

NASKAH SEMINAR
PENGARUH BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER (Sika Viscocrete-10) TERHADAP
KUAT TEKAN BETON DENGAN AGREGAT KASAR BATU APUNG

(Variasi Kadar Sika Viscocrete-10 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2%)¹

Egy Putri Citra Dewi², As'at Pujianto³, Restu Faizah⁴

INTISARI

Perkembangan teknologi sekarang ini berkembang pesat seiring dengan tuntutan masyarakat yang semakin kompleks, demikian juga perkembangan dunia konstruksi yang ikut berkembang dengan adanya teknologi baru yang menunjang perkembangan tersebut. Penggunaan beton ringan merupakan suatu cara untuk mengurangi beban mati dari sebuah struktur karena mempunyai berat kurang dari 1900 kg/m³ dengan kuat tekan yang cukup tinggi. Salah satu bahan dasar yang dapat digunakan untuk beton ringan adalah batu apung (pumice). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh superplasticizer (Sika Viscocrete-10) terhadap kuat tekan beton dan workability dengan agregat kasar batu apung. Digunakan 4 variasi kadar Sika Viscocrete-10 yaitu, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2%.

Penelitian menggunakan bahan tambah Superplasticizer jenis Sika Viscocrete-10, yaitu bahan tambah yang dapat mempermudah pengerjaan campuran beton (workability) untuk diaduk, dituang, diangkut dan dipadatkan. Untuk menghasilkan proporsi campuran beton yang mempunyai kekuatan beton maksimum, diperlukan pencampuran yang baik. Pembuatan campuran beton ini mengacu pada SNI 03-2834-2002. Benda uji yang digunakan memiliki bentuk silinder dengan dimensi diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dibuat 3 benda uji dalam setiap variasinya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat pengaruh nilai kuat tekan beton dan workability pada penambahan Sika Viscocrete-10. Nilai kuat tekan maksimum didapat pada penambahan kadar sika 0,5% sebesar 13,6816 dan workabilitynya semakin mudah ditandai dengan nilai slump yang semakin besar dengan penambahan sika 2 % yaitu 24 cm. Semakin kecil kadar sika yang ditambahkan, maka semakin besar nilai kuat tekan yang diperoleh.

Kata Kunci: beton ringan, batu apung, kuat tekan, kadar Sika Viscocrete-10

¹ Disampaikan Pada Seminar Tugas Akhir

² 20120110055 Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UMY

³ Dosen Pembimbing I,

⁴ Dosen Pembimbing II

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan teknologi sekarang ini berkembang pesat seiring dengan tuntutan masyarakat yang semakin kompleks, demikian juga perkembangan dunia konstruksi yang ikut berkembang dengan adanya teknologi baru yang menunjang perkembangan tersebut.

Penggunaan beton ringan merupakan suatu cara untuk mengurangi beban mati dari sebuah struktur karena mempunyai berat kurang dari 1900 kg/m^3 (lebih ringan dari berat beton normal, sehingga dapat memperkecil ukuran fondasi yang digunakan. Salah satu bahan dasar yang dapat digunakan untuk beton ringan adalah batu apung (*pumice*).

Batu apung (*pumice*) merupakan agregat ringan yang mempunyai kekuatan lebih rendah dari agregat normal dan menghasilkan beton dengan kuat tekan yang lebih rendah dari beton normal. Kuat tekan beton ringan yang rendah dapat ditingkatkan dengan menetapkan faktor air semen (FAS) yang rendah dan menggunakan bahan tambah yang sesuai. Dalam penelitian ini digunakan bahan tambah *Superplasticizer* jenis *Sika Viscocrete-10*, yaitu bahan tambah yang dapat mempermudah pengerjaan campuran beton (*workability*) untuk diaduk, dituang, diangkut dan dipadatkan.

Pembuatan campuran beton ringan ini mengacu pada "Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal" dan SNI 03-2834-2002. Pengujian beton dilakukan pada umur 28 hari.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas timbul suatu masalah yang dapat dirumuskan yaitu:

1. Bagaimanakah pengaruh penambahan *Sika Viscocrete-10* dengan kadar 0,5%; 1%; 1,5%; 2% terhadap kuat tekan beton?
2. Apa pengaruh penggunaan *Sika Viscocrete-10* terhadap *workability* (kemudahan pengerjaan beton) ?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meneliti pengaruh penambahan *Sika Viscocrete-10* dengan kadar 0,5%; 1%; 1,5%; 2% terhadap kuat tekan beton.
2. Mengetahui pengaruh penggunaan *Sika Viscocrete 10* terhadap *workability* (kemudahan pengerjaan beton).

