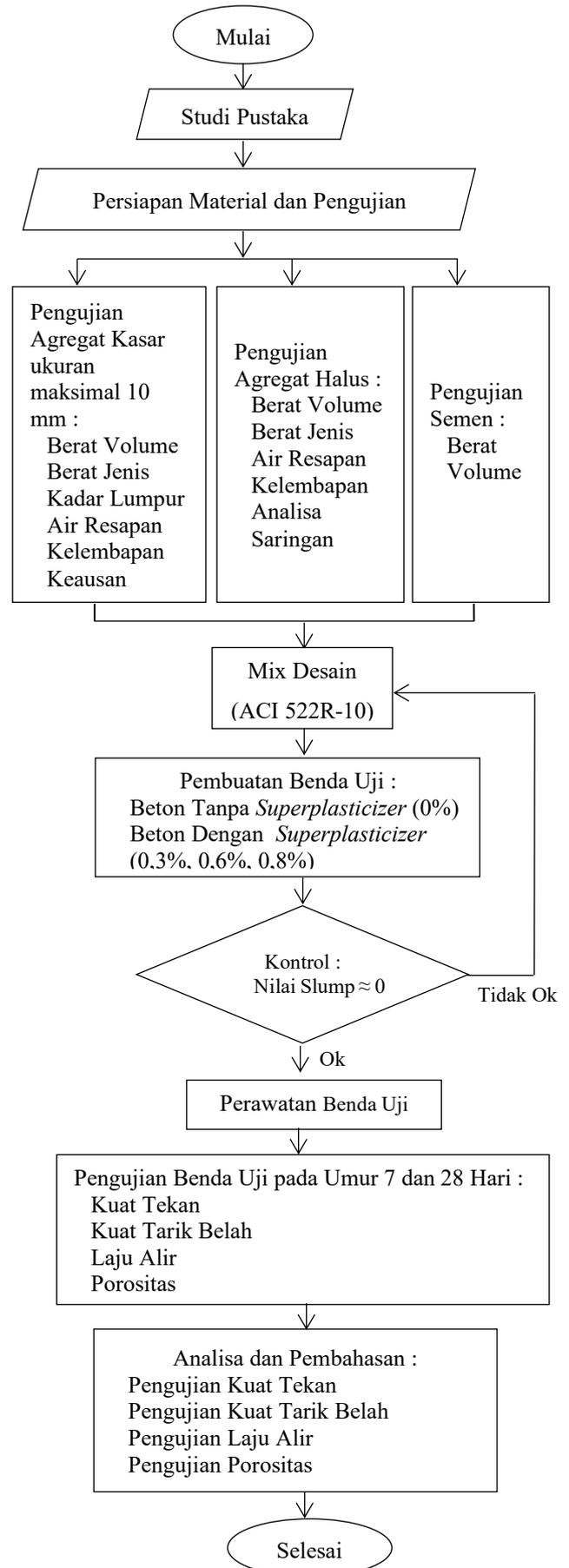
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Bahan

Pengujian bahan pada penelitian ini bertujuan untuk melihat hasil dari nilai spesifikasi bahan berdasarkan nilai yang disyaratkan. Bahan material yang dibutuhkan untuk pembuatan beton harus masuk dalam spesifikasi yang disyaratkan. Gambar hasil pengujian material dapat dilihat pada Gambar 2 s/d Gambar 5.



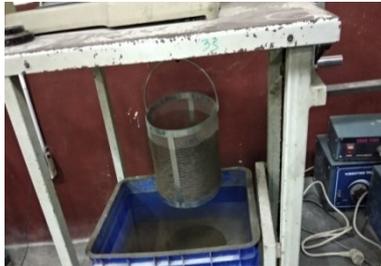
Gambar 2. Pengujian Kelembaban Agregat Halus



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Penelitian



Gambar 3. Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus



Gambar 4. Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar



Gambar 5. Pengujian Keausan Agregat Kasar

Berdasarkan dari pengujian material yang telah dilakukan maka didapatkan nilai material properties yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Pengujian ini bertujuan untuk melihat spesifikasi dari masing-masing material agar dapat diketahui bahwa material yang akan digunakan telah sesuai dengan material yang disyaratkan.

Tabel 1. Sifat Fisik Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Nilai
1	Berat Volume (gr/cm ³)	1,369
2	Berat jenis (gr/cm ³)	2,651
3	Kadar air resapan (%)	2,284
4	Kelembaban (%)	2,194
5	Kadar lumpur (%)	4,764
6	Analisa Saringan	Zona 2
7	Modulus Halus	2,582

Berdasarkan Tabel 1 pengujian material agregat halus didapatkan hasil bahwa material yang digunakan untuk pembuatan beton sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan.

Tabel 2. Sifat Fisik dan Mekanik Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Nilai
1	Berat Volume (gr/cm ³)	1,299
2	Berat jenis	2,756
3	Kadar air resapan (%)	1,971
4	Kelembaban (%)	0,107
5	Kadar lumpur (%)	0,134
6	Keausan (%)	37,762

Berdasarkan Tabel 2 pengujian material agregat kasar didapatkan hasil bahwa material yang digunakan untuk pembuatan beton telah sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan.

Slump

Nilai kontrol pada penelitian ini menggunakan nilai slump. Hasil pengujian slump dapat dilihat pada Gambar 6 s/d Gambar 9.



Gambar 6. Slump *superplasticizer* 0%

Hasil pengujian nilai slump pada prosentase *superplasticizer* 0% didapatkan nilai sebesar 0 cm. Pengujian ini menunjukkan kondisi fisik dari beton segar terdapat keruntuhan. Hal ini menunjukkan bahwa kurang melekatnya antara pasta semen dengan agregat lainnya. Campuran adonan beton menunjukkan terdapat rongga antar agregat. Agregat halus tidak dapat mengisi rongga, sehingga berjatuhan di sekitar benda uji. Selain itu warna dari beton segar tanpa

penambahan *superplasticizer* berwarna hitam pekat.



Gambar 7. Slump *superplasticizer* 0,3 %

Hasil pengujian nilai slump pada prosentase *superplasticizer* 0,3% didapatkan nilai 0 cm. Sifat fisik yang dapat dilihat dari pengujian ini bahwa dengan penambahan *superplasticizer* sebesar 0,3% beton segar berwarna mengkilap. Pengujian slump ini menunjukkan bahwa rongga yang terjadi pada campuran beton semakin sedikit namun, pada bagian ujung benda uji terdapat rongga yang dapat menyebabkan keruntuhan pada benda uji.



Gambar 8. Slump *superplasticizer* 0,6%

Hasil pengujian slump dengan penambahan prosentase *superplasticizer* sebanyak 0,6% menunjukkan hasil 0 cm. Hasil ini merupakan kondisi pasta yang baik jika dibandingkan dengan pasta yang lain. Dilihat dari kondisi fisiknya beton segar ini

berwarna mengkilap dan rongga yang terjadi sangat sedikit. Campuran beton pada prosentase ini menghasilkan campuran yang padat, sehingga adonan dapat mengikat dengan baik antara semen dan agregat lainnya. Selain itu adonan beton pada prosentase ini sulit mengalami keruntuhan.



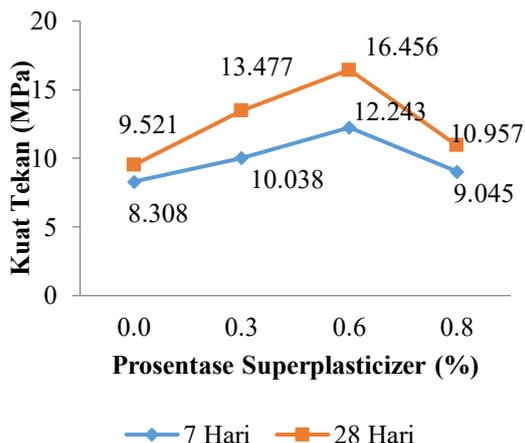
Gambar 9. Slump *superplasticizer* 0,8%

Hasil pengujian slump dengan prosentase *superplasticizer* 0,8% menghasilkan slump sebesar 0 cm. Pengujian ini merupakan prosentase dengan penambahan *superplasticizer* terbesar diantara prosentase yang lainnya. Dilihat dari kondisi fisiknya adonan beton segar ini terlihat encer, karena semakin banyak prosentase *superplasticizer* yang dicampurkan maka beton segar akan semakin mudah mengalir. Lekatan antara semen dengan agregat lain tidak dapat mengikat dengan baik. Selain itu campuran ini menunjukkan bahwa pada bagian bawah terlihat basah. Penggunaan *superplasticizer* yang tinggi menyebabkan pasta semen mengalir ke bagian bawah, (Ramkrishnan et al., 2018). Adonan pasta terlihat rongga pada bagian permukaan atas dan pasta terlihat mengkilap karena efek dari penggunaan *superplasticizer*.

Kuat Tekan

Nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Gambar 10.

Hasil pengujian kuat tekan tertinggi diperoleh pada penambahan prosentase *superplasticizer* 0,6% pada beton umur 28 hari dengan nilai kuat tekan sebesar 16,456 MPa.



Gambar 10. Hubungan Kuat Tekan dengan Prosentase *Superplasticizer*



Gambar 11. Benda Uji Beton Berpori Setelah Pengujian Kuat Tekan

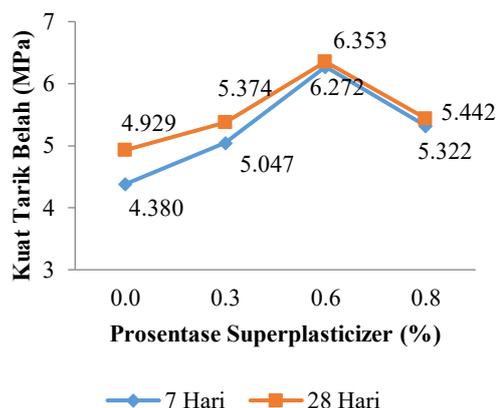
Pada Gambar 11 didapatkan hasil pengujian kuat tekan ditunjukkan dengan pecahnya agregat kasar, hal ini membuktikan bahwa daya lekat antara agregat sangat kuat. Penggunaan *superplasticizer* sebagai bahan tambah dapat meningkatkan nilai kuat tekan jika dibandingkan dengan beton berpori tanpa penambahan *superplasticizer* kuat tekan dapat meningkat sebesar 55%, (Priya & Miruthula, 2018). Namun dengan pecahnya agregat maka membuktikan bahwa jenis agregat yang dipakai memiliki keausan yang mendekati batas maksimum material yang digunakan.

Kuat Tarik Belah

Nilai kuat tarik belah pada umur 7 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Gambar 12.

Hasil pengujian kuat tarik belah tertinggi diperoleh pada penambahan prosentase *superplasticizer* 0,6% pada beton umur 28 hari dengan nilai kuat tarik belah sebesar 6,353 MPa. Nilai kuat tarik belah melebihi dari yang disyaratkan yaitu mampu mencapai 50% dari nilai kuat tekan yang didapatkan. Penambahan *superplasticizer* dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah sebesar 40% (Priya & Miruthula, 2018). Penambahan

superplasticizer bisa mempengaruhi kuat tekan dan kuat tarik beton geopolymer (Aliabdo *et al.*, 2016)



Gambar 12. Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Prosentase *Superplasticizer*

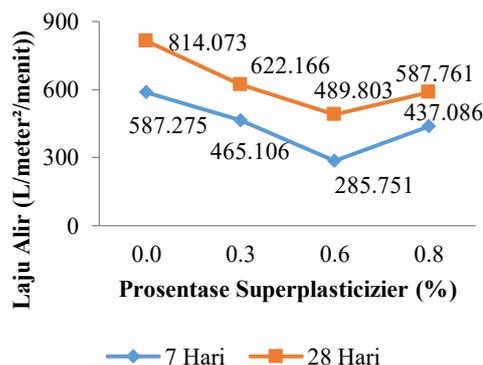


Gambar 13. Benda Uji Beton Berpori Setelah Pengujian Kuat Tarik Belah

Berdasarkan Gambar 13 menunjukkan bahwa agregat kasar yang digunakan mengalami belah. Hal ini menunjukkan bahwa campuran agregat yang digunakan tercampur secara homogen dan sesuai dengan konsistensi tertentu.

Laju Alir

Nilai laju alir pada umur 7 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Gambar 14.

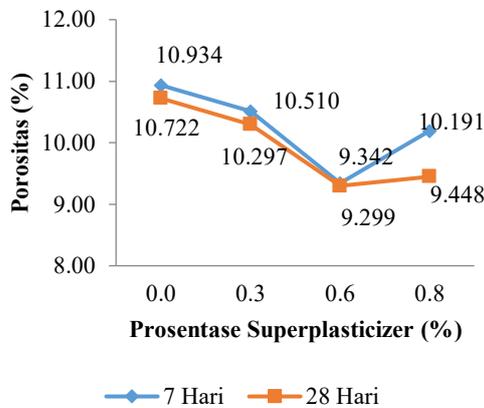


Gambar 14. Hubungan Laju Alir dengan Prosentase *Superplasticizer*

Hasil pengujian laju alir tertinggi diperoleh tanpa penambahan prosentase *superplasticizer* pada beton umur 28 hari dengan nilai laju alir sebesar 814,073 Liter/meter²/menit.

Porositas

Nilai porositas pada umur 7 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Gambar 15.

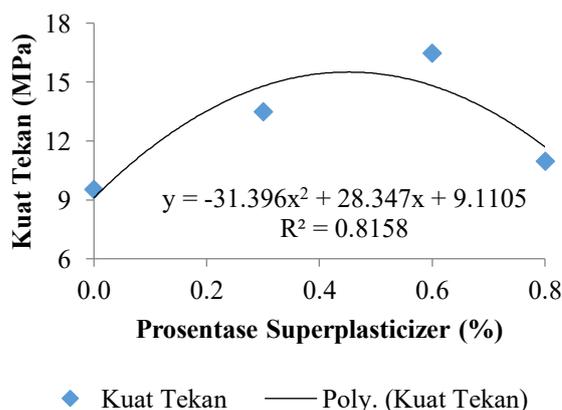


Gambar 15. Hubungan Porositas dengan Prosentase *Superplasticizer*

Hasil pengujian porositas tertinggi diperoleh pada beton umur 7 hari tanpa dengan penambahan prosentase *superplasticizer* dengan hasil sebesar 10,934 %. Nilai keempat variasi tersebut masih dibawah nilai standar beton berpori dengan nilai antara 15% - 30%.

Analisa Regresi Kuat Tekan

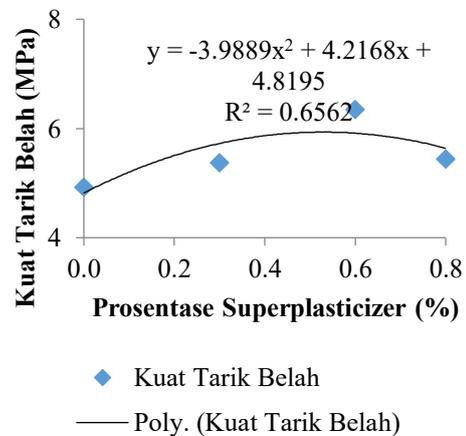
Nilai korelasi pengujian kuat tekan beton diperoleh dengan menggunakan persamaan regresi polynomial yang dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Regresi Polinomial Kuat Tekan Umur 28 Hari

Berdasarkan Gambar 16 menunjukkan bahwa nilai R² sebesar 0,8158 nilai ini sudah menunjukkan angka korelasi yang sangat kuat. Regresi ini menunjukkan bahwa variabel x dan variabel y sangat berhubungan.

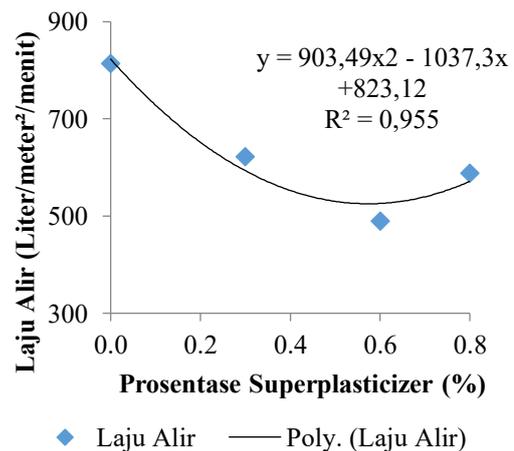
Kuat Tarik Belah



Gambar 17. Regresi Polinomial Kuat Tarik Belah Umur 28 Hari

Gambar 17 menunjukkan bahwa nilai R² kuat tarik belah sebesar 0,6562 dalam artian hubungan antara variabel x dan y adalah kuat.

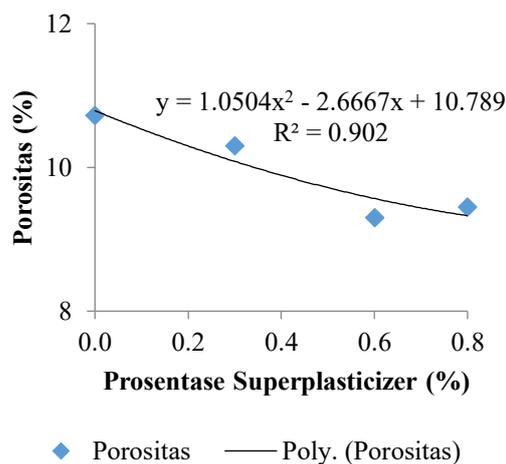
Laju Alir



Gambar 18. Regresi Polinomial Laj Alir Umur 28 Hari

Berdasarkan Gambar 18 menunjukkan bahwa nilai R² sebesar 0,955 yang memiliki pengertian korelasi sangat kuat. Nilai tersebut mendekati nilai 1 yang memiliki pengertian bahwa variabel x dan variabel y sangat berpengaruh.

Porositas



Gambar 19. Regresi Polinomial Porositas Umur 28 Hari

Dari Gambar 19 dapat dilihat bahwa nilai R^2 sebesar 0,902 yang memiliki pengertian bahwa korelasinya sangat kuat. Hubungan antara variabel x dan variable y sangat berhubungan, karena nilai R^2 nya mendekati 1.

KESIMPULAN

Kuat tekan, kuat tarik belah, laju alir dan porositas pada beton berpori dipengaruhi penambahan *superplasticizer*. Penambahan *superplasticizer* yang optimal diperoleh pada variasi 0,6%.

DAFTAR PUSTAKA

ACI Committe 522. (2010). Report on Pervious Concrete. In *American Concrete Institute*.

Aliabdo, A. A., Abd Elmoaty, A. E. M., & Salem, H. A. (2016). Effect of water addition, plasticizer and alkaline solution constitution on fly ash based geopolymer concrete performance. *Construction and Building Materials*, 121, 694–703.

Aulia, A. N., Nurtanto, D., & Hayu, G. A. (2018). *Karakteristik Beton Pori (Pervious Concrete) dengan Penambahan Admixture terhadap Laju Alir, Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah, Skripsi*, Jember : Universitas Jember.

Darwis, Z., Baehaki, B., & Supriyadi, H. (2017). Beton Non-Pasir Dengan Penggunaan Agregat Lokal Dari Merak. *Jurnal Fondasi*, 6(1), 101–111.

Dwita, E., Manalu, D. F., & Sabri, F. (2017). Analisis Pengaruh Penggunaan Batu Pecah Granit Pulau Bangka terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton Berpori sebagai Bahan Penutup Halaman. *Fropil*, 5(2), 86–96.

Elizondo-Martínez, E. J., Andrés-Valeri, V. C., Jato-Espino, D., & Rodriguez-Hernandez, J. (2020). Review of porous concrete as multifunctional and sustainable pavement. *Journal of Building Engineering*, 27(May 2019).

Ginting, A. (2014). Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton Poraus. *Teknik*, 4(2), 81–88.

Hanova, Y., & Franchitika, R. (2018). Pengaruh campuran gradasi agregat terhadap permeabilitas beton porous pada aplikasi lantai laboratorium. *Untidar*, (September), 86–89.

Karimah, R., & Prasojo, A. (2019). Pembuatan Beton Poraus Dengan Material Geopolimer. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 17(1), 64–69.

Khonado, M. F., Manalip, H., & Wallah, S. E. (2019). Kuat Tekan Dan Permeabilitas Beton Poraus Dengan Variasi Ukuran Agregat. *Sipil Statik*, 7(3), 351–358.

Liu, K., Yu, R., Shui, Z., Li, X., Ling, X., He, W., ... Wu, S. (2018). Effects of pumice-based porous material on hydration characteristics and persistent shrinkage of Ultra-High Performance Concrete (UHPC). *Materials*, 12(1), 1–22.

National ready mixed concrete association (NRMCA). (2004). *CIP 38 - Pervious Concrete*.

Nurtanto, D. (2017). Kontribusi Kuat Lentur Polikarbonat Pada Pelat Beton Berpori (The Contribution of Polycarbonate Flexural Strength into Porous Concrete Slab). *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 1(01), 1.

Pandei, R. W., Supit, S. W. M., Rangan, J., & Karwur, A. (2019). Studi Eksperimen Pengaruh Pemanfaatan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Dan Permeabilitas Beton Berpori (Pervious Concrete). *Jurnal Poli-Teknologi*, 18(1), 45–52.

Prasad, K. S. B., & Pavan Kumar, N. V. L. N. (2019). Effect of Polycarboxylate on Compressive Strength of Pervious Concrete. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*,

- 10(03), 309–315.
- Priya, T. D., & Miruthula, S. B. (2018). Experimental Investigation on Pervious Concrete Using Special Admixtures. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 7(03), 428–448.
- Pujianto, A. (2010). Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah Superplastisizer dan Fly Ash. *Ilmiah Semesta Teknik*, 13(2), 171–180.
- Ramkrishnan, R., Abilash, B., Trivedi, M., Varsha, P., Varun, P., & Vishanth, S. (2018). Effect of Mineral Admixtures on Pervious Concrete. *Materials Today: Proceedings*, 5(11), 24014–24023.
- Sika. (2016). Sika ViscoCrete - 3115 N, Concrete admixture for high flow / self-compacting concrete. *Product Data Sheet*.