

KAJIAN PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *SILICA FUME* TERHADAP PARAMETER BETON MEMADAT MANDIRI DENGAN KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI

Study on The Influence of Silica Fume Composition Variation on Self Compacting Concrete Parameters with Compressive Strength of High Strength Concrete

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun oleh :

SHERLI PRAMUDHITA HAPSARI

NIM. I 0113121

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2017

LEMBAR PERSETUJUAN

**KAJIAN PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *SILICA FUME*
TERHADAP PARAMETER BETON MEMADAT MANDIRI
DENGAN KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI**

*Study on The Influence of Silica Fume Composition Variation on Self Compacting
Concrete Parameters with Compressive Strength of High Strength Concrete*

SKRIPSI



Disusun oleh :

SHERLI PRAMUDHITA HAPSARI

NIM. 1 0113121

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Program
Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan :

Dosen Pembimbing I



Wibowo, S.T., D.E.A

NIP . 19681007 199502 1 001

Dosen Pembimbing II



Dr. Endah Safitri, S.T., M.T

NIP . 19701212 200003 2 001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**KAJIAN PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *SILICA FUME* TERHADAP
PARAMETER BETON MEMADAT MANDIRI DENGAN KUAT TEKAN
BETON MUTU TINGGI**

*Study on The Influence of Silica Fume Composition Variation on Self Compacting
Concrete Parameters with Compressive Strength of High Strength Concrete*

Disusun Oleh:


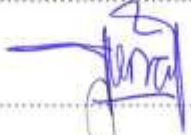

SHERLI PRAMUDHITA HAPSARI

NIM 1 0113121

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Program Studi Teknik
Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 28 Juli 2017

Tim Penguji

<u>Nama/NIP</u>		<u>Tanda Tangan</u>
1. <u>Wibowo, ST, DEA</u> NIP. 19681007 199502 1 001		
2. <u>Dr. Endah Safitri, S.T., M.T.</u> NIP. 19701212 200003 2 001		
3. <u>Ir. Purwanto, M.T.</u> NIP. 19610724 1987021 001		
4. <u>Ir. Sunarmasto, M.T.</u> NIP. 19560717 198703 1003		

Disahkan,
Tanggal : 07 AUG 2017
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS



Wibowo, ST, DEA
NIP. 196810071995021001

MOTTO

“Maka sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu selesai (dari suatu urusan) tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”

(QS. Al-Insyirah ayat 5-8)

“Hidup adalah sebuah pilihan. Menjadi lebih baik, buruk, maupun tetap jalan ditempat, kita sendiri yang menentukan”

“Teruslah berusaha dengan sungguh-sungguh karena usaha tidak akan pernah mengkhianati hasil”

PERSEMBAHAN

Dalam penyusunan dan pengerjaan skripsi ini Penulis memperoleh banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada :

Allah SWT karena atas rahmat dan karuniaNya skripsi ini dapat dibuat dan diselesaikan tepat pada waktunya,

Mama dan Papa yang telah memberikan dukungan berupa doa, moril, maupun materi yang tiada henti-hentinya diberikan untuk kesuksesan kedua anaknya. Kesabaran, ketulusan, serta kasih sayang Mama dan Papa dalam membesarkan anak-anaknya tidak bisa dibalas. Namun setidaknya, semoga karya kecil ini mampu memberikan sedikit kebahagiaan serta kebanggaan tersendiri di hati Mama dan Papa. Kalian berdua merupakan alasan terbesar Penulis untuk menyelesaikan pendidikannya. Teriring doa semoga Mama dan Papa selalu diberi kesehatan dan umur yang panjang agar menemani anak-anaknya meraih kesuksesan,

Sentari Shela Hapsari, adik satu-satunya sekaligus teman yang selalu menjadi tempat berkeluh kesah setiap kakaknya menghadapi permasalahan akademis dan selalu memberikan saran yang dapat diterima dan menenangkan hati. Terimakasih untuk semua dukungan yang telah diberikan

Keluarga besar Eyang Untung Sardjono, keluarga besar Eyang Suharti, dan keluarga besar Eyang Warno, yang selalu mendoakan Penulis agar memperoleh kelancaran dalam masa studinya di Universitas Sebelas Maret,

Muhamad Ridho, yang selalu memberikan semangat dan menjadi salah satu motivasi Penulis untuk menyelesaikan masa studinya. Terimakasih untuk semua saran dan nasihat yang telah diberikan agar Penulis menjadi pribadi yang jauh lebih baik lagi.

ABSTRAK

Sherli Pramudhita Hapsari, 2017. Kajian Pengaruh Variasi Komposisi *Silica Fume* Terhadap Parameter Beton Memadat Mandiri dengan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. Skripsi. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Perkembangan dunia konstruksi saat ini sangatlah pesat, hal ini sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk yang ada di dunia. Beton mutu tinggi yang mampu memadat mandiri (*high strength self compacting concrete-HSSCC*) merupakan salah satu inovasi beton yang dapat diaplikasikan pada banyak pekerjaan konstruksi. Penambahan *silica fume* yang memiliki butiran lebih halus jika dibandingkan dengan semen bertujuan untuk meningkatkan kuat tekan, sedangkan *superplasticizer* jenis Viscocrete 1003 digunakan untuk memberikan workabilitas yang baik pada beton. Nilai w/b pada penelitian ini dijaga konstan sebesar 0,27, kadar *superplasticizer* adalah 1,7%, dan variasi kadar *silica fume* sebesar 0%, 8%, 9%, 10% dan 11%.

Pengujian beton segar dilakukan dengan 3 metode, yaitu *flow table test* untuk mengetahui parameter *fillingability*, *l-box test* untuk mengetahui parameter *passingability*, dan *v-funnel test* untuk mengetahui *fillingability* serta *segregation resistance*. Untuk mengetahui kuat tekan dari beton keras digunakan pengujian dengan *compression testing machine (CTM)*.

Dari hasil pengujian tersebut, *silica fume* dengan kadar 8% memberikan hasil terbaik yang mana memenuhi seluruh parameter SCC. Semakin tinggi kadar *silica fume* maka workabilitas beton semakin berkurang. Hal ini terjadi karena sifat *silica fume* yang menyerap air. Pengujian beton keras dilakukan pada umur 14 hari dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan maksimum terjadi pada penambahan *silica fume* sebesar 9% yang memiliki kuat tekan sebesar 76,02 MPa. Sedangkan dari hasil analisis data menunjukkan bahwa kuat tekan optimum terjadi pada kadar *silica fume* sebesar 9,34%.

Kata Kunci : *Silica fume*, beton memadat mandiri, beton mutu tinggi.

ABSTRACT

Sherli Pramudhita Hapsari, 2017. Study on The Influence of Silica Fume Composition Variation on Self Compacting Concrete Parameters with Compressive Strength of High Strength Concrete. Thesis. Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University Surakarta.

Along with the increasing number of people in the world, the development of the world of construction is very rapid. One of the innovations that can be applied to many construction works is High Strength Self Compacting Concrete (HSSCC). The addition of silica fume which has finer grain when compared with cement aims to increase the compressive strength, while the superplasticizer type Viscocrete 1003 is used to provide good workability. In this study w/b is kept constant at 0,27, superplasticizer levels are 1,7%, and variations in silica fume levels are 0%, 8%, 9%, 10% and 11%.

This study tested concrete with two types of tests, i.e. fresh concrete test and hard concrete test. Fresh concrete were tested by flow table test to recognize fillingability, l-box test to recognize passingability, and v-funnel test to recognize fillingability and segregation resistance. The compressive strength of hard concrete were test with compression testing machine (CTM).

Silica fume with a grade of 8% gives the best results which meet all the requirements of SCC parameters. The higher the level of silica fume the lower the concrete workability, which happens because of the nature of silica fume that absorbs water. Hard concrete tests were performed at 14 days and 28 days. Maximum compressive strength results were obtained at 9% silica fume with strength of 76,02 MPa. Meanwhile, from the results of data analysis showed that the optimum compressive strength occurred at silica fume level of 9,34%

Keyword : *Silica fume, self compacting concrete, high strength concrete.*

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan S-1 di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak maka banyak kendala yang dialami Penulis hingga terselesaikannya penyusunan laporan skripsi ini. Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Pimpinan dan staf Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta,
2. Pimpinan dan staf Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta,
3. Bapak Wibowo, S.T, D.E.A. selaku dosen pembimbing I,
4. Ibu Dr. Endah Safitri, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II,
5. Rekan-rekan yang telah membantu pelaksanaan skripsi ini,
6. Rekan-rekan Teknik Sipil angkatan 2013 dan HMS UNS.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu Penulis mengharap saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi yang akan datang. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak pada umumnya dan mahasiswa pada khususnya.

Surakarta, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACK.....	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori	8
2.2.1 Pengertian Beton	8
2.2.1.1. Kelebihan dan Kekurangan Beton	9
2.2.1.2. Karakteristik Beton	9
2.2.2 Kuat Tekan Beton	10
2.2.3 Pengertian Beton Mutu Tinggi	12
2.2.4 Pengertian <i>Self Compacting Concrete</i>	14

2.2.4.1.	Mix Design SCC	15
2.2.4.2.	Sifat-Sifat Beton SCC	16
2.2.4.3.	Pengujian SCC	16
2.2.4.4.	Kelebihan dan Kekurangan SCC	18
2.2.5	Bahan Penyusun Beton Mutu Tinggi Memadat Mandiri dengan <i>Silica Fume</i>	18
2.2.5.1.	Semen Portland	18
2.2.5.2.	Agregat Kasar	22
2.2.5.3.	Agregat Halus	24
2.2.5.4.	Air	25
2.2.5.5.	Bahan Tambah (<i>Admixture</i>)	26
BAB 3.	METODE PENELITIAN.....	32
3.1	Tinjauan Umum	32
3.2	Benda Uji	32
3.3	Bahan Uji	33
3.4	Alat Uji.....	35
3.5	Tahap Penelitian.....	42
3.6	Diagram Alir Penelitian	44
3.7	Diagram Alir Analisis Data dan Pembahasan.....	46
3.8	Pengujian Bahan Dasar Beton	47
3.8.1	Agregat Halus	47
3.8.2	Agregat Kasar	49
3.9	Pengujian <i>Silica Fume</i>	50
3.10	Pengujian Waktu Ikat (<i>Setting Time</i>).....	50
3.11	Perancangan Campuran Beton SCC	51
3.12	Pembuatan Benda Uji	52
3.13	Pengujian Beton Segar untuk SCC	52
3.13.1	Pengujian <i>Flow Table</i>	52
3.13.2	Pengujian <i>L-Box</i>	53
3.13.3	Pengujian <i>V-funnel</i>	54
3.14	Perawatan Benda Uji.....	55
3.15	Pengujian Kuat Tekan Benda Uji	56