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang beton sebagai salah satu bahan bangunan terus berkembang. berbagai macam cara dilakukan agar mendapatkan kuat tekan beton yang diinginkan dan dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian ini dilakukan tidak lepas dari penelitian terdahulu yang pernah dilakukan. Berikut penelitian yang pernah dilakukan.

1. Hidayat (2012), meneliti tentang pengaruh komposisi agregat kasar (breksi batu apung dan batu pecah) terhadap berat jenis dan kuat tekan. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan yaitu:
 - a. Beton ringan dengan efek penambah kerikil 0%-100% berat jenisnya mengalami kenaikan dan berbanding terbalik dengan presentase batu apung.
 - b. Beton ringan dengan efek penambah kerikil 0%-100% kuat tekannya mengalami kenaikan dan berbanding terbalik dengan presentase batu apung.
 - c. Komposisi optimum terjadi pada presentase kerikil 0% dengan berat jenis $< 1900 \text{ kg/m}^3$ dan kuat tekan 17,24 MPa.
2. Prasetya (2013), meneliti tentang pengaruh bahan tambah *superplasticizer* dengan variasi 0,5%, 1%, 1,5%, 2% untuk beton dengan agregat kasar batu apung. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan yaitu:
 - a. Semakin tinggi penambahan kadar *Superplasticizer* maka kuat tekan beton semakin meningkat dan diperoleh nilai optimum.
 - b. Nilai kuat tekan maksimum pada penambahan *Superplasticizer* 1% sebesar 9,245 MPa dan berat jenis

1656,617 kg/m³ dengan kadar *Superplasticizer* 0,5 %.

Keaslian Penelitian

Penelitian tentang perilaku batu apung sebagai agregat kasar yang diberi bahan tambah terhadap kuat tekan beton sebelumnya sudah pernah diteliti. Perbedaan penelitian ini terdapat pada metode perancangan adukan beton dan penggunaan bahan tambah *Superplasticizernya*.

LANDASAN TEORI

Beton Ringan

Menurut Mulyono (2004), beton ringan merupakan beton yang memiliki berat jenis agregat ringan sekitar 1900 kg/m³. Beton ringan diperoleh dengan cara penambahan pori-pori udara ke dalam campuran betonnya.

Beton diklasifikasikan berdasarkan berat satuan (SNI 03-2847-2002) menjadi beberapa golongan berikut ini.

1. Beton ringan $\leq 1900 \text{ kg/m}^3$
2. Beton normal $2100 \text{ kg/m}^3 - 2500 \text{ kg/m}^3$
3. Beton berat $\geq 2500 \text{ kg/m}^3$

Bahan Penyusun Beton

Beton adalah suatu elemen struktur yang memiliki karakteristik dari beberapa bahan penyusun sebagai berikut:

1. Semen Portland

Semen *Portland* adalah hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dengan gips sebagai bahan pembantu (Tjokrodinuljo, 2007).

2. Air

Air merupakan salah satu bahan yang paling penting dalam pembuatan beton karena dapat menentukan mutu dalam campuran beton.

3. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnya, sehingga

pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton. (Tjokrodinuljo, 2007).

4. Bahan Tambah

Bahan tambahan beton (*admixture*) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukannya atau betonnya.

Bahan tambahan beton (*additive*) adalah bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton dan biasanya dapat digunakan untuk menggantikan sebagian bahan semen, seperti *pozzolan*, *flyash*, *slag*, dan *silica fume*.

Sika Viscocrete-10

Sika Viscocrete-10 merupakan generasi terbaru dari *plasticizer* untuk beton dengan mortar yang cocok untuk produksi beton *precast* dan beton *readymix*. Bahan tambah kimia (*chemical admixture*) ini didistribusikan oleh PT. Sika Nusa Pratama. Kegunaan dari *Sika Viscocrete-10* antara lain:

1. Dapat Mengurangi pemakaian air dalam jumlah yang cukup besar (sampai dengan 40%) pada campuran beton.
2. Menghasilkan beton yang mengalir (*flow concrete*) tanpa terjadinya pemisahan yang tidak diinginkan.
3. Dengan menggunakan *Sika Viscocrete-10* beton akan mempunyai kemampuan untuk memadat sendiri (*self compacting*) tanpa adanya pemadatan.
4. Meningkatkan kemampuan susut dan rangkai pada beton.
5. Meningkatkan kemampuan kedap air pada beton.

