

PENGARUH PENGGUNAAN KOMBINASI *VISCOSITY MODIFYING ADMIXTURES* DAN *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP RHEOLOGI MORTAR DAN BETON *SELF COMPACTING CONCRETE*

Masyogo Pangestu¹, Ariyanto Mulya Sim², Antoni³, Djwantoro Hardjito⁴

ABSTRAK : *Self Compacting Concrete* (SCC) merupakan salah satu teknologi bahan konstruksi yang berkembang dengan pesat karena kebutuhan terhadap SCC yang semakin banyak. Hal ini disebabkan semakin banyaknya struktur beton yang mempunyai keanekaragaman bentuk dan nilai artistik yang tinggi, yang menimbulkan tantangan dalam pembuatannya. Dalam pembuatan SCC terdapat banyak faktor yang mempengaruhi kinerjanya, namun penelitian ini difokuskan terhadap pengaruh *admixtures* yang digunakan. Penelitian dilakukan dengan mengevaluasi rheologi dan kuat tekan mortar dan beton SCC. Penelitian ini menggunakan dua jenis *admixtures* yaitu *superplasticizer* dan *Viscosity Modifying Admixtures* (VMA). Pada mortar digunakan *mix design* berdasarkan volume, dengan perbandingan pasir : pasta sebesar 50:50 dan V_w/V_p sebesar 0.8. Pada beton SCC digunakan *mix design* berdasarkan volume dengan perbandingan agregat kasar : mortar sebesar 30:70, pasir : pasta sebesar 40:60, dan V_w/V_p sebesar 0.8. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi VMA dan *Superplasticizer* yang tepat pada mortar dan beton dapat menstabilkan campuran yang mengalami *bleeding* dan segregasi. Selain itu juga dapat meningkatkan nilai *flow* dan kuat tekan bila dibandingkan dengan campuran yang mengalami *bleeding* dan segregasi.

KATA KUNCI: *Self Compacting Concrete*, mortar, *superplasticizer*, *Viscosity Modifying Admixtures*, rheologi

1. PENDAHULUAN

Salah satu teknologi bahan konstruksi yang semakin berpotensi untuk digunakan adalah *Self Compacting Concrete* (SCC) (Rodríguez et al., 2012). Oleh karena itu penelitian dari teknologi bahan konstruksi (SCC) perlu diteliti lebih lanjut. Pada umumnya penggunaan *admixture* untuk SCC lebih populer pada penggunaan *Superplasticizer* yang berbahan dasar *Polycarboxylate Ether* daripada garam *Sodium Naphthalene Sulfate* dan *Melamine Sulfonate Formadehyde* (Nugraha & Antoni, 2007). Dosis *Superplasticizer* yang digunakan pada SCC tentu tidak sama dengan campuran beton biasa yang menggunakan *Superplasticizer*, bahkan untuk SCC diproduksi *Superplasticizer* khusus dan dosis tertentu agar karakteristik dari SCC tetap kental, dapat mengalir dan tidak mengalami segregasi (Okamura & Ouchi, 2003). Meskipun peran *Superplasticizer* sangat penting pada SCC, kebutuhan akan *admixture* lain juga krusial terutama karena kondisi lapangan dan metode pelaksanaan.

Tekstur dari SCC dipengaruhi oleh temperatur (Schmidt et al., 2014), *water cement ratio* (Felekoğlu et al., 2007), *Superplasticizer and Viscosity Modifying Admixtures* (Lachemi et al., 2004), jenis dan jumlah semen dan *powder* (Nepomuceno et al., 2012), dan komposisi agregat yang digunakan (Khaleel & Abdul Razak, 2014).

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, go_genesis_go@yahoo.com

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, jorjunin@hotmail.com

³Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, antoni@petra.ac.id

⁴Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, djwantoro.h@petra.ac.id

Dari setiap faktor tersebut dapat dikatakan peran *Superplasticizer* dan *Viscosity Modifying Admixture* (VMA) sangat dominan terhadap tekstur dari SCC yang kita harapkan. Semakin besar dosis *Superplasticizer* yang ditambahkan pada SCC, semakin tinggi kemampuan *fillingability*, *passingability* dan *segregation resistance*.

