

**TUGAS AKHIR (RC14-1501)**

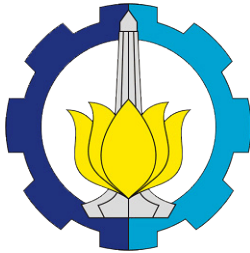
**STUDI PERILAKU PERBANDINGAN KEKUATAN  
KOLOM *CONCRETE FILLED STEEL TUBE* DENGAN  
PERBEDAAN TERHADAP PENAMPANG**

**PENDI MAITA YUNAS  
NRP. 3112106002**

**DOSEN PEMBIMBING :  
Budi Suswanto, ST, MT, Ph.D  
Ir. Heppy Kristijanto, MS**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**

*( Halaman ini sengaja dikosongkan )*



**FINAL PROJECT (RC14-1501)**

**BEHAVIOUR STUDY OF THE COMPARISON OF  
CONCRETE FILLED STEEL TUBE COLUMN IN  
VARIATION OF CROSS SECTIONAL**

**PENDI MAITA YUNAS  
NRP. 3112106002**

**SUPERVISOR :  
Budi Suswanto, ST, MT, Ph.D  
Ir. Heppy Kristijanto, MS**

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2015**

*( Halaman ini sengaja dikosongkan )*

**PERILAKU PERBANDINGAN KEKUATAN KOLOM  
CONCRETE FILLED STEEL TUBE DENGAN PERBEDAAN  
TERHADAP PENAMPANG**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Sarjana Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Oleh :  
**PENDI MAITA YUNAS**  
NRP. 3112106002

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

**Budi Suswanto, ST, MT, Ph.D.**  
NRP. 197301281998021002 (Pembimbing I)

**Ir. Heppy Kristijanto, MS**  
NRP. 19610311198701001 (Pembimbing II)



**SURABAYA, JANUARI 2015**

# **STUDI PERILAKU PERBANDINGAN KEKUATAN KOLOM CONCRETE FILLED STEEL TUBE DENGAN PERBEDAAN TERHADAP PENAMPANG**

Nama : Pendi Maita Yunas  
NRP : 3112106002  
Jurusan : Teknik Sipil – FTSP - ITS  
Dosen Pembimbing : Budi Suswanto, ST, MT, Ph.D  
Ir. Heppy Kristijanto, MS

## **ABSTRAK**

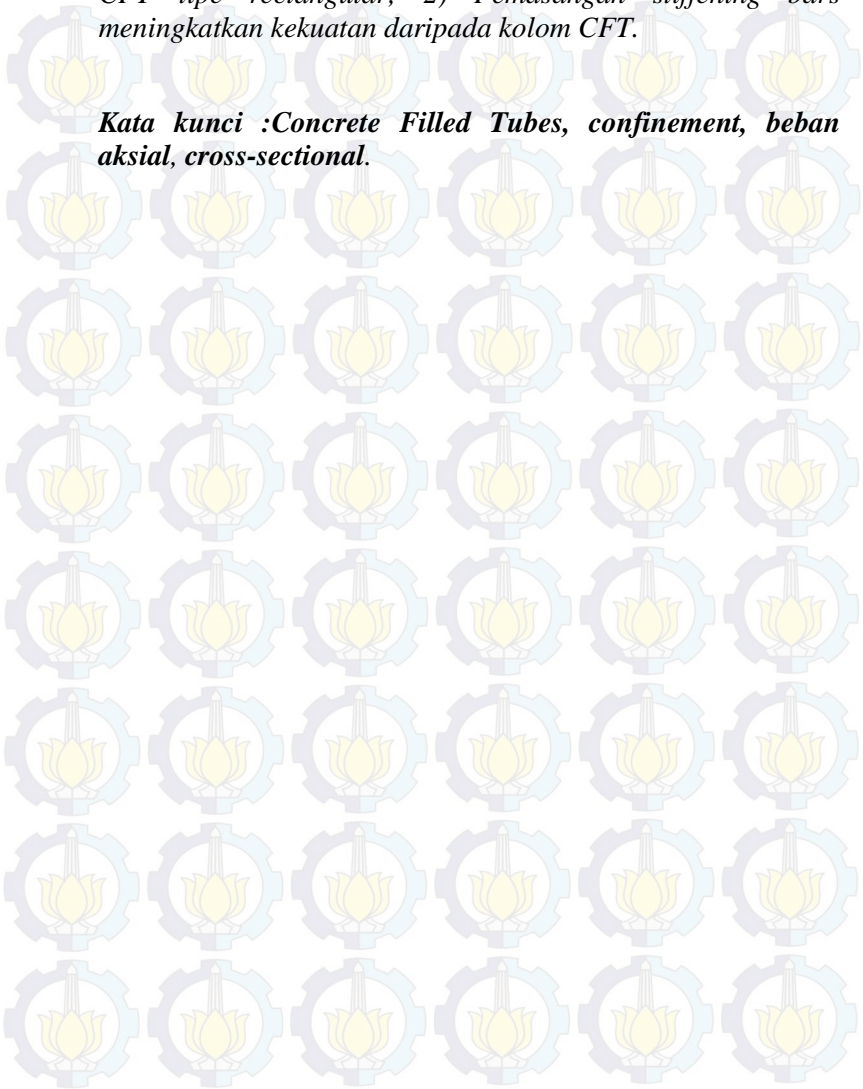
*Salah satu profil baja komposit yang digunakan adalah baja yang berintikan beton atau Concrete Filled Steel Tube (CFT). Profil ini telah menunjukkan kinerja structural seperti kekuatan, kekakuan dan daktilitas yang lebih baik daripada beton bertulang. Secara konvensional, CFT didesain dari bentuk tabung baja (steel tube) yang meliputi penampang berongga persegi, lingkaran, persegi panjang dan elips. Menurut Penelitian terdahulu, perilaku perubahan beban aksial kolom sangat dipengaruhi oleh bentuk cross-sectional, rasio diameter/lebar terhadap ketebalan dari steel tube dan kekuatan dari beton isi (filled concrete)*

*Dalam Tugas Akhir ini menganalisa bahwa pada kolom Concrete Filled Steel Tube (CFT) terdapat perbedaan kekuatan aksial antara penampang berbentuk lingkaran dengan persegi. Maka perlu perhatian khusus terhadap berbagai jenis bentuk cross-sectional pada kolom CFT terhadap kekuatan aksial yang dapat diterima.*

*Hasil yang diperoleh dari Tugas Akhir ini dapat diringkas sebagai berikut : 1) Kolom CFT tipe circular memiliki kapasitas penampang aksial tekan lebih besar daripada kolom*

*CFT tipe rectangular; 2) Pemasangan stiffening bars meningkatkan kekuatan daripada kolom CFT.*

***Kata kunci :Concrete Filled Tubes, confinement, beban aksial, cross-sectional.***



# BEHAVIOUR STUDY OF THE COMPARISON OF CONCRETE FILLED STEEL TUBE COLUMN IN VARIATION OF CROSS SECTIONAL

Student Name : Pendi Maita Yunas  
NRP : 3112106002  
Department : Teknik Sipil – FTSP - ITS  
Supervisor : Budi Suswanto, ST, MT, Ph.D  
Ir. Heppy Kristijanto, MS

## ABSTRACT

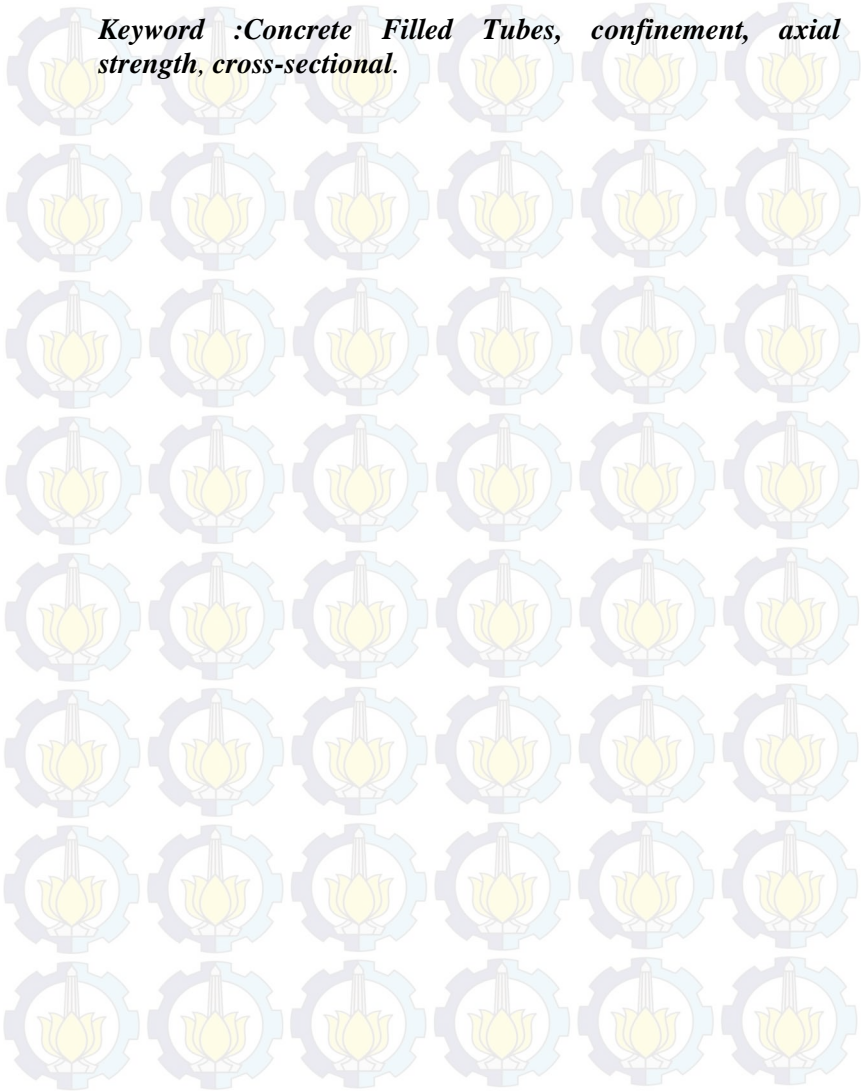
*One of the composite steel that have been used is Concrete filled Steel Tube (CFT). This profile has shown greater structural performance such as strength, stiffness, and ductility than reinforcement concrete. Conventionally, CFT is designed from steel tube which includes hollowed square, circle and elips. From the earlier experiment, behavior of column axial load change is strongly influenced by the cross-sectional shape, the ratio of the diameter / width to the thickness of the steel tube and the strength of the filled concrete*

*In this final project analyzes that there is a difference between the axial strength of circular cross sectional and rectangular cross sectional in Concrete Filled Steel Tube (CFT). Then need special attention to different types of cross-sectional shape on the CFT column to the axial force which may be accepted.*

*The results of this final project can be summarized as follows: 1) the type of circular CFT column has axial strength capacity greater than the type of rectangular CFT columns; 2) Installation of stiffening bars is increasing the strength of CFT column.*



***Keyword :Concrete Filled Tubes, confinement, axial strength, cross-sectional.***



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan banyak nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus dan sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Budi Suswanto, ST, MT, PhD sebagai dosen pembimbing I Tugas Akhir, dosen wali, serta Ketua Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS Surabaya yang telah memberikan banyak ilmu, bimbingan, masukan, dan motivasi kepada penulis
2. Bapak Ir. Heppy Kristijanto, Ms sebagai dosen pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan bimbingannya kepada penulis.
3. Teman-teman Lintas Jalur Teknik Sipil angkatan 2012 yang telah berbagi pengetahuan, pengalaman baik dalam hidup maupun akademis.
4. Pak So, Pak Jun dan seluruh Staf administrasi pengajaran Lintas Jalur Teknik Sipil ITS yang selalu membantu dari awal perkuliahan hingga selesai.
5. Seluruh pihak yang telah membantu penulis sehingga tugas akhir ini dapat selesai.