Agregat Kasar Batu Apung

Batu apung (*pumice*) merupakan batuan yang berwarna terang biasanya berwarna seperti ada lapisan kaca dengan berat satuan 500-900 kg/m³. Beton yang menggunakan agregat ini akan mempunyai sifat penyerapan air dan pengembangan yang cukup tinggi dengan berat beton 700-1400 kg/m³ (Mulyono, 2004).

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton yaitu suatu perbandingan beban terhadap luas penampang beton. Kuat tekan silinder beton dapat dihitung dengan rumus berikut (SNI 03-2834-2002) :

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Dengan : f_c' = kuat tekan beton (kg/cm^2)
P = beban maksimum (kg)
A = luas benda uji (cm^2)

Kemudahan pengerjaan (*Workability*)

Workability dapat dilihat dari nilai *slump* yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Unsur-unsur yang mempengaruhi *workability* antara lain (Mulyono, 2004):

- Jumlah air pencampur
- Kandungan semen
- Gradasi campuran pasir-kerikil
- Bentuk butiran agregat kasar
- Butir maksimum
- Cara pemadatan dan alat pemadat.

Slump

Nilai *slump* digunakan untuk pengukuran terhadap tingkat kelecakan adukan beton segar, yang berpengaruh pada tingkat kemudahan pengerjaan beton (*workability*).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. pada bulan Februari sampai April 2016 yang meliputi masa persiapan sampai pada waktu pengujian kuat tekan beton.

Bahan-bahan

Bahan yang digunakan dalam proses pencampuran adalah :

- Semen (PC) merek Holcim tipe I.
- Agregat halus (pasir) berasal dari Muntilan, Merapi, DI. Yogyakarta.
- Agregat kasar (batu apung) berasal dari Lombok, NTB.

- Air dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Bahan tambah menggunakan *Superplasticizer Sika Viscocrete-10* dari PT. Sika Nusa Pratama yang berkantor di daerah Ngestiharjo Yogyakarta.

Alat-alat

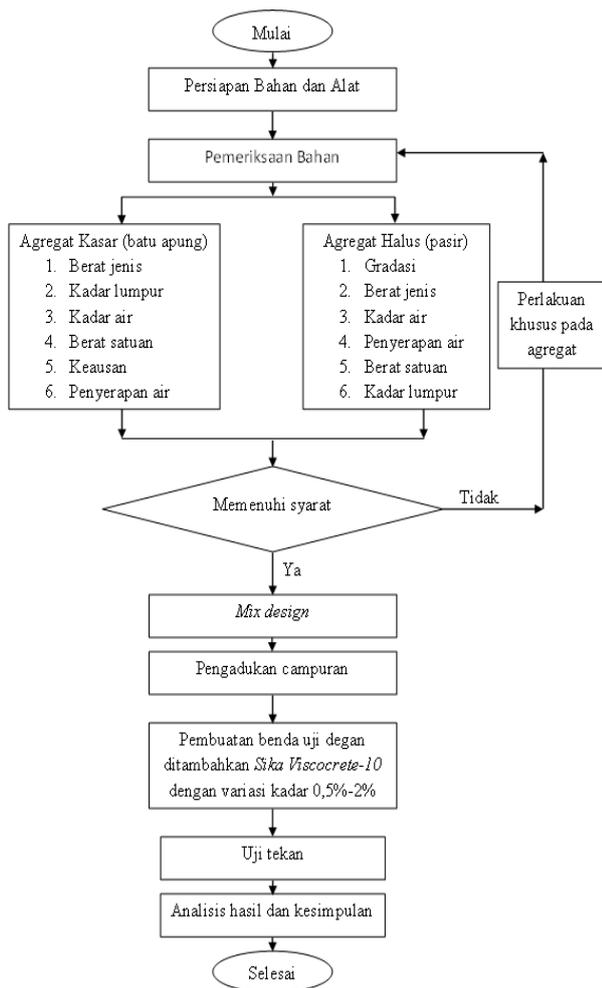
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dari mulai pemeriksaan bahan sampai dengan pengujian benda uji, antara lain:

- Timbangan sentisimal (maks 150 kg), *neraca Ohaus*.
- Saringan standar ASTM, dengan ukuran 19,52 mm; 12,5 mm; 9,52 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; 0,15 mm.
- Cetakan silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
- Gelas ukur.
- Labu *erlemeyer*.
- Oven.
- Mesin *Los Angeles*.
- Mesin aduk beton (*mixer*).
- Kerucut Abrams.
- Plat besi.
- Tongkat penumbuk.
- Satu set alat pengujian agregat (cawan, piknometer, timbangan elektrik, mesin *shieve shaker*).
- Mesin uji tekan merek Hung Ta.
- Sekop, ember, cetok.
- Penggaris, kaliper.
- Oli, seperangkat kunci untuk membuka silinder.

