

**PERILAKU LENTUR BALOK *SELF COMPACTING CONCRETE*  
DENGAN SERAT *POLYPROPYLENE* DAN BAHAN TAMBAH *SILICA  
FUME***

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

Oleh :

**BILLY NOUWEN HERMAWAN**

**NPM : 130214909**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
JANUARI 2017**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

**PERILAKU LENTUR BALOK *SELF COMPACTING CONCRETE*  
DENGAN SERAT *POLYPROPYLENE* DAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME***

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, 16 Januari 2017

Yang membuat pernyataan



(Billy Nouwen Hermawan)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERILAKU LENTUR BALOK *SELF COMPACTING CONCRETE*  
DENGAN SERAT *POLYPROPYLENE* DAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME***

Oleh :

**BILLY NOUWEN HERMAWAN**

**NPM : 130214909**

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 19/01/2017

Pembimbing

Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M. Eng.

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil  
Ketua

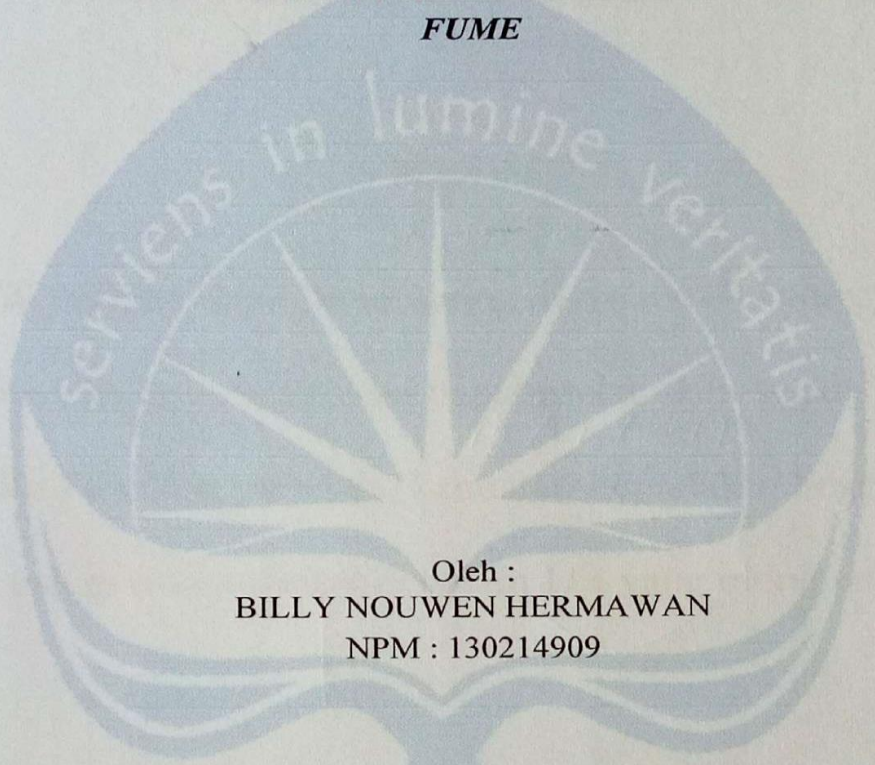


J. Januar Sudjati, S.T., M.T.

PENGESAHAN

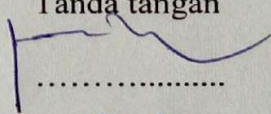
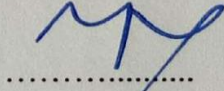
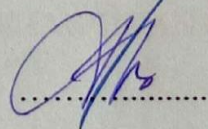
Laporan Tugas Akhir

**PERILAKU LENTUR BALOK *SELF COMPACTING CONCRETE*  
DENGAN SERAT *POLYPROPYLENE* DAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME***



Oleh :  
**BILLY NOUWEN HERMAWAN**  
NPM : 130214909

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M. Eng.		19/01/2017
Sekretaris : J. Januar Sudjati, S.T., M.T.		19/1-17
Anggota : Eva Lianasari A., S.T., M.T.		19/1-2017



**Filipi 4:13**

Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku. Aku dapat melakukan segala sesuatu melalui Dia yang memberi kekuatan kepadaku. Segala sesuatu aku cakup menanggung di dalam Dia yang menguatkan aku.

**AKU BISA KARENA TUHAN YESUS MEMAMPUKANKU, BUKAN  
KARENA AKU HEBAT!**

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis berikan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, kasih dan berkat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir yang berjudul **“PERILAKU LENTUR BALOK *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN SERAT *POLYPROPYLENE* DAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME*”** adalah untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini tidak akan 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 :

1. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak J. Januar Sudjati, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. 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 skripsi.

5. Bapak V. Sukaryantara, selaku Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah banyak membantu dan membagi saran selama pengujian.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mengajarkan banyak ilmu pada bidang teknik sipil selama  $\pm$  3 tahun.
7. Kedua orang tua dan adik di rumah, serta kembaran penulis, Brian Nouwen Hermawan yang selalu mendukung, menyemangati dan mendoakan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Meliana, S.E. yang selalu menyemangati, mendoakan dan membantu dalam segala hal selama pengerjaan Tugas Akhir.
9. Teman seperjuangan Tugas Akhir, Hezron Kristian Prasetio yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir dengan semangat dan pantang menyerah.
10. Teman-teman Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang selalu membantu selama pengujian yaitu Gery, Raphael, Richardo, Robert, Beni, Nike, Harry, Arsi, Step, Lulu, Komang dan Mycko.
11. Teman-teman PD. Missio Dei yang selalu mendukung dan menndoakan selama pengerjaan Tugas Akhir.
12. Teman-teman semua yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah mendoakan dan mendukung dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 16 Januari 2017

BILLY NOUWEN HERMAWAN

NPM : 130214909





## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	iv
<b>HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>INTISARI</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Keaslian Penelitian.....	5
1.5 Tujuan Tugas Akhir .....	6
1.6 Manfaat Tugas Akhir .....	6
1.7 Lokasi Penelitian .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Umum.....	7
2.2 Beberapa Penelitian Mengenai Topik Penulisan.....	8
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	10
3.1 Beton .....	10
3.2 Material Penyusun Beton .....	10
3.2.1 Semen Portland .....	11
3.2.2 Agregat .....	12
3.2.3 Air .....	14
3.3 Beton Serat .....	15
3.4 Tulangan.....	16

3.5	Beton Bertulang .....	16
3.6	<i>Self Compacting Concrete</i> (SCC) .....	16
3.7	Viscocrete 1003.....	17
3.8	Serat Polypropylene .....	18
3.9	Silica Fume .....	19
3.10	Pengujian Beton Segar .....	19
3.10.1	<i>Slump Flow Test</i> .....	20
3.10.2	<i>L-Shaped Box</i> .....	20
3.10.3	<i>V-Funnel</i> .....	21
3.11	Pengujian Kuat Tekan .....	21
3.12	Pengujian Kuat Tarik Belah .....	22
3.13	Pengujian Kuat Lentur ( <i>Modulus of Rupture</i> ).....	22
<b>BAB IV</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>24</b>
4.1	Umum.....	24
4.2	Kerangka Penelitian .....	24
4.3	Tahap Persiapan Alat dan Bahan .....	26
4.4	Benda Uji .....	39
4.5	Tahap Pemeriksaan Bahan .....	41
4.5.1	Pengujian Agregat Halus.....	41
4.5.2	Pengujian Agregat Kasar.....	48
4.5.3	Pengujian Baja Tulangan .....	51
4.6	Tahapan Pembuatan Benda Uji dan Pengujian Beton Segar .....	53
4.6.1	Pembuatan <i>Mix Design</i> .....	53
4.6.2	Pengujian Beton Segar .....	53
4.7	Tahap Pengecoran Benda Uji.....	54
4.8	Tahap Perawatan Benda Uji.....	54
4.9	Tahap Pengujian Benda Uji .....	55
4.9.1	Pengujian kuat tekan silinder beton .....	55
4.9.2	Pengujian kuat tarik belah silinder beton .....	56
4.9.3	Pengujian modulus elastisitas beton .....	56
4.9.4	Pengujian modulus of rupture .....	57
4.9.5	Pengujian kuat lentur balok beton bertulang.....	58
4.10	Tahap Analisis Data .....	59

4.11 Pelaksanaan Penelitian .....	59
<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>60</b>
5.1 Hasil Pengujian Bahan Campuran Beton .....	60
5.1.1 Pengujian agregat halus.....	60
5.1.2 Pengujian agregat kasar.....	61
5.2 Kebutuhan Bahan Adukan Beton.....	62
5.3 Kebutuhan Penulangan Balok Beton .....	63
5.4 Pengujian Beton Segar .....	63
5.5 Pengujian Berat Jenis .....	64
5.6 Pengujian Sifat Mekanik .....	66
5.6.1 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	66
5.6.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton .....	68
5.6.3 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton .....	69
5.6.4 Hasil Pengujian <i>Modulus of Rupture</i> .....	711
5.6.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja.....	73
5.7 Hasil Pengujian Balok Beton Bertulang .....	74
5.7.1 Beban Retak Pertama .....	74
5.7.2 Pengujian Kapasitas Balok <i>Self Compacting Concrete</i> Dengan Serat <i>Polypropylene</i> dan Bahan Tambah <i>Silica Fume</i> ...	75
5.7.3 Hubungan Antara Beban dan Defleksi Balok <i>Self</i> <i>Compacting Concrete</i> Dengan Serat <i>Polypropylene</i> dan Bahan Tambah <i>Silica Fume</i> .....	76
5.7.4 Pola Retak Balok Uji.....	79
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>82</b>
6.1 Kesimpulan .....	82
6.2 Saran.....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>85</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>88</b>

## DAFTAR TABEL

No	Nama Tabel	Hal
3.1	Batas-batas Gradasi Agregat Halus	13
4.1	Jumlah Benda Uji	40
4.2	Rencana Jadwal Penelitian	59
5.1	Hasil Pengujian Agregat Halus	61
5.2	Hasil Pengujian Agregat Kasar	61
5.3	Proporsi Campuran Adukan Beton Per m <sup>3</sup> untuk Setiap Variasi	62
5.4	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi Per Satu Kali Adukan	62
5.5	Hasil Pengujian Beton Segar	64
5.6	Persyarat Pengujian Beton Segar SCC (EFNARC, 2005)	64
5.7	Berat Jenis Beton	65
5.8	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	67
5.9	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	68
5.10	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton	70
5.11	Hasil Pengujian <i>Modulus of Rupture</i>	72
5.12	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja	74
5.13	Beban Retak Pertama Balok Beton	75
5.14	Kapasitas Balok <i>Self Compacting Concrete</i> Dengan Serat <i>Polypropylene</i> dan Bahan Tambah <i>Silica Fume</i>	75

## DAFTAR GAMBAR

No	Nama Gambar	Hal
4.1	Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	25
4.2	Gelas ukur 500 cc	26
4.3	<i>Gardner Standard Color</i>	27
4.4	Pan	27
4.5	Oven	28
4.6	Timbangan 0.01 gram	28
4.7	Labu <i>erlenmeyer</i>	29
4.8	Saringan dan mesin pengayak	29
4.9	Molen	30
4.10	Cetakan silinder	30
4.11	Cetok	31
4.12	Kerucut <i>abrams</i>	31
4.13	Kaliper	32
4.14	<i>Universal Testing Machine</i> (UTM)	32
4.15	<i>Compressometer</i>	33
4.16	Mesin desak ELE	33
4.17	<i>Loading frame</i>	34
4.18	<i>Dial gauge</i>	35
4.19	<i>Data logger dewetron 201</i>	35
4.20	<i>Silica fume</i>	36
4.21	Serat <i>polypropylene</i>	37
4.22	<i>Superplasticizer</i>	38
4.23	Bekisting	39
4.24	Ukuran Benda Uji Silinder	40
4.25	Ukuran Benda Uji <i>Modulus of Rupture</i>	41
4.26	<i>Set Up</i> Pengujian Benda Uji Balok	41
4.27	Pengujian Kandungan Lumpur Dalam Pasir	45
4.28	Pengujian Kandungan Zat Organik Dalam Pasir	46
4.29	Alat Uji <i>L-Shaped Box</i>	54
5.1	Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	67
5.2	Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari	69
5.3	Modulus Elastisitas Beton Umur 28 Hari	70
5.4	<i>Modulus of Rupture</i> Beton Umur 28 Hari	73
5.5	Balok non-serat	77
5.6	Balok Serat	77
5.7	Hubungan antara Semua Variasi Balok	78
5.8	Pola Retak Balok Uji BN-1	79
5.9	Pola Retak Balok Uji BN-2	79
5.10	Sketsa Pola Retak Balok Uji Balok-Normal	79
5.11	Pola Retak Balok Uji BS-1	80
5.12	Pola Retak Balok Uji BS-2	80
5.13	Sketsa Pola Retak Balok Uji Balok-Serat	80

## DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

No	Nama Gambar
ACI	<i>American Concrete Institute</i>
ASTM	<i>Association of Standart Testing Materials</i>
FAS	Faktor Air Semen
LAA	<i>Los Angeles Abrasion</i>
MHB	Modulus Halus Butir
Mpa	MegaPascal
SNI	Standar Nasional Indonesia
SSD	<i>Saturated Surface Dry</i>
Ø	Diameter
ΔP	Panjang Perpendekan
σ	Tegangan
σ <sub>l</sub>	Kuat lentur beton
ε	Regangan
ε <sub>koreksi</sub>	Regangan Koreksi
ε <sub>p</sub>	Regangan Sebanding
f <sub>c</sub> '	Kuat Tekan beton
f <sub>p</sub>	Tegangan sebanding
f <sub>y</sub>	Kuat Leleh Baja
P	Beban Tekan
P <sub>0</sub>	Panjang Ukur
A	Luas penampang
E	Modulus Elastisitas
υ	Tegangan geser
V	Gaya geser
V <sub>c</sub>	Kekuatan geser akibat beton
V <sub>s</sub>	Kekuatan geser akibat tegangan geser
V <sub>n</sub>	Kekuatan geser nominal
w	Persentase Penyerapan Air
w <sub>w</sub>	Berat Beton SSD
w <sub>s</sub>	Berat Beton Kering Oven
W <sub>c</sub>	Berat Jenis Beton
X <sub>koreksi</sub>	Nilai Regangan Koreksi
BN	Beton Non-Serat
BS	Beton Serat
BJTP 8	Baja Tulangan Polos diameter 8
BJTP 10	Baja Tulangan Polos diameter 10
SCFRC	<i>Self Compacting Fibre Reinforced Concrete</i>

## DAFTAR LAMPIRAN

No	Nama Lampiran	Hal
1	Analisis Saringan Agregat Halus	89
2	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	90
3	Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	91
4	Pemeriksaan Kandungan Zat Organik Agregat Halus	92
5	Analisis Saringan Agregat Kasar	93
6	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat kasar	94
7	Pemeriksaan Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	95
8	Perhitungan <i>Mix Design</i>	96
9	Perencanaan Tulangan Balok Beton	100
10	Pemeriksaan Tulangan Baja	104
11	Pengujian Beton	106
12	Pengujian Kuat Tekan Beton	108
13	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	110
14	Pengujian <i>Modulus of Rupture</i>	112
15	Pengujian Modulus Elastisitas	113
16	Dokumentasi Penelitian	143

## INTISARI

**“PERILAKU LENTUR BALOK *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN SERAT *POLYPROPYLENE* DAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME*”** , Billy Nouwen Hermawan, NPM : 130214909, Tahun 2016, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

*Self Compacting concrete* (SCC) adalah beton yang dapat mengalir karena berat sendirinya dan memadat mandiri. Seperti beton pada umumnya, SCC dapat menahan gaya tekan yang tinggi tetapi lemah dalam menahan gaya tarik. Untuk meningkatkan kekuatan beton dalam menahan gaya tekan, dapat ditambahkan *silica fume* pada adukan beton karena berperan sebagai *filler* dan *pozzolan*. penambahan serat *polypropylene* pada adukan beton dapat dilakukan dengan harapan dapat meningkatkan kuat tarik beton.

Dalam penelitian ini diuji balok beton bertulang berjumlah 4 buah, yaitu 2 buah balok beton non-serat dengan bahan tambah *silica fume* 10% dan 2 balok beton serat *polypropylene* dengan bahan tambah *silica fume* 10% dengan ukuran 180 x 260 x 2000 mm. Semua balok direncanakan mengalami kegagalan lentur. Tulangan geser yang digunakan adalah 2P8-100 untuk daerah tumpuan dan 2P8-150 untuk daerah lapangan. Untuk tulangan longitudinal digunakan 2P10 pada bagian atas dan 3P10 pada bagian bawah. Mutu leleh baja yang digunakan dalam penelitian ini adalah 349.7458 MPa untuk tulangan longitudinal dan 442.9568 MPa untuk tulangan geser.

Dalam penelitian ini dihasilkan kapasitas lentur balok beton non-serat bertulang dengan bahan tambah *silica fume* 10% sebesar 61.9635 kN dan 57.3922 kN sehingga didapat kapasitas lentur rerata sebesar 59.6779 kN, untuk balok beton bertulang dengan bahan tambah *silica fume* 10 % dan serat *polypropylene* sebesar 59.4886 kN dan 63.2070 kN sehingga didapat kapasitas lentur balok rerata sebesar 61.3478 kN. Berdasarkan hasil tersebut, penambahan serat dapat meningkatkan kapasitas lentur balok. Berbanding terbalik dengan kapasitas balok, kuat tekan beton pada umur 28 hari mengalami penurunan. Kuat tekan beton non-serat dengan bahan tambah *silica fume* 10 % pada umur 28 hari sebesar 49.899 MPa dan kuat tekan beton dengan bahan tambah *silica fume* 10 % dan serat *polypropylene* sebesar 35.482 MPa. Berdasarkan hasil yang didapat kuat tekan beton serat menurun 16.885% terhadap beton non-serat.

**Kata Kunci :** Balok beton bertulang, kapasitas lentur, kuat tarik beton, SCC, serat *polypropylene*, *silica fume*.