

**PENGARUH VARIASI KADAR *SILICA FUME* TERHADAP
SIFAT MEKANIK *SELF-COMPACTING FIBRE REINFORCED*
CONCRETE (SCFRC)**

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

PATRIA YUDHA ASMARA

NPM : 120214441



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
JULI 2016**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa

Tugas Akhir dengan judul:

**PENGARUH VARIASI KADAR *SILICA FUME* TERHADAP SIFAT
MEKANIK *SELF-COMPACTING FIBRE REINFORCED CONCRETE*
(SCFRC)**

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 19 Juli 2016

Yang membuat pernyataan



(Patria Yudha Asmara)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH VARIASI KADAR *SILICA FUME* TERHADAP SIFAT MEKANIK *SELF-COMPACTING FIBRE REINFORCED CONCRETE* (SCFRC)

Oleh:

PATRIA YUDHA ASMARA

NPM : 120214441

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta, 21-7-2016

Pembimbing

(J. Januar Sudjati, S.T., M.T.)

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(J. Januar Sudjati, S.T., M.T.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH VARIASI KADAR *SILICA FUME* TERHADAP SIFAT MEKANIK *SELF-COMPACTING FIBRE REINFORCED CONCRETE* (SCFRC)

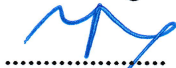
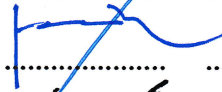


Oleh:

PATRIA YUDHA ASMARA

NPM. : 120214441

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua	: J. Januar Sudjati, S.T., M.T.		21/7-16
Sekretaris	: Dr. Ir. Ade Lisantono, M.Eng.		21/07/2016
Anggota	: Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D		21/7/2016

“GAGAL 10 KALI, COBA 11 KALI!!”

*Jika kita ingin melihat indahnya pelangi, maka bersiaplah menghadapi
derasnya hujan*

**Saya percaya, tidak ada satupun di dunia ini
yang tidak mungkin!**

VIVAT!!!

**Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada
Kedua orang tua di rumah
Teman-teman semua yang pernah berproses bersama**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, bimbingan dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat dengan lancar dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul **“PENGARUH VARIASI KADAR *SILICA FUME* TERHADAP SIFAT MEKANIK *SELF-COMPACTING FIBRE REINFORCED CONCRETE (SCFRC)*”** ini adalah untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak J. Januar, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta sekaligus selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng., selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan dan Koordinator Tugas Akhir Bidang

Struktur yang telah membantu dan membimbing proses administrasi Tugas Akhir ini.

4. Bapak V. Sukaryantara, selaku Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang telah membantu dan memberi saran selama pengujian.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan berbagai macam ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil selama kurang lebih 4 tahun ini.
6. Kedua orang tua, budhe, dan adik di rumah yang telah banyak membantu dalam segala hal, mendukung, mendoakan serta memberikan dorongan, semangat dan kasih sayang yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman seperjuangan Tugas Akhir, Thomas Alberio Rarta, Choirul Prahastama Aji, dan Kane Ligawan, yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tanpa mengenal lelah dan tanpa putus semangat.
8. Teman seperjuangan di Teknik Sipil UAJY Mikael, Mario, Brian, Niko, Adel, Tomi, Yana, Ryad, Ata, Antonius, Egi, Dicky, Beni, Maya, Rio.
9. Teman-teman pengurus HMS terkhusus Biro Akademis periode 2013/2014 dan periode 2014/2015 atas dukungan dan kekeluargaannya.
10. Teman-teman Asisten Laboratorium Transportasi periode 2015 dan periode 2016 serta para praktikan yang telah memberikan bantuan, dan dukungan mengerjakan Tugas Akhir ini.

