



EFEK PENAMBAHAN SERAT POLYPROPYLENE TERHADAP KARAKTERISTIK BETON SEGAR JENIS SELF-COMPACTING CONCRETE

Slamet Widodo¹

Diterima 06 April 2009

ABSTRACT

The Self-Compacting Concrete (SCC) can be defined as a type of concrete that able to flow and consolidate under its own weight, completely fill the formwork even in the presence of dense reinforcement, maintaining its homogeneity and without the need for any additional compaction. Similar with other types of cement-based materials, SCC also has a brittle characteristic. This problem can be encountered by adding fibers in to the concrete mix. Unlike its effects to hardened concrete, the presence of fibers in concrete mixes can cause significant deterioration to the concrete workability. This research was conducted to investigate effects of polypropylene fiber addition on four key characteristics of SCC in the fresh state. In this research, concrete mixes were prepared containing 0, 0.05, 0.10, and 0.15 percent volume fraction of polypropylene fibers. Fresh properties were evaluated based on its passing ability, flowability, viscosity, and segregation resistance using J-ring, Slump flow, and Sieve Segregation Resistance tests. Test results indicate polypropylene fibers reduce flowability and passing ability but will increase viscosity and segregation ratio of SCC. Furthermore, it can be concluded that polypropylene fiber reduce deformability of SCC in the fresh state. It can be suggested that polypropylene fibers allowed to be added into SCC mixes up to 0.10 percent by volume of concrete.

Keywords : *Self-Compacting Concrete, Polypropylene fiber, Fresh characteristics*

ABSTRAK

Self-Compacting Concrete (SCC) adalah jenis beton dengan daya alir yang sangat baik dan mampu memadat secara mandiri. Penambahan serat dalam beton segar dapat menyebabkan perubahan karakteristik beton segar. Dengan demikian, perlu dilakukan

¹ S3 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Kampus Peleburan Jl. Hayam Wuruk Semarang
Email : swidodo@live.com ; Telp: 081567966990

penelitian untuk memperoleh campuran adukan beton segar yang memenuhi persyaratan deformability dan ketahanan segregasi SCC. Penambahan serat polypropylene diberikan sebesar 0%, 0,05%, 0,1%, dan 0,15%, berdasarkan volume beton. Evaluasi dilakukan terhadap empat karakteristik utama beton segar SCC, yaitu: flowability (slump-flow), viscosity (T_{500}), passing ability (J-Ring Test), dan ketahanan segregasi (GTM screen stability test). Penambahan serat polypropylene menyebabkan berkurangnya flowability SCC. Kondisi SCC masih dapat dicapai saat serat polypropylene ditambahkan sebesar 0,10% dari volume beton dengan slump-flow 556 mm. Pada penambahan 0,15% beton segar tidak dapat memenuhi syarat flowability SCC dengan slump-flow 428 mm. Penambahan serat polypropylene menambah viskositas SCC. Kondisi SCC masih dapat dicapai saat serat polypropylene ditambahkan sampai dengan 0,10% dari volume beton dengan T_{500} 1,40 detik. Pada penambahan 0,15% beton segar melampaui batas maksimal viskositas SCC, dimana nilai T_{500} sudah tidak terukur. Penambahan serat polypropylene menurunkan passing ability SCC. Kondisi SCC masih dapat dicapai saat serat polypropylene ditambahkan sampai dengan 0,10% dari volume beton dengan beda elevasi 7,9 mm. Pada penambahan 0,15%, beton segar tidak dapat memenuhi syarat minimal passing ability SCC dimana beda elevasi mencapai 10,6 mm. Penambahan serat polypropylene mengurangi rasio segregasi SCC. Semua varian dalam penelitian ini dapat memenuhi syarat rasio segregasi beton segar SCC.

Kata Kunci : Self Compacting Concrete, Serat Polypropylene, Karakteristik Beton Segar

PENDAHULUAN

Teknologi dalam bidang konstruksi berkembang dengan pesat, baik dari segi desain maupun metode-metode konstruksi yang dilakukan. Dalam pekerjaan konstruksi beton, pemadatan atau vibrasi beton adalah pekerjaan yang mutlak harus dilakukan untuk suatu pekerjaan struktur beton bertulang konvensional. Tujuan dari pemadatan itu sendiri adalah meminimalkan udara yang terjebak dalam beton segar sehingga diperoleh beton yang homogen dan tidak terjadi rongga-rongga di dalam beton (*honey-comb*). Pengecoran beton konvensional pada *beam column joint* yang padat tulangan dengan alat vibrator belum menjamin tercapainya kepadatan secara optimal. Selain itu, penggunaan vibrator pada daerah yang padat

bangunan dapat menimbulkan polusi berupa suara, yang mengganggu lingkungan sekitarnya. Pengecoran beton pada pelaksanaan konstruksi di bawah air juga tidak memungkinkan penggunaan alat vibrator pada tahap pemadatan, sehingga hanya mengandalkan sifat *self-compactibility* beton segar yang digunakan.