Segregasi termasuk aspek yang sangat dihindari pada SCC karena akan merusak homogenitas dari campuran SCC dan berakibat pada penurunan kekuatan setelah beton mengeras. *Viscosity Modifying Agent* (VMA) sangat penting untuk menjaga tekstur SCC tetap kental dan homogen. Namun penggunaan VMA dengan dosis yang tinggi dapat mengurangi kemampuan *fillingability* dan *passingability* dari SCC. Oleh karena itu penggunaan *Superplasticizer* dan VMA perlu dikombinasikan dengan baik agar dapat mengoptimalkan SCC dari segi *workability* dan *flowability*.

2. RANCANGAN PENELITIAN

Material

Material yang digunakan adalah pasir Lumajang dalam kondisi SSD, Semen PPC, agregat kasar berupa batu pecah ukuran ½ x 1 cm, *Superplasticizer* dengan produk Sika® Viscocrete® - 1003 (**Tabel 1**), dan *Viscosity Modifying Admixtures* dengan produk Sika® Stabilizer 4R (**Tabel 2**).

Tabel 1. Spesifikasi Sika® Viscocrete® - 1003

Type	Aqueous solution of modified polycarboxylate copolymer
Appearance	Brownish
Specific Gravity	1.065 ± 0.01 kg/ltr
Dosage	0.6 – 1.6 % by weight of binder (for flowing and SCC)

Tabel 2. Spesifikasi Sika® Stabilizer 4R

Appearance	Blue Liquid
Specific Gravity	Approx. 1.02
Dosage	65-455/100kg of cementitious materials

Metoda Penelitian

Pada awal penelitian dilakukan trial mix dari bahan yang sudah disiapkan, meliputi komposisi agregat kasar 30% dari volume total cetakan, agregat halus kurang lebih 40% dari volume mortar, Sika® Viscocrete®-1003 dengan dosis 1.0-1.6% dari berat semen, Sika® Stabilizer 4R dengan dosis 0.192% - 0.24% dari berat semen, faktor air semen berdasarkan volume sebesar 0.8. Komposisi Trial Mix mortar dan SCC dapat dilihat pada **Tabel3** dan **Tabel4**.

Tabel 3. Komposisi Trial Mix Mortar

Perbandingan Volume	Vw/Vp	Pasir (kg/m ³)	Semen (kg/m ³)	Air (kg/m ³)
pasir : pasta (50:50)	0.8	1315	833.33	222.22

Tabel 4. Komposisi Trial Mix SCC

Perbandingan Volume	Vw/Vp	Kerikil (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)	Semen (kg/m ³)	Air (kg/m ³)
Kerikil : mortar (30 : 70) pasir : pasta (40:60)	0.8	741	736	700	186.67

Prosedur trial mix untuk mortar dimulai dari menimbang semua bahan yang akan digunakan sesuai dengan proporsi yang sudah ditentukan terlebih dahulu. Setelah semua material siap, semen dan pasir diaduk hingga merata. Setelah itu, *Superplasticizer* yang sudah dilarutkan dalam air ditambahkan, sesuai dengan mix desain yang direncanakan. Campuran mortar tersebut diaduk selama 1 menit dengan mata bor dan setelah itu diaduk selama 5 menit dengan tangan agar *Superplasticizer* dapat bekerja maksimal pada campuran mortar tersebut. Setelah campuran merata, VMA ditambahkan kedalam mortar dan diaduk selama kurang lebih 1 menit agar mendapat hasil maksimal.

Prosedur trial mix untuk beton dimulai dari menimbang semua bahan yang akan digunakan sesuai dengan proporsi yang sudah ditentukan terlebih dahulu. Hal ini dilanjutkan dengan pencampuran semen, pasir, kerikil hingga merata dengan mixer. Setelah itu, *Superplasticizer* yang sudah dilarutkan ke dalam air sebanyak 75% dari kebutuhan total campuran beton dan diaduk merata selama kurang lebih 15 menit. Setelah itu prosedur dilanjutkan dengan penambahan VMA dan sisa air ke dalam campuran beton dan diaduk selama kurang lebih 3 menit dan sampel beton siap untuk melakukan *uji passingability, fillingability, dan segregation resistance*.

3. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

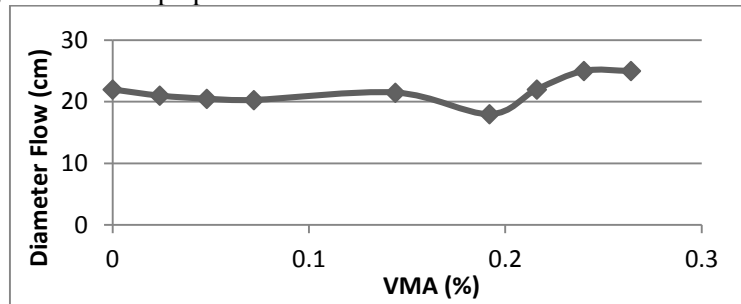
3.1 Pengujian dan Analisis Mortar

Prosedur pembuatan mortar diawali dengan pengadukan pasir dan semen hingga merata. Prosedur ini dilanjutkan dengan penambahan SP yang sudah dilarutkan ke dalam air dan mortar diaduk selama 5 menit dengan tujuan agar SP dapat bekerja maksimal. Metode pengadukan yang dipakai dengan menggunakan alat bantu mesin bor sebagai pengaduk dan dilanjutkan dengan metode manual (pengadukan dengan tangan). Kemudian VMA ditambahkan sesuai dosis yang rencana dan diaduk selama 1 menit dengan alat bantu mesin bor hingga merata. Penambahan SP dan VMA berdasarkan persentase berat semen per kilogram. Campuran mortar diuji dan diamati karakteristiknya. Data dan hasil pengujian *flow* mortar bisa dilihat pada **Tabel5**.

Tabel 5. Hasil Flow Test Mortar dengan SP 1.6%

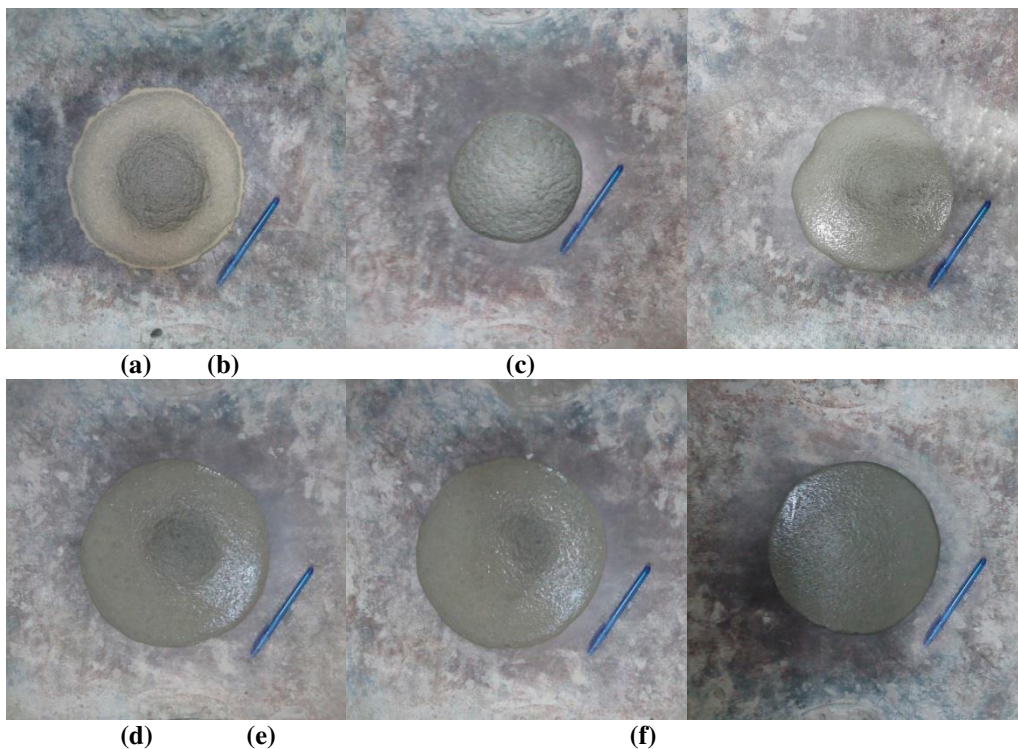
Sample	SP (%)	VMA (%)	Flow (cm)	Bleeding	Segregasi
S1.6-V0	1.6	0	22.0	YA	YA
S1.6-V24	1.6	0.024	21.0	YA	YA
S1.6-V48	1.6	0.048	20.5	YA	YA
S1.6-V72	1.6	0.072	20.3	YA	YA
S1.6-V144	1.6	0.144	21.5	YA	YA
S1.6-V192	1.6	0.192	18.0	YA	YA
S1.6-V216	1.6	0.216	22.0	YA	TIDAK
S1.6-V240	1.6	0.240	25.0	TIDAK	TIDAK
S1.6-V264	1.6	0.264	25.0	TIDAK	TIDAK
S1.6-V288	1.6	0.288	23.0	TIDAK	TIDAK
S1.6-V312	1.6	0.312	22.0	TIDAK	TIDAK