11. Teman-teman senasib sepenanggungan Teknik Sipil UAJY angkatan 2012 yang telah membantu proses pembelajaran di Universitas Atma Jaya Yogyakarta ini.
12. PT. PP (Persero) Tbk serta seluruh karyawan proyek Srandol Mixed Use Development Semarang atas kesempatan magang di perusahaannya.
13. Teman-teman KKN dan komunitas atas keceriaan dan pelajaran berharga yang telah dilalui bersama.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dalam penulisan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kemajuan penulis di masa yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Yogyakarta, 19 Juli 2016

Patria Yudha Asmara

NPM : 120214441

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Keaslian Tugas Akhir	5
1.5 Tujuan Tugas Akhir	6
1.6 Manfaat Tugas Akhir	6
1.7 Lokasi Penelitian..	7
 BAB II TUNJAUAN PUSTAKA	
2.1 Beton.....	8
2.2 Bahan Penyusun Beton	9
2.2.1. Semen	9
2.2.2. Air	12
2.2.3. Agregat	12
2.2.4. Bahan tambah	15
2.3 Beton serat	19
2.3.1. Definisi beton serat.....	19
2.3.2. Perilaku beton berserat	19
2.4 <i>Self-Compacting Concrete (SCC)</i>	23
2.5 Viscocrete 1003	27
2.6 Serat <i>Polypropylene</i>	28
2.7 <i>Silica Fume</i>	29
2.8 Parameter Pengujian Beton Segar..	30
2.8.1. <i>Slump Flow Test</i>	30
2.8.2. <i>L-Shaped Box Test</i>	32
2.8.3. <i>V-Funnel Test</i>	32
2.8.4. <i>Viskositas</i>	32
2.9 Beberapa Penelitian Mengenai Topik Penulisan.....	33

BAB III LANDASAN TEORI

3.1	Pengujian Beton Segar	36
3.2	Pengujian Kuat Tekan	36
3.3	Pengujian Kuat Tarik Belah	37
3.4	Pengujian Kuat Lentur	38

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1	Umum	40
4.2	Kerangka Penelitian	41
4.3	Tahap Persiapan	42
4.3.1.	Bahan	42
4.3.2.	Peralatan penelitian	45
4.4	Tahap Pemeriksaan Bahan	51
4.4.1.	Pengujian agregat halus	51
4.4.2.	Pengujian agregat kasar	57
4.5	Tahap Pembuatan Benda Uji dan Pengujian Beton Segar	61
4.5.1.	Pembuatan <i>mix design</i>	62
4.5.2.	Pengujian beton segar	63
4.5.3.	Pengecoran benda uji	63
4.6	Tahap Perawatan Benda Uji	64
4.7	Tahap Pengujian Bnda Uji	65
4.7.1.	Pengujian kuat tekan silinder beton	65
4.7.2.	Pengujian kuat lentur murni	65
4.7.3.	Pengujian kuat tarik belah	66
4.8	Tahap Analisis Data	66
4.9	Jadwal Pelaksanaan Penelitian	67

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1	Pengujian Bahan Campuran Beton	68
5.1.1.	Pengujian agregat halus	68
5.1.2.	Pengujian agregat kasar	68
5.2	Kebutuhan Bahan Adukan Beton	70
5.3	Pengujian Beton Segar	71
5.3.1.	<i>Filling ability</i>	72
5.3.2.	<i>Passing ability</i>	74
5.3.3.	<i>Viscosity</i>	75
5.4	Pengujian Sifat Mekanik	78
5.4.1.	Pengujian kuat tekan	78
5.4.2.	Pengujian kuat tarik belah	82
5.4.3.	Pengujian kuat lentur	84

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan	87
6.2	Saran	89

DAFTAR PUSTAKA	90
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN	93
-----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

No.	Nama Tabel	Hal.
2.1	Komposisi Penyusun Semen Menurut ASTM C 180-84	11
2.2	Tipikal Sifat-sifat Berbagai Macam Serat	20
2.3	Tipikal Sifat-sifat Berbagai Matrik	20
2.4	Kelas SCC Berdasarkan Nilai <i>Slump</i>	30
2.5	Kelas SCC Berdasarkan Nilai T_{500} dan <i>V-funnel</i>	33
3.1	Syarat-syarat Pengujian Beton Segar SCC	36
4.1	Variasi Benda Uji	62
4.2	Jadwal Penelitian	67
5.1	Hasil Pengujian Agregat Halus	69
5.2	Hasil Pengujian Agregat Kasar	69
5.3	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi Per 1 m ³	70
5.4	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi Per Satu Kali Adukan	71
5.5	Hasil Pengujian Beton Segar	72
5.6	Hasil Pengujian Kuat Tekan dengan Penambahan Serat pada Beton SCC	79
5.7	Hasil Pengujian Kuat Tekan SCFRC dengan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i>	81
5.8	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah dengan Penambahan Serat pada Beton SCC	82
5.9	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah SCFRC dengan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i>	83
5.10	Hasil Pengujian Kuat Lentur dengan Penambahan Serat pada Beton SCC	85
5.11	Hasil Pengujian Kuat Lentur SCFRC dengan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i>	86

