

STUDI KUAT LENTUR BALOK DENGAN PENAMBAHAN GLENIUM ACE 8590

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

Oleh :

RICHARDUS BRILLYANT MANGGADA

NPM : 12 02 14234



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

MARET 2016

PERNYATAAN

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

STUDI KUAT LENTUR BALOK DENGAN PENAMBAHAN GLENIUM ACE 8590

benar-benar merupakan karya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian 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 plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 30 Maret 2016
Yang membuat pernyataan



Richardus Brillyant Manggada

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**STUDI KUAT LENTUR BALOK DENGAN PENAMBAHAN GLENIUM
ACE 8590**



Oleh :
RICHARDUS BRILLYANT MANGGADA
NPM : 12 02 14234

telah disetujui oleh Pembimbing
Yogyakarta, 30 - 3 - 2016

Pembimbing

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

Disahkan oleh :
Program Studi Teknik Sipil
Ketua



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

PENGESAHAN



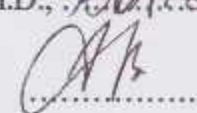
Laporan Tugas Akhir

**STUDI KUAT LENTUR BALOK DENGAN PENAMBAHAN GLENIUM
ACE 8590**



Oleh :
RICHARDUS BRILLYANT MANGGADA
NPM : 12 02 14234

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua	: J. Januar Sudjati, S.T., M.T.		30/3-16
Sekretaris	: Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.,		30/3/16
Anggota	: Angelina Eva Lianasari, S. T., M.T.		30/3-16

“Datanglah kepada-Ku, kalian yang letih lesu dan berbeban berat. Aku akan memberi kelegaan kepadamu. Pikullah kuk yang Kupasang dan belajarlah pada-Ku, karena Aku lemah lembut dan rendah hati. Maka hatimu akan mendapat ketenangan. Sebab enaklah kuk yang Kupasang, dan ringanlah beban-Ku.”

Matius 25 : 23

**“Ketika kamu memulai dengan percaya,
Melangkah dengan keyakinan.
Maka percayalah kamu,
tidak akan pernah kehilangan Harapan.”**

- Anonymous -

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan berkat, rahmat dan kasih karunia-Nya sehingga dapat melaksanakan Tugas Akhir dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Studi Kuat Lentur Balok dengan Penambahan Glenium ACE 8590”.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dan mendukung 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 Sudjati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberikan petunjuk dan membimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng., selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan.
4. Keluarga tercinta, Bapak, Ibu, kakak, dan adik yang selalu memberikan doa, perhatian, dan semangat kepada penulis.

5. Bapak V. Sukaryantara selaku staff Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang telah banyak membantu dan memberikan ilmunya.
6. Para Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis.
7. Teman-teman yang telah membantu dalam pembuatan dan pengujian benda uji serta memberi dukungan dan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini : Roberto, Roy, Daniel, Ajeng, Tito, Nanda, Alibasah, Anthony, Aditya, Mas Tius, Mas Aji, Mas Boni, dll.
8. Teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2012 khususnya kelas B, dan pengurus Himpunan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta periode 2014/2015.
9. Teman-teman korps ADPL 68 dan LPPM Universitas Atma Jaya Yogyakarta, yang selalu senantiasa memberikan semangat dan perhatian kepada penulis.
10. Terimakasih untuk PT. BASF Surabaya yang telah memberikan sampel Glenium ACE 8590.
11. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

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

Yogyakarta, 30 Maret 2016

Richardus Brillyant Manggada

NPM : 12 02 14234

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Keaslian Tugas Akhir.....	4
1.5. Manfaat Tugas Akhir	5
1.6. Tujuan Tugas Akhir	5
1.7. Lokasi Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Beton	7
2.2. Beton Bertulang.....	8
2.3. <i>Superplasticizer</i>	9
2.4. Beberapa Penelitian Mengenai Topik Penulisan.....	11
BAB III LANDASAN TEORI	15
3.1. Kuat Tekan Beton.....	15
3.2. Kuat Lentur Balok	16
3.3. Balok Bertulangan Tunggal	17
3.4. Perancangan Keruntuhan Lentur	20
3.5. Kelengkungan Balok	21
3.6. Beban pada Saat Retak Pertama	23
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	24
4.1. Umum.....	24
4.2. Tahap Persiapan	25
4.2.1. Pengumpulan Bahan.....	26
4.2.2. Peralatan Penelitian	28
4.3. Tahap Pengujian Bahan.....	40
4.3.1. Pengujian Agregat Halus.....	40
4.3.2. Pengujian Agregat Kasar.....	46
4.3.3. Pengujian Baja Tulangan	51
4.4. Tahap Pembuatan Benda Uji.....	53
4.4.1. Pembuatan <i>Mix Design</i> Adukan Beton	54
4.4.2. Pembuatan Bekisting.....	55
4.4.3. Perakitan Tulangan.....	56

4.4.4. Pengecoran Benda Uji.....	57
4.5. Tahap Perawatan Benda Uji.....	62
4.6. Tahap Pengujian Benda Uji.....	64
4.6.1. Pengujian Silinder Beton.....	64
4.6.2. Pengujian Balok Beton.....	65
4.7. Tahap Analisis Data	69
4.8. Hambatan Pelaksanaan.....	69
BAB V HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....	70
5.1. Pengujian Bahan.....	70
5.1.1. Pengujian Agregat Halus.....	70
5.1.2. Pengujian Agregat Kasar.....	71
5.1.3. Pengujian Kuat Tarik Baja	73
5.2. Pengujian Slump	74
5.3. Pengujian Beton	74
5.3.1. Pengujian Kuat Tekan Beton.....	74
5.3.2. Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	75
5.4. Hasil Pengujian	75
5.4.1. Perbandingan Beban Maksimum Balok Beton Hasil Pengujian dan Hasil Teoritis.....	75
5.4.2. Perbandingan Persentase Beban Maksimum Balok Normal dan Balok Beton Penambahan <i>Glenium ACE</i> 8590	76
5.4.3. Beban pada Saat Retak Pertama.....	78
5.4.4. Kelengkungan Balok Beton Pada saat P Maksimum	80
5.4.5. Hubungan Beban dan Lendutan ($P - \delta$).....	81
5.5. Pola dan Jenis Retak Balok	82
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	85
6.1. Kesimpulan.....	85
6.2. Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Tabel Pembuatan Benda Uji.....	53
Tabel 4.2.	Kode Benda Uji Balok Beton dan Silinder Beton.....	62
Tabel 5.1.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja.....	73
Tabel 5.2.	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	74
Tabel 5.3.	Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	75
Tabel 5.4.	Hasil Pengujian Modulus Silinder Beton	75
Tabel 5.5.	Perbandingan Persentase Kenaikan Beban Maksimum Hasil Pengujian dan Hasil Analisis Teoritis Balok Beton	76
Tabel 5.6.	Perbandingan Beban Maksimum Balok Normal dengan Balok Penambahan <i>Superplasticizer</i> Glenium ACE 8590	77
Tabel 5.7.	Perbandingan Beban Retak Pertama Hasil Pengujian dan Analisis.....	78
Tabel 5.8.	Perbandingan Beban Retak Pertama Balok Normal dengan dengan Balok Penambahan <i>Superplasticizer</i> Glenium ACE 8590.....	79
Tabel 5.9.	Perbandingan Kelengkungan Pada Saat P Maksimum Balok Normal dengan Penambahan Glenium ACE 8590	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.	Pengujian Kuat Tekan Beton pada Benda Uji Silinder	15
Gambar 3.2.	Diagram beban dan momen pada balok	16
Gambar 3.3.	Distribusi Tegangan dan Regangan pada Penampang Balok Beton Normal	18
Gambar 3.4.	Lendutan Balok Tumpuan Sederhana Akibat Beban Terpusat	21
Gambar 4.1.	Diagram Alur Pelaksanaan Penelitian	25
Gambar 4.2.	Glenium ACE 8590	27
Gambar 4.3.	Multiplik Tebal 12 mm	28
Gambar 4.4.	<i>Loading Frame</i>	29
Gambar 4.5.	<i>Dial Gauge</i>	29
Gambar 4.6.	<i>Dewetron</i>	30
Gambar 4.7.	<i>Hydraulic Jack</i>	30
Gambar 4.8.	<i>Transfer Beam</i>	31
Gambar 4.9.	<i>Load Cell</i>	31
Gambar 4.10.	Kerucut <i>Abrams</i>	32
Gambar 4.11.	Molen.....	32
Gambar 4.12.	Bak Adukan Beton	33
Gambar 4.13.	Timbangan.....	33
Gambar 4.14.	Cetakan Silinder	34
Gambar 4.15.	Gelas Ukur.....	34
Gambar 4.16.	Labu <i>Erlenmeyer</i>	35
Gambar 4.17.	Saringan dan Mesin Pengayak.....	35
Gambar 4.18.	Vibrator.....	36
Gambar 4.19.	Oven Listrik.....	36
Gambar 4.20.	<i>Compression Testing Machine</i>	37
Gambar 4.21.	<i>Los Angeles Abration</i>	37
Gambar 4.22.	Bola Baja	38
Gambar 4.23.	<i>Universal Testing Machine</i>	38
Gambar 4.24.	<i>Gardener Standard Color</i>	38
Gambar 4.25.	<i>Extensometer</i>	39
Gambar 4.26.	<i>Bar Cuter</i>	39
Gambar 4.27.	Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir	44
Gambar 4.28.	Pengujian Kandungan Zat Organik dalam Pasir	45
Gambar 4.29.	Penampang Benda Uji Balok.....	54
Gambar 4.30.	Detail Penampang Potongan A.....	54
Gambar 4.31.	Hasil Perakitan Tulangan Balok.....	56
Gambar 4.32.	Pengujian Nilai <i>Slump</i>	60
Gambar 4.33.	Proses Pengecoran Balok	61
Gambar 4.34.	Perawatan Balok Beton	63
Gambar 4.35.	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	65
Gambar 4.36.	Pengujian Kuat Lentur Balok BG 1,2 %-2.....	67
Gambar 4.37.	<i>Setting</i> Alat Pengujian Kuat Lentur Balok	68

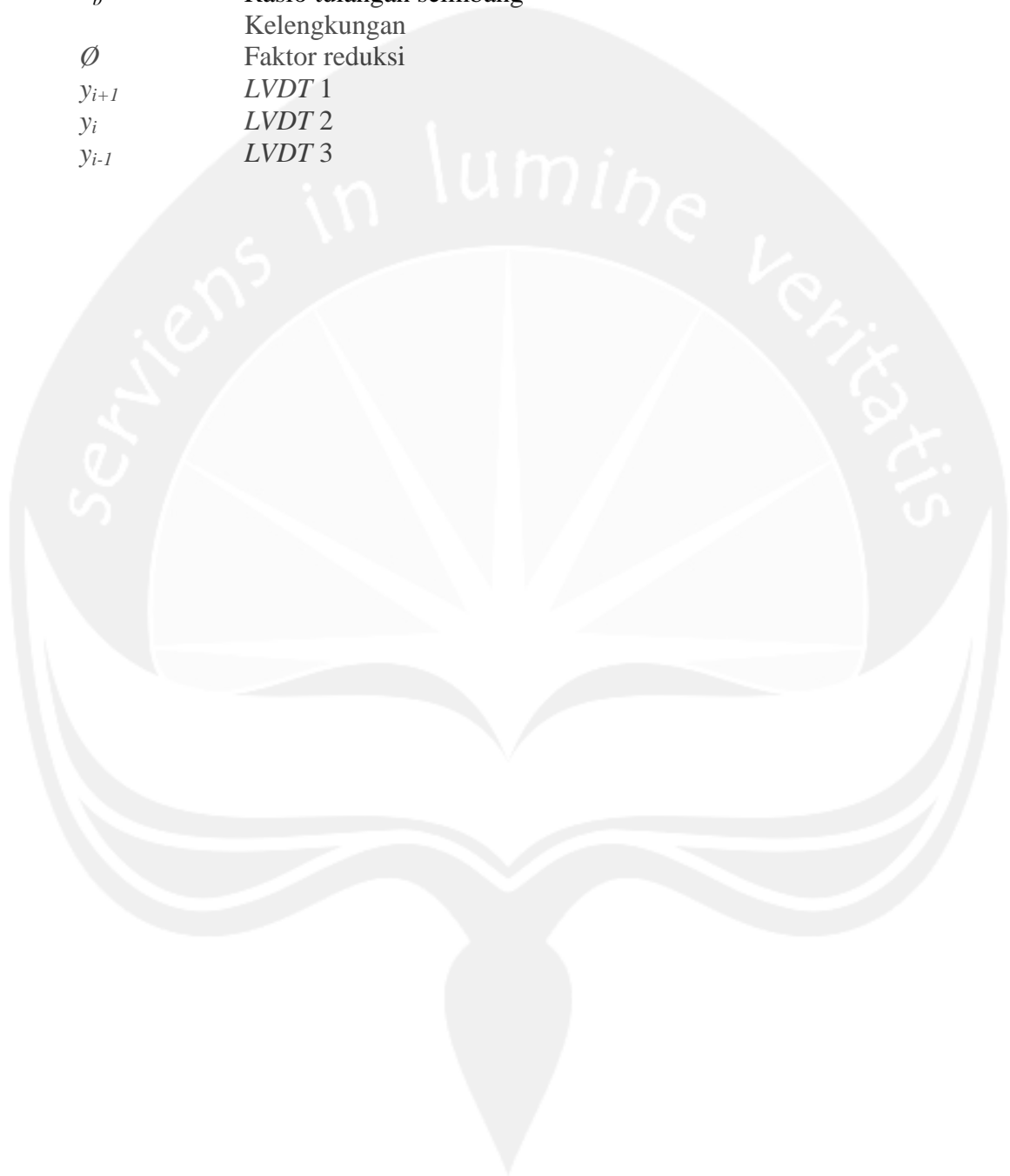
Gambar 5.1.	Grafik Perbandingan Beban Maksimum Balok Normal Dengan Balok Penambahan Glenium ACE 8590.....	77
Gambar 5.2.	Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Balok Beton (P -)	81
Gambar 5.3.	Hasil Pola Retakan Setelah Pengujian.....	82
Gambar 5.4.	Pola Retak Benda Uji BG 1,2 % - 01	83
Gambar 5.5.	Pola Retak Yang Timbul Pada Sisi Bawah Benda Uji.....	84



DAFTAR NOTASI

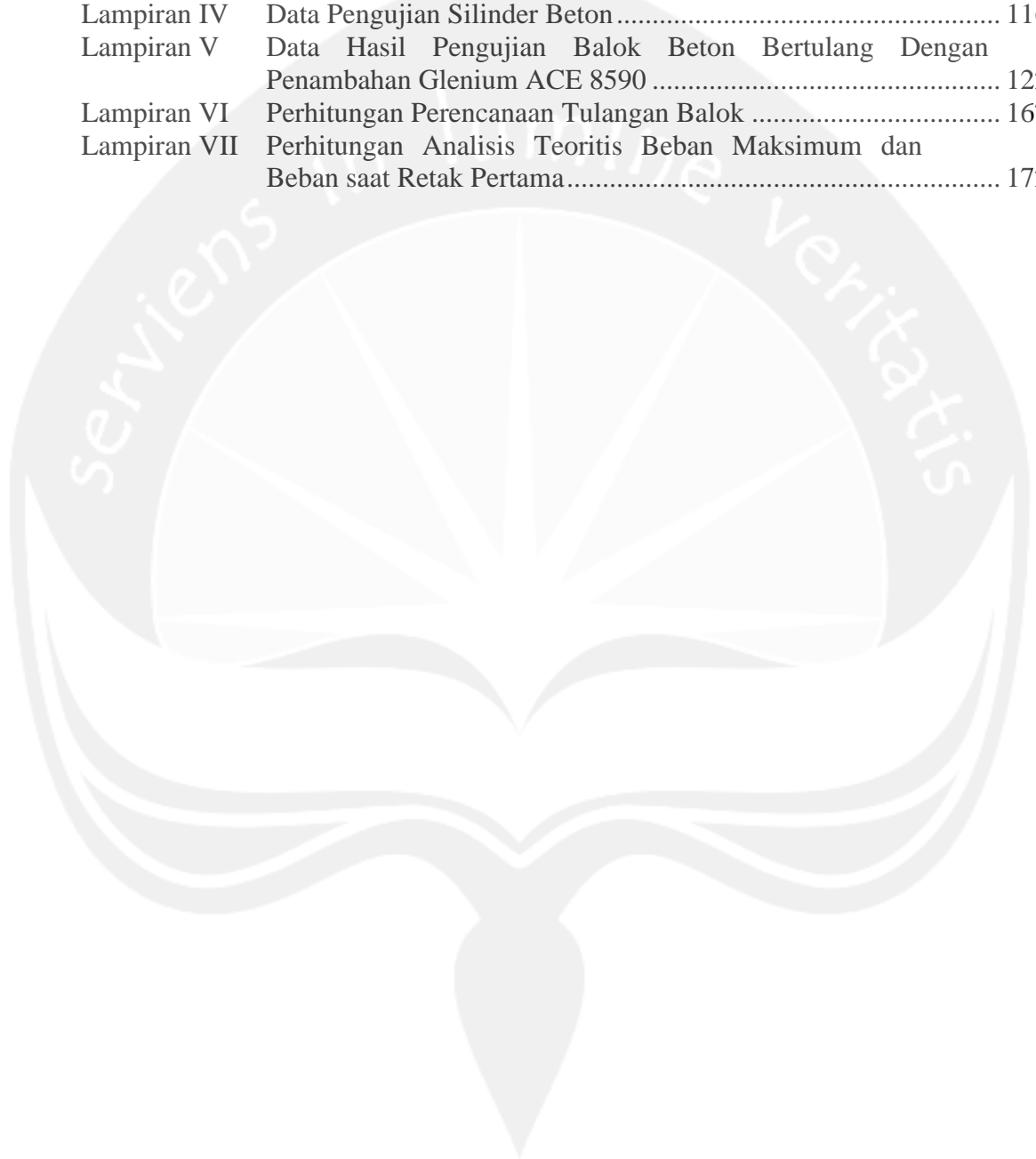
a	Tinggi blok tegangan beton ekuivalen
A	Luas benda uji
A_s	Luas tulangan Tarik
BN	Beton Normal
BG 1,2 %	Beton dengan penambahan Glenium ACE 8590 sebesar 1,2%
BG 1,5 %	Beton dengan penambahan Glenium ACE 8590 sebesar 1,5%
L	Panjang balok
M	Momen
M_{cr}	Momen retak dari beton
M_n	Momen nominal
M_u	Momen <i>ultimate</i>
b	Lebar balok
c	Jarak sumbu netral penampang keserat paling tertekan
C_c	Gaya tekan beton
C_s	Gaya tekan baja
d	Tinggi efektif balok
d'	Jarak dari tepi serat tertekan kepusat tulangan tekan
E	Modulus elastis
E_c	Modulus elastis beton
E_s	Modulus elastis baja
f_c'	Kuat tekan beton
f_r	Tegangan lentur
f_u	Tegangan tarik ultimit
f_y	Tegangan luluh baja
h	Tinggi balok
I	Inersia penampang
k	Faktor tinggi garis netral
M_y	Momen leleh pertama
P	Gaya, beban
P_u	Beban ultimit
P_y	Beban leleh
s	Jarak antar sengkang
T_s	Gaya tarik pada baja
y	Jarak antara titik berat desak beton ke titik berat tarik beton
z	Lengan dari titik berat baja ke titik berat blok desak beton
V	Gaya geser
V_c	Gaya geser beton
V_n	Gaya geser nominal total
V_s	Gaya geser yang ditahan oleh sengkang
	Lendutan, defleksi
y	Lendutan leleh
l	Konstanta yang merupakan fungsi dari kuat tekan beton
c	Regangan beton
s	Regangan baja tarik

y	Regangan leleh baja Rasio luas penampang tulangan tarik terhadap luas efektif penampang balok
b	Rasio tulangan seimbang Kelengkungan
\emptyset	Faktor reduksi
y_{i+1}	LVDT 1
y_i	LVDT 2
y_{i-1}	LVDT 3



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Pengujian Bahan	90
Lampiran II	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja.....	101
Lampiran III	Perencanaan Adukan Untuk Beton Normal	106
Lampiran IV	Data Pengujian Silinder Beton	116
Lampiran V	Data Hasil Pengujian Balok Beton Bertulang Dengan Penambahan Glenium ACE 8590	122
Lampiran VI	Perhitungan Perencanaan Tulangan Balok	167
Lampiran VII	Perhitungan Analisis Teoritis Beban Maksimum dan Beban saat Retak Pertama.....	172



INTISARI

STUDI KUAT LENTUR BALOK DENGAN PENAMBAHAN GLENIUM ACE 8590, Richardus Brillyant Manggada, NPM 12 02 14234, 2016, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Perkembangan dalam bidang konstruksi di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat. Peningkatan tersebut dilihat dari berkembangnya beberapa inovasi perkuatan yang diberikan untuk elemen-elemen struktur beton bertulang suatu bangunan. Salah satu elemen struktur yang dimaksud adalah balok. Balok merupakan elemen struktur yang penting dalam suatu bangunan, balok berfungsi untuk menopang beban pelat lantai dan meneruskan beban tersebut ke kolom. Dalam pelaksanaannya di lapangan, perhitungan dan pelaksanaan pengerjaan balok beton dimungkinkan terjadi perbedaan. Kemungkinan tersebut bisa terjadi salah satunya disebabkan kualitas adukan beton itu sendiri. Untuk itu dilakukan usaha dalam kaitannya peningkatan kualitas adukan beton, yang salah satunya dengan penggunaan bahan tambah atau *admixture* ke dalam campuran adukan beton sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Dalam penelitian ini digunakan penambahan Glenium ACE 8590 dicampurkan ke dalam adukan beton normal untuk mengetahui kuat lentur balok beton yang ditinjau saat menerima pembebanan. Ukuran penampang benda uji balok dalam penelitian ini adalah 100 mm x 200 mm dengan panjang bersih 1800 mm dan panjang total 2000 mm. Tulangan longitudinal yang digunakan adalah tulangan polos berdiameter 10 mm dan tulangan geser yang digunakan adalah tulangan polos berdiameter 6 mm. Dalam pelaksanaan penelitian ini benda uji dibuat menjadi beberapa variasi. Variasi pertama yaitu adukan beton normal. Variasi kedua yaitu adukan beton dengan penambahan Glenium ACE 8590 sebesar 1,2% dari berat semen. Variasi ketiga yaitu beton dengan penambahan Glenium ACE 8590 sebesar 1,5% dari berat semen. Ketiga variasi tersebut masing-masing terdiri dari 2 benda uji balok beton dan 2 benda uji silinder beton. Dalam pelaksanaan pengujian kuat lentur balok, digunakan alat uji *loading* beserta *hydraulic jack* dan *load cell* dengan pembacaan beban dan lendutannya menggunakan *software dewetron 201* dan pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Rata-rata beban maksimum yang diperoleh dari hasil pengujian balok beton normal, balok dengan penambahan Glenium ACE 8590 sebesar 1,2 %, balok dengan penambahan Glenium ACE 8590 sebesar 1,5 % masing-masing sebesar 33,01 kN, 37,10 kN, dan 38,13 kN. Persentase kenaikan beban maksimum pada balok dengan penambahan Glenium ACE 8590 sebesar 1,2 % dan balok dengan penambahan Glenium ACE 8590 sebesar 1,5 % dengan balok beton normal berturut-turut sebesar 12,39 % dan 15,49 %.

Kata Kunci : *admixture*, Glenium ACE 8590, kuat lentur, balok beton bertulang, beban maksimum