Tabel 5 menyajikan hasil dari pengujian diameter *flow* tanpa ketukan. Pada penggunaan kombinasi SP 1.6% dengan dosis tanpa VMA sampai 0.192%, campuran mortar masih mengalami *bleeding* dan segregasi. Sedangkan pada kombinasi SP 1.6% dengan VMA sebanyak 0.24% dan 0.264%, *bleeding* dan segregasi tidak terjadi. Grafik pengujian *flow* campuran dengan nilai SP 1.6% dapat dilihat pada **Gambar 1** dan hasil pengujian *flow* dapat dilihat pada **Gambar 2**. Dari hasil karakteristik mortar yang ditunjukkan pada **Tabel 5**, penambahan VMA sebesar 0.192% sampai 0.24% menjadi acuan untuk kombinasi dosis SP dan VMA berikutnya. Hal ini disebabkan karena penambahan VMA hingga dosis 0.24% sudah memenuhi harapan karakteristik mortar yang stabil dan nilai *flow* yang lebih baik dibandingkan dengan mortar tanpa penambahan VMA.



Gambar 1. Grafik Pengujian Flow Mortar dengan Dosis SP 1.6%

Pengujian *flow* sampel yang sudah dilakukan (**Gambar 1**) menunjukkan hasil yang fluktuatif, hal ini disebabkan oleh bentuk dari mortar saat dicetak di dalam *mold* pada pengujian *flow* tidak menyebar merata. Pada pengujian *flow* mortar dengan dosis SP 1.6% bentuk penyebaran mortar tampak jelas terkonsentrasi pada titik pengangkatan *mold* (**Gambar 2**). Bentuk penyebaran semakin baik ketika campuran mortar tersebut semakin stabil (tidak segregasi dan tidak *bleeding*) dan dapat diamati pada **Gambar 2**.