Pelaksanaan Penelitian

Dilakukan penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta mulai dari pemeriksaan bahan penyusun, perancangan campuran adukan beton (*mix design*), pembuatan benda uji hingga pengujian kuat tekan beton.

Berikut bagan alir proses pelaksanaan penelitian terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Analisis Hasil

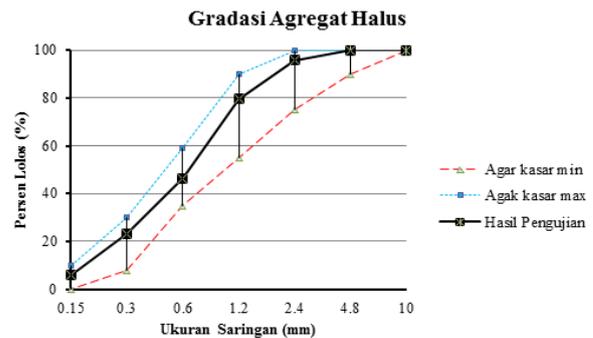
Pelaksanaan penelitian telah selesai, maka didapatkan beberapa data yang nantinya akan digunakan untuk membuat pembahasan dan kesimpulan dari penelitian ini. Adapun data-data yang didapatkan sebagai berikut:

1. Data hasil pemeriksaan agregat halus, dan agregat kasar dengan batu apung.
2. Data hasil berat jenis beton.
3. Data hasil uji tekan beton menggunakan *Sika Viscocrete-10*.
4. Grafik hubungan kuat tekan beton dengan kadar *Sika Viscocrete-10*.
5. Grafik hubungan kadar *Sika Viscocrete-10* dan nilai *slump*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan agregat halus

1. Gradasi agregat halus (pasir Merapi)



Gambar 2. Grafik gradasi agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan Komulatif (\%)}}{\text{Jumlah Berat Tertahan (\%)}} \\ &= \frac{249,344}{100} \\ &= 2,4934 \% \end{aligned}$$

2. Kadar air agregat halus

Kadar air rata-rata yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 2,53%. Hasil pengujian tersebut termasuk dalam kondisi tidak normal, karena syarat kadar air untuk agregat halus (pasir) sebesar 1%-2%. Dari hasil pengujian, agregat ini mengandung kadar air tinggi sehingga perlu dilakukan penjemuran hingga keadaan kering.

3. Berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh hasil berat jenis pasir jenuh kering (*SSD*) sebesar 2,66. Agregat normal ialah agregat yang mempunyai berat jenis antara 2,5 sampai 2,7 sedangkan berat jenis agregat ringan adalah kurang dari 2,0 sehingga pasir ini masih tergolong agregat normal. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi jenuh kering muka adalah 11,11%. Agregat normal mempunyai kemampuan serap air kurang dari 20% sehingga agregat yang digunakan ini termasuk agregat normal.

4. Berat satuan agregat halus

Berat satuan pasir jenuh kering (*SSD*) didapat sebesar 1,425 gr/cm³. Berat satuan berfungsi untuk mengindikasikan apakah

agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Hal ini akan berpengaruh pada proses pengerjaan beton dalam jumlah besar dan kuat tekan beton, jika agregatnya porous akan mengakibatkan terjadinya penurunan kuat tekan betonnya.

5. Kadar lumpur agregat halus

Agregat yang digunakan sebaiknya memiliki kadar lumpur sekecil mungkin, karena hal tersebut akan mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan. Dari pengujian yang dilakukan diperoleh hasil kadar lumpur sebesar 2,73 %. Hasil tersebut lebih kecil dari batas yang ditetapkan untuk beton normal sebesar 5% sehingga pasir tidak perlu dicuci saat digunakan.

Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

1. Kadar air agregat kasar

Dari hasil pengujian diperoleh kadar air agregat kasar (batu apung) sebesar 26,03%. Syarat kadar air maksimum untuk agregat normal adalah sebesar 2 % dari data kadar air agregat kasar menunjukkan bahwa agregat kasar (batu apung) ini tidak termasuk agregat normal karena hasilnya lebih besar dari syarat yang ditetapkan. Sehingga perlu dilakukan penjemuran hingga keadaan kering.

2. Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Berat jenis batu apung jenuh kering muka (*SSD*) adalah 1,089 gr/cm³ sehingga batu ini tergolong agregat ringan yaitu antara 1,00 – 2,00 (Tjokrodinuljo, 2007). Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 55,25% sehingga agregat kasar batu apung ini tergolong agregat ringan.

3. Keausan agregat kasar

Keausan batu apung sebesar 36,5% yang dapat digunakan untuk pembuatan beton dengan mutu di atas 10 MPa atau kelas mutu II (Tjokrodinuljo, 2007).

4. Berat satuan agregat kasar

Berat satuan batu apung adalah 0,622 gr/cm³. Berat satuan mengindikasikan

apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Selain untuk agregat kasar, berat satuan digunakan untuk mengidentifikasi jenis batuan dan kelasnya. Berat satuan agregat ini tergolong agregat ringan.

5. Kadar lumpur agregat kasar

Batu apung yang digunakan dalam penelitian ini sebelumnya dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan lumpur dan kotoran yang melekat pada agregat. Pemeriksaan kadar lumpur sebesar 0,93%. Nilai standar yang ditetapkan yaitu maksimum 1%, sehingga agregat tersebut memiliki kadar lumpur yang normal.

Hasil Perancangan Bahan Susun Beton (Mix Design)

Tabel 1. Kebutuhan bahan susun beton ringan untuk 1 benda uji

Kadar Sika Viscocrete-10 (%)	Air (ml)	Faktor Air Semen	Agregat kasar batu apung (gr)	Agregat halus (gr)	Semen (gr)
0,5	3257,7	0,36	9747,5	9048,3	9049,8
1,0	3257,7	0,36	9747,5	9048,3	9049,8
1,5	3257,7	0,36	9747,5	9048,3	9049,8
2,0	3257,7	0,36	9747,5	9048,3	9049,8

Sumber : Hasil Penelitian, 2016

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat umur beton 28 hari, dimana pada umur 28 hari ini kekuatan beton dianggap konstan dan tidak akan meningkat lagi. Berikut adalah hasil kuat tekan beton.

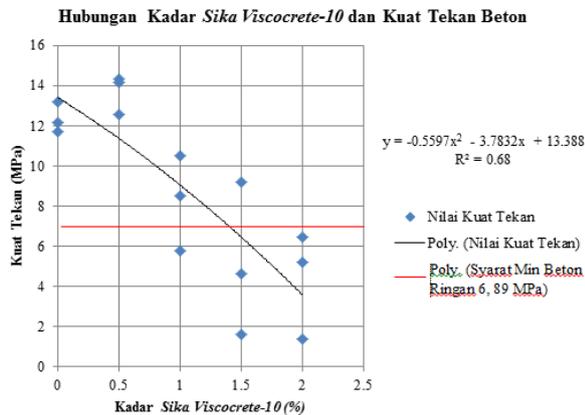
Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Kadar Sika Viscocrete-10 (%)	Fc (MPa)	Fc Rata-rata (Mpa)
0	12,1555	12,3542
	13,1820	
	11,7251	
0,5	12,5698	13,6816
	14,3065	
	14,1684	
1	8,5099	8,2724
	5,7986	
	10,5087	
1,5	4,6476	5,1590
	1,6425	
	9,1870	
2	6,4866	4,3590
	5,2144	
	1,3761	

Sumber : Hasil Penelitian, 2016

Hubungan Kuat Tekan beton dan kadar Sika Viscocrete-10

Dari penelitian yang dilakukan diperoleh grafik hubungan kuat tekan beton dan kadar Sika Viscocrete-10 sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik hubungan kuat tekan beton dan kadar Sika Viscocrete-10

Berdasarkan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa semakin kecil kadar Sika Viscocrete-10 maka semakin besar kuat tekan betonnya. Kuat tekan maksimum diperoleh pada kadar Sika Viscocrete-10 0,5% sebesar 13,6816 MPa.