DAFTAR GAMBAR

No.	Nama Gambar	Hal.
2.1	Prinsip Dasar Proses Produksi <i>Self-Compacting Concrete</i>	25
3.1	Uji Kuat Tekan Beton pada Benda Uji Silinder	37
3.2	Pengujian Kuat Lentur Dua Titik Balok	39
4.1	Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	41
4.2	Semen PPC	42
4.3	Agregat Halus	43
4.4	Agregat Kasar	43
4.5	Sika Viscocrete 1003	44
4.6	Sika Fibre	45
4.7	Sika Fume	45
4.8	<i>Concrete Mixer</i>	46
4.9	<i>Flow Table</i>	47
4.10	<i>Compression Testing Machine</i>	48
4.11	Mesin <i>Los Angeles Abrasion</i>	48
4.12	<i>Universal Testing Machine</i> (UTM)	49
4.13	Alat Kaping Beton	49
4.14	<i>L-Shaped Box</i>	50
4.15	<i>V-Funnel</i>	50
4.16	<i>J-Ring</i>	51
4.17	Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir	52
4.18	Pengujian Kandungan Zat Organik dalam Pasir	53
5.1	Pengaruh Penambahan Serat dan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i> Terhadap <i>Flowability / Filling Ability (Slumpflow)</i>	72
5.2	Pengaruh Penambahan Serat dan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i> Terhadap <i>Flowability / Filling Ability (V-Funnel)</i>	73
5.3	Pengaruh Penambahan Serat dan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i> Terhadap <i>Passing Ability (L-Shaped Box)</i>	74
5.4	Pengaruh Penambahan Serat dan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i> Terhadap <i>Passing Ability (J-Ring)</i>	75
5.5	Pengaruh Penambahan Serat dan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i> Terhadap <i>Viscosity (T₅₀₀ Slumpflow)</i>	76
5.6	Pengaruh Penambahan Serat dan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i> Terhadap <i>Viscosity (V-Funnel)</i>	77
5.7	Grafik Kuat Tekan SCFRC dengan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i>	80
5.8	Grafik Kuat Tarik Belah SCFRC dengan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i>	84
5.9	Grafik Kuat Lentur SCFRC dengan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i>	85

DAFTAR NOTASI

Notasi	Arti
f'_c	Kuat tekan beton
P	Beban tekan
A	Luas bidang tekan benda uji
f_t	Kuat tarik belah
L	Tinggi silinder beton / Panjang bentang balok beton
D	Diameter silinder beton
R	Kuat lentur beton
B	Lebar spesimen
d	Tinggi spesimen
a	Jarak rata-rata dari garis keruntuhan dan titik perletakan terdekat diukur pada bagian tarik spesimen
Ht	<i>High tenacity</i>
W'_f	Persentase berat serat terhadap matrik beton
V_f	Persentase volume fraksi serat terhadap matrik beton
V_m	Persentase matriks beton
D_f	<i>Density</i> dari serat
D_m	<i>Density</i> dari matrik beton
SF1	Tipikal kelas <i>slump flow</i> tipe 1
SF2	Tipikal kelas <i>slump flow</i> tipe 2
SF3	Tipikal kelas <i>slump flow</i> tipe 3
H_1	Ketinggian <i>self-compacting concrete</i> pada bagian vertikal <i>L-Shaped Box</i>
H_2	Ketinggian <i>self-compacting concrete</i> pada bagian horizontal <i>L-Shaped Box</i>
VS1/VF1	Tipikal kelas <i>T500 slump flow</i> dan <i>V-funnel</i> tipe 1
VS2/VF2	Tipikal kelas <i>T500 slump flow</i> dan <i>V-funnel</i> tipe 2

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan	Keterangan	Hal.
2-1	Persentase berat serat terhadap matrik beton (%)	22
2-2	Nilai <i>passing ability</i>	32
3-1	Kuat tekan beton	37
3-2	Kuat tarik belah beton	38
3-3	Kuat lentur beton (runtuh di bagian tengah)	39
3-4	Kuat lentur beton (runtuh di luar bentang tengah)	39
4-1	Kandungan lumpur	52
4-2	Berat jenis <i>bulk</i>	55
4-3	Berat jenis SSD	55
4-4	Berat jenis semu	56
4-5	Penyerapan	56
4-6	MHB	57
4-7	Keausan	61

DAFTAR LAMPIRAN

No. Lampiran	Nama Gambar	Hal.
1	Pengujian Agregat Halus	94
2	Pengujian Agregat Kasar	98
3	Perhitungan <i>Mix Design</i>	101
4	Pengujian Beton Segar SCC	106
5	Pengujian Kuat Tekan	107
6	Pengujian Kuat Tarik Belah	110
7	Pengujian Kuat Lentur	112
8	<i>Product Data Sheet</i> PT Sika Indonesia	114
9	Dokumentasi Penelitian	118

INTISARI

PENGARUH VARIASI KADAR *SILICA FUME* TERHADAP SIFAT MEKANIK *SELF-COMPACTING FIBRE REINFORCED CONCRETE* (SCFRC), Patria Yudha Asmara, NPM 120214441, Tahun 2016, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Self-Compacting Concrete (SCC) adalah jenis beton yang mampu mengalir dan memadat secara mandiri. Sebagaimana sifat beton yang lain, SCC memiliki kekuatan yang baik dalam menahan gaya tekan namun bersifat getas dan sangat lemah dalam menahan gaya tarik. Untuk memperbaiki karakteristik tersebut, dapat dilakukan dengan cara menambahkan serat serta *silica fume* pada saat pengadukan beton segar. Penambahan serat *polypropylene* telah terbukti mampu meningkatkan kuat tarik dan lentur beton, sedangkan penambahan *silica fume* sebagai *filler* dan *pozzolan* pada beton serat memadat mandiri ini diharapkan dapat menjadikan beton memiliki tingkat kepadatan yang tinggi.

Penelitian ini akan menguji pengaruh serat serta variasi kadar *silica fume* terhadap karakteristik beton segar dan sifat mekanik *Self-Compacting Fibre Reinforced Concrete* (SCFRC). Variasi kadar *silica fume* yang digunakan sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% sebagai substitusi semen. Benda uji yang dipakai berbentuk silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm untuk pengujian kuat tekan, silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tarik belah, serta balok beton berukuran 10 cm x 10 cm x 50 cm untuk pengujian kuat lentur murni. Seluruh pengujian sifat mekanik dilakukan pada saat umur beton 28 hari. Selain itu, dilakukan juga pengujian beton segar untuk mengetahui karakteristik beton SCC yang meliputi pengujian *filling ability*, *passing ability*, dan *viscosity*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua variasi yang diuji memenuhi ketiga karakteristik beton segar SCC. Hasil pengujian kuat tekan beton SCC tanpa serat, dan SCFRC dengan kadar 0%, 5%, 10%, serta 15% berturut-turut adalah 40,23 MPa, 33,07 MPa, 41,06 MPa, 50,38 MPa, dan 44,29 MPa. Hasil pengujian kuat tarik belah beton SCC tanpa serat, dan SCFRC dengan kadar 0%, 5%, 10%, serta 15% berturut-turut adalah 3,39 MPa, 3,70 MPa, 3,62 MPa, 4,10 MPa, dan 3,79 MPa. Hasil pengujian kuat lentur beton SCC tanpa serat, dan SCFRC dengan kadar 0%, 5%, 10%, serta 15% berturut-turut adalah 4,04 MPa, 4,20 MPa, 5,05 MPa, 6,11 MPa, dan 6,01 MPa. Variasi kadar *silica fume* yang paling optimal pada penelitian ini adalah dengan penambahan 10% *silica fume* sebagai substitusi semen. Hal ini terbukti dengan terjadi peningkatan terbesar pada kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur SCFRC.

Kata kunci: *self-compacting concrete*, beton serat, *polypropylene*, *silica fume*, *superplasticizer*, karakteristik beton segar, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur.