

Pengaruh *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Pada Beton Non Pasir

Influence of Superplasticizer on The Compressive Strength and Porosity No-Fines Concrete

Siti Munawaroh, Hakas Prayuda, Fanny Monika

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Beton non pasir (*no fines concrete*) merupakan beton yang dibuat tidak menggunakan pasir sehingga beton tersebut menjadi berongga dan beratnya lebih ringan dibanding beton normal. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kuat tekan dan porositas pada beton non pasir. Keuntungan dari penggunaan beton non pasir adalah bisa menambah tempat resapan air pada bangunan, sehingga bisa mengurangi banjir. Pada penelitian ini menggunakan agregat kasar dari Clereng, Kulon Progo dengan dimensi 1cm s/d 2cm. Perbandingan agregat dengan semen yang digunakan 5:1 dengan FAS sebesar 0,35 dan variasi *superplasticizer* 0%, 0,5%, 1% dan 1,5%. *Superplasticizer* yang digunakan berupa bahan tambah tipe f Sika Viscocrete 1003 yang berfungsi untuk menambah *workability* dengan cara mengurangi air. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm. Setelah itu benda uji akan diuji kuat tekan beton umur 7, 14 dan 28 hari. Selain itu, benda uji juga akan diuji porositas pada umur 28 hari. Hasil dari penelitian didapatkan kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari pada variasi *superplasticizer* 0% sebesar 6,45 MPa. Sedangkan hasil dari kuat tekan terendah terdapat pada umur 28 hari dengan variasi *superplasticizer* 1,5% sebesar 1,02 MPa. Hasil dari pengujian porositas tertinggi pada variasi *superplasticizer* 1,5% sebesar 24,33%, sedangkan hasil terkecil terdapat pada variasi *superplasticizer* 0% sebesar 16,73%. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, maka beton ini dapat diaplikasikan untuk jalur pejalan kaki, trotoar, *kerb*, taman dan teras rumah.

Kata kunci: beton non pasir, *superplasticizer*, kuat tekan beton, porositas, *slump*.

Abstract. *No fines concrete* is a form of lightweight porous concrete, obtained by eliminating the sand from the normal concentrate mix. This research analyses the compressive strength and porosity of no fines concrete. The advantage offered by no fine concrete is its excellent drainage properties. It enables water to immediately percolate away from the surface of the slab. In this research, the researcher uses coarse aggregate from Clereng with sizes 1 cm to 2 cm. The ratio of aggregate to cement is 5 : 1 with FAS 0.35 and *superplasticizer* dose of 0%, 0.5%, 1% and 1.5%. *Superplasticizer* used in the form of materials added type f Sika Viscocrete 1003 which serves to increase workability by reducing water. Cylinder with the diameter 15 cm and height 30 cm is tested to know the compressive strength at 7, 14 and 28 days of water curing and the porosity at 28 days. The highest compressive strength is 6.45 Mpa at 28 days with the addition of 0% *superplasticizer*, the lowest is 1.02 Mpa at 28 days with the addition 1.5% *superplasticizer*. The highest porosity test is 24.33% with the addition of 1.5% *superplasticizer* and the lowest is 16.73% with addition of 0% *superplasticizer*. Based on the results of compressive strength test, the concrete could be applied to pedestrian roads, sidewalk, *kerb*, parks and terraces of the house.

Key word: no fines concrete, *superplasticizer*, Compressive strenght, porosity, *slump*.

1. Pendahuluan

Semakin meningkatnya jumlah pembangunan pada daerah perkotaan maupun pedesaan maka akan mengurangi ruang untuk resapan air. Sehingga apabila intensitas hujan tinggi akan menyebabkan banjir. Banjir akan menyebabkan

jalan mudah rusak, taman rusak dan melambatnya laju ekonomi yang mengakibatkan kerugian bagi warga sekitar. Oleh sebab itu, perlu adanya inovasi terbaru yang dapat mengatasi masalah tersebut. Salah satu inovasi dari konstruksi beton adalah beton non pasir (*no fines concrete*). Beton

non pasir (*no fines concrete*) adalah salah satu dari beton ringan yang dalam pembuatannya mengurangi atau menghilangkan agregat halus. Dengan tidak adanya agregat halus pada beton, maka akan menciptakan rongga, sehingga air dapat menembus beton dan meresap kedalam tanah. Menurut Obla (2007) aplikasi dari beton non pasir dapat digunakan sebagai perkerasan jalan kaku (*rigid pavement*), tempat parkir, jalur pejalan kaki, dan taman.

Penelitian terdahulu mengenai agregat kasar yang berasal dari Clereng, Kulon Progo pernah diteliti oleh Prasetyo dkk (2016) dengan berat jenis SSD sebesar 2,69 dan keausan yang didapat sebesar 27,24%. Kemudian Ervianto dkk (2016) juga meneliti dengan asal agregat yang sama dengan berat jenis SSD sebesar 2,63, keausan 21,36% dan berat satuan 1550 kg/m³. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa agregat tersebut telah memenuhi persyaratan.

Penelitian terdahulu mengenai kuat tekan beton non pasir pernah diteliti oleh Adi (2013), Ricardo dan Susilowati (2013), Zulfikar dan karolina (2017), Ginting (2015), Trisnoyuwono dkk (2009) dan Astutik (2014) dengan hasil kuat tekan tertinggi sebesar 21,4 MPa yang diperoleh dari penelitian Zulfikar dan Karolina (2017). Penelitian tersebut menggunakan bahan tambah berupa *Masterroc HCA10* yang berfungsi sebagai *retarder admixture* dengan fas sebesar 0,38. Kemudian, untuk hasil kuat tekan terkecil diperoleh sebesar 1,89 MPa yang diperoleh Astutik (2014). Penelitian tersebut menggunakan variasi limbah gerabah sebagai pengganti agregat kasar. Berdasarkan ACI 522R-06 kuat tekan beton non pasir yang diperoleh antara 2,8 MPa s/d 28 MPa.

Penelitian terdahulu mengenai porositas pernah diteliti oleh Ginting (2015), Rochim (2015), Pratomo (2016) dan Sari (2013) dengan hasil porositas tertinggi sebesar 27,70% yang diperoleh dari penelitian Sari (2013). Penelitian tersebut menggunakan ukuran agregat yang seragam dan fas sebesar 0,4. Kemudian, untuk hasil porositas terkecil sebesar 18,52% diperoleh dari penelitian Pratomo (2016). Penelitian tersebut menggunakan variasi ukuran gradasi dan fas sebesar 0,45.

Beton non pasir sangat dipengaruhi oleh nilai fas. Nilai fas yang terlalu besar akan membuat semen menjadi cair dan mengendap dibawah, sedangkan fas yang kecil akan mengurangi pengikatan semen dengan agregat. sehingga nilai fas yang optimal akan menghasilkan kuat tekan yang maksimal.

Berdasarkan penjelasan diatas maka dapat meneliti mengenai pengaruh *superplasticizer*

terhadap kuat tekan dan porositas pada beton non pasir. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji korelasi antara porositas dengan kuat tekan beton apabila ditambah dengan *superplasticizer*.

2. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Metode eksperimental adalah cara mendapatkan hasil dari hubungan beberapa variabel yang digunakan. Metode ini bisa dilakukan di dalam laboratorium maupun di lapangan. Pada penelitian ini dilakukan di dalam laboratorium.

Pada penelitian ini menggunakan bahan-bahan yang terdiri dari: agregat kasar/split yang berasal dari Clereng, Kulon Progo dengan ukuran 1cm s/d 2cm, merk semen gresik PPC tipe 1, air dan bahan tambah *Sika Viscocrete 1003*.

Berat satuan agregat kasar sebesar 1383 kg/m³. Untuk berat satuan semen sebesar 1433 kg/m³. Nilai fas yang digunakan pada penelitian ini sebesar 0,35 dengan rasio agregat dengan semen sebesar 5:1. Pada penelitian ini akan menggunakan 36 benda uji berupa silinder beton yang berukuran 15cm x 30cm dan memiliki 4 variasi bahan tambah yaitu, *superplasticizer* sebesar 0%, 0,5%, 1% dan 1,5%. Dari ke 36 benda uji akan dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur 7, 14 dan 28 hari. Selain itu, sebanyak 12 benda uji yang berumur 28 hari dari ke 4 variasi akan diuji porositas. Pengujian porositas yang dilakukan pada umur 28hari dilakukan sebelum melakukan pengujian kuat tekan beton.

Untuk melakukan penelitian ini dibutuhkan alat-alat utama sebagai penunjang yang terdiri dari: *Mixer* yang digunakan sebagai alat pengaduk, cetakan silinder beton ukuran 15cm x 30cm, kerucut *abrams* dan batang penumbuk untuk pengujian *slump* beton, timbangan dan kaliper untuk mengukur dan *concrete compression tester machine* yang digunakan untuk uji tekan. Untuk menghitung rencana kebutuhan adukan beton per m³ digunakan acuan ACI 522R-06. Hasil dari rencana adukan beton per m³ akan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rencana adukan beton per m³

% <i>Sp</i>	Berat <i>Sp</i> (liter/m ³)	Berat Air (liter/m ³)	Berat Kerikil (kg/m ³)	Berat Semen (kg/m ³)
0	0	83,59	1152,5	238,83
0,5	1,19	58,22	1152,5	237,64
1	2,39	57,93	1152,5	236,45
1,5	3,58	57,64	1152,5	235,25

3. Hasil Dan Pembahasan

Sebelum pembuatan dan pengujian beton maka dilakukan pengujian agregat dan semen terlebih dahulu. Pengujian agregat kasar yang dilakukan terdiri dari: kadar air, berat jenis dan penyerapan air, keausan dan berat satuan agregat. Untuk pengujian semen hanya dilakukan berat satuan semen. Pengujian berat satuan agregat dan berat satuan semen berguna untuk *mix design* beton non pasir. Untuk hasil akan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian agregat kasar dan semen

No	Jenis Pengujian Agregat	Hasil	Satuan	Memenuhi /Tidak Memenuhi
1.	Kadar air	2,72	%	Memenuhi
2.	Berat jenis	2,6	-	Memenuhi
3.	Penyerapan air	1,96	%	Memenuhi
4.	Berat satuan agregat kasar	1383	kg/m ³	-
5.	Berat satuan semen	1433	kg/m ³	-
6.	Keausan	26,99	%	Memenuhi

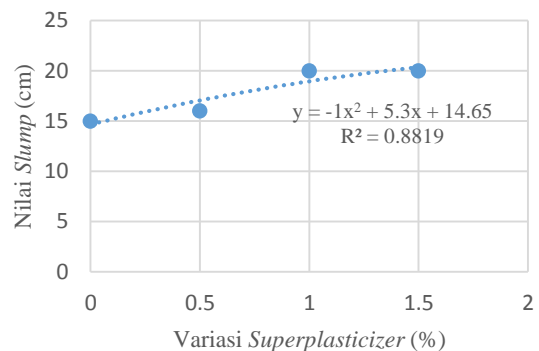
Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui bahwa hasil pengujian agregat kasar dan semen telah memenuhi persyaratan sehingga dapat digunakan pada penelitian ini.

Setelah melakukan pengujian bahan penyusun beton maka dilakukan pembuatan, perawatan dan pengujian beton. Pengujian pada beton yang dilakukan terdiri dari: pengujian *slump* beton, porositas dan kuat tekan beton.

Pengujian *slump* beton berguna untuk mengetahui kecekan suatu campuran adukan beton. Semakin tinggi nilai *slump* maka akan semakin baik tingkat *workability*nya sehingga proses pengadukan dan pemadatan semakin mudah. Berdasarkan Tabel 3. dan Gambar 1. dapat dilihat bahwa semakin besar kadar pemberian *superplasticizer* maka nilai *slump* akan naik, sehingga tingkat pekerjaan akan semakin mudah dilakukan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa nilai *slump* dengan penambahan kadar *superplasticizer* berbanding lurus. Nilai *slump* tertinggi terdapat pada variasi *superplasticizer* 1% dan 1,5 % sebesar 20cm, sedangkan nilai *slump* terendah terdapat pada variasi *superplasticizer* 0% sebesar 15 cm. Untuk hasil dari pengujian *slump* akan disajikan pada Tabel 3. dan Gambar 1.

Tabel 3. Hasil pengujian *slump* beton

No	Variasi <i>Superplasticizer</i> (%)	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	0	15
2	0,5	16
3	1	20
4	1,5	20

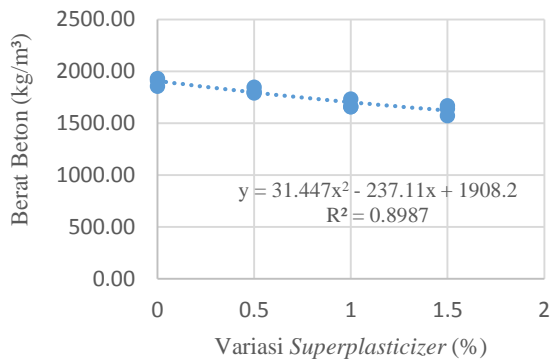


Gambar 1. Hubungan variasi *superplasticizer* terhadap nilai *slump*

Secara umum berat beton dengan variasi *superplasticizer* memiliki keterkaitan. Semakin besar kadar *superplasticizer* maka berat beton akan semakin ringan. Secara teoritis semakin padat suatu beton maka kuat tekan beton akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan hasil dari penelitian ini, dimana berat tertinggi diperoleh pada variasi *superplasticizer* 0%. Sedangkan berat terkecil diperoleh pada variasi *superplasticizer* 1,5%, sehingga penambahan *superplasticizer* dengan berat beton berbanding terbalik. Untuk hasil lengkapnya akan disajikan pada Tabel 4. Dan Gambar 2. Berdasarkan SNI 03-2847-2002 beton ini termasuk dalam kategori beton ringan karena memiliki berat satuan kurang dari 1900 kg/m³. Hal ini sesuai dengan Tjokrodinuljo (2007). Akibat dari berat satuan yang ringan maka, beton ini mempunyai kekuatan yang kecil. Sehingga penggunaan dari beton ini terbatas.

Tabel 4. Hasil pengukuran berat beton

Variasi <i>Superplasticizer</i> (%)	Berat Beton (kg/m ³)
0	1902,52
0,5	1814,47
1	1685,53
1,5	1628,93



Gambar 2. Hubungan variasi *superplasticizer* terhadap berat beton

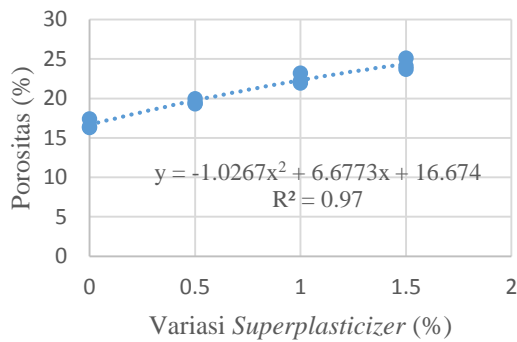
Pengujian porositas dilakukan pada 3 benda uji untuk masing-masing variasi *superplasticizer* pada beton yang berumur 28 hari. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui rongga yang ada pada beton. Hasil terbesar dari pengujian ini sebesar 24,33% yang terdapat pada variasi *superplasticizer* 1,5%. Hasil terkecil pengujian ini sebesar 16,73% yang terdapat pada variasi *superplasticizer* 0%. Berdasarkan ACI 522R-06 pori-pori yang terkandung dalam beton non pasir (*no fines concrete*) sebesar 18% s/d 35%, sehingga yang masuk dalam spesifikasi adalah variasi 0,5% yaitu sebesar 19,6%, variasi 1% yaitu sebesar

22,49% dan variasi 1,5% yaitu sebesar 24,33%. Sementara hasil dari variasi 0% tidak memenuhi spesifikasi yaitu sebesar 16,73%. Hal ini terjadi karena pada variasi 0% semen memperoleh air yang lebih sedikit dibanding dengan variasi yang lain, sehingga ikatan semen dengan air dan agregat akan lebih merekat dan mengisi sebagian rongga yang terisi oleh udara. Beton non pasir (*no fines concrete*) sangat dipengaruhi oleh nilai fas yang digunakan. jika nilai fas terlalu besar maka semen akan turun kebawah. Namun, apabila nilai fas terlalu sedikit maka ikatan semen dengan agregat kurang maksimal. Sehingga, nilai fas yang optimal akan menghasilkan kuat tekan yang maksimal dan porositas yang minimal karena porositas akan berbanding terbalik dengan kuat tekan beton.

Berdasarkan Tabel 5. dan Gambar 3. dapat disimpulkan bahwa seiring dengan penambahan variasi *superplasticizer* akan meningkatkan nilai porositas pada beton, sehingga besarnya porositas akan berbanding lurus dengan penambahan jumlah *superplasticizer*. Rongga yang terdapat pada beton non pasir (*no fines concrete*) ini berfungsi untuk meloloskan air, sehingga dengan meningkatnya jumlah pembangunan tiap tahun dapat menghemat pengurangan tempat resapan air yang dapat mengakibatkan banjir.

Tabel 5. Hasil pengujian porositas

Variasi <i>Superplasticizer</i> (%)	Kode Benda Uji	B. Air (kg)	B. Udara (kg)	Volume Pori (liter)	Porositas (%)	Rata-Rata Porositas (%)
0	28A (0%)	5,44	9,85	4,41	17,43	16,73
	28B (0%)	5,83	10,25	4,42	16,43	
	28C (0%)	5,77	10,15	4,38	16,32	
0,5	28A (0,5%)	5,59	9,8	4,21	19,98	19,6
	28B (0,5%)	5,33	9,55	4,22	19,35	
	28C (0,5%)	5,29	9,5	4,21	19,46	
1	28A (1%)	5,11	9,2	4,09	22,23	22,49
	28B (1%)	4,69	8,8	4,11	21,99	
	28C (1%)	4,79	8,8	4,01	23,23	
1,5	28A (1,5%)	4,75	8,7	3,95	24,13	24,33
	28B (1,5%)	4,93	8,85	3,92	23,71	
	28C (1,5%)	4,48	8,35	3,87	25,14	



Gambar 3. Hubungan variasi *superplasticizer* terhadap porositas

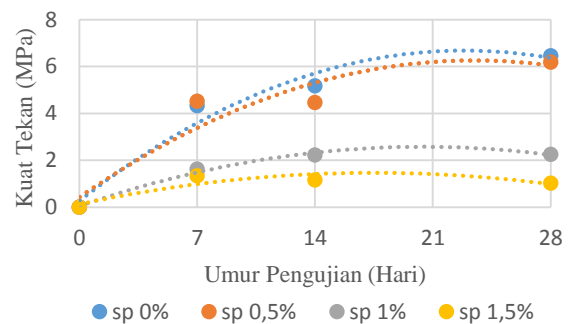
Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui *durability* (kekuatan) pada beton. Pengujian ini dilakukan pada beton yang berumur 7 hari, 14 hari, dan 28hari. Berdasarkan *ACI 522R-06* kuat tekan yang diperoleh pada penelitian beton non pasir (*no fines concrete*) sebesar 2,8 MPa s/d 28 MPa. Dari hasil yang disajikan pada Tabel 6. ada beberapa variasi *superplasticizer* yang tidak memenuhi syarat. Hasil kuat tekan yang tidak memenuhi syarat terdapat pada variasi *superplasticizer* 1% yang berumur 7 hari sebesar 1,62 MPa, umur 14 hari sebesar 2,23 MPa, umur 28 hari sebesar 2,25 MPa. Kemudian hasil kuat tekan dari variasi 1,5% juga tidak memenuhi syarat, hasilnya pada umur 7 hari sebesar 1,22 MPa, umur 14 hari sebesar 1,15 MPa, umur 28 hari sebesar 1,02 MPa. Hasil kuat tekan yang memenuhi syarat terdapat pada variasi *superplasticizer* 0% yang berumur 7hari sebesar 4,32 MPa, umur 14 hari sebesar 5,16 MPa, umur 28 hari sebesar 6,45 MPa. Kemudian hasil dari variasi 0,5% juga memenuhi syarat, hasilnya pada umur 7 hari sebesar 4,52 MPa, umur 14 hari sebesar 4,45 MPa, umur 28 hari sebesar 6,18 MPa.

Berdasarkan Tabel 6., Gambar 4. dan Gambar 5. dapat dilihat bahwa penambahan *superplasticizer* cenderung mempengaruhi kuat tekan awal pada beton. Pada Gambar 4. terlihat terjadi penurunan kuat tekan beton (*F'c*) umur 14 hari pada variasi *superplasticizer* 0,5% dan penurunan dari umur 7 ke 28 hari pada variasi *superplasticizer* 1,5%. Faktor utama penentu kuat tekan beton non pasir (*no fines concrete*) adalah nilai *fas*. Nilai *fas* dengan kuat tekan beton berbanding terbalik. Semakin tinggi nilai *fas* maka kuat tekannya rendah, apabila nilai *fas* rendah maka kuat tekannya tinggi. Untuk hasil lengkapnya akan disajikan pada Tabel 6. Gambar 4. dan Gambar 5.

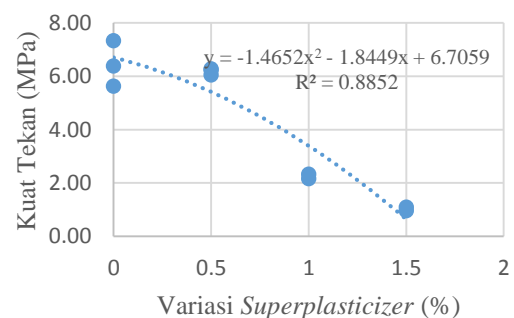
Dari hasil pengujian beton tersebut, kuat tekan terbesar yang diperoleh tergolong rendah, sehingga belum bisa digunakan untuk bangunan struktural. Namun dengan hasil yang seperti itu beton ini dapat digunakan sebagai jalur pejalan kaki dan taman. Keuntungan dari penggunaan beton non pasir yang di gunakan untuk jalur pejalan kaki dan taman adalah menambah ruang resapan air sehingga tidak menyebabkan banjir dan bisa menjadi bangunan *green engineering*. Sehingga cocok diaplikasikan di daerah datar.

Tabel 6. Hasil kuat tekan beton

No.	Variasi <i>Superplasticizer</i> (%)	Umur Beton (Hari)	Kuat Tekan <i>F'c</i> (MPa)
1	0	7	4,32
		14	5,16
		28	6,45
2	0,5	7	4,52
		14	4,45
		28	6,18
3	1	7	1,62
		14	2,23
		28	2,25
4	1,5	7	1,33
		14	1,15
		28	1,02

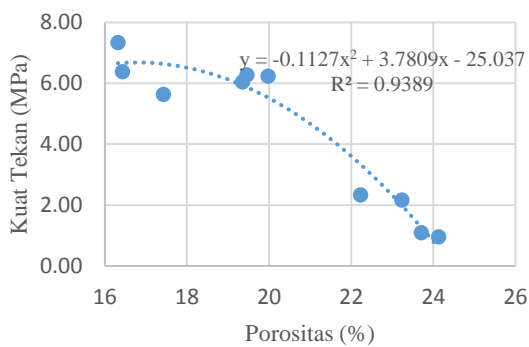


Gambar 4. Hubungan umur pengujian dengan kuat tekan beton



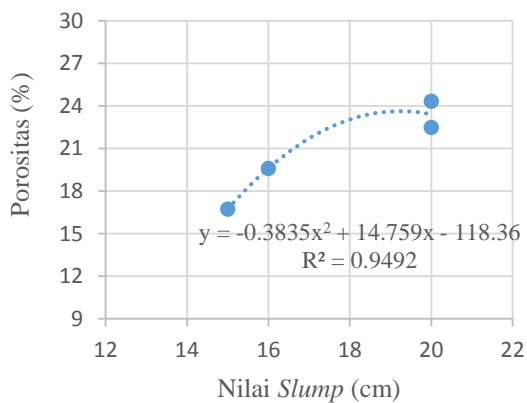
Gambar 5. Hubungan variasi *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton

Secara umum pengujian porositas dengan pengujian kuat tekan beton saling berkaitan. Berdasarkan ACI 522R-06 semakin besar porositasnya maka akan semakin kecil kuat tekan betonnya. Hal ini sejalan dengan hasil yang diperoleh pada penelitian ini yaitu hasil porositas terbesar pada variasi *superplasticizer* 1,5% sebesar 24,33% dengan kuat tekan terendah yaitu sebesar 1,09 MPa. Sementara hasil dari porositas terkecil terdapat pada variasi *superplasticizer* 0% sebesar 16,73% dengan kuat tekan tertinggi yaitu 6,45 MPa. Hasil lengkap hubungan antara porositas dengan kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan porositas dengan kuat tekan

Pada penelitian mengenai beton *porous* nilai *slump* dengan porositas akan berkaitan. Berdasarkan ACI 522R-06 besarnya nilai *slump* akan berbanding lurus dengan porositas. Hal ini sejalan dengan hasil yang didapat yaitu semakin besar nilai *slump* maka akan semakin besar juga porositasnya. Namun semakin kecil nilai *slump* maka akan semakin kecil porositasnya. Hasil dari hubungan pengujian *slump* dengan porositas akan disajikan pada Gambar 7. Untuk gambar dari benda uji akan disajikan seperti pada Gambar 8. Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 7. Hubungan nilai *slump* dengan porositas



Gambar 8. Benda uji sebelum di uji tekan



Gambar 9. Benda uji Setelah di uji tekan



Gambar 10. Benda uji sebelum direndam

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian pengaruh *superplasticizer* terhadap kuat tekan dan porositas pada beton non pasir dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Semakin besar jumlah penambahan *superplasticizer Sika Viscocrete 1003* maka kuat tekannya akan semakin kecil. Kuat tekan terbesar didapat pada variasi *superplasticizer* 0% sebesar 6,45 MPa pada umur 28 hari. Kuat tekan terkecil didapat pada variasi *superplasticizer* 1,5% sebesar 1,02 MPa pada umur 28 hari.
2. Semakin lama umur beton maka kekuatan beton akan semakin tinggi. Namun akibat dari beberapa faktor bisa jadi kekuatan beton akan berkurang dengan bertambahnya umur. Kuat tekan beton pada variasi 0% pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari sebesar 4,32 MPa, 5,16 MPa dan 6,45 MPa. Untuk variasi 0,5% pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari sebesar 4,52 MPa, 4,45 MPa dan 6,18 MPa. Kemudian untuk variasi 1% pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari sebesar 1,62 MPa, 2,23 MPa dan 2,25 MPa. Untuk variasi 1,5% pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari sebesar 1,33 MPa, 1,15 MPa dan 1,02 MPa.
3. Semakin besar porositas yang dihasilkan pada tiap-tiap variasi maka akan semakin kecil kuat tekannya. Porositas terbesar pada saat umur 28 hari terdapat pada variasi *superplasticizer* 1,5% sebesar 24,33% dengan kuat tekan sebesar 0,91 MPa. Kemudian, porositas terkecil pada saat umur 28 hari terdapat pada variasi *superplasticizer* 0% sebesar 16,73% dengan kuat tekan sebesar 6,45 MPa.

5. Daftar Pustaka

- ACI Committee 522. 2010. *Report On Pervious Concrete (ACI 522R-06)*. American Concrete Institute. Farmington Hills. Michigan.
- Adi, P. 2013. Kajian Jenis Agregat dan Proporsi Campuran Terhadap Kuat Tekan dan Daya tembus Beton Porous. *Jurnal Teknik*, 3 (2): 100-106.
- Astutik, H.P., As' ad, S., dan Basuki, A. 2014. Kuat Tekan, Porositas Dan Permeabilitas Pervious Concrete Dengan Campuran Agregat Limbah Gerabah. *Matriks Teknik Sipil*, 2 (1): 132-139.
- Badan Standar Nasional. (2012). SNI-03-2847-2002 - *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Bandung.
- Ervianto, M., Saleh, F., dan Prayuda, H. 2016. Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Tambah Abu Terbang (Fly Ash) Dan Zat Adiktif (Bestmittel). *Jurnal Ilmiah Sinergi*, 20 (3): 199-206.
- Ginting, A. 2015. Pengaruh Rasio Agregat Semen dan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan dan Porositas beton Porous. *Jurnal Teknik*, 5 (1). 1-8.
- Obla, K.H. 2007. Pervious Concrete For Sustainable Development. *Recent advances in concrete technology* 1: 1-6.
- Prasetyo, R.M.Y., Setyawan, A., dan Budiarto, A. 2016. Studi Banding Karakteristik Beton Berpori Antara Benda Uji Di Laboratorium Dengan Benda Uji Di Lapangan (Studi Kasus Pada Bahu Jalan Di Desa Kadokan, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo). *Matriks Teknik Sipil*, 4 (3): 742-749.
- Pratomo, E.P., Setyawan, A., dan Djumari, D. 2016. Pengaruh Gradasi Terhadap Porositas dan Kuat Tekan Beton Berpori. *Matriks Teknik Sipil*, 4 (3): 723-731.
- Ricardo, I.R.A., dan Susilowati, A. 2013. Variasi Faktor Air Semen Terhadap Kekuatan Beton Non Pasir. *Matriks Teknik Sipil*, 1: 1-7.
- Rochim, R., Setyawan, A., dan Sarwono, D. 2015. Pengaruh Pengisian Rongga Pada Perkerasan Beton Berpori Terhadap Permeabilitas, Kecepatan Resapan Dan Kuat Tekan. *Matriks Teknik Sipil*, 3 (1): 179-186.
- Sari, F.M., Setyawan, A., dan Sambowo, K.A. 2013. Tinjauan Durabilitas Beton Berpori Sebagai Perkerasan Jalan Yang Ramah Lingkungan. *Matriks Teknik Sipil*, 1 (2): 142-148.
- Trisnoyuwono, D., Tjokrodinuljo, K., dan Satyarno, I. 2009. Beton Non Pasir Dengan Agregat Dari Batu Alam (Batu Ape) Sungai Lua Kabupaten Kepulauan Talaud Sulawesi Utara. *Civil Engineering Forum Teknik Sipil*, 19 (1): 1030-1036.
- Zulfikar., dan Karolina, R. 2017. Kajian Pendahuluan Beton Lolos Air (Porous Concrete) Dengan Penambahan Masterroc HCa10. *Jurnal Teknik Sipil*, 6 (1): 1-6.