Hubungan kadar Sika Viscocrete-10 dan nilai slump

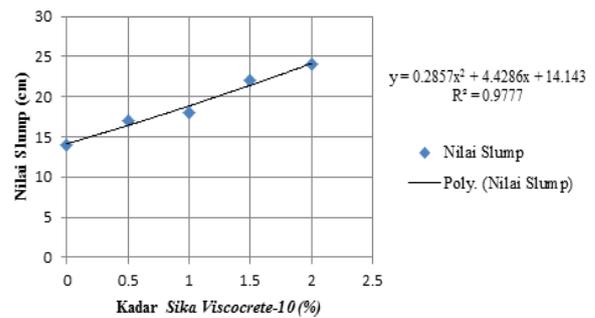
Pengaruh penambahan Superplasticizer jenis Sika Viscocrete-10 ini dapat memberi kemudahan pengerjaan (*workability*). *Workability* (kemudahan pengerjaan) dapat dilihat dari nilai *slump* yang diperoleh. Semakin tinggi nilai *slump* maka semakin mudah proses pengerjaan beton. Berikut hasil nilai *slump* dengan penambahan Superplasticizer (Sika Viscocrete-10).

Tabel 3. Hasil pengujian nilai *slump* terhadap penambahan variasi kadar Sika Viscocrete-10

No.	Kadar Sika Viscocrete-10 (%)	Slump (mm)	Penurunan Nilai Slump (mm)	%
1	0	14		
2	0,5	17	-3	-21,429
3	1	18	-4	-28,571
4	1,5	22	-8	-57,143
5	2	24	-10	-71,429

Sumber: Hasil penelitian, 2016

Hubungan Kadar Sika Viscocrete-10 dan Nilai Slump



Gambar 4. Grafik hubungan kadar Sika Viscocrete-10 dan nilai slump

Semakin tinggi kadar Sika Viscocrete-10 nya maka semakin besar nilai *slump*nya. Hal ini terjadi karena Sika Viscocrete-10 digolongkan ke dalam *High Range Water Reducer* yang mampu meningkatkan kinerja kelecakan atau *workability* adukan beton dan mengurangi terjadinya *bleeding*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Terdapat pengaruh kuat tekan beton pada penambahan Superplasticizer (Sika Viscocrete-10). Semakin rendah penambahan Sika Viscocrete-10 maka kuat tekan beton semakin meningkat dan diperoleh nilai maksimum pada penambahan Sika Viscocrete-10 dengan kadar 0,5%. maksimum. Kuat tekan yang dihasilkan memenuhi syarat beton ringan.
2. Terdapat pengaruh penambahan Sika Viscocrete-10 terhadap kemudahan pekerjaan (*workability*), dan nilai *slump*. Nilai *slump* paling rendah terdapat pada kadar sika 0% sebesar 14 cm dan paling tinggi pada kadar sika 2% sebesar 24 cm. Semakin besar kadar penambahan Sika Viscocrete-10 maka akan semakin besar nilai *slump*nya. Bertambahnya nilai *slump* membuat kemudahan pekerjaan (*workability*) semakin mudah.

Rekomendasi

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat direkomendasikan untuk penggunaan kadar Sika Viscocrete-10 dalam campuran beton sebesar $\leq 1,4\%$.

Saran

Terdapat beberapa saran terkait dengan hasil penelitian yang telah dilakukan sehingga penelitian tersebut benar-benar dapat bermanfaat dalam kehidupan, antara lain:

1. Ada banyak hasil yang dapat bisa kita deskripsikan dalam menggunakan *superplasticizer* (*Sika Viscocrete-10*) maka dari itu perlu penelitian yang lebih mendalam sehingga didapatkan komposisi bahan ikat semen *Portland* dan *superplasticizer* (*Sika Viscocrete-10*) pada bahan tambah lainnya agar bisa menghasilkan beton yang berkualitas.
2. Diusahakan pada penelitian selanjutnya *superplasticizer* yang digunakan dengan merek lain dari penelitian ini agar didapat hasil yang lebih bervariasi.
3. Perhatikan dengan benar pada ketepatan pemakaian dosis, proses pengadukan, proses pencetakan ke dalam silinder, karena proses tersebut sangat penting guna memperoleh mutu beton yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 2002. *SNI 03-2834-2002, Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2002. *SNI 03-2847-2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standar Nasional.
- Hidayat, 2013. *Pengaruh Komposisi Agregat Kasar (Breksi Batu Apung dan Batu Pecah)*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Prasetya, 2013. Hidayat, 2013. *Pengaruh Komposisi Agregat Kasar (Breksi Batu Apung dan Batu Pecah)*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Mulyono, 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI.

Tjokrodimuljo, 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM.