

**STUDI KUAT LENTUR BALOK PROFIL C GANDA MENGGUNAKAN  
PERANGKAI TULANGAN DIAGONAL DENGAN VARIASI TINGGI  
BALOK**

Laporan Tugas Akhir

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

Oleh :

**ROBIN SAHPUTRA GINTING**

**NPM : 130215073**



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

## PERNYATAAN

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

### **STUDI KUAT LENTUR BALOK PROFIL C GANDA MENGGUNAKAN PERANGKAI TULANGAN DIAGONAL DENGAN VARIASI TINGGI BALOK**

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, 17 Juli 2017

Yang membuat pernyataan,



(Robin Sahputra Ginting)

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### STUDI KUAT LENTUR BALOK PROFIL C GANDA MENGGUNAKAN PERANGKAI TULANGAN DIAGONAL DENGAN VARIASI TINGGI BALOK

Oleh :  
ROBIN SAHPUTRA GINTING  
NPM : 130215073

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, *24-07-2017*

Pembimbing



(Ir. Haryanto YW, M.T.)

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



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

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### STUDI KUAT LENTUR BALOK PROFIL C GANDA MENGGUNAKAN PERANGKAI TULANGAN DIAGONAL DENGAN VARIASI TINGGI BALOK



Oleh :  
ROBIN SAHPUTRA GINTING  
NPM : 130215073

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Ir. Haryanto YW, M.T.		24/7-17
Sekretaris	: Siswadi, S.T., M.T.		24/07 2017
Anggota	: Ir. Wiryawan Sarjono P., M.T.		24/07/2017

## KATA HANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, cinta kasih, rahmat, penyertaan, bimbingan, dan perlindungan-Nya yang selalu menyertai sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Penulis berharap tugas akhir ini dapat menambah wawasan dan memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil baik oleh penulis maupun pihak lain.

Dalam menyusun tugas akhir ini penulis telah mendapat banyak sekali bimbingan, bantuan, doa dan dorongan secara moral dan material dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. J. Januar Sudjati, S. T., M. T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ir. Haryanto Yoso Wigroho, M. T., selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu, biaya dan kesabaran untuk memberikan pengarahan, bimbingan dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik, mengajar, serta memberikan ilmunya kepada penulis.
5. Dinar Gumilang Jati S. T., M.Eng, selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan ijin penggunaan laboratorium serta alat-alat yang dibutuhkan penulis pada saat penelitian guna menyelesaikan tugas akhir ini.
6. V. Sukaryantara, selaku Staff Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu dan memberikan arahan dan petunjuk dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini.

7. Orang tua, keluarga dan orang-orang terdekat saya yang telah memberikan doa dan dukungan yang luar biasa selama ini.
8. Semua yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun.

Yogyakarta, 17 Juli 2017

Penulis

**ROBIN SAHPUTRA GINTING**  
NPM : 130215073

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>KATA HANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN</b> .....	xi
<b>INTISARI</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Tugas akhir.....	4
1.5. Keaslian Tugas Akhir.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
1.7. Lokasi Pelaksanaan Tugas Akhir .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	8
<b>BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN</b> .....	14
4.1. Metode Penelitian.....	14
4.2. Alat dan bahan.....	15
4.2.1. Alat.....	15
4.2.2. Bahan.....	21
4.3. Pembuatan Benda Uji dan Sampel .....	22
4.4. Pengujian Benda Uji.....	25
4.4.1. Pengujian Kuat Tarik Baja Profil C .....	26
4.4.2. Pengujian Kuat Tarik Besi Tulangan .....	26
4.4.3. Pengujian Kuat Lentur Benda Uji .....	26
4.4. Hambatan Pelaksanaan Penelitian.....	28
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	30
5.1. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Profil C .....	30
5.2. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Besi Tulangan .....	31
5.3. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Profil C Ganda Menggunakan	

Perangkai Tulangan.....	32
5.3.1. Hubungan Beban Dengan Defleksi.....	32
5.4. Perilaku Lentur Balok Profil C Ganda Dengan Perangkai Tulangan.....	34
5.5. Perilaku Profil C dan Tulangan Sebagai Benda Uji .....	38
5.5.1. Benda Uji Dengan Kode BCGT250.....	39
5.5.2. Benda Uji Dengan Kode BCGT300.....	41
5.5.3. Benda Uji Dengan Kode BCGT350.....	42
5.5.4. Tegangan Tekuk Kritis ( $F_{cr}$ ) Profil C.....	43
5.5.5. Beban Maksimum Teoritis Balok Profil C Ganda .....	44
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>49</b>
6.1. Kesimpulan.....	49
6.2. Saran.....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



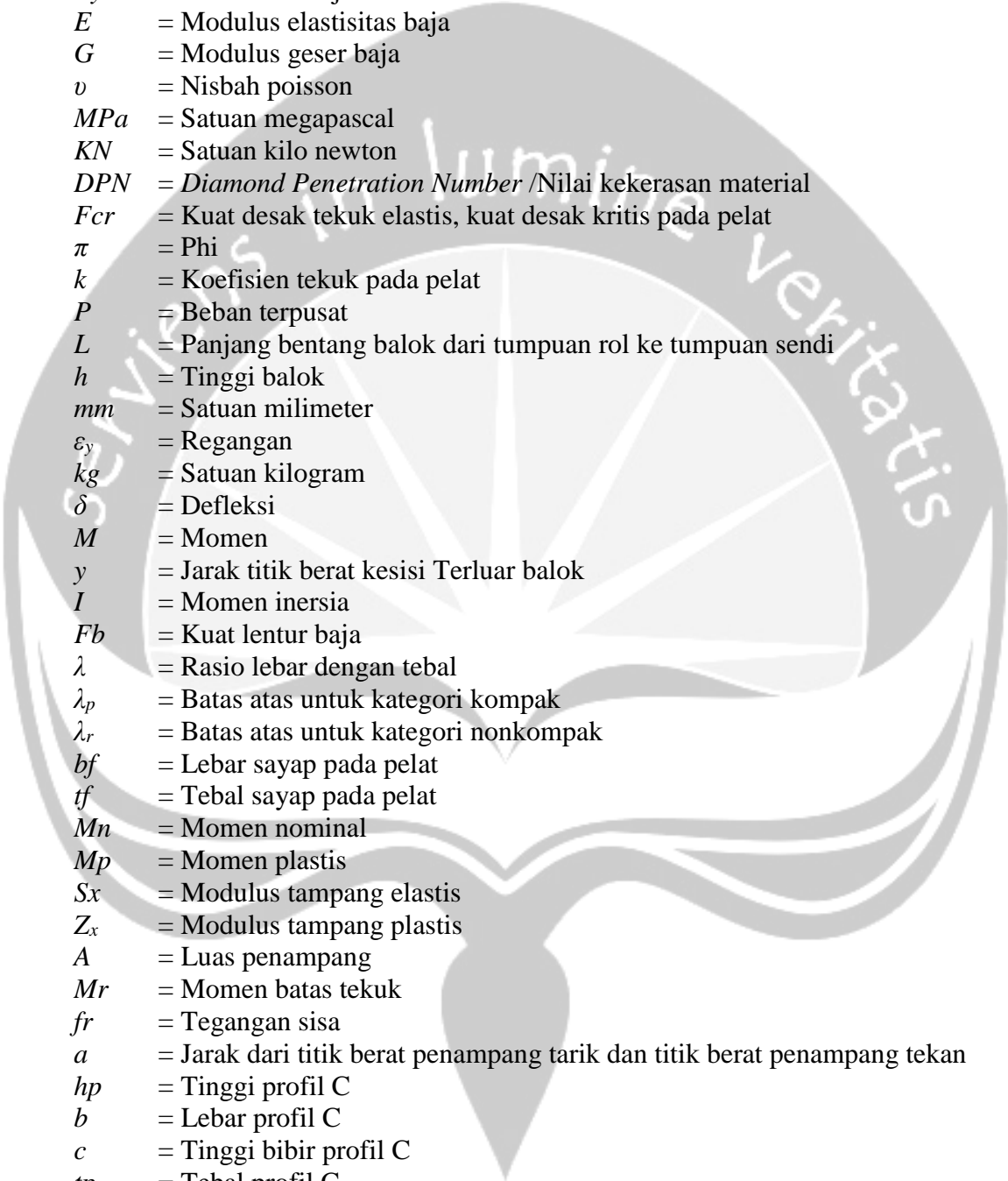
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.	Pengaruh <i>Cold Forming</i> profil C dan nilai DPN (Tall, 1974).....	9
Gambar 3.2.	Beban ( $P$ ) dan momen ( $M$ ) pada balok.....	10
Gambar 3.3.	Koefisien $k$ untuk tekanan pada pelat segi-empat (Salmon dan Johnson, 1986).....	11
Gambar 4.1.	<i>Cutting Wheel</i> .....	15
Gambar 4.2.	Gerinda Tangan .....	16
Gambar 4.3.	Gerinda Duduk .....	16
Gambar 4.4.	Alat Las Listrik .....	17
Gambar 4.5.	<i>Loading Frame</i> .....	17
Gambar 4.6.	<i>Hydraulic Jack</i> .....	18
Gambar 4.7.	Tumpuan Rol (kiri) dan Sendi (kanan).....	18
Gambar 4.8.	<i>Dial Gauge</i> .....	19
Gambar 4.9.	<i>Data Logger Dewetron 201</i> .....	19
Gambar 4.10.	UTM merk Shimadzu .....	20
Gambar 4.11.	<i>Extensometer</i> .....	20
Gambar 4.12.	Kanal C yang digunakan (dalam mm).....	21
Gambar 4.13.	Penampang Balok Profil C Ganda.....	23
Gambar 4.14.	Model Benda Uji .....	23
Gambar 4.15.	Model Sampel Uji Kuat Tarik Baja Profil C .....	23
Gambar 4.16.	Model Sampel Uji Kuat Tarik Baja Tulangan.....	23
Gambar 4.17.	Penempatan Benda Uji, <i>Hydraulic Jack</i> , <i>Dial Gauge</i> dan <i>Transfer Beam</i> pada <i>Loading Frame</i> .....	27
Gambar 5.1.	Grafik Tegangan-Regangan Baja Profil C .....	30
Gambar 5.2.	Grafik Tegangan-Regangan Besi Tulangan .....	31
Gambar 5.3.	Grafik Hubungan Beban-Defleksi Benda Uji.....	33
Gambar 5.4.	Tekuk Tulangan Pada Benda Uji BCGT250 .....	40
Gambar 5.5.	Tekuk Profil dan Tulangan Pada Benda Uji BCGT250 .....	40
Gambar 5.6.	Tekuk Tulangan Pada Benda Uji BCGT300 .....	41
Gambar 5.7.	Tekuk Tulangan Pada Benda Uji BCGT300 .....	41
Gambar 5.8.	Tekuk Tulangan Di Tumpuan Pada Benda Uji BCGT350.....	42
Gambar 5.9.	Tekuk Tulangan Pada Benda Uji BCGT350 .....	42
Gambar 5.10.	Grafik perbandingan hasil hitungan dan pengujian benda uji ...	48

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Momen Inersia.....	55
Lampiran 2	Data Pengujian Kuat Tarik Baja Profil C.....	58
Lampiran 3	Data Pengujian Kuat Tarik Besi Tulangan.....	59
Lampiran 4	Data Pengujian Kuat Lentur Balok Profil C Ganda Menggunakan Perangkai Tulangan Diagonal Dengan Tinggi Balok 250 mm .	60
Lampiran 5	Data Pengujian Kuat Lentur Balok Profil C Ganda Menggunakan Perangkai Tulangan Diagonal Dengan Tinggi Balok 300 mm .	63
Lampiran 6	Data Pengujian Kuat Lentur Balok Profil C Ganda Menggunakan Perangkai Tulangan Diagonal Dengan Tinggi Balok 350 mm .	65
Lampiran 7	Dokumentasi Penelitian.....	67

## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN



$F_u$	= Kuat luluh baja ultimate
$F_y$	= Kuat luluh baja
$E$	= Modulus elastisitas baja
$G$	= Modulus geser baja
$\nu$	= Nisbah poisson
$MPa$	= Satuan megapascal
$KN$	= Satuan kilo newton
$DPN$	= <i>Diamond Penetration Number</i> / Nilai kekerasan material
$F_{cr}$	= Kuat desak tekuk elastis, kuat desak kritis pada pelat
$\pi$	= Phi
$k$	= Koefisien tekuk pada pelat
$P$	= Beban terpusat
$L$	= Panjang bentang balok dari tumpuan rol ke tumpuan sendi
$h$	= Tinggi balok
$mm$	= Satuan milimeter
$\epsilon_y$	= Regangan
$kg$	= Satuan kilogram
$\delta$	= Defleksi
$M$	= Momen
$y$	= Jarak titik berat kesisi Terluar balok
$I$	= Momen inersia
$F_b$	= Kuat lentur baja
$\lambda$	= Rasio lebar dengan tebal
$\lambda_p$	= Batas atas untuk kategori kompak
$\lambda_r$	= Batas atas untuk kategori nonkompak
$b_f$	= Lebar sayap pada pelat
$t_f$	= Tebal sayap pada pelat
$M_n$	= Momen nominal
$M_p$	= Momen plastis
$S_x$	= Modulus tampang elastis
$Z_x$	= Modulus tampang plastis
$A$	= Luas penampang
$M_r$	= Momen batas tekuk
$f_r$	= Tegangan sisa
$a$	= Jarak dari titik berat penampang tarik dan titik berat penampang tekan
$h_p$	= Tinggi profil C
$b$	= Lebar profil C
$c$	= Tinggi bibir profil C
$t_p$	= Tebal profil C
$t_t$	= Tebal tulangan perangkai
$P_o$	= Panjang ukur awal sebelum diuji

## INTISARI

**STUDI KUAT LENTUR BALOK PROFIL C GANDA MENGGUNAKAN PERANGKAI TULANGAN DIAGONAL DENGAN VARIASI TINGGI BALOK**, Robin Sahputra Ginting, NPM 130215073, tahun 2017, Bidang peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Profil baja yang biasa digunakan dalam dunia konstruksi misalnya untuk kolom, balok dan gelagar jembatan adalah menggunakan baja profil WF (*wide flange*) yang merupakan baja yang dibentuk dari keadaan panas (*hot rolled steel*). Salah satu kelemahan dari konstruksi menggunakan baja profil WF adalah harga material yang cukup mahal. Maka dari itu, pada penelitian ini dibuat balok dari bahan baja yang lebih murah yaitu baja profil C yang merupakan baja dari pembentukan keadaan dingin (*cold formed*).

Penelitian ini dilakukan dengan cara menggabungkan 2 buah profil C yang dihubungkan menggunakan perangkai tulangan diagonal dengan diameter 8 mm, dengan panjang benda uji 2000 mm dan jarak spasi tulangan perangkai 200 mm serta menggunakan 3 variasi tinggi balok yaitu 250, 300, dan 350 mm.

Dari hasil pengujian kuat lentur balok profil C ganda menggunakan perangkai tulangan diagonal diameter 8 mm, dengan variasi tinggi balok yang telah dilakukan didapatkan beban maksimum yang dapat diterima oleh masing-masing benda uji. Untuk benda uji dengan kode BCGT250 dengan tinggi balok 250 mm beban maksimumnya sebesar 1861,94 kg, untuk benda uji dengan kode BCGT300 dengan tinggi balok 300 mm beban maksimumnya sebesar 2132,207 kg, dan untuk benda uji dengan kode BCGT350 dengan tinggi balok 350 mm beban maksimumnya sebesar 1948.7032 kg. Dari penelitian ini juga diperoleh bahwa benda uji BCGT250 dengan tinggi 250 mm memiliki tegangan lentur terbesar yaitu 88,9062 MPa.

**Kata Kunci :** Profil C, *cold formed*, perangkai tulangan diagonal, tegangan lentur, beban maksimum