

**PERKUATAN KOLOM PENDEK BETON BERTULANG
DENGAN *FIBER GLASS JACKET*
PADA KONDISI KERUNTUHAN TARIK**

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

Oleh:
LISA CAROLINE
NPM. : 10 02 13436



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
Desember 2013**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

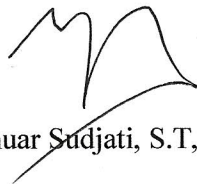
**PERKUATAN KOLOM PENDEK BETON BERTULANG
DENGAN *FIBER GLASS JACKET*
PADA KONDISI KERUNTUHAN TARIK**

Oleh :
LISA CAROLINE
NPM. : 10 02 13436

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 20 - 1 - 20 17

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

**PERKUATAN KOLOM PENDEK BETON BERTULANG
DENGAN *FIBER GLASS JACKET*
PADA KONDISI KERUNTUHAN TARIK**



Oleh :
LISA CAROLINE
NPM. : 10 02 13436

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: J. Januar Sudjati, S.T., M.T.		20/1-17
Sekretaris	: Ir. Pranawa Widagdo, M.T.		20/2014 /01
Anggota	: Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M. Eng.		20/01/2014

PERNYATAAN

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

PERKUATAN KOLOM PENDEK BETON BERTULANG DENGAN *FIBER GLASS JACKET* PADA KONDISI KERUNTUHAN TARIK

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 Desember 2013

Yang membuat pernyataan,



(LISA CAROLINE)

Persembahan

Aku bersyukur kepada-Mu oleh karena kejadianku
dahsyat dan ajaib; ajaib apa yang Kaubuat, dan
jiwaku benar-benar menyadarinya

(Mazmur 139 : 14)

Persembahanku teruntuk:

Tuhan Yesus Kristus

Untuk seluruh anugerah dalam hidupku

Papa dan Mama tercinta

Untuk kasih sayang yang melingkupiku

Adik dan Engkong

Untuk selalu menyemangati dan mendukungku

Rizki Setiawan

Untuk cinta, tawa, dan kehadiran dihidupku

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur atas anugerah dan kasih yang luar biasa dari Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat memulai, melaksanakan, dan akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.

Laporan tugas akhir dengan judul **“PERKUATAN KOLOM PENDEK BETON BERTULANG DENGAN *FIBER GLASS JACKET* PADA KONDISI KERUNTUHAN TARIK”** bertujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Melalui penulisan laporan tugas akhir ini penulis berharap dapat menggali dan memperdalam ilmu dalam bidang Teknik Sipil yang telah penulis dapatkan selama menempuh jenjang pendidikan di Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Selain itu penulis juga berharap, laporan tugas akhir ini dapat membawa manfaat bagi pihak-pihak lain yang terkait dengan bidang Teknik Sipil.

Penulisan laporan tugas akhir ini tidak dapat penulis selesaikan dengan baik apabila penulis tidak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, 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 dan dosen pembimbing, yang telah berkenan

meluangkan waktu untuk memberikan petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

3. Ir. Haryanto YW., M.T., selaku Ketua Program Kekhususan Struktur yang telah mengajarkan penulis tentang kedisiplinan.
4. V. Sukaryantara selaku Pengawas Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang telah membantu penulis selama proses penelitian di laboratorium.
5. Para dosen di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis.
6. Keluarga tercinta, kedua orang tua penulis, Alm. Hiantoro Wietanto dan Lie Fong Hwa, serta adik penulis Vincent Ricardo. Dan keluarga besar penulis yang telah mendukung melalui doa dan semangat.
7. Rizki Setiawan yang telah mendukung melalui doa dan semangat, serta memberikan candaan-candaan pada waktu penulis merasa lelah dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Sahabat-sahabat seperjuangan penulis dari mulai awal kuliah hingga tugas akhir ini selesai, Dionysia Elvera P., Meilisa Eva Ikawati, Liki Triwijaya, dan Yohanes yang telah membantu proses penelitian dan selalu memberikan semangat kepada penulis.
9. Teman-teman penulis yang telah membantu selama proses penelitian, Agustinus Sungsang N.P., Topan C.B., Christian Kurnia Suryadharma, Adrian Austen, dan seluruh asisten praktikum Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan.
10. Seluruh teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, angkatan 2010.

11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna di dunia ini, hanya Tuhan Yang Maha Esa sajalah yang sempurna. Oleh karenanya, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca guna memperbaiki laporan tugas akhir ini.

Yogyakarta, Desember 2013

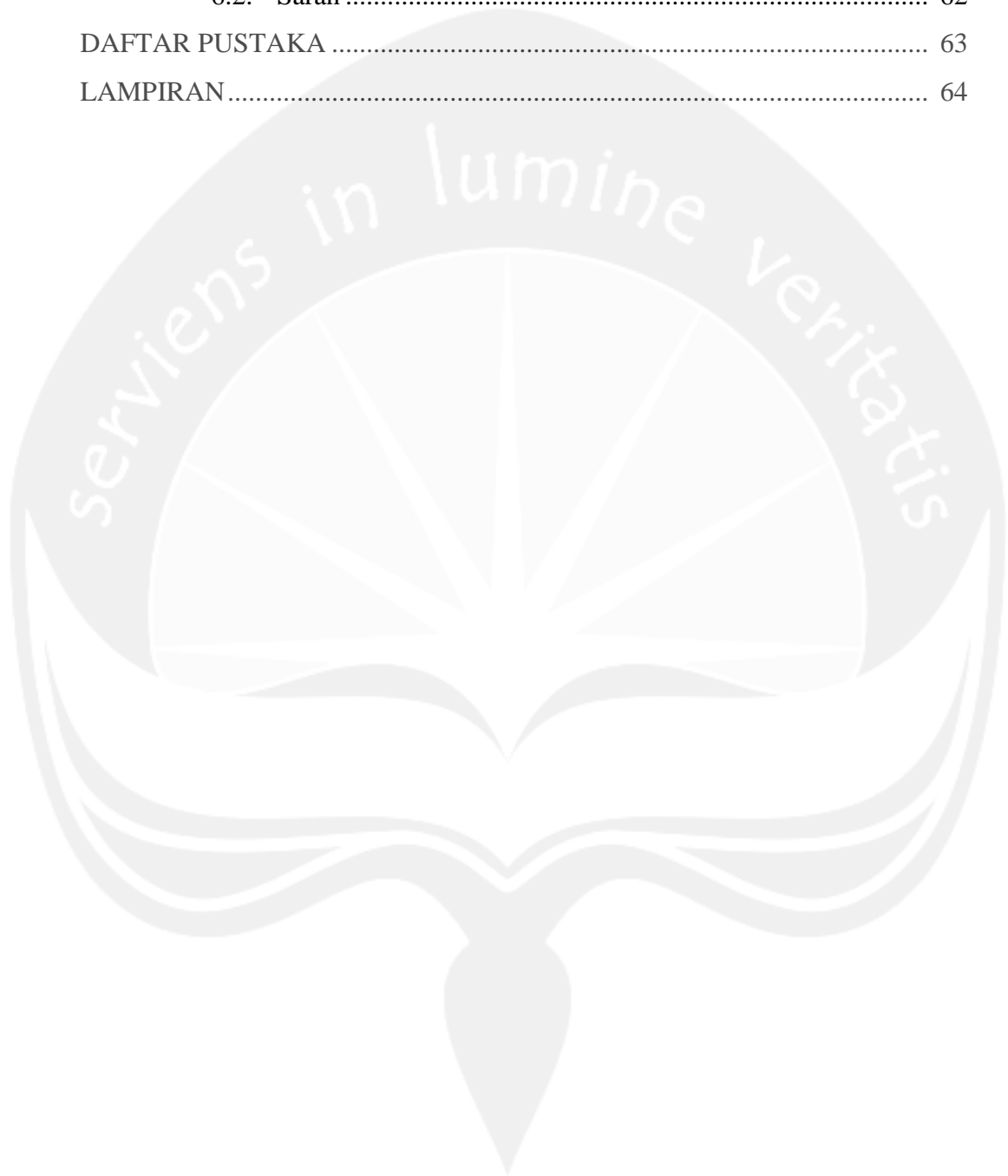
LISA CAROLINE
NPM : 10 02 13436

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xiv
INTISARI.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Keaslian Tugas Akhir	4
1.5. Tujuan Tugas Akhir.....	4
1.6. Manfaat Tugas Akhir.....	4
1.7. Lokasi Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. <i>Fiber Glass</i>	6
2.2. Beton.....	7
2.3. Kolom	8
2.4. Perkuatan Kolom Dengan <i>Fiberglass Jacket</i> Yang Dibebani Eksentrik	13
2.5. Perkuatan Kolom Dengan <i>Fiberglass Jacket</i> Yang Dibebani Konsentrik.....	14
2.6. Perkuatan Kolom Bulat Beton Bertulang Dengan Lapis <i>Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP)</i>	14
BAB III LANDASAN TEORI.....	15
3.1. Kuat Tekan Beton	15

3.2.	Kolom Pendek	15
3.3.	Jenis Keruntuhan Kolom	16
3.3.1.	Keruntuhan <i>Balanced</i>	16
3.3.2.	Keruntuhan Tarik.....	17
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	19
4.1.	Tahap Persiapan.....	19
4.1.1.	Bahan Penelitian	19
4.1.2.	Peralatan Penelitian	21
4.2.	Tahap Pemeriksaan Bahan.....	26
4.2.1.	Pemeriksaan Agregat Halus.....	27
4.2.2.	Pemeriksaan Agregat Kasar.....	32
4.2.3.	Pemeriksaan Baja Tulangan	37
4.3.	Tahap Pembuatan Benda Uji	38
4.4.	Tahap Pengujian Benda Uji	43
4.4.1.	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	43
4.4.2.	Pengujian Beban Aksial Kolom Eksentris.....	44
4.5.	Tahap Analisis Data.....	45
4.6.	Hambatan Pelaksanaan	46
BAB V	HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	48
5.1.	Pemeriksaan Bahan.....	48
5.1.1.	Pemeriksaan Agregat Halus.....	48
5.1.2.	Pemeriksaan Agregat Kasar.....	48
5.1.3.	Pemeriksaan Kuat Tarik Baja Tulangan	49
5.2.	Pengujian Benda Uji	49
5.2.1.	Pengujian Kuat Tekan Beton	49
5.2.2.	Perbandingan Beban Maksimum Hasil Analisis Teoritis Dengan Hasil Pengujian	51
5.2.3.	Perbandingan Beban Maksimum Kolom Normal Dengan Kolom Yang Diberi Perkuatan <i>Fiber Glass</i>	53
5.2.4.	Hubungan Antara Beban Dan Defleksi	55
5.2.5.	Pola Retak Kolom.....	57

BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
6.1.	Kesimpulan.....	61
6.2.	Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram Regangan	12
Gambar 2.2.	Diagram Interaksi Beban Aksial versus Momen Lentur (P – M).....	13
Gambar 4.1.	<i>Fiber Glass</i> Tipe <i>Woven Roving</i>	21
Gambar 4.2.	Lem <i>Epoxy Adhesive</i> Merek ALF	21
Gambar 4.3.	Sketsa Pemeriksaan Kadar Lumpur.....	29
Gambar 4.4.	Sketsa Pemeriksaan Zat Organik Dalam Pasir	30
Gambar 4.5.	Baja Tulangan Polos Diameter 8 mm.....	38
Gambar 4.6.	Rangkaian Baja Tulangan.....	40
Gambar 4.7.	Kolom Yang Telah Diberi Perkuatan <i>Fiber Glass</i>	43
Gambar 4.8.	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	44
Gambar 4.9.	<i>Setting</i> Pengujian Dengan Menggunakan <i>Loading Frame</i>	45
Gambar 5.1.	Grafik Perbandingan Beban Maksimum Antara Kolom Normal Dengan Kolom Yang Diberi Perkuatan <i>Fiber Glass</i> ..	54
Gambar 5.2.	Grafik Beban-Defleksi Pada Kolom E70N1 dan E70FG1	55
Gambar 5.3.	Grafik Beban-Defleksi Pada Kolom E70N2 dan E70FG2	56
Gambar 5.4.	Grafik Beban-Defleksi Pada Kolom E70N3 dan E70FG3	56
Gambar 5.5.	Grafik Beban-Defleksi Pada Kolom E90N1 dan E90FG1	57
Gambar 5.6.	Pola Retak Pada Kolom E70N1	58
Gambar 5.7.	Pola Retak Pada Kolom E70N2	58
Gambar 5.8.	Pola Retak Pada Kolom E70N3	58
Gambar 5.9.	Pola Retak Pada Kolom E90N1	59
Gambar 5.10.	Kerusakan Pada Kolom E70FG1.....	59
Gambar 5.11.	Kerusakan Pada Kolom E70FG2.....	59
Gambar 5.12.	Kerusakan Pada Kolom E70FG3.....	60
Gambar 5.13.	Kerusakan Pada Kolom E90FG1.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Tabel Spesifikasi <i>Fiber Glass</i>	6
Tabel 4.1.	Tabel Variasi Eksentrisitas dan Jumlah Benda Uji	38
Tabel 5.1.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja.....	49
Tabel 5.2.	Perbandingan Beban Maksimum Antara Perhitungan Teoritis Dengan Hasil Pengujian	52
Tabel 5.3.	Perbandingan Beban Maksimum Antara Kolom Normal Dengan Kolom Yang Diberi Perkuatan <i>Fiber Glass</i>	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Pemeriksaan Bahan	64
Lampiran B	Perencanaan Adukan Beton Normal	74
Lampiran C	Perhitungan Kelangsingan Kolom.....	79
Lampiran D	Perhitungan Beban Maksimum Secara Teoritis	80
Lampiran E	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	94
Lampiran F	Hasil Pengujian Kolom Normal	95
Lampiran G	Hasil Pengujian Kolom Dengan Perkuatan <i>Fiber Glass</i>	98
Lampiran H	Dokumentasi Penelitian.....	101

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

f'_c	= kuat tekan beton (MPa)
P	= beban tekan maksimum (N)
A	= luas penampang benda uji silinder (mm^2)
k	= faktor panjang efektif kolom
l_u	= panjang bersih kolom
r	= radius girasi atau jari-jari inersia penampang kolom
$M_1; M_2$	= momen yang kecil dan yang besar pada ujung kolom
I	= momen inersia penampang kolom
A	= luas penampang kolom
c	= garis netral
c_b	= garis netral pada kondisi seimbang
e	= besarnya eksentrisitas
e_b	= besarnya eksentrisitas pada kondisi seimbang
d'	= selimut efektif tulangan tekan
d	= jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik
β_1	= faktor reduksi tinggi blok tegangan tekan ekuivalen beton
b	= lebar daerah tekan komponen struktur
a_b	= tinggi blok tegangan ekuivalen
A'_s	= luas tulangan tekan
A_s	= luas tulangan tarik
f'_c	= kuat tekan beton diukur pada 28 hari setelah dicor
f_y	= kekuatan leleh tulangan tarik
f'_s	= tegangan pada baja yang tertekan
f_s	= tegangan pada tulangan tarik
\bar{y}	= jarak dari titik berat penampang ke tepi

INTISARI

PERKUATAN KOLOM PENDEK BETON BERTULANG DENGAN *FIBER GLASS JACKET* PADA KONDISI KERUNTUHAN TARIK, Lisa Caroline, NPM. 10 02 13436, Tahun 2013, Bidang Keahlian Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Kekuatan struktur bagian atas bangunan gedung diperoleh dari komponen utama yang berupa kolom dan balok. Kolom memiliki peranan yang lebih besar dalam sistem struktur bangunan, karena kolom memiliki fungsi sebagai penyangga utama beban aksial tekan vertikal, di mana keruntuhan kolom dapat mengakibatkan runtuhnya komponen struktur lain yang terhubung dengan kolom tersebut, atau bahkan keruntuhan total dari suatu bangunan gedung. Penggunaan *fiber* sebagai alternatif perkuatan tambahan telah banyak digunakan dalam dunia konstruksi saat ini. Umumnya terdapat tiga jenis *fiber* yang digunakan sebagai bahan perkuatan, yaitu GFRP, AFRP, dan CFRP. Akan tetapi untuk membeli produk tersebut harus mengimpor dari luar, sehingga harganya sangat mahal di pasaran Indonesia. Oleh karenanya pada penelitian tugas akhir ini penulis menggunakan bahan *fiber* lokal yang harganya lebih terjangkau berupa *fiber glass* tipe *woven roving* yang biasa digunakan untuk membuat tandon air, badan kapal, dan *body* mobil.

Benda uji untuk pengujian kuat tekan kolom eksentrik menggunakan 8 buah benda uji dengan ukuran 120 mm x 120 mm dan bentang 750 mm. Benda uji ini terdiri atas 8 buah kolom, 4 buah untuk kolom normal, dan 4 buah untuk kolom yang diberi perkuatan *fiber glass jacket*. Kolom-kolom tersebut akan ditinjau kekuatan beban aksial maksimum eksentrisitasnya dan besar defleksinya. Terdapat dua variasi eksentrisitas, yaitu sebesar 70 mm dan 90 mm yang keduanya berada pada daerah keruntuhan tarik.

Dari hasil pengujian di laboratorium, diperoleh beban maksimum untuk kolom normal dengan eksentrisitas 70 mm sebesar 73,3964 kN (E70N1), 80,3882 kN (E70N2), dan 81,1506 kN (E70N3). Sedangkan untuk eksentrisitas 90 mm, diperoleh beban maksimum sebesar 53,3291 kN (E90N1). Untuk kolom yang diperkuat dengan *fiber glass jacket* dengan eksentrisitas 70 mm, diperoleh beban maksimum sebesar 71,9489 kN (E70FG1), 75,7973 kN (E70FG2), dan 110,2511 kN (E70FG3). Sedangkan untuk eksentrisitas 90 mm, memiliki beban maksimum sebesar 84,0128 kN (E90FG1). Dari hasil pengujian tersebut diperoleh selisih persentase dengan hasil perhitungan teoritis sebesar 5,2824% (E70N1), 9,1937% (E70N2), 8,3325% (E70N3), 8,0308% (E90N1), 20,7907% (E70FG1), 27,7883% (E70FG2), 5,0357% (E70FG3), dan 27,2987% (E90FG1). Dari perbandingan beban maksimum antara kolom normal dan kolom yang diperkuat dengan *fiber glass jacket*, kenaikan terjadi pada kolom E70FG3 dan E90FG1, masing-masing sebesar 35,8599% dan 57,5365%. Sedangkan kolom E70FG1 dan E70FG2 tidak mengalami kenaikan beban maksimum dikarenakan pada saat pengujian, kedua kolom tersebut mengalami kerusakan pada bagian kaki kolom, sehingga tidak dapat mencapai beban maksimumnya.

Kata kunci: kolom pendek beton bertulang, keruntuhan tarik, *fiber glass*, beban maksimum, eksentrisitas.