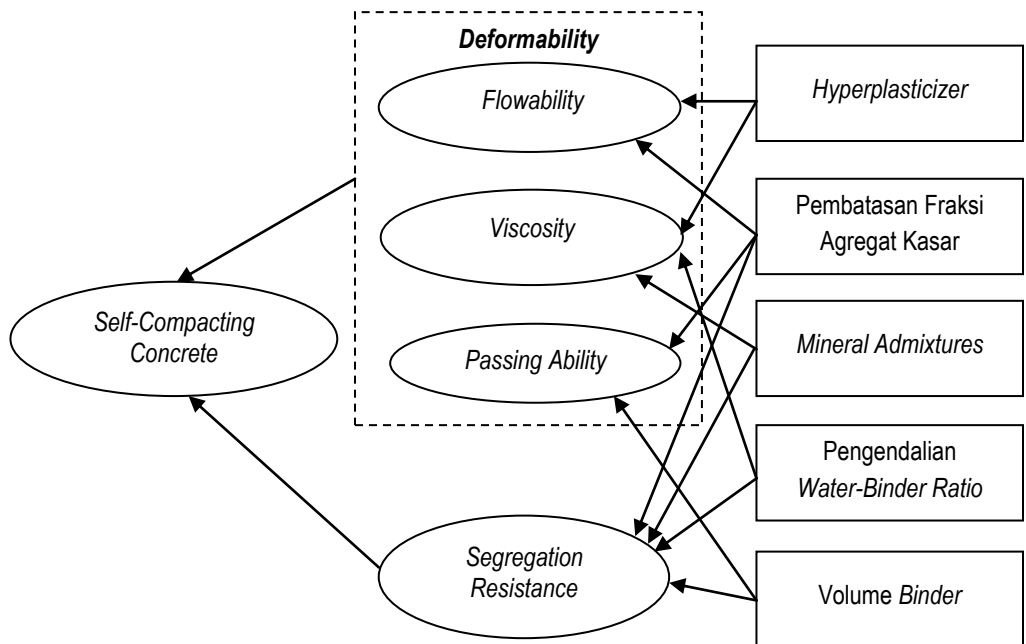
Penemuan *superplasticizer* yang berbasis *polycarboxylate* telah memungkinkan untuk mendapatkan beton segar yang bersifat *high-flowable* dan *self-compactable*, di mana beton segar mampu mengalir dan memadat dengan memanfaatkan berat sendiri sehingga menghasilkan beton keras yang benar-benar padat atau kompak tanpa dilakukan proses pemadatan atau vibrasi. Beton segar yang termasuk golongan *self-compacting concrete*

(*SCC*) memiliki nilai *slump* yang sangat tinggi (lebih dari 20 cm), sehingga pengukuran dengan kerucut abrams tidak efektif lagi. Pengukuran sifat beton segar jenis *self-compacting concrete* harus dilakukan secara menyeluruh terhadap empat karakteristik utamanya, yang meliputi: *flowability*, *viscosity*, *passing ability*, dan *segregation resistance*, dengan menggunakan beberapa alat ukur standar seperti: *Slump-Flow Test*, *J-Ring Test*, dan *GTM screen stability test*.

Hubungan antara bahan penyusun beton dengan sifat beton segar yang

dihasilkan harus diperhatikan dalam proses produksi *SCC*. Konsep tersebut secara skematis dapat digambarkan seperti pada Gambar 1.

SCC yang telah mengeras tetap merupakan beton yang bersifat getas. Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi dengan penambahan serat (*fibers*) dengan tujuan meningkatkan kekuatan tarik, daktilitas, dan ketahanan matrik beton terhadap beban kejut. Serat juga dapat difungsikan sebagai media penghubung antar retakan (*cracks*), yang sekaligus dapat menghambat penjarangan retak-retak dalam beton.



Gambar 1. Prinsip Dasar Proses Produksi *Self-Compacting Concrete*

Efek samping dari penambahan serat ke dalam adukan beton adalah terjadinya perubahan sifat beton segar menjadi beton yang lebih sulit untuk dikerjakan (Mindess dkk., 2003). Perubahan sifat beton segar ini dapat menyebabkan hilangnya kestabilan (*robustness*) *self-compacting concrete*. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian secara komprehensif terhadap keempat karakteristik utama beton segar *SCC*, agar penambahan serat yang ditujukan untuk memperbaiki karakteristik beton yang telah mengeras tidak merusak kestabilan beton segar *SCC*. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat *polypropylene* terhadap *flowability*, *viscosity*, *passing ability* dan ketahanan segregasi *self-compacting concrete*.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Campuran adukan beton dalam penelitian ini menggunakan semen portland tipe I merk Semen Gresik, *silica fume* dengan merk dagang Sika fume, *hyperplasticizer* berbasis *polycar-*

boxylate merk Sika Viscocrete-10, dan serat *polypropylene monofilament* berdiameter 18 μm , panjang 12 mm dengan merk Sika Crackstop. Agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah *well-graded* dengan ukuran maksimum 19 mm, modulus halus butiran 7,65, berat jenis 2,48, dan berat volume 1,30 kg/lt. Agregat halus digunakan pasir alami bergradasi agak kasar dengan modulus halus butiran 4,86 berat jenis 2,65, dan berat volume 1,40 kg/lt. Instrumen yang digunakan untuk mengukur karakteristik beton segar meliputi; seperangkat *slump-flow test*, seperangkat *J-Ring Test*, dan seperangkat *GTM Screen Stability Test*.

Penelitian dilakukan pada beton dengan variasi penambahan serat *polypropylene* sebesar 0,00%, 0,05%, 0,10%, dan 0,15% berdasarkan volume beton. Rancangan campuran adukan beton direncanakan berdasarkan usulan EFNARC (2005), dan Nan Su, et al (2001), yang hasilnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Campuran Adukan Beton

Material	Persentase Penambahan Serat <i>Polypropylene</i>			
	0,0%	0,05%	0,1%	0,15%
<i>Polycarboxylate</i> (lt/m ³)	4,80	4,80	4,80	4,80
Air (lt/m ³)	212,00	212,00	212,00	212,00
Semen (kg/m ³)	435,00	435,00	435,00	435,00
<i>Silica fume</i> (kg/m ³)	48,00	48,00	48,00	48,00
Agregat Kasar (kg/m ³)	648,00	648,00	648,00	648,00
Agregat Halus (kg/m ³)	926,00	926,00	926,00	926,00
Serat Polypropylene (kg/m ³)	0,00	0,45	0,90	1,35
Berat total (kg/m ³)	2273,4	2273,85	2274,30	2274,75

Pengujian terhadap karakteristik beton segar yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi: pengukuran *flowability* dengan metode *slump-flow test*, pengukuran *viscosity* dengan metode *T₅₀₀ slump-flow*, pengukuran *passing ability* dengan metode *J-Ring test*, dan pengukuran ketahanan segregasi dengan metode *GTM screen stability test*. Alat dan pelaksanaan pengujian karakteristik beton segar yang telah dilaksanakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar berikut :



Gambar 4. *GTM Screen Stability Test*

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian beton segar dilakukan untuk mengukur empat karakteristik utama yang harus dipenuhi dalam memproduksi *self-compacting concrete*, yang meliputi: *flowability*, *viscosity*, *passing ability* dan ketahanan segregasi.

Untuk mengetahui keempat karakteristik SCC tersebut, dapat digunakan beberapa alat uji, yaitu: *Slump-flow Test* untuk mengukur *flowability*, *T₅₀₀ Slump-flow* untuk mengukur viskositas, *J-Ring Test* untuk mengukur *passing ability*, dan *GTM Screen Stability test* untuk mengukur ketahanan segregasi SCC.

Hasil pengujian *Slump-flow* pada beton segar SCC yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 5 menunjukkan semakin bertambahnya persentase serat *polypropylene* di dalam campuran beton, maka besarnya nilai *slump-flow* menjadi semakin kecil. Nilai *slump-flow* beton segar SCC tanpa penambahan serat dapat mencapai 74,8 cm, sedangkan pada penambahan serat *polypropylene* sebesar 0,15% nilai *slump-flow* hanya mencapai 42,8 cm, lebih kecil dari syarat minimal *slump-flow* SCC sebesar 55 cm.



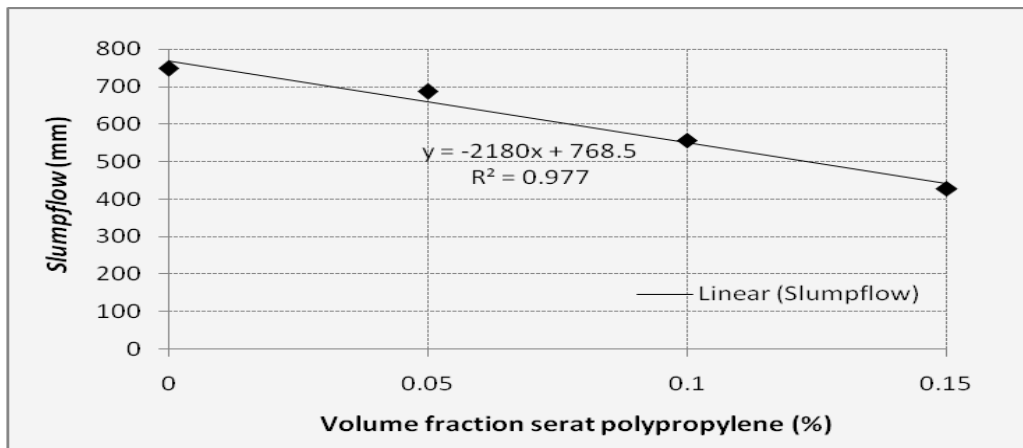
Gambar 2. Pengujian *Slum-Flow*



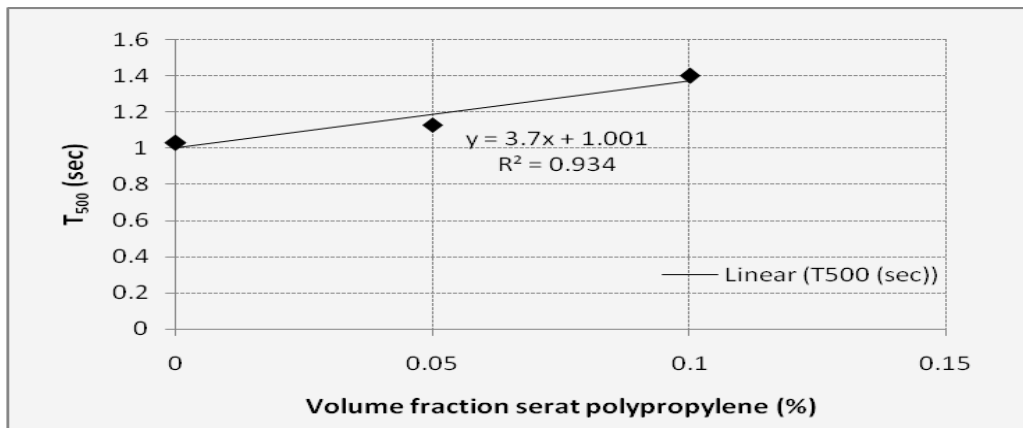
Gambar 3. *J-Ring Test*

Tabel 3. Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Sifat Beton Segar *SCC*

<i>Volume fraction serat polypropylene (%)</i>	<i>Flowability/ Slump flow (mm)</i>	<i>Viskositas/ T₅₀₀ time (sec)</i>	<i>Passing ability/ J-Ring Test (mm)</i>	<i>Ketahanan Segregasi/ GTM Screen Stability (%)</i>
0,00	748,33	1,03	4,00	4,24
0,05	686,67	1,13	7,00	1,16
0,10	556,67	1,40	7,92	0,82
0,15	428,33	Tak terukur	10,58	0,76



Gambar 5. Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap *Flowability (Slump-Flow)*



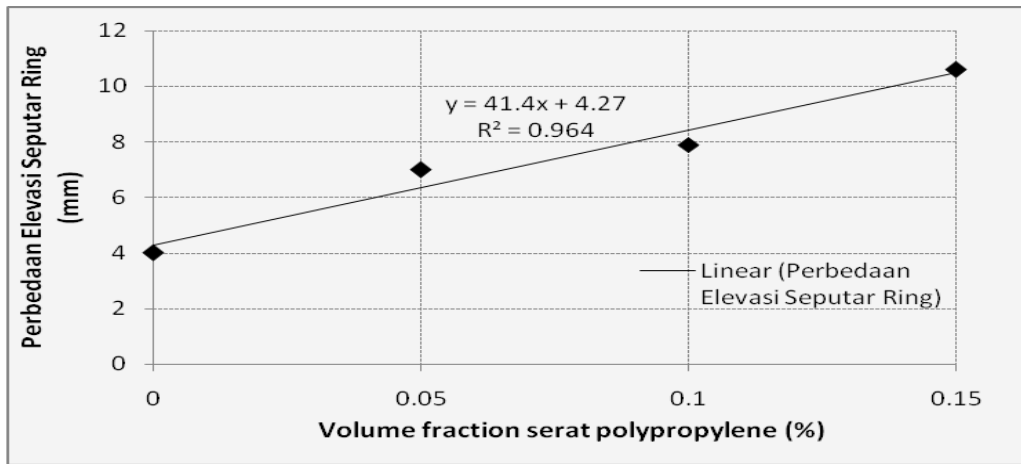
Gambar 6. Pengaruh Penambahan Polypropylene Terhadap *Viscosity (T₅₀₀ Slump-Flow)*

Nilai T_{500} *slump-flow* yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 6, menunjukkan bahwa nilai T_{500} *slump-flow* berbanding lurus dengan *volume fraction* serat, bahkan tidak mampu mencapai diameter 500 mm pada volume serat 0,15% sehingga nilai T_{500} tidak terukur. Menurut EFNARC (2005), beton segar SCC dipersyaratkan memiliki nilai maksimal T_{500} *slump-flow* selama 5 detik. Berdasarkan hasil pengujian *slump-flow test* dapat diketahui bahwa penambahan serat *polypropylene* dengan persentase volume sampai 0,10% masih memenuhi persyaratan SCC ditinjau berdasarkan *flowability* dan *viscosity*-nya.

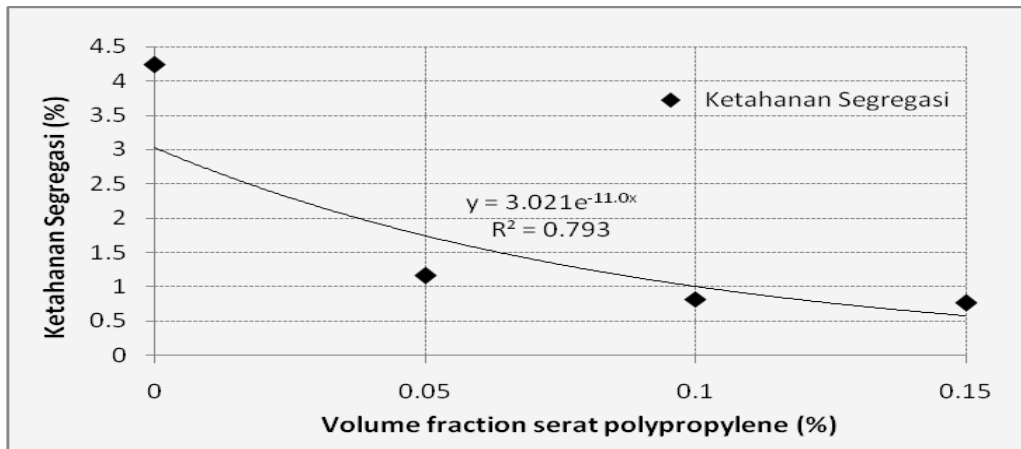
Hasil pengujian *passing ability* dengan alat *J-Ring Test* pada beton segar yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 7, memperlihatkan bahwa semakin bertambahnya persentase volume serat *polypropylene* di dalam campuran beton, maka nilai h semakin besar hingga dapat mengakibatkan *blocking* pada saat volume serat sebesar 0,15% yaitu 10,6 mm, atau lebih besar dari batas atas nilai *blocking* yang ditetapkan sebesar 10 mm. Hal ini dapat mengakibatkan beton tidak mampu melewati celah-celah antar tulangan, sehingga dapat dikatakan *passing ability* beton segar menurun. Meskipun demikian, dapat diketahui bahwa penambahan serat *polypropylene* sampai dengan 0,10% dari volume beton masih memenuhi syarat *passing ability Self-Compacting Concrete*.

Sedangkan hasil pengujian *GTM Screen Stability* pada beton segar yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 8, memperlihatkan bahwa semakin bertambahnya persentase serat *polypropylene* di dalam campuran beton, maka nilai rasio segregasi semakin rendah yaitu 0,76%. Nilai rasio segregasi tersebut memenuhi syarat SCC yang ditetapkan maksimum 20%.

Berdasarkan pengujian keempat karakteristik utama beton segar SCC yang telah diuraikan di atas, dapat diketahui bahwa penambahan serat *polypropylene* dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan SCC untuk mengalir, menerobos celah tulangan, dan mengisi rongga dalam bekisting yang ditunjukkan melalui hasil pengujian *slump-flow*, dan *J-Ring test*. Hal ini diperkuat dengan hasil pengujian yang menunjukkan bahwa kekentalan (*viscosity*) dan ketahanan segregasi beton meningkat, yang diukur dengan T_{500} dan *GTM screen stability*. Fenomena ini disebabkan karena semakin bertambahnya persentase serat *polypropylene* dalam campuran mengakibatkan luas permukaan yang dibasahi oleh air semakin besar, sehingga kadar air bebas dalam campuran beton menjadi berkurang. Serat dalam adukan beton segar juga dapat menyebabkan gesekan permukaan antara serat dengan agregat, sehingga dapat mengurangi energi potensial yang diperlukan beton segar SCC untuk mengalir dengan memanfaatkan berat sendirinya.



Gambar 7. Pengaruh Penambahan Polypropylene Terhadap *Passing Ability* (*J-Ring Test*)



Gambar 8. Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Ketahanan Segregasi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan berikut:

1. Penambahan serat polypropylene menyebabkan berkurangnya *flowability SCC*, kondisi *SCC* masih dapat dicapai saat serat polypropylene

ditambahkan dari 0% sampai dengan 0,10% dari volume beton. Pada penambahan 0,15% beton segar tidak dapat memenuhi syarat minimal *flowability SCC*.

2. Penambahan serat polypropylene menyebabkan meningkatnya viskositas *SCC*, kondisi *SCC* masih dapat

dicapai saat serat polypropylene ditambahkan dari 0% sampai dengan 0,10% dari volume beton. Pada penambahan 0,15% beton segar melampaui batas maksimal viskositas SCC.

3. Penambahan serat polypropylene menyebabkan berkurangnya *passing ability SCC*, kondisi SCC masih dapat dicapai saat serat polypropylene ditambahkan dari 0% sampai dengan 0,10% dari volume beton. Pada penambahan 0,15% beton segar tidak dapat memenuhi syarat minimal *passing ability SCC*.
4. Penambahan serat polypropylene menyebabkan berkurangnya rasio segregasi SCC. Semua varian dalam penelitian ini memiliki rasio segregasi lebih kecil dari batas maksimum rasio segregasi SCC.

DAFTAR PUSTAKA

EFNARC, (2005). "*Specification & guidelines for self-compacting concrete*", English ed., Norfolk UK: European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete Systems.

EFNARC, (2002). "*The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use*", Norfolk UK: European Federation

for Specialist Construction Chemicals and Concrete Systems.

Ferraris, C.F., Lynn, B., Celik, O. and Daczko, J., (2000). "*Workability of Self-Compacting Concrete*", *International Symposium of High Performance Concrete*, Orlando.

Grunewald, S., (2004). "*Performance Design of Self Compacting Fiber Reinforced Concrete*", Doctoral Thesis, Delft: Technische Universiteit Delft.

Mindess, S., Young, J.F., and Darwin, D., (2003). "*Concrete second edition*", New Jersey: Prentice Hall.

Persson, B., (2000). "*A Comparison Between Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete and the Corresponding Properties of Normal Concrete*", *Cement and Concrete Research*, Vol. 31, pp. 193-198.

Su, N., Hsu, K.C., and Chai, H.W., (2001). "*A simple mix design method for self-compacting concrete*", *Cement and Concrete Research*, Vol. 31, pp. 1799-1807.

Yamada, K., Takahashi, T., Hanehara, S. and Matsuhisa, M., (2000). "*Effects of Chemical Structures on the Properties of Polycarboxylate-Type Superplasticizer*", *Cement and Concrete Research*, Vol. 30, pp. 197-207.