BAB 4. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	58
4.1 Hasil Pengujian Bahan Penyusun Beton	58
4.1.1 Pengujian Agregat Halus	58
4.1.2 Pengujian Agregat Kasar	59
4.1.3 Pengujian <i>Silica Fume</i>	59
4.1.4 Pengujian Waktu Ikut (<i>Setting Time</i>).....	60
4.2 Rancang Campur (<i>Mix Design</i>).....	62
4.3 Hasil Pengujian Beton Segar	66
4.3.1 <i>Flow Table Test</i>	66
4.3.2 <i>L-Box Test</i>	70
4.3.3 <i>V-funnel Test</i>	75
4.4 Pengujian Kuat Tekan	77
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1 Kesimpulan.....	83
5.2 Saran	84
PENUTUP.....	85
DAFTAR PUSTAKA	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Benda Uji Silinder	10
Gambar 2.2	Reaksi Kimia Senyawa Semen dengan Air dan Hasil Rekasi Hidrasi	20
Gambar 2.3	Reaksi <i>Pozzolan</i> pada <i>Silica Fume</i>	21
Gambar 3.1	<i>Silica Fume</i>	33
Gambar 3.2	<i>Superlasticizer Viscocrete 1003</i>	34
Gambar 3.3	Semen OPC	34
Gambar 3.4	Agregat Kasar	35
Gambar 3.5	Agregat Halus	35
Gambar 3.6	Timbangan (a) Kapasitas 5 Kg; (b) Kapasitas 300 Kg	36
Gambar 3.7	Saringan	36
Gambar 3.8	<i>Sieve Shaker</i>	37
Gambar 3.9	Oven	37
Gambar 3.10	<i>Conical Mould</i>	38
Gambar 3.11	Mesin <i>Los Angeles</i>	38
Gambar 3.12	<i>Mould Silinder</i>	39
Gambar 3.13	Vicat	39
Gambar 3.14	<i>Compressing Testing Machine (CTM)</i>	39
Gambar 3.15	Kerucut Abrams	40
Gambar 3.16	<i>Flow Table</i>	40
Gambar 3.17	<i>L-Box</i> (a) Tampak Samping, (b) Tampak Atas	41
Gambar 3.18	<i>V-funnel</i> (a) Tampak Samping; (b) Tampak Atas	41
Gambar 3.19	Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 3.20	Diagram Alir Analisis Data dan Pembahasan	46
Gambar 3.21	<i>Set Up</i> Alat Uji Vicat	51
Gambar 3.22	<i>Set Up Flow Table Test</i>	53
Gambar 3.23	<i>Set Up L-box Test</i>	54
Gambar 3.24	<i>Set Up V-funnel Test</i>	55
Gambar 3.25	Proses Perawatan (<i>Curing</i>) <i>Sample Uji</i> (a) Beton Umur 1 Hari; (b) Perendaman Benda Uji dalam Bak <i>Curing</i>	56

Gambar 3.26	<i>SetUp</i> Pengujian Kuat Tekan.....	57
Gambar 4.1	Hubungan Kadar <i>Silica Fume</i> Terhadap <i>Setting Time</i> Semen	61
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Diameter Sebaran <i>Flow Table Test</i> dengan Kadar <i>Silica Fume</i>	68
Gambar 4.3	Grafik Analisis Regresi Diameter Sebaran dengan Kadar <i>Silica Fume</i>	68
Gambar 4.4	Grafik Hubungan T_{500} pada <i>Flow Table Test</i> dengan Kadar <i>Silica Fume</i>	69
Gambar 4.5	Grafik Analisis Regresi T_{500} dengan Kadar <i>Silica Fume</i>	70
Gambar 4.6	Grafik Hubungan h_2/h_1 pada <i>L-Box Test</i> dengan Kadar <i>Silica Fume</i>	72
Gambar 4.7	Grafik Analisis Regresi h_2/h_1 dengan Kadar <i>Silica Fume</i>	72
Gambar 4.8	Grafik Hubungan T_{200} dan T_{400} pada <i>L-Box Test</i> dengan Kadar <i>Silica Fume</i>	73
Gambar 4.9	Grafik Analisis Regresi T_{200} dan T_{400} dengan Kadar <i>Silica Fume</i>	74
Gambar 4.10	Grafik Hubungan Waktu Aliran pada <i>V-funnel Test</i> dengan Kadar <i>Silica Fume</i>	76
Gambar 4.11	Grafik Analisis Regresi <i>V-funnel Test</i> dengan Kadar <i>Silica Fume</i>	76
Gambar 4.12	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kadar <i>Silica Fume</i>	79
Gambar 4.13	Grafik Analisis Regresi Kuat Tekan Beton	81
Gambar 4.14	Grafik Hubungan Kuat Tekan dengan Umur Pengujian	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Berbagai Beton Mutu Tinggi.....	13
Tabel 2.2	<i>Mix Design</i> yang Disarankan oleh EFNARC (2005).....	15
Tabel 2.3	Daftar Metode Pengujian SCC.....	17
Tabel 2.4	Kriteria Rentang Nilai SCC.....	17
Tabel 2.5	Jenis-jenis Semen Portland dengan Sifat-sifatnya	19
Tabel 2.6	Komposisi dari Semen Portland.....	19
Tabel 2.7	Syarat Gradasi Agregat Kasar	23
Tabel 2.8	Syarat Gradasi Agregat Halus	25
Tabel 2.9	Jenis <i>Chemical Admixture</i> Berdasarkan ASTM C 494	26
Tabel 2.10	Material Pozzolan.....	27
Tabel 2.11	Komposisi Kimia <i>Silica Fume</i>	29
Tabel 3.1	Kode dan Jumlah Benda Uji.....	33
Tabel 3.2	Tabel Perubahan Warna Pada Uji Kadar Zat Organik Pasir	47
Tabel 4.1	Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus	59
Tabel 4.2	Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar	59
Tabel 4.3	Analisis Kuantitatif Pengujian XRF <i>Silica Fume</i>	60
Tabel 4.4	Rancang Campur Bsc – SF per 1 m ³	65
Tabel 4.5	Proporsi Campuran Bsc – SF Setiap 1 Kali <i>Mixing</i> (6 <i>mould</i>)	66
Tabel 4.6	Proporsi Campuran Bsc – SF untuk Benda Uji Kuat Tekan (1 <i>mould</i>)	66
Tabel 4.7	Hasil <i>Flow Table Test</i>	66
Tabel 4.8	Hasil L-Box Test	71
Tabel 4.9	Hasil <i>V-funnel Test</i>	75
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	78
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	78

DAFTAR NOTASI

- $f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)
 d = diameter
 π = phi
 P = Kuat tekan (N)
 A = Luas penampang (mm^2)
 G_s = Bulk spec gravity SSD (gr/cm^3)
 B_{scc} = Beton *self compacting concrete*
 Δ = Kenaikan (%)
 W_o = Berat awal pasir sebelum dicuci dalam kondisi kering oven (100 gram)
 W_l = Berat akhir pasir setelah dicuci dalam kondisi kering oven (gram)
 a = Berat pasir kering oven (gram),
 b = Berat *volumetricflash* berisi air (gram),
 c = Berat *volumetricflash* berisi pasir dan air (gram),
 d = Berat pasir dalam keadaan kering permukaan jenuh (500 gram).
 e = Σ Presentase kumulatif berat pasir yang tertinggal selain dalam pan
 f = Σ Presentase berat pasir yang tertinggal
 g = Berat agregat kasar (3000 gram),
 h = Berat agregat kasar setelah direndam selama 24 jam dan di lap (gram)
 untuk mendapatkan kondisi agregat yang SSD
 i = Berat agregat kasar jenuh (gram) dapat diukur saat agregat dimasukan
 kedalam air.
 m = Σ Presentase kumulatif berat kerikil yang tertinggal selain dalam pan
 n = Σ Presentase berat kerikil yang tertinggal
 W_a = Berat awal kerikil (5000 gram)
 W_b = Berat akhir kerikil setelah diabrasi dan disaring (gram)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Hasil Pengujian Bahan Dasar
Lampiran B	Perhitungan Rancang Campuran Beton
Lampiran C	Data Hasil Pengujian
Lampiran D	Dokumentasi Penelitian
Lampiran E	Surat – Surat Skripsi dan Lembar Komunikasi