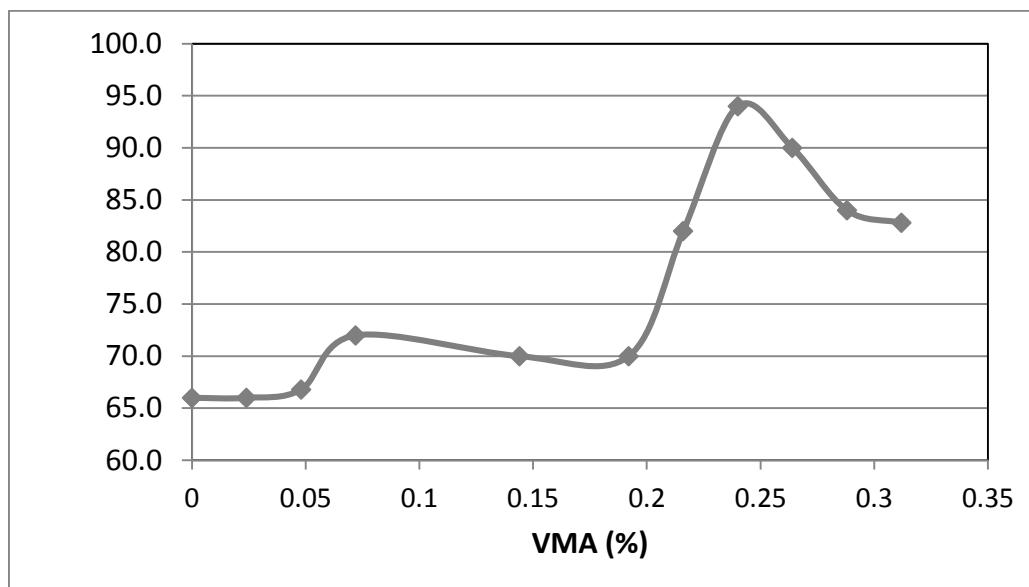


Gambar 2. Hasil Pengujian Flow dengan Dosis SP 1.6% (a), SP 1.6% dan VMA 0.192% (b), SP 1.6% dan VMA 0.216% (c), SP 1.6% dan VMA 0.240% (d), SP 1.6% dan VMA 0.264% (e), dan SP 1.6% dan VMA 0.288% (f)

Mortor yang telah dibuat dicetak ke dalam bekisting 5x5x5 cm untuk diuji dan dievaluasi bagaimana kuat tekan dan berat jenis mortar. Berat jenis mortar akan diukur pada saat bekisting mortar dilepaskan (BJ kering) dan berat jenis mortar yang sudah melewati proses *curing* (BJ basah). Hasil pengujian kuat tekan sampel mortar dengan kombinasi SP 1.6% dan VMA dapat dilihat pada **Tabel 6** dan **Gambar 3**.

Tabel 6. Hasil Uji Berat Jenis (BJ) dan Kuat Tekan Mortar dengan SP 1.6%

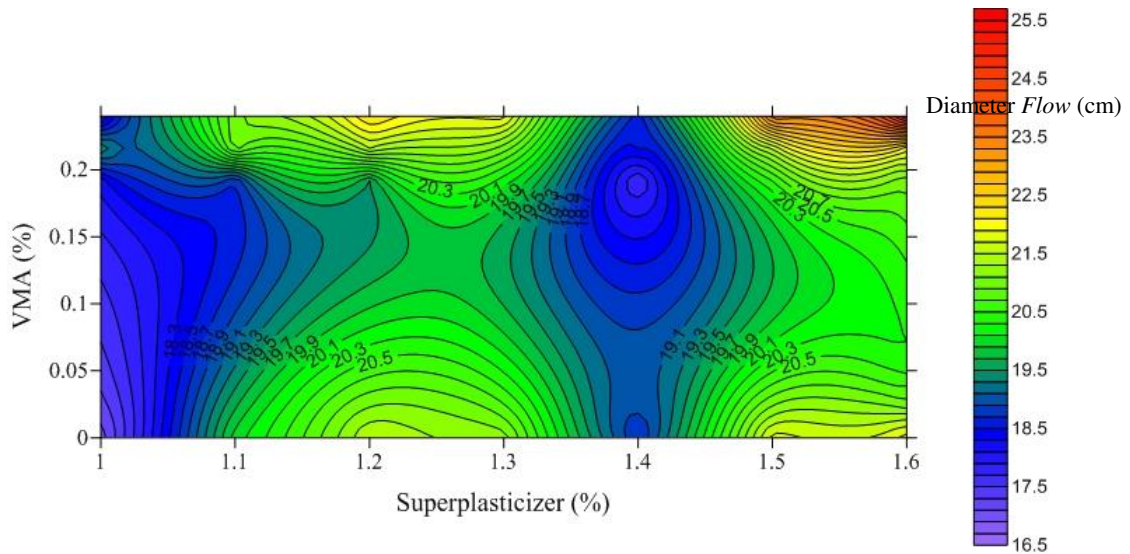
Sample	SP (%)	VMA (%)	BJ Kering (kg/m ³)	BJ Basah (kg/m ³)	Kuat Tekan (Mpa)
S1.6-V0	1.6	0	2368	2400	66.0
S1.6-V24	1.6	0.024	2336	2352	66.0
S1.6-V48	1.6	0.048	2312	2336	66.8
S1.6-V72	1.6	0.072	2312	2328	72.0
S1.6-V144	1.6	0.144	2368	2408	70.0
S1.6-V192	1.6	0.192	2352	2368	70.0
S1.6-V216	1.6	0.216	2312	2320	82.0
S1.6-V240	1.6	0.240	2320	2344	94.0
S1.6-V264	1.6	0.264	2368	2384	90.0
S1.6-V288	1.6	0.288	2320	2328	84.0
S1.6-V312	1.6	0.312	2328	2336	82.8



Gambar 3. Grafik Kuat Tekan 7 Hari Mortar dengan SP 1.6%

Pada **Gambar 3** dapat dilihat pada kombinasi SP 1.6% dengan dosis tanpa VMA sampai 0.192% menunjukkan nilai kuat tekan yang hampir sama dimana pada campuran mortar tersebut masih terjadi *bleeding* dan segregasi. Pada penambahan VMA dengan dosis 0.216% dan 0.240% menunjukkan peningkatan kuat tekan yang signifikan dimana diikuti juga dengan karakteristik mortar yang stabil dan nilai *flow* yang lebih baik. Namun pada penambahan VMA dengan dosis 0.264% menunjukkan nilai kuat tekan yang lebih rendah daripada penambahan VMA dengan dosis 0.240%. Jika dilihat dari berat jenisnya, nilai kuat tekan pada mortar tidak dipengaruhi oleh berat jenis dari mortar.

Metode pembuatan mortar dengan dosis SP 1 – 1.5% mengikuti metode pembuatan mortar dengan dosis SP 1.6% yang sudah dilakukan sebelumnya dan dikombinasikan dengan variasi dosis VMA sebesar 0.8 – 1.0 ml. Grafik hubungan diameter *flow* dengan penggunaan variasi dosis SP dan VMA (**Gambar 4**).



Gambar 4. Grafik Kontur Hasil Pengujian *Flow* dengan Dosis SP 1.0 – 1.6% dan VMA 0.192 – 0.240%

Hasil pengujian *flow* mortar (**Gambar 4**) didapat kesimpulan bahwa penambahan VMA dengan range 0.192 - 0.24% untuk penggunaan SP dengan dosis 1 – 1.6% dapat menjaga stabilitas dari campuran mortar untuk V_w/V_p 0.8. Dalam penggunaan kombinasi VMA dengan SP, hasil *flow* yang didapat sangat berpengaruh pada stabilitas campuran mortar yang dihasilkan, semakin stabil campuran mortar tersebut semakin tinggi pula nilai *flow* yang dihasilkan karena dengan penambahan VMA dengan dosis yang tepat dapat menjaga *air void system* dan mengurangi material yang memiliki berat jenis lebih besar untuk terkonsolidasi (*segregasi*). Hasil pengujian mortar ini akan menjadi tolok ukur karakteristik penambahan VMA dan SP pada *trial mix* SCC yang dibuat.

3.2 Pengujian dan Analisis Beton SCC

Pembuatan beton mengikuti metoda yang sudah dijelaskan dengan *mix design* yang dapat dilihat pada **Tabel 4** dan didapatkan hasil pengujian yang dapat diamati pada **Tabel 7**. Karakter beton SCC-S1.3 yang dibuat mengalami *bleeding* dan *segregasi* saat pengujian V-funnel t_{5min} . Hasil pengujian V-funnel pada pengukuran pertama adalah 18 detik dan tidak memenuhi kriteria SCC dari panduan EFNARC. Pada sample SCC-S1.3-V192 menunjukkan bahwa beton sudah masuk dalam kategori SCC.

Tabel 7 Hasil Pengujian SCC dan Syarat Karakteristik SCC dari EFNARC

Alat Uji	Hasil Pengujian		EFNARC
	SCC-S1.3	SCC-S1.3-V192	
<i>Slump flow</i>	600 mm	650 mm	650 -800 mm
$T_{50cm,flow}$	2.5 detik	3 detik	2-5 detik
<i>V- funnel</i>	18 detik	12 detik	6 -12 detik
<i>V-funnel</i> t_{5min}	X	16 detik	9-15 detik
<i>L shaped box</i> H_1/H_2	0.7	0.86	0.8 -1

X = hasil tidak memenuhi standar pengujian

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton SCC

Sample	SP (%)	VMA (%)	BJ Kering (kg/m ³)	BJ Basah (kg/m ³)	Kuat Tekan (MPa)
SCC-S1.3-V192	1.3	0.192	2428	2432	56.0
SCC-S1.3		0	2453	2457	46.5

Hasil pengujian kuat tekan beton SCC (**Tabel 8**) didapat kesimpulan bahwa SCC-S1.3-V192 memiliki kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan SCC-S1.3 yang dibuat. Besarnya nilai kuat tekan beton SCC tidak selalu sebanding dengan berat jenis beton SCC, namun kestabilan campuran beton lebih menentukan nilai kuat tekan beton SCC yang diuji. Hal ini dapat dibuktikan selama *sample* beton kontrol memiliki campuran yang tidak stabil (*segregasi* dan *bleeding*). Jika VMA yang ditambahkan di atas dosis yang dibutuhkan, campuran beton SCC tersebut tidak dapat memenuhi kriteria dari SCC yang diharapkan karena tekstur campuran semakin kental dan sangat mempengaruhi nilai dari pengujian *flow*. Kesimpulan ini didapatkan dari pengujian mortar yang sudah dilakukan sebelumnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan, sebagai berikut:

1. Hasil pengujian *flow* membuktikan bahwa mortar dan beton yang menggunakan kombinasi VMA dan *Superplasticizer* yang tepat menunjukkan nilai *flow* yang lebih baik daripada hanya menggunakan *Superplasticizer* saja. Hasil pengujian ini dapat dibuktikan selama campuran mortar dan beton yang dibandingkan memiliki komposisi material yang sama dan kondisi campuran dalam keadaan *bleeding* tanpa penambahan VMA. Penggunaan dosis VMA yang tepat dapat meningkatkan nilai kuat tekan bila ditambahkan pada campuran yang tidak stabil.
2. Hasil pengujian mortar *flow* didapat kesimpulan bahwa penambahan VMA dengan dosis berkisar antara 0.192-0.240% per berat semen untuk penggunaan *Superplasticizer* dengan dosis 1.0 – 1.6% per *weight* semen dapat menjaga stabilitas dari campuran mortar untuk V_w/V_p 0.8.

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian berikutnya, yaitu :

1. Sebaiknya dalam menggunakan *admixtures*, dosis yang digunakan perlu dilakukan trial mix terlebih dahulu, dosis yang tertera pada brosur bisa tidak tepat dengan mix desain yang dibuat.
2. Pada penelitian berikutnya, bisa di teliti mengenai kombinasi SP dan VMA pada beton integral.
3. VMA digunakan untuk memperbaiki mix desain yang kurang baik bukan untuk mencegah terjadinya *bleeding* dan *segregasi*.

5. DAFTAR REFERENSI

- Felekoğlu, B., Türkel, S., & Baradan, B. (2007). Effect of Water/Cement Ratio on The Fresh and Hardened Properties of Self-Compacting Concrete. *Building and Environment*, 42, 1795–1802.
- Khaleel, O. R., & Abdul Razak, H. (2014). Mix Design Method for Self Compacting Metakaolin Concrete with Different Properties of Coarse Aggregate. *Materials and Design*, 53, 691–700.
- Lachemi, M., Hossain, K. M., Lambros, V., Nkinamubanzi, P. C., & Bouzoubaâ, N. (2004). Performance of New Viscosity Modifying Admixtures in Enhancing The Rheological Properties of Cement Paste. *Cement and Concrete Research*, 34, 185–193.
- Nepomuceno, M., Oliveira, L., & Lopes, S. M. R. (2012). Methodology for Mix Design of The Mortar Phase of Self-Compacting Concrete Using Different Mineral Additions in Binary Blends of Powders. *Construction and Building Materials*, 26, 317–326.
- Nugraha, P. & Antoni, 2007. *Teknologi Beton*. Penerbit ANDI

- Okamura, H., & Ouchi, M. (2003). Self-Compacting Concrete. *Advance Concrete Techonology*, 1(1), 5–15.
- Rodríguez Viacava, I., Aguado De Cea, A., & Rodríguez De Sensale, G. (2012). Self-Compacting Concrete of Medium Characteristic Strength. *Construction and Building Materials*, 30, 776–782.
- Schmidt, W., Brouwers, H. J. H., Kühne, H. C., & Meng, B. (2014). Influences of Superplasticizer Modification and Mixture Composition on The Performance of Self-Compacting Concrete at Varied Ambient Temperatures. *Cement and Concrete Composites*, 49, 111–126.