Penulis berharap laporan ini nantinya dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Januari 2015

Penulis



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xxi

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Manfaat Penulisan.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Umum.....	5
2.2 Kolom Komposit.....	5
2.3 Kekuatan Aksial Kolom Komposit.....	6
2.3.2 LRFD Design.....	6
2.4 Tekuk Local Buckling pada Concrete Filled Steel Tube.....	7
2.5 Kapasitas Concrete Filled Steel Tube dalam Menerima Beban Aksial.....	7
2.6 Syarat Penampang Benda Uji.....	8
2.7 Hasil Eksperimental Concrete Filled Steel Tube.....	8

### **BAB III METODOLOGI**

3.1 Diagram Alur.....	11
3.2 Studi Literatur.....	12

3.3	Kriteria untuk Komposit Bagi Komponen Struktur Tekan .....	13
3.4	Analisis Kekuatan Kolom Komposit .....	14
3.5	Analisa Penampang Struktur dengan Menggunakan XTRACT .....	15
3.6	Analisa Perilaku Struktur dengan Menggunakan ABAQUS .....	16

#### **BAB IV KONTROL PENAMPANG**

4.1.	Concrete Filled Steel Tube (CFT) Tipe Circular .....	19
4.1.1	Kolom Benda Uji Diameter 111,25 mm .....	19
4.1.2	Kolom Benda Uji Diameter 160 mm .....	23
4.2.	Concrete Filled Steel Tube (CFT) Tipe Rectangular .....	27
4.2.1	Kolom Benda Uji Panjang Sisi 87,38 mm .....	27
4.2.2	Kolom Benda Uji Panjang Sisi 125,66 mm .....	31

#### **BAB V ANALISA PERILAKU KOLOM CONCRETE FILLED STEEL TUBE DENGAN ABAQUS 6.10**

5.1	Analisa Perilaku CFT Tipe Circular Tanpa Pengaku .....	37
5.1.1	Parts .....	37
5.1.2	Material .....	39
5.1.3	Assembly .....	40
5.1.4	Step .....	41
5.1.5	Interaction .....	41
5.1.6	Load .....	42
5.1.7	Meshing .....	43
5.1.8	Hasil Analisa Abaqus 6.10 .....	43
5.1.8.1	Regangan .....	44
5.1.8.2	Tegangan .....	47
5.2	Analisa Perilaku CFT Tipe rectangular Tanpa Pengaku .....	49
5.2.1	Hasil Analisa Abaqus 6.10 .....	49

5.2.1.1	Regangan.....	49
5.2.1.2	Tegangan.....	52
5.3	Analisa PERilaku CFT Dengan Stiffening Bar Sebagai Pengaku.....	54
5.3.1	Hasil Analisa Abaqus 6.10.....	54
5.3.1.1	Regangan.....	54
5.3.1.2	Tegangan.....	57
5.4	Perbandingan Hasil Perilaku CFT Tanpa dan Dengan Stiffening Bar Sebagai Pengaku.....	59
5.5.1	Verifikasi Perilaku CFT Menggunakan Abaqus 6.10 Dengan Hasil Eksperimental (Baig et al, 2006).....	61

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran.....	64

## **DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kolom Baja Berselubung Beton .....	5
Gambar 2.2 Kolom Baja Berintikan Beton .....	5
Gambar 2.3 Hubungan Tegangan – Regangan Benda Uji CFT Tanpa Stiffening Bars .....	8
Gambar 2.4 Hubungan Tegangan – Regangan Benda Uji CFT Dengan Stiffening Bars .....	9
Gambar 3.1 Diagram Alur .....	11
Gambar 3.2 Detail Benda Uji .....	13
Gambar 3.3 Penampang kolom <i>rectangular</i> dengan menggunakan program XTRACT .....	15
Gambar 3.4 Penampang kolom <i>circular</i> dengan menggunakan program XTRACT .....	16
Gambar 3.5 Penampang kolom <i>rectangular</i> dengan menggunakan program ABAQUS .....	17
Gambar 3.6 Penampang kolom <i>circular</i> dengan menggunakan program ABAQUS .....	17
Gambar 3.7 Bentuk portal kolom <i>rectangular</i> dengan menggunakan program ABAQUS .....	18
Gambar 3.8 Bentuk portal kolom <i>circular</i> dengan menggunakan program ABAQUS .....	18
Gambar 5.1 profil baja dengan $D_o = 111,25$ mm, $t = 2,5$ mm dan panjang 750 mm .....	38
Gambar 5.2 profil beton dengan $D_i = 106,25$ mm dan panjang 750 mm .....	38
Gambar 5.3 profil baja dan beton disatukan dengan <i>Assembly</i> .....	40
Gambar 5.4 <i>rotation</i> sebesar $90^\circ$ .....	41
Gambar 5.5 <i>Interaction</i> .....	42
Gambar 5.6 Perletakan dan Pembebanan .....	42
Gambar 5.7 <i>Meshing</i> .....	43
Gambar 5.8 Hasil Analisa Abaqus Tipe <i>Circular</i> .....	44

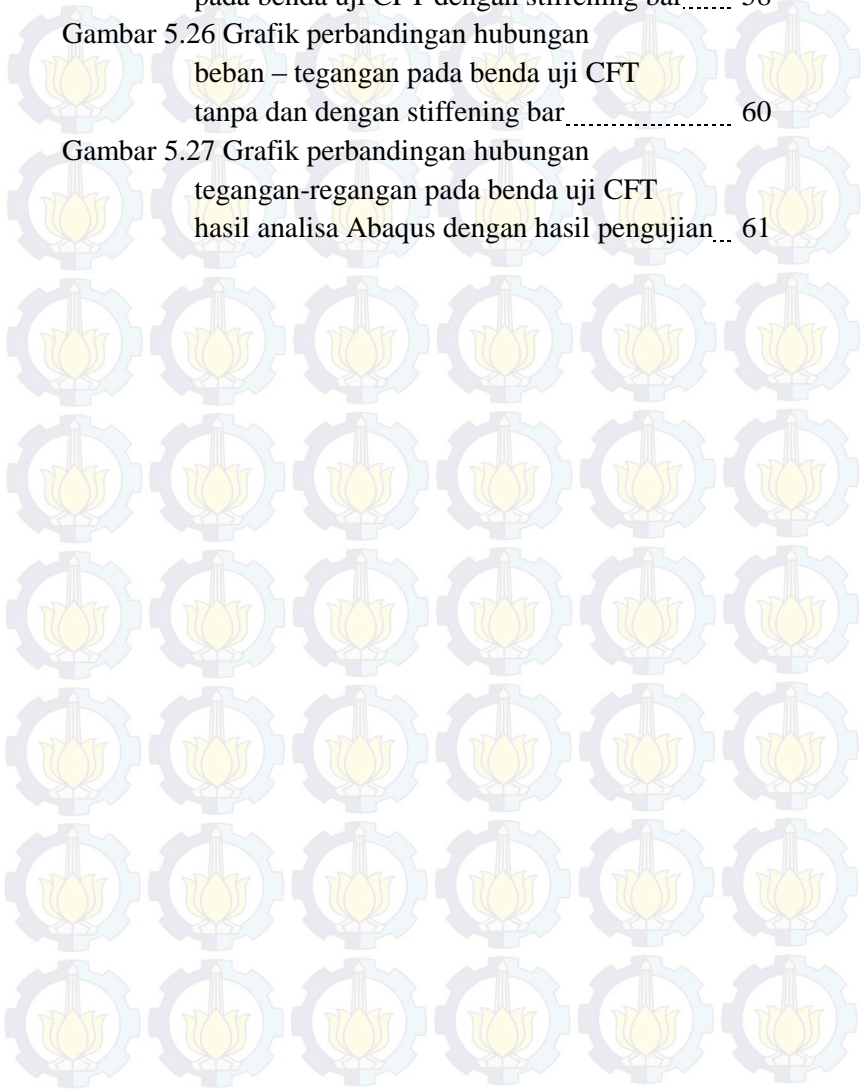


Gambar 5.9 Hasil Regangan pada elemen <i>CFT</i> Tipe <i>Circular</i> .....	44
Gambar 5.10 Grafik hubungan tegangan – regangan pada benda uji <i>CFT</i> Tipe <i>Circular</i> (CF 1).....	45
Gambar 5.11 Grafik hubungan tegangan – regangan pada benda uji <i>CFT</i> Tipe <i>Circular</i> (CF 2).....	46
Gambar 5.12 Hasil Tegangan pada elemen <i>CFT</i> Tipe <i>Circular</i> .....	47
Gambar 5.13 Grafik hubungan beban – tegangan pada benda uji <i>CFT</i> Tipe <i>Circular</i> (CF 1).....	48
Gambar 5.14 Grafik hubungan beban – tegangan pada benda uji <i>CFT</i> Tipe <i>Circular</i> (CF 2).....	48
Gambar 5.16 Hasil Regangan pada elemen <i>CFT</i> Tipe <i>Rectangular</i> .....	49
Gambar 5.17 Grafik hubungan tegangan – regangan pada benda uji <i>CFT</i> Tipe <i>Rectangular</i> (SF 1) ..	50
Gambar 5.18 Grafik hubungan tegangan – regangan pada benda uji <i>CFT</i> Tipe <i>Rectangular</i> (SF 2)..	51
Gambar 5.19 Hasil Tegangan pada elemen <i>CFT</i> Tipe <i>Rectangular</i> .....	52
Gambar 5.20 Grafik hubungan beban – tegangan pada benda uji <i>CFT</i> Tipe <i>Rectangular</i> (SF 1)..	53
Gambar 5.21 Grafik hubungan beban – tegangan pada benda uji <i>CFT</i> Tipe <i>Rectangular</i> (SF 2)..	53
Gambar 5.22 Hasil Regangan pada elemen <i>CFT</i> dengan <i>Stiffening Bars</i> .....	54
Gambar 5.23 Grafik hubungan tegangan – regangan pada benda uji <i>CFT</i> dengan stiffening bar.....	56
Gambar 5.24 Hasil Tegangan pada elemen <i>CFT</i> dengan <i>Stiffening Bars</i> .....	57

Gambar 5.25 Grafik hubungan beban – tegangan  
pada benda uji CFT dengan stiffening bar..... 58

Gambar 5.26 Grafik perbandingan hubungan  
beban – tegangan pada benda uji CFT  
tanpa dan dengan stiffening bar..... 60

Gambar 5.27 Grafik perbandingan hubungan  
tegangan-regangan pada benda uji CFT  
hasil analisa Abaqus dengan hasil pengujian... 61

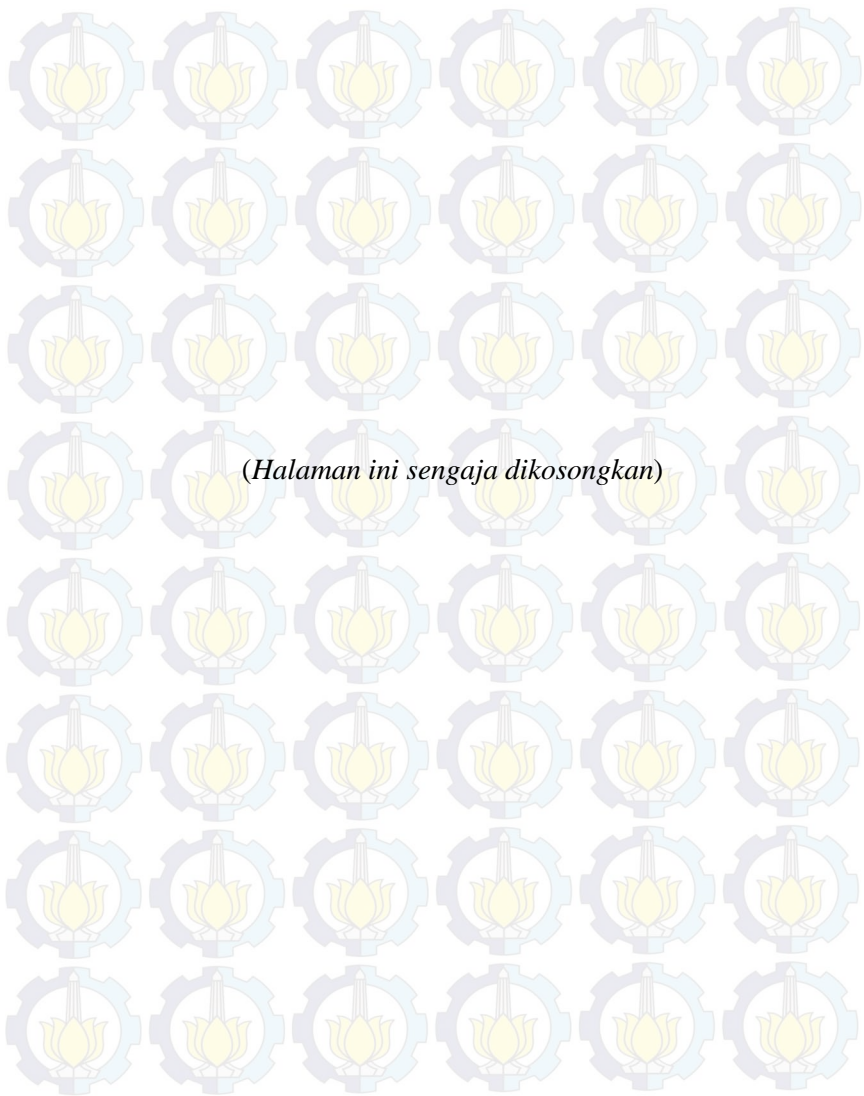




*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil Perhitungan Kontrol Penampang Kolom CFT.....	35
Tabel 5.1	Hasil Regangan pada benda uji tipe circular.....	45
Tabel 5.2	Hasil Tegangan pada benda uji tipe circular.....	47
Tabel 5.3	Hasil Regangan pada benda uji tipe Rectangular.....	50
Tabel 5.4	Hasil Tegangan pada benda uji tipe rectangular.....	52
Tabel 5.5	Hasil Regangan pada benda uji CFT dengan stiffening bar.....	55
Tabel 5.6	Hasil Tegangan pada benda uji CFT dengan stiffening bar.....	58



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Baja merupakan salah satu bahan konstruksi yang penting karena bersifat duktail. Duktail adalah kemampuan untuk berdeformasi secara nyata baik dalam tegangan maupun regangan sebelum terjadi kegagalan. Salah satu profil baja komposit yang digunakan adalah baja yang berintikan beton atau *Concrete Filled Steel Tube (CFT)*. Profil ini telah menunjukkan kinerja struktural seperti kekuatan, kekakuan dan daktilitas yang lebih baik daripada beton bertulang. Secara konvensional, *CFT* didesain dari bentuk tabung baja (*steel tube*) yang meliputi penampang berongga persegi, lingkaran, persegi panjang dan elips.

Menurut hasil penelitian, kekuatan aksial ultimate kolom *CFT* dipengaruhi oleh ketebalan tabung baja (*steel tube*), serta bentuk potongan melintang penampang. Di sisi lain, perilaku perubahan beban aksial kolom ini sangat dipengaruhi oleh bentuk *cross-sectional*, rasio diameter/lebar terhadap ketebalan dari *steel tube* dan kekuatan dari beton isi (*filled concrete*) (Giakoumelis dan Lam, 2003).

Untuk itu alasan Tugas Akhir ini dianalisa karena pada kolom *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* terdapat perbedaan kekuatan aksial antara penampang berbentuk lingkaran dengan persegi. Maka perlu perhatian khusus terhadap berbagai jenis bentuk *cross-sectional* pada kolom *CFT* terhadap kekuatan aksial yang dapat diterima.

Fokus pada Tugas Akhir ini adalah untuk mempelajari perilaku efek bentuk *cross-sectional*, rasio diameter/lebar terhadap ketebalan *steel tube* dan kekuatan *filled concrete* pada elemen struktur kolom *CFT* yang berhubungan dengan efek pengekangan (*confining effect*) dan efek penahanan (*restraining effect*).

## 1.2 Permasalahan

Permasalahan yang akan dikaji dalam studi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perbedaan kekuatan aksial dari hasil pengujian *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* yang dilakukan oleh Baig, Jiansheng dan Jianguo terhadap bentuk cross-sectional yang berbeda?
2. Bagaimana perilaku elemen kolom dari hasil pengujian *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* tipe *rectangular* dan *circular* yang telah dilakukan oleh Baig, Jiansheng dan Jianguo?
3. Bagaimana verifikasi hasil Abaqus dengan hasil eksperimental yang telah dilakukan oleh Baig, Jiansheng dan Jianguo pada elemen kolom *CFT (Concrete Filled Steel Tube)* tipe *rectangular* dan *circular*?

## 1.3 Tujuan

Dari permasalahan yang ada di atas, adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengetahui perilaku elemen kolom dari pengujian *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* tipe *rectangular* dan *circular* yang telah dilakukan oleh Baig, Jiansheng dan Jianguo.
2. Mengetahui perbedaan kekuatan aksial dari hasil pengujian *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* yang telah dilakukan oleh Baig, Jiansheng dan Jianguo terhadap perbedaan bentuk cross-sectional.
3. Mengetahui verifikasi hasil Abaqus dengan hasil eksperimental yang telah dilakukan oleh Baig, Jiansheng dan Jianguo pada elemen kolom *CFT (Concrete Filled Steel Tube)* tipe *rectangular* dan *circular*.

#### 1.4 Manfaat Penulisan

Dari tujuan penulisan di atas, diharapkan Tugas Akhir ini memberi manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai rekomendasi perbedaan kekuatan pada *Concrete Filled Steel Tube* dengan jenis penampang yang berbeda.

#### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam analisa ini adalah :

1. Tidak melakukan pengujian, hanya menganalisa kekuatan aksial kolom komposit CFT dengan bantuan software bantu.
2. Tidak membahas sambungan elemen struktur.
3. Tidak membahas detail metode pelaksanaan.
4. Tidak membahas rencana anggaran biaya.





## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

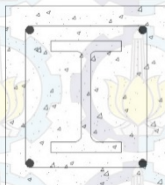
Sistem struktur komposit terbentuk dengan adanya interaksi antara komponen – komponen struktur baja dan beton yang masing – masing karakteristik dasar materialnya dimanfaatkan secara optimal.

Karakteristik – karakteristik penting yang dimiliki baja adalah kekuatan yang tinggi, modulus elastisitas yang tinggi dan daktilitas yang tinggi. Sedangkan karakteristik – karakteristik yang penting pada beton adalah sifat ketahanan yang baik terhadap api, kuat terhadap gaya tekan, mudah dibentuk dan relatif murah.

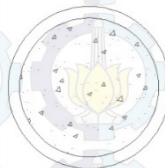
#### 2.2 Kolom Komposit

Ada dua tipe kolom komposit, yaitu :

1. Kolom komposit yang terbuat dari profil baja yang diberi selubung beton di sekelilingnya ( kolom baja berselebung beton )
2. Kolom komposit yang terbuat dari penampang baja berongga ( kolom baja berintikan beton )



Gambar 2.1. Kolom Baja Berselebung Beton



Gambar 2.2. Kolom Baja Berintikan Beton

## 2.3 Kekuatan Aksial Kolom Komposit

### 2.3.1 LRFD Design

Beban untuk kolom komposit dirumuskan sebagai berikut :

$$F_{my} = f_y + c_2 f_c \left( A_c / A_a \right) \quad (1)$$

dimana  $c_2 = 0,85$

serta :

$$E_m = E_a + c_3 E_c \left( A_c / A_a \right) \quad (2)$$

Dimana  $E_a$  adalah modulus elastisitas baja dan  $c_3 = 0,4$

$$\lambda_c = \frac{K L}{\pi r_m} \sqrt{\frac{F_{my}}{E_m}} \quad (3)$$

$$F_{cr} = \frac{F_{my}}{\omega} \quad (4)$$

dimana untuk  $\lambda_c \leq 0,25$  nilai  $\omega = 1$ , untuk  $0,25 < \lambda_c \leq 1,2$  nilai  $\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$ , untuk  $\lambda_c \geq 0,25$  nilai  $\omega = 1,25 \lambda_c^2$

Sehingga kekuatan nominal  $P_n$  dapat dihitung dengan rumus :

$$P_n = A_a F_{cr} \quad (5)$$

## 2.4 Tekuk *Local Buckling* pada *Concrete Filled Steel Tube*

Pada kolom komposit (kolom baja berintikan beton) memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan, kekakuan dan daktilitas. Tekuk local buckling pada pelat baja dipengaruhi oleh tekanan dari inti beton.

Koefisien tekuk pada pelat yang elastis mengalami perubahan koefisien dari 4,00 untuk koefisien dari kolom baja tanpa inti beton menjadi 10,6 untuk kolom baja dengan inti beton, akibatnya, tekuk pelat mengalami peningkatan regangan 2,65 kalidari regangan kolom baja tanpa inti beton (Ziemian,2010). Demikian juga hasil dari penelitian Bradford menunjukkan bahwa elastisitas local buckling pada profil hollow tanpa inti beton meningkat 1,73 kali dari hollow dengan inti beton (Bradford et al,2002)

## 2.5 Kapasitas *Concrete Filled Steel Tube* dalam Menerima Beban Aksial (Baig et al, 2006)

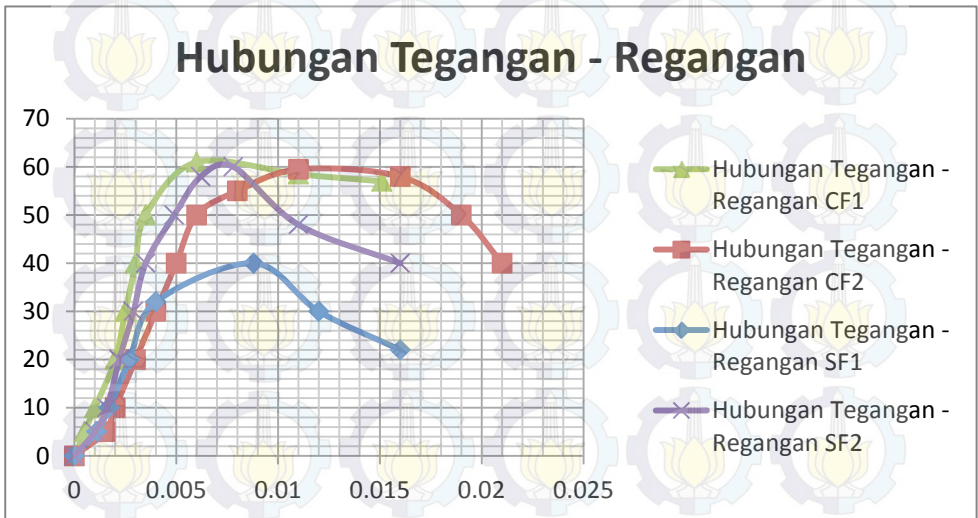
Marking	$D$ mm	$A_s$ mm <sup>2</sup>	$A_c$ mm <sup>2</sup>	$P_u$ / kN					
				Tested	LRFD	ACI	EC4	Chinese	By Eq. (5)
4CH	160.00	1237	0	290	341	341	309	341	309.25
4CF	160.00	1237	18 869	1153	698	784	909	1237	986.27
4CFB	160.00	1237	18 869	1090	698	784	909	1237	986.27
6CH	111.25	854	0	237	235	235	214	235	213.50
6CF	111.25	854	8866	526	380	443	454	685	531.61
6CFB	111.25	854	8866	422	380	443	454	685	531.61
4SH	125.66	1231	0	179	339	339	308	339	307.75
4SF	125.66	1231	14 559	594	551	681	788	1061	830.13
4SFB	125.66	1231	14 559	595	551	681	788	1061	830.13
6SH	87.38	848	0	215	234	234	212	234	212.00
6SF	87.38	848	6786	450	293	393	428	598	455.48
6SFB	87.38	848	6786	407	293	393	428	598	455.48

## 2.6 Syarat Penampang Benda Uji (Baig et al, 2006)

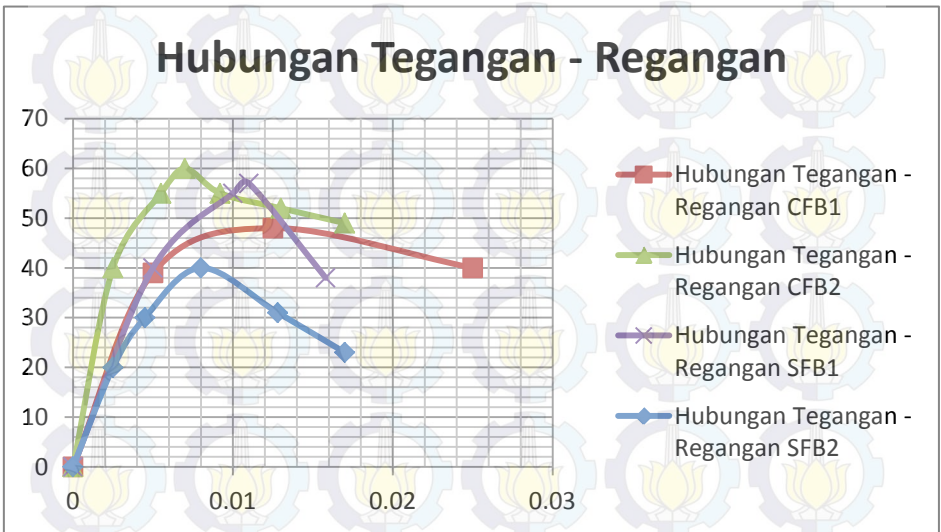
	ACI <sup>[4]</sup> and LRFD <sup>[5]</sup>		EC4 <sup>[3]</sup>		CECS 28:90 <sup>[2]</sup>	
	Equation	Value	Equation	Value	Equation	Value
Circular sections	$\frac{D}{t} \leq \sqrt{\frac{8E_s}{f_y}}$	80.0	$\frac{D}{t} \leq 90 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$	85.0	$20 \sqrt{\frac{235}{f_y}} \leq \frac{D}{t} \leq 85 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$	Except for 4 mm minimum "r", all other requirements were satisfied
Square sections	$\frac{B}{t} \leq \sqrt{\frac{3E_s}{f_y}}$	49.2	$\frac{B}{t} \leq 52 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$	50.6		

## 2.7 Hasil Eksperimental Concrete Filled Steel Tube (Baig et al, 2006)

Hasil perilaku kolom Concrete Filled Steel Tube dari pengujian yang dilakukan oleh Baig, Jiansheng dan Jianguo disajikan dalam grafik di bawah ini.



Gambar 2.3 Hubungan Tegangan – Regangan Benda Uji CFT Tanpa Stiffening Bars



Gambar 2.3 Hubungan Tegangan – Regangan Benda Uji CFT Dengan Stiffening Bars

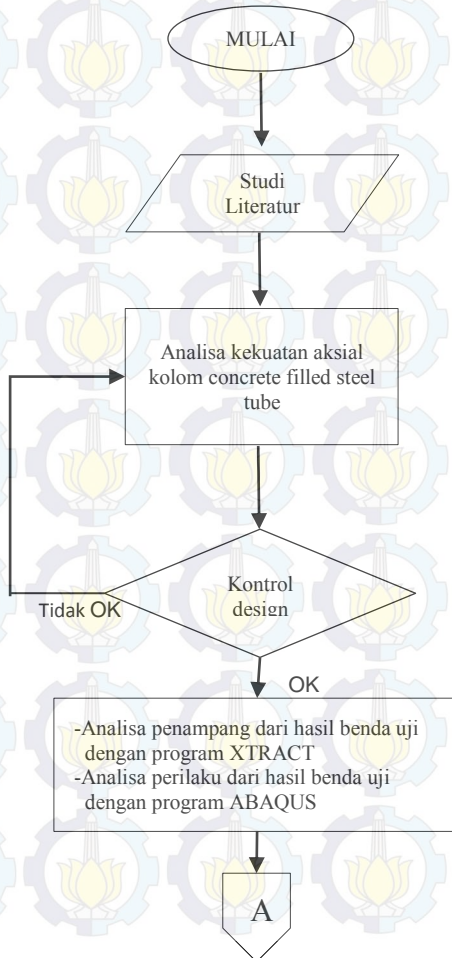


*Halaman ini sengaja dikosongkan*

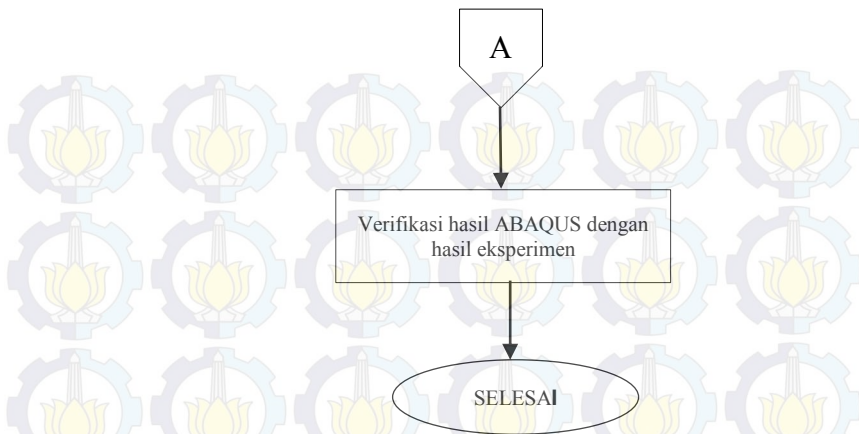
## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Diagram Alur

Diagram alur penulisan Tugas akhir dapat dilihat pada Gambar. 3.1:





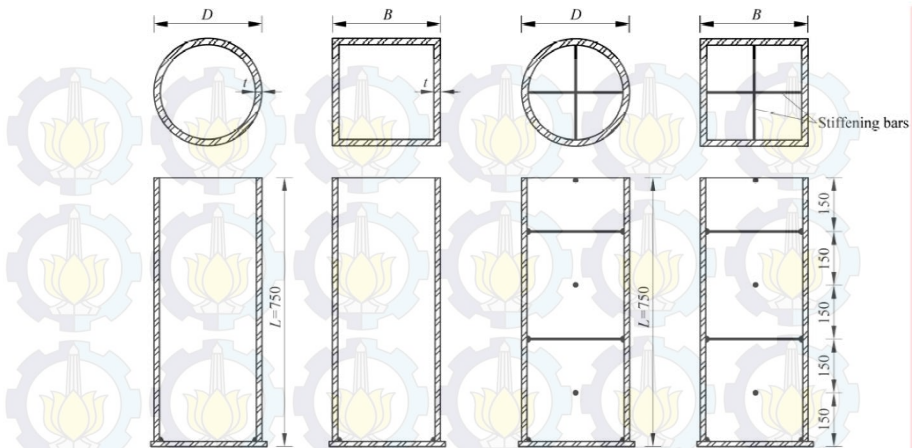


Gambar 3. 1. Diagram Alur

### 3.2 Studi Literatur

Dalam Penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya oleh Muhammad Naseem Baig, FAN Jiansheng, dan NIE Jianguo. Pada penelitian tersebut mencoba mempelajari perilaku beban aksial kolom komposit dengan menggunakan benda uji sebanyak 28 benda uji dengan rincian sebagai berikut :

Tipe dan Ukuran	kode
111,25 mm lingkaran dengan beton inti	CF 1
111,25 mm lingkaran dengan beton inti dan pengaku	CFB 1
160 mm lingkaran dengan beton inti	CF 2
160 mm lingkaran dengan beton inti dan pengaku	CFB 2
87,38 mm persegi dengan beton inti	SF 1
87,38 mm persegi dengan beton inti dan pengaku	SFB 1
125,66 mm persegi dengan beton inti	SF 2
125,66 mm persegi dengan beton inti dan pengaku	SFB 2
Total : 8 Jenis benda uji	



Gambar 3.2 Detail Benda Uji

Keterangan : t (tebal) pelat baja adalah 2,5 mm

Dari 8 jenis benda uji ini akan dibandingkan perilaku kolom komposit *concrete filled steel tube* tipe *circular* dengan *rectangular*, serta kolom komposit *concrete filled steel tube* menggunakan *stiffening bars* dengan tidak menggunakan *stiffening bar*.

### 3.3 Kriteria untuk Kolom Komposit bagi Komponen Struktur Tekan (SNI 03-1729-2002 Ps.12.3.1) :

Pada SNI butir 12.3 memberikan batasan (12.3.1) kriteria untuk komponen struktur tekan komposit, yaitu :

1. Luas penampang profil baja minimal sebesar 4% dari luas penampang komposit total
2. Mutu beton yang digunakan tidak lebih tinggi daripada 55 MPa dan tidak kurang dari 21 MPa ( $21 \text{ MPa} \leq f_{c'} \leq 55 \text{ MPa}$ ) untuk beton normal, dan untuk beton ringan disyaratkan  $28 \text{ MPa} \leq f_{c'} \leq 55 \text{ MPa}$

3. Tegangan leleh profil dan tulangan baja yang digunakan untuk perhitungan kekuatan komposit tidak boleh melebihi 380 MPa ( $f_y$  dan  $f_{yr} \leq 380$  MPa)
4. Tebal minimum dinding pipa baja atau penampang baja berongga yang diisi beton adalah  $b\sqrt{\frac{f_y}{3E}}$  untuk setiap sisi selebar  $b$  pada penampang persegi dan  $D\sqrt{\frac{f_y}{8E}}$  untuk penampang bulat yang mempunyai diameter luar  $D$ .

### 3.4 Analisa Kekuatan Kolom Komposit

Kekuatan aksial rencana kolom komposit ( $\phi_c = 0,85$ )

$$N_u = \phi_c N_n ; N_n = A_s f_{cr} = A_s \frac{f_{my}}{\omega}$$

untuk  $\lambda_c \leq 0,25$  nilai  $\omega = 1$

$$\text{untuk } 0,25 < \lambda_c \leq 1,2 \text{ nilai } \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$$

untuk  $\lambda_c \geq 0,25$  nilai  $\omega = 1,25 \lambda_c^2$

dimana :

$$\lambda_c = \frac{K L}{\pi r_m} \sqrt{\frac{F_{my}}{E_m}} \quad (1)$$

$$F_{my} = f_y + c_1 f_{yr} \left( \frac{A_r}{A_s} \right) c_2 f_c \left( \frac{A_c}{A_s} \right) \quad (2)$$

$$E_m = E_s + c_3 E_c \left( \frac{A_c}{A_s} \right) ; E_c = 0,041 w^{1,5} \sqrt{f_c} \quad (3)$$

untuk pipa baja yang diisi beton :  $c_1 = 1,00$  ,  $c_2 = 0,85$  ,  $c_3 = 0,4$

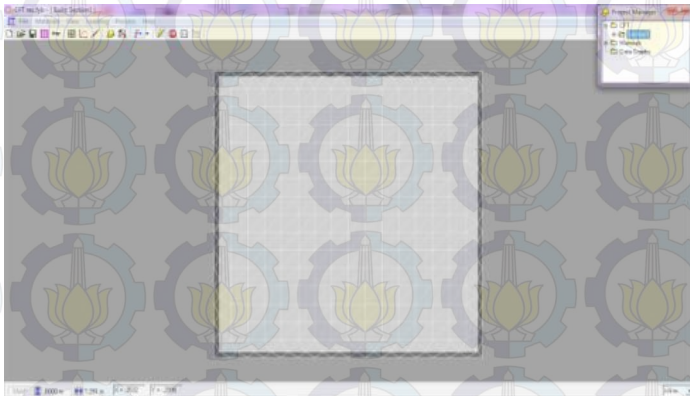
untuk profil baja yang diberi selubung beton :  $c_1 = 0,7$  ,  $c_2 = 0,6$  ,  $c_3 = 0,3$

Pada persamaan diatas nilai  $f_{my}$  diturunkan berdasarkan konsep kompatibilitas regangan antara bahan beton dan baja, sedangkan nilai  $E_m$  ditentukan dengan menggunakan nilai  $E_c$  (modulus beton) yang direduksi.

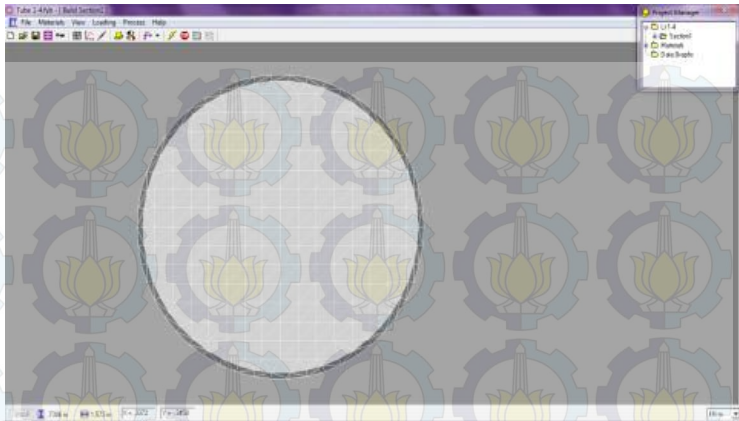
### 3.5 Analisa Penampang Struktur dengan Menggunakan XTRACT

Tahap ini merupakan tahap analisa penampang struktur kolom dengan menggunakan program XTRACT. Dari tahapan ini akan diketahui besarnya kapasitas yang dapat diterima penampang.

XTRACT merupakan suatu program yang digunakan untuk melakukan analisis terhadap perilaku dan kemampuan dari suatu penampang kolom komposit CFT. Penggunaan program XTRACT akan menghasilkan analisis kemampuan kapasitas penampang terhadap beban yang diberikan baik aksial tekan dan tarik maupun momen lentur.



Gambar 3.3 Penampang kolom *rectangular* dengan menggunakan program XTRACT



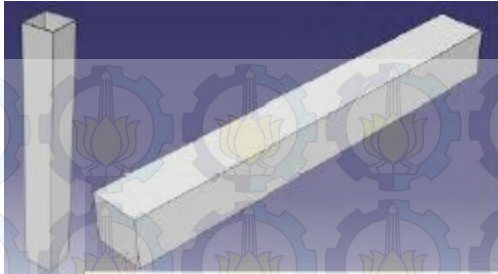
Gambar 3.4 Penampang kolom *circular* dengan menggunakan program XTRACT

### 3.6 Analisa Perilaku Struktur dengan Menggunakan ABAQUS

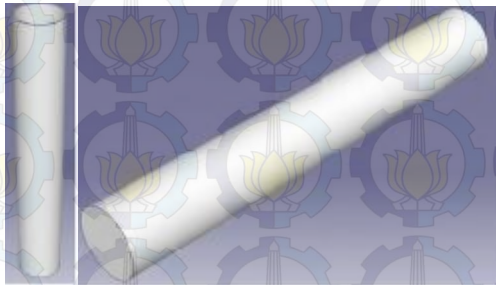
Tahap ini merupakan tahap analisa perilaku struktur kolom dengan menggunakan program ABAQUS. Dari datahapan ini akan diketahui besarnya deformasi, tegangan dan regangan yang terjadi pada kolom baja yang direncanakan. Berikut adalah langkah – langkah dalam permodelan menggunakan ABAQUS.

#### 1. Parts

Tahap ini merupakan permodelan/penggambaran dari bentuk awal geometric struktur dengan menggunakan titik – titik koordinat sesuai dengan masing – masing variasi. Dalam hal ini kolom baja komposit dengan bentuk circular dan rectangular.



Gambar 3.5 Penampang kolom *rectangular* dengan menggunakan program ABAQUS



Gambar 3.6 Penampang kolom *circular* dengan menggunakan program ABAQUS

## 2. Materials

Dalam tahap ini dilakukan pendefinisian / penentuan jenis material yang digunakan untuk masing – masing elemen.

## 3. Assembly

Tahap ini merupakan penggabungan elemen – elemen yang telah dibuat menjadi satu kesatuan.



Gambar 3.7 Bentuk portal kolom *rectangular* dengan menggunakan program ABAQUS

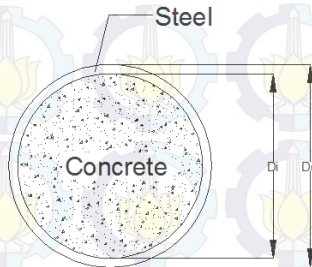


Gambar 3.8 Bentuk portal kolom *circular* dengan menggunakan program ABAQUS

## BAB IV KONTROL PENAMPANG

### 4.1 *Concrete Filled Steel Tube (CFT) Tipe Circular*

#### 4.1.1 Kolom Benda Uji Diameter 111,25 mm



Profil Concrete Filled Steel Tube  
Tipe Circular

Data benda uji :

- $D_o$  = 111,25 mm
- $t$  = 2,5 mm
- $D_i$  = 106,25 mm

Data mutu bahan :

- $f_y$  = 250 Mpa
- $f'_c$  = 27,59 MPa
- $E_s$  = 200000 Mpa

Cek ketebalan minimum profil baja :

$$m n \quad o \quad \sqrt{\frac{f}{\dots}} \quad \dots \quad \sqrt{\frac{f}{\dots}} \quad \dots \quad \text{(OK)}$$



**Cek luas penampang minimum profil baja :**

$$A_s = \frac{1}{4} \pi (D_o^2 - D_i^2) = \frac{1}{4} \times \pi \times (111,25^2 - 106,25^2) \\ = 854 \text{ mm}^2$$

$$A_c = \frac{1}{4} \pi D_i^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 106,25^2 = 8866 \text{ mm}^2$$

Rasio luas penampang baja :

$$\frac{A_s}{A_s + A_c} = \frac{854}{854 + 8866} \times 100\% = 8,78\% > 4\% \dots\dots (\text{OK})$$

**Modifikasi tegangan leleh kolom komposit ( $f_{my}$ ) :**

Koefisien  $c_1, c_2, c_3$  untuk pipa baja diisi beton adalah :

$$- C_1 = 1,00$$

$$- C_2 = 0,85$$

$$- C_3 = 0,40$$

Maka :

$$f_{my} = f_y + \left( C_2 \cdot f_c' \cdot \frac{A_c}{A_s} \right) = 250 + \left( 0,85 \times 27,59 \times \frac{8866}{854} \right) \\ = 493,47 \text{ Mpa}$$

**Modifikasi modulus elastisitas kolom komposit ( $E_m$ ) :**

$$\sqrt{f}$$

$$\sqrt{p}$$

keterangan :

$$w = \text{berat jenis beton} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$m \left( \frac{\text{---}}{\text{---}} \right) \left( \frac{\text{---}}{\text{---}} \right)$$

**Jari-jari girasi modifikasi :**

$$r_m = \frac{\sqrt{D_o^2 + D_i^2}}{4} = \frac{\sqrt{111,25^2 + 106,25^2}}{4} = 38,459 \text{ mm}$$

**Parameter kelangsingan ( $\lambda_c$ ) :**

$$\lambda_c = \frac{kl}{r_m \cdot \pi} \times \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} = \frac{1 \times 750}{38,459 \times \pi} \times \sqrt{\frac{493,47}{305149,31}}$$

$$= 0,2496 \approx 0,25$$

Karena  $\lambda_c \leq \lambda_{cr} = 1$  (SNI 1729 – 2002 pasal 7.6.2)

$$f_{cr} = \frac{f_{my}}{\omega} = \frac{493,47}{1} = 493,47 \text{ Mpa}$$

Sehingga :

Daya dukung nominal struktur tekan diperoleh :

$$P_n = A_s \cdot f_{cr} = 854 \times 493,47 = 421423,38 \text{ N}$$

$$= 421,42 \text{ kN}$$

Sedangkan daya dukung nominal struktur tekan dari program Xtract diperoleh = 431,1 kN

**Section Details:**

X Centroid: .6083E-12 mm  
 Y Centroid: .3510E-12 mm  
 Section Area: 94.73 cm<sup>2</sup>

**Loading Details:**

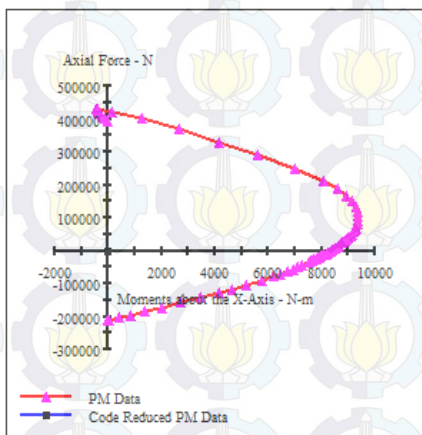
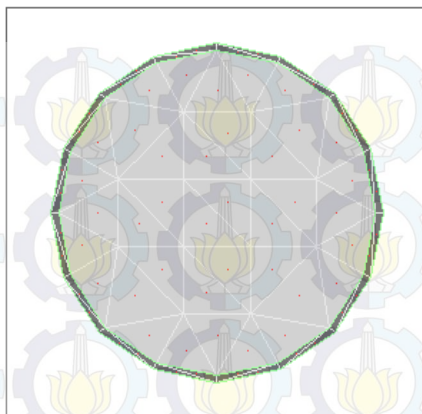
Angle of Loading: 0 deg  
 Number of Points: 100  
 Min. Confined1 Strain: 3.780E-3 Compression  
 Max. Confined1 Strain: 1.0000 Tension  
 Min. Steel1 Strain: 15.00E-3 Compression  
 Max. Steel1 Strain: 15.00E-3 Tension

**Analysis Results:**

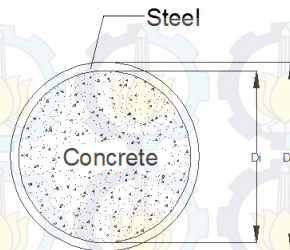
Max. Compression Load: 431.1E+3 N  
 Max. Tension Load: -212.1E+3 N  
 Maximum Moment: 9382 N-m  
 P at Max. Moment: 90.55E+3 N  
 Minimum Moment: -444.7 N-m  
 P at Min. Moment: 428.1E+3 N  
 Moment (Mxx) at P=0: 5808 N-m  
 Max. Code Comp. Load: 0 N  
 Max. Code Ten. Load: 0 N  
 Maximum Code Moment: 0 N-m  
 P at Max. Code Moment: 0 N  
 Minimum Code Moment: 0 N-m  
 P at Min. Code Moment: 0 N

**Comments:**

User Comments



### 4.1.2 Kolom Benda Uji Diameter 160 mm



Profil Concrete Filled Steel Tube  
Tipe Circular

Data benda uji :

- $D_o$  = 160 mm
- $t$  = 2,5 mm
- $D_i$  = 155 mm

Data mutu bahan :

- $f_y$  = 250 Mpa
- $f'_c$  = 27,59 MPa
- $E_s$  = 200000 Mpa

**Cek ketebalan minimum profil baja :**

$$t_{min} = \frac{f_o}{\sqrt{m n}}$$

$$t_{min} = 160 \times \sqrt{\frac{250}{8 \times 2.10^5}} = 2 \text{ mm} < 2,5 \text{ mm} \dots\dots (\text{OK})$$

**Cek luas penampang minimum profil baja :**

$$A_s = \frac{1}{4} \pi (D_o^2 - D_i^2) = \frac{1}{4} \times \pi \times (160^2 - 155^2) = 1237 \text{ mm}^2$$

$$A_c = \frac{1}{4} \pi D_i^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 155^2 = 18869 \text{ mm}^2$$

Rasio luas penampang baja :

$$\frac{A_s}{A_s + A_c} = \frac{1237}{1237 + 18869} \times 100\% = 6,15\% > 4\% \dots\dots (\text{OK})$$

**Modifikasi tegangan leleh kolom komposit ( $f_{mv}$ ) :**

Koefisien  $c_1, c_2, c_3$  untuk pipa baja diisi beton adalah :

-  $C_1 = 1,00$

-  $C_2 = 0,85$

-  $C_3 = 0,40$

Maka :

$$f_{mv} = f_y + \left( C_2 \cdot f_c' \cdot \frac{A_c}{A_s} \right) = 250 + \left( 0,85 \times 27,59 \times \frac{18869}{1237} \right) = 607,76 \text{ Mpa}$$

**Modifikasi modulus elastisitas kolom komposit ( $E_m$ ) :**

$$\sqrt{\frac{f}{p}}$$

keterangan :

w = berat jenis beton =  $2400 \text{ kg/m}^3$

$$m = \left( \frac{\quad}{\quad} \right) \left( \frac{\quad}{\quad} \right)$$

**Jari-jari girasi modifikasi :**

$$r_m = \frac{\sqrt{D_o^2 + D_i^2}}{4} = \frac{\sqrt{160^2 + 155^2}}{4} = 55,692 \text{ mm}$$

**Parameter kelangsingan ( $\lambda_c$ ) :**

$$\lambda_c = \frac{kl}{r_m \cdot \pi} \times \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} = \frac{1 \times 750}{55,692 \times \pi} \times \sqrt{\frac{607,76}{354495,47}}$$

$$= 0,177$$

Karena  $\lambda_c \leq \lambda_{mkn1}$   $\omega = 1$  (SNI 1729 – 2002 pasal 7.6.2)

$$f_{cr} = \frac{f_{my}}{\omega} = \frac{607,76}{1} = 607,76 \text{ Mpa}$$

Sehingga :

Daya dukung nominal struktur tekan diperoleh :

$$P_n = A_s \cdot f_{cr} = 1237 \times 607,76 = 751799,12 \text{ N}$$

$$= 751,80 \text{ kN}$$

Sedangkan daya dukung nominal struktur tekan dari program Xtract diperoleh = 781,6 kN

**Section Details:**

X Centroid: .2902E-12 mm

Y Centroid: .4248E-13 mm

Section Area: 198.3 cm<sup>2</sup>**Loading Details:**

Angle of Loading: 0 deg

Number of Points: 100

Min. Confined1 Strain: 3.780E-3 Compression

Max. Confined1 Strain: 1.0000 Tension

Min. Steel Strain: 15.00E-3 Compression

Max. Steel Strain: 15.00E-3 Tension

**Analysis Results:**

Max. Compression Load: 781.6E+3 N

Max. Tension Load: -308.2E+3 N

Maximum Moment: 22.37E+3 N-m

P at Max. Moment: 217.4E+3 N

Minimum Moment: -1380 N-m

P at Min. Moment: 774.5E+3 N

Moment (Mxx) at P=0: 14.73E+3 N-m

Max. Code Comp. Load: 0 N

Max. Code Ten. Load: 0 N

Maximum Code Moment: 0 N-m

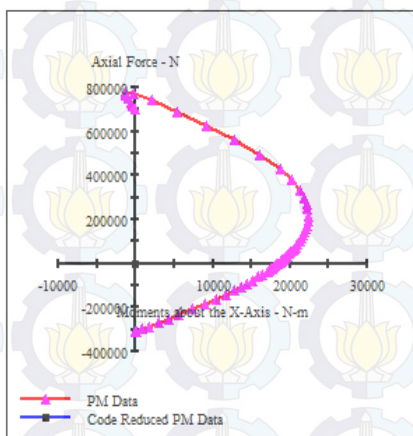
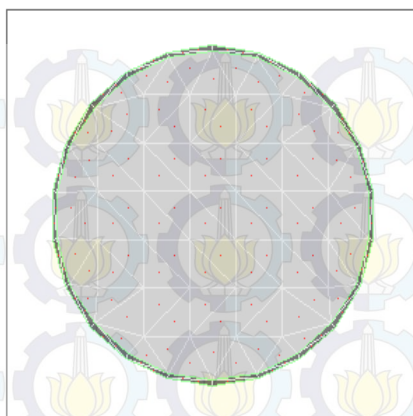
P at Max. Code Moment: 0 N

Minimum Code Moment: 0 N-m

P at Min. Code Moment: 0 N

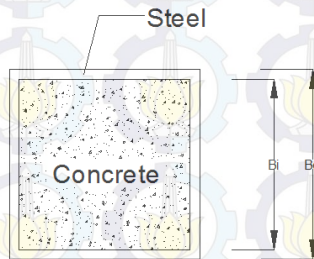
**Comments:**

User Comments



## 4.2 Concrete Filled Steel Tube (CFT) Tipe Rectangular

### 4.2.1 Kolom Benda Uji Panjang Sisi 87,38 mm



Profil Concrete Filled Steel Tube  
Tipe Circular

Data benda uji :

- $B_0$  = 87,38 mm
- $t$  = 2,5 mm
- $B_i$  = 82,38 mm

Data mutu bahan :

- $f_y$  = 250 Mpa
- $f'_c$  = 27,59 MPa
- $E_s$  = 200000 Mpa

**Cek ketebalan minimum profil baja :**

$$t_{\min} = 87,38 \times \sqrt{\frac{f}{8 \times 2.10^5}} = 1,092 \text{ mm} < 2,5 \text{ mm} \dots\dots (\text{OK})$$



**Cek luas penampang minimum profil baja :**

$$A_s = B_o^2 - B_i^2 = 87,38^2 - 82,38^2 = 848 \text{ mm}^2$$

$$A_c = B_i^2 = 82,38^2 = 6786 \text{ mm}^2$$

Rasio luas penampang baja :

$$\frac{A_s}{A_s + A_c} = \frac{848}{848 + 6786} \times 100\% = 11,108\% > 4\% \dots\dots (\text{OK})$$

**Modifikasi tegangan leleh kolom komposit ( $f_{my}$ ) :**

Koefisien  $c_1, c_2, c_3$  untuk pipa baja diisi beton adalah :

$$- C_1 = 1,00$$

$$- C_2 = 0,85$$

$$- C_3 = 0,40$$

Maka :

$$f_{my} = f_y + \left( C_2 \cdot f_c' \cdot \frac{A_c}{A_s} \right) = 250 + \left( 0,85 \times 27,59 \times \frac{6786}{848} \right) \\ = 437,67 \text{ Mpa}$$

**Modifikasi modulus elastisitas kolom komposit ( $E_m$ ) :**

$$\sqrt{f} \quad \sqrt{p}$$

keterangan :

$$w = \text{berat jenis beton} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$m = \left( \frac{w}{2400} \right) \left( \frac{f_c'}{f} \right)$$

**Jari-jari girasi modifikasi :**

$$r_m = \frac{\sqrt{B_o^2 + B_i^2}}{4} = \frac{\sqrt{87,38^2 + 82,38^2}}{4} = 30,023 \text{ mm}$$

**Parameter kelangsingan ( $\lambda_c$ ) :**

$$\lambda_c = \frac{kl}{r_m \cdot \pi} \times \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} = \frac{1 \times 750}{30,023 \times \pi} \times \sqrt{\frac{437,67}{281050,29}}$$

$$= 0,32$$

Karena  $0,25 < \lambda_c < 1,2$  maka nilai  $\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_c}$  (SNI 1729 – 2002 pasal 7.6.2)

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_c} = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \times 0,32} = 1,032$$

$$f_{cr} = \frac{f_{my}}{\omega} = \frac{437,67}{1,032} = 424,099 \text{ Mpa}$$

Sehingga :

Daya dukung nominal struktur tekan diperoleh :

$$P_n = A_s \cdot f_{cr} = 848 \times 424,099 = 359635,952 \text{ N}$$

$$= 359,64 \text{ kN}$$

Sedangkan daya dukung nominal struktur tekan dari program Xtract diperoleh = 382,4 kN

**Section Details:**

X Centroid: -10.60E-3 mm  
 Y Centroid: 82.95E-3 mm  
 Section Area: 76.35 cm<sup>2</sup>

**Loading Details:**

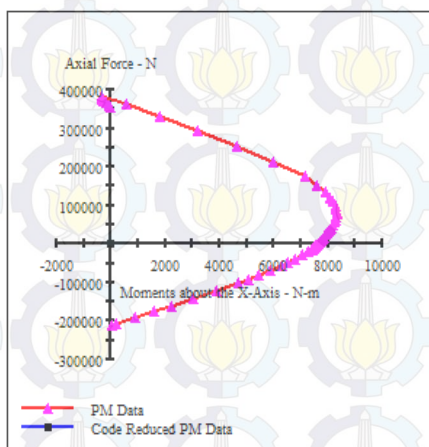
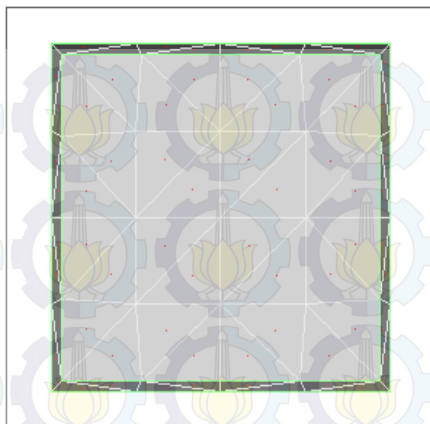
Angle of Loading: 0 deg  
 Number of Points: 100  
 Min. Confined1 Strain: 3.780E-3 Compression  
 Max. Confined1 Strain: 1.0000 Tension  
 Min. Steel1 Strain: 15.00E-3 Compression  
 Max. Steel1 Strain: 15.00E-3 Tension

**Analysis Results:**

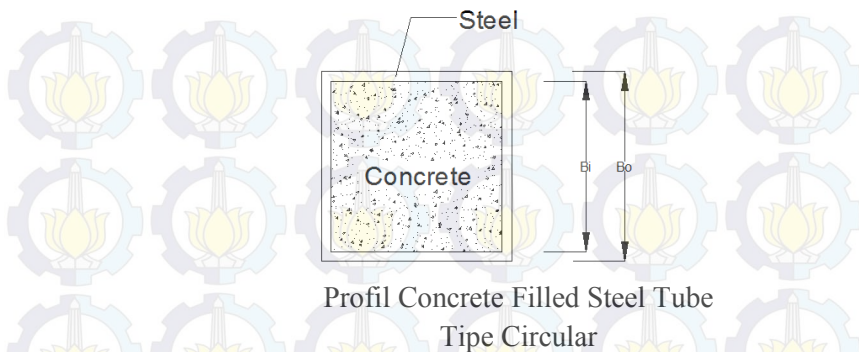
Max. Compression Load: 382.4E+3 N  
 Max. Tension Load: -212.2E+3 N  
 Maximum Moment: 8326 N-m  
 P at Max. Moment: 83.34E+3 N  
 Minimum Moment: -364.5 N-m  
 P at Min. Moment: 381.2E+3 N  
 Moment (M<sub>xx</sub>) at P=0: 5539 N-m  
 Max. Code Comp. Load: 0 N  
 Max. Code Ten. Load: 0 N  
 Maximum Code Moment: 0 N-m  
 P at Max. Code Moment: 0 N  
 Minimum Code Moment: 0 N-m  
 P at Min. Code Moment: 0 N

**Comments:**

User Comments



## 4.2.2 Kolom Benda Uji Panjang Sisi 125,66 mm



Data benda uji :

- $B_o$  = 125,66 mm
- $t$  = 2,5 mm
- $B_i$  = 120,66 mm

Data mutu bahan :

- $f_y$  = 250 Mpa
- $f'_c$  = 27,59 MPa
- $E_s$  = 200000 Mpa

**Cek ketebalan minimum profil baja :**

$$t_{\min} = 125,66 \times \sqrt{\frac{f}{8 \times 2.10^5}} = 1,571 \text{ mm} < 2,5 \text{ mm} \dots\dots (\text{OK})$$

**Cek luas penampang minimum profil baja :**

$$A_s = B_o^2 - B_i^2 = 125,66^2 - 120,66^2 = 1231 \text{ mm}^2$$

$$A_c = B_i^2 = 120,66^2 = 14558 \text{ mm}^2$$

Rasio luas penampang baja :

$$\frac{A_s}{A_s + A_c} = \frac{1231}{1231 + 14558} \times 100\% = 7,797\% > 4\% \dots\dots (\text{OK})$$

**Modifikasi tegangan leleh kolom komposit ( $f_{mv}$ ) :**

Koefisien  $c_1, c_2, c_3$  untuk pipa baja diisi beton adalah :

$$- C_1 = 1,00$$

$$- C_2 = 0,85$$

$$- C_3 = 0,40$$

Maka :

$$f_{mv} = f_y + \left( C_2 \cdot f_c' \cdot \frac{A_c}{A_s} \right) = 250 + \left( 0,85 \times 27,59 \times \frac{14558}{1231} \right) = 527,34 \text{ Mpa}$$

**Modifikasi modulus elastisitas kolom komposit ( $E_m$ ) :**

$$\sqrt{\frac{f}{p}}$$

keterangan :

$$w = \text{berat jenis beton} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$m \left( \frac{\text{---}}{\text{---}} \right) \left( \frac{\text{---}}{\text{---}} \right)$$

**Jari-jari girasi modifikasi :**

$$r_m = \frac{\sqrt{B_o^2 + B_i^2}}{4} = \frac{\sqrt{125,66^2 + 120,66^2}}{4} = 43,553 \text{ mm}$$

**Parameter kelangsingan ( $\lambda_c$ ) :**

$$\lambda_c = \frac{kl}{r_m \cdot \pi} \times \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} = \frac{1 \times 750}{43,553 \times \pi} \times \sqrt{\frac{527,34}{319778,87}} = 0,22$$

Karena  $\lambda_c \leq \lambda_{mkn1}$   $\omega = 1$  (SNI 1729 – 2002 pasal 7.6.2)

$$f_{cr} = \frac{f_{my}}{\omega} = \frac{527,34}{1} = 527,34 \text{ Mpa}$$

Sehingga :

Daya dukung nominal struktur tekan diperoleh :

$$P_n = A_s \cdot f_{cr} = 1231 \times 527,34 = 649155,54 \text{ N} \\ = 649,16 \text{ kN}$$

Sedangkan daya dukung nominal struktur tekan dari program Xtract diperoleh = 674,0 kN

**Section Details:**

X Centroid: -9.411E-3 mm

Y Centroid: 83.19E-3 mm

Section Area: 157.9 cm<sup>2</sup>**Loading Details:**

Angle of Loading: 0 deg

Number of Points: 100

Min. Confined1 Strain: 3.780E-3 Compression

Max. Confined1 Strain: 1.0000 Tension

Min. Steel1 Strain: 15.00E-3 Compression

Max. Steel1 Strain: 15.00E-3 Tension

**Analysis Results:**

Max. Compression Load: 674.0E+3 N

Max. Tension Load: -307.9E+3 N

Maximum Moment: 19.20E+3 N-m

P at Max. Moment: 167.3E+3 N

Minimum Moment: -1126 N-m

P at Min. Moment: 670.9E+3 N

Moment (Mxx) at P=0: 13.77E+3 N-m

Max. Code Comp. Load: 0 N

Max. Code Ten. Load: 0 N

Maximum Code Moment: 0 N-m

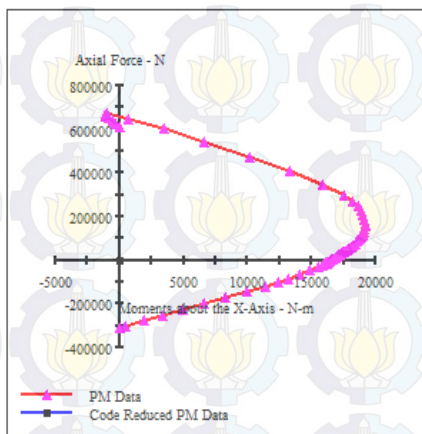
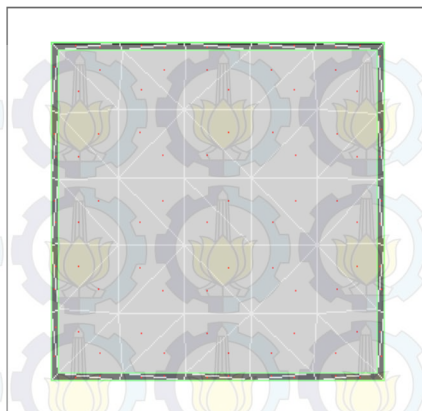
P at Max. Code Moment: 0 N

Minimum Code Moment: 0 N-m

P at Min. Code Moment: 0 N

**Comments:**

User Comments



No	Benda Uji	Do/Bo (mm)	t (mm)	Di/Bi (mm)	Nn (kN)	Ntest (kN)	Nxtract (kN)	% selisih Nn dan Nxtract	Ntest/Nn	Nxtract/Nn
1	CF1	111.25	2.5	106.25	421.420	526	431.1	2.297	1.248	1.023
2	CF2	160	2.5	155	751.800	1153	781.6	3.964	1.534	1.040
3	SF1	87.38	2.5	82.38	359.640	450	382.4	6.329	1.251	1.063
4	SF2	125.66	2.5	120.66	649.160	594	674	3.826	0.915	1.038

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Kontrol Penampang Kolom CFT





*( halaman ini sengaja dikosongkan )*

## **BAB V**

### **ANALISA PERILAKU KOLOM CONCRETE FILLED STEEL TUBE DENGAN ABAQUS 6.10**

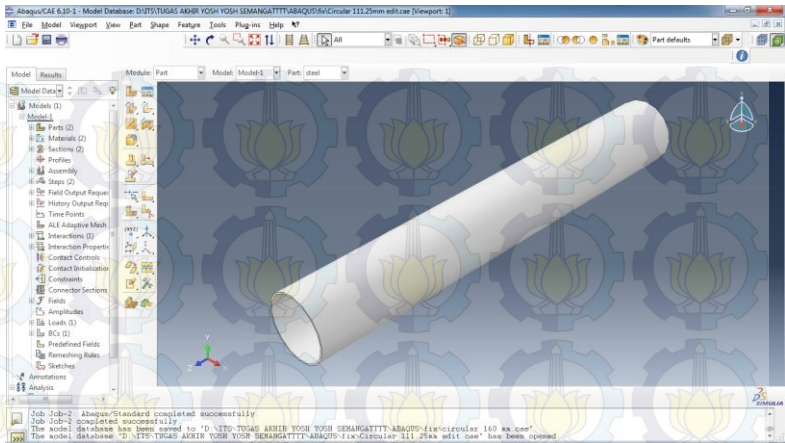
#### **5.1 Analisa Perilaku CFT Tipe Circular Tanpa Pengaku**

Untuk mengetahui perilaku *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* tipe *circular* digunakan software Abaqus 6.10. Permodelan elemen kolom sesuai dengan dimensi dan bentuk yang diinginkan, beserta input data, jenis material, interaksi antar elemen, pembebanan, jenis perletakan, dan *meshing* elemen dapat dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

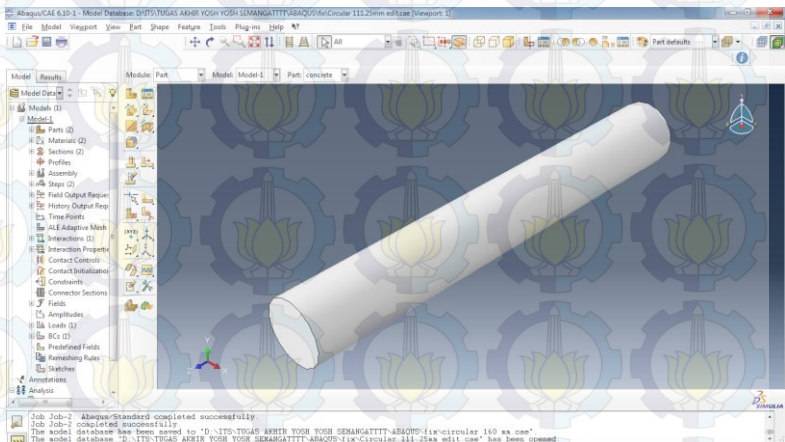
##### **5.1.1 Parts**

Tahap ini merupakan awal penggambaran dari permodelan elemen kolom dengan menggunakan titik koordinat atau dapat juga dengan cara meng-*import* file dari *autocad*

- Concrete Filled Steel Tube (CFT) dalam desain struktur ini digunakan profil tipe circular dengan dimensi  $D_o = 111,25$  mm, tebal = 2,5 mm serta panjang 750 mm dengan *property* sebagai profil baja seperti terlihat pada Gambar 5.1.
- Concrete Filled Steel Tube (CFT) dalam desain struktur ini digunakan profil tipe circular dengan dimensi  $D_i = 106,25$  mm dan panjang 750 mm dengan *property* sebagai profil beton seperti terlihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.1 profil baja dengan  $D_o = 111,25$  mm,  $t = 2,5$  mm dan panjang 750 mm



Gambar 5.2 profil beton dengan  $D_i = 106,25$  mm dan panjang 750 mm

### 5.1.2 Material

Langkah ini merupakan penentuan jenis material yang digunakan untuk masing – masing elemen. Dengan memberikan *mass density*, *elastisitas material*, dan *plastisitas material*.

#### 1. Untuk profil baja

- *Density Menu*

*Mass density* untuk baja adalah :

$$\frac{7850 \text{ kg/m}^3}{1000000000} \times 9,81 \text{ m/dt}^2 = 7,70085 \times 10^{-5}$$

- *Elastic Menu*

*Modulus young* baja adalah 200000 MPa dengan *Poisson ratio* = 0,3

- *Plastic Menu*

- $F_y = 250$  MPa untuk batas leleh dengan *plastic strain* = 0

- $F_y = 250$  MPa untuk batas leleh dengan *plastic strain* = 0,018

- $F_y = 410$  MPa untuk batas leleh dengan *plastic strain* = 0,04

#### 2. Untuk profil beton

- *Density Menu*

*Mass density* untuk baja adalah :

$$\frac{2400 \text{ kg/m}^3}{1000000000} \times 9,81 \text{ m/dt}^2 = 2,3544 \times 10^{-5}$$

- *Elastic Menu*

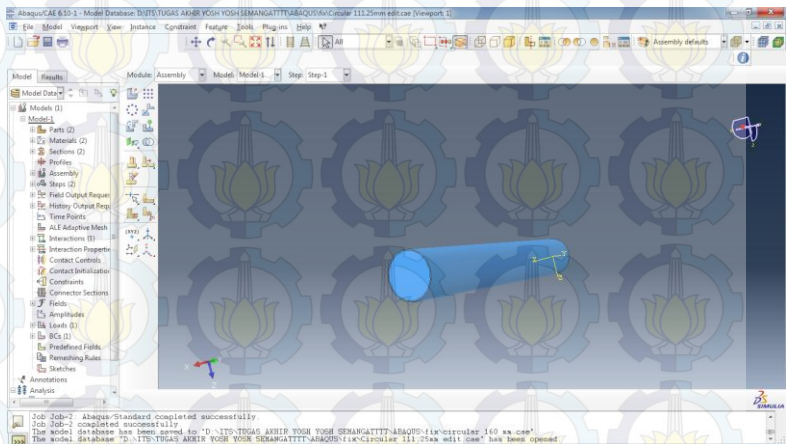
*Modulus young* baja adalah 24000 MPa dengan *Poisson ratio* = 0,19

### 5.1.3 Assembly

*Assembly* merupakan penggabungan dari elemen – elemen yang telah dibuat sebelum nantinya dilakukan *interaction* antar elemen. Ada beberapa langkah dalam tahap *assembly* :

- *View*

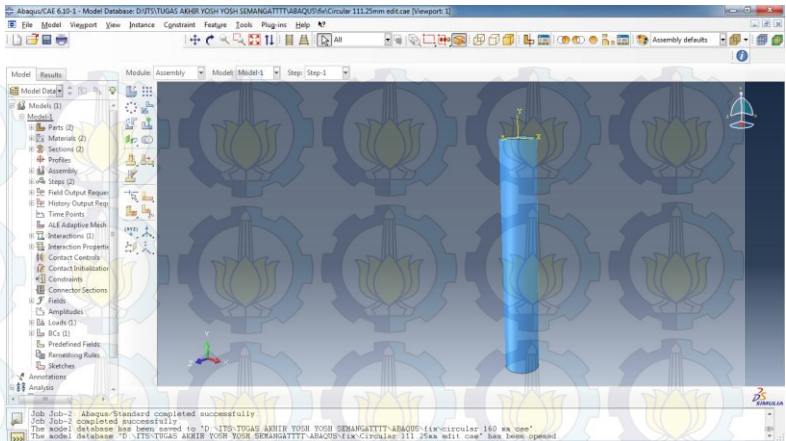
Setelah elemen telah di-*instance* pilih *Assembly Display Option* kemudian centang profil CFT yang telah dibuat, baik beton maupun baja maka keduanya akan terlihat seperti pada Gambar 5.3 setelah disatukan



Gambar 5.3 profil baja dan beton disatukan dengan *Assembly*

- *Rotate*

Untu kolom suatu elemen perlu diputar sebesar  $90^\circ$  dengan langkah *rotate*, seperti terlihat pada Gambar 5.4.



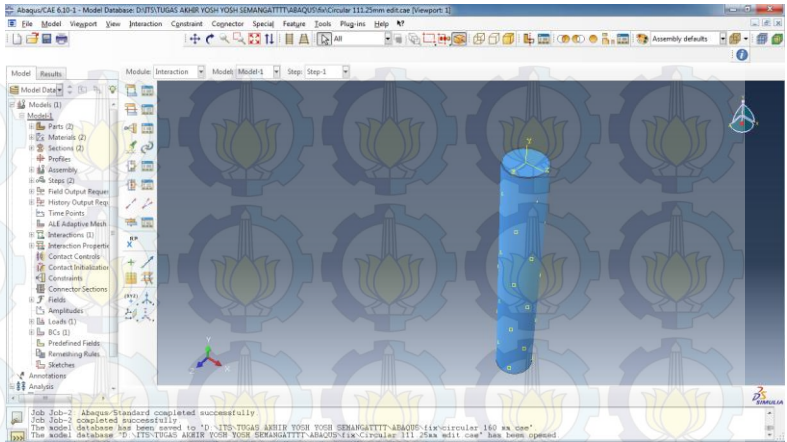
Gambar 5.4 rotation sebesar  $90^{\circ}$

### 5.1.4 Step

Ada 2 jenis step yaitu initial step dan load step. Untuk initial merupakan default dari abaqus berupa pendefinisian input – input gaya interior elemen, sedangkan load step merupakan pendefinisian dari input – input beban.

### 5.1.5 Interaction

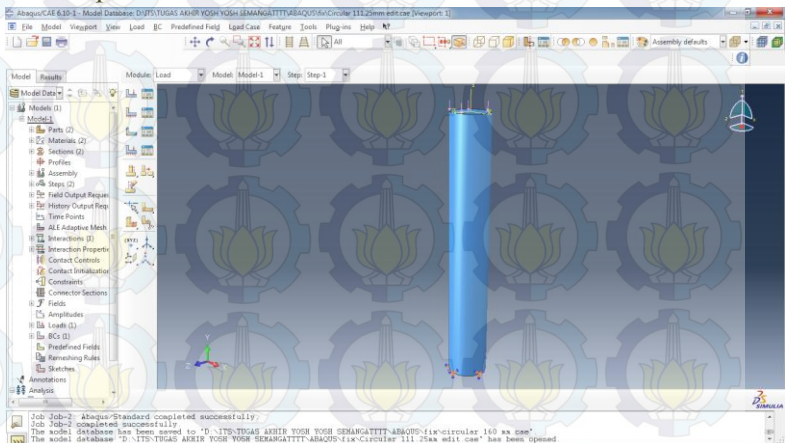
Terdapat dua macam tipe lekatan yaitu *master surface* dan *slave surface*. *Master surface* adalah elemen yang menjadi pusat lekatan, sedangkan *slave surface* adalah elemen yang melekat pada *master surface*. Dalam hal ini *interaction* menggunakan *surface to surface* seperti pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Interaction

### 5.1.6 Load

Sebelum diberi beban, terlebih dahulu mengasumsikan perletakan elemen sebagai jepit – jepit kemudian pembebanan diberikan dengan tipe beban pressure seperti terlihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Perletakan dan Pembebanan

Beban aksial yang diberikan sesuai dengan beban hasil test yang dilakukan Baig, Jiansheng, dan Jianguo :

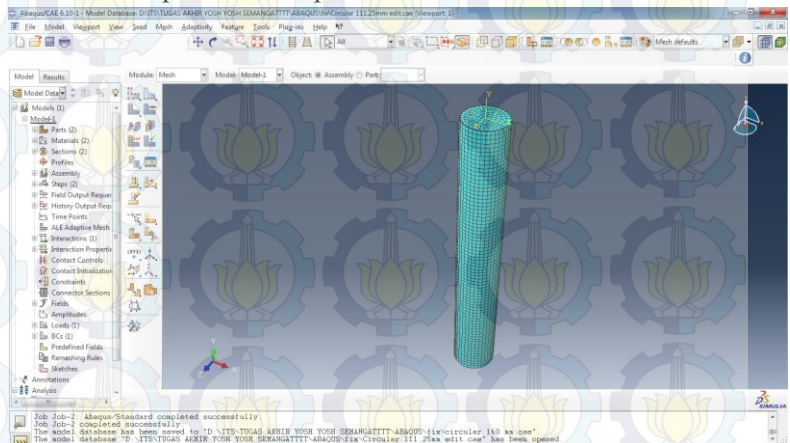
$$P \text{ aksial} = 526 \text{ kN} = 526000 \text{ N}$$

$$\text{Luas Permukaan} = 9720,529 \text{ mm}^2$$

$$\text{Beban per luasan} = \frac{526000}{9720,529} = 54,11 \text{ N/mm}^2$$

### 5.1.7 Meshing

Setiap part yang terdapat pada struktur harus dibagian menjadi bagian – bagian kecil agar dapat dianalisa lebih mendalam seperti terlihat pada Gambar 5.7.

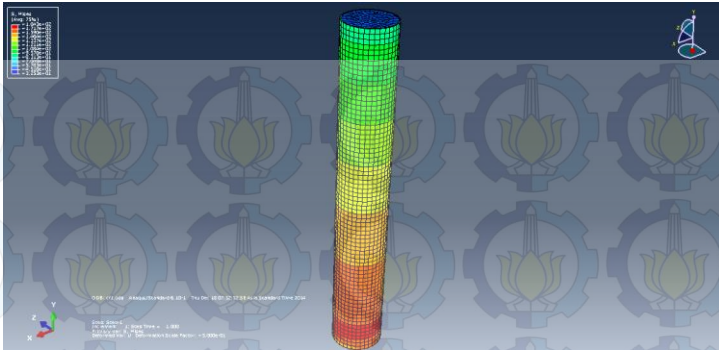


Gambar 5.7 Meshing

### 5.1.8 Hasil Analisa Abaqus 6.10

Hasil dari analisa abaqus adalah membandingkan nilai tegangan dan regangan yang terjadi.

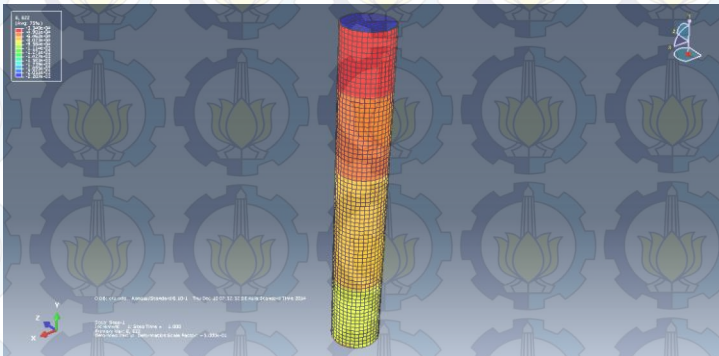




Gambar 5.8 Hasil Analisa Abaqus CFT Tipe Circular

Pada elemen kolom sumbu lokal tidak sama dengan sumbu global. Hal ini dikarenakan elemen kolom sudah diputar (rotate) pada langkah assembly. Untuk nilai tegangan dan regangan dapat dilihat pada sumbu lokal pada elemen tersebut

### 5.1.8.1 Regangan



Gambar 5.9 Hasil Regangan pada elemen CFT Tipe Circular

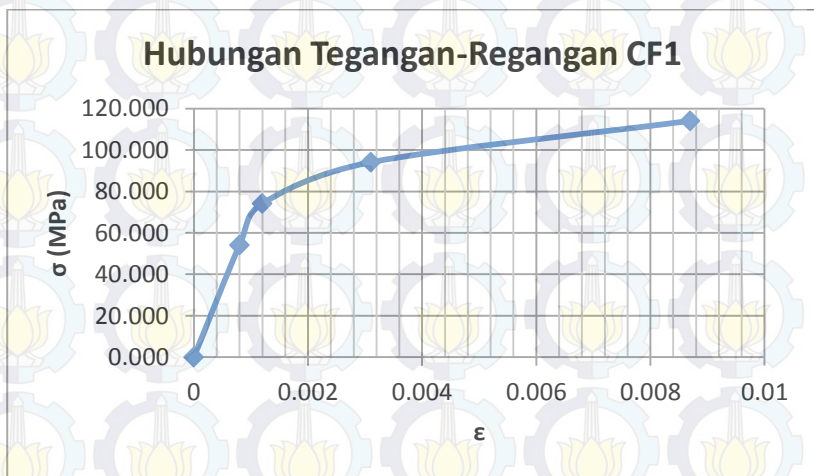
Dari gambar 5.9 diperoleh titik – titik yang akan ditinjau berdasarkan nilai regangan yang terbesar.

Tabel 5.1 Hasil Regangan pada benda uji tipe circular

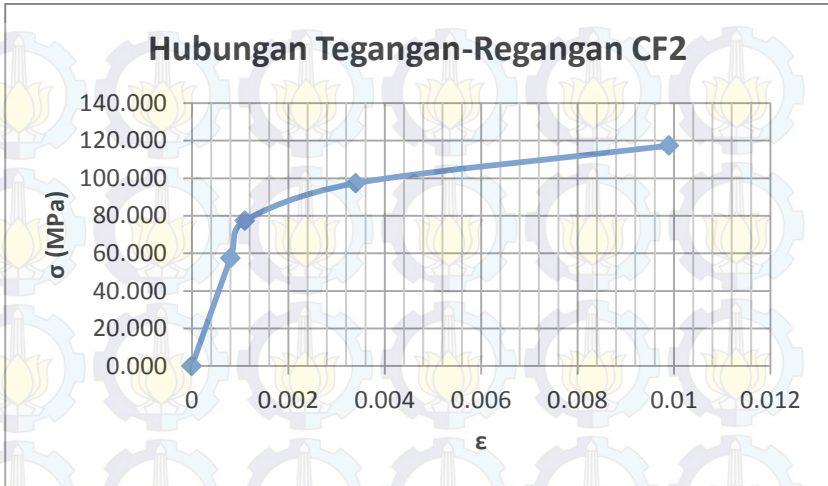
Tegangan (MPa)	Benda Uji	Node	Regangan
0.000		156	0
54.112	CF1	156	0.0008
74.112		156	0.0012
94.112		156	0.0031
114.112		156	0.0087

Tegangan (Mpa)	Benda Uji	Node	Regangan
0.000		87	0
57.350	CF2	87	0.0008
77.350		87	0.0011
97.350		87	0.0034
117.350		87	0.0099



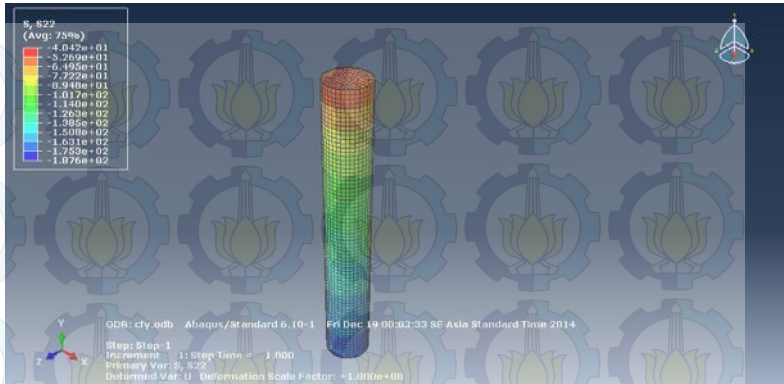
Gambar 5.10 Grafik hubungan tegangan – regangan pada benda uji CFT Tipe Circular (CF 1)



Gambar 5.11 Grafik hubungan tegangan – regangan pada benda uji CFT Tipe Circular (CF 2)

Dari hasil regangan dalam tabel dan grafik di atas, pada benda uji CFT tipe Circular yang telah dilakukan oleh Baig, Jiansheng dan Jianguo diberikan beban yang lebih besar dari semula, hasilnya regangan yang terjadi semakin besar. Dari benda uji pertama dengan penambahan beban sebesar  $60 \text{ N/mm}^2$  dari beban awal, regangannya naik dari 0 hingga 0,0087. Begitu juga pada benda uji kedua beban ditambahkan  $60 \text{ N/mm}^2$  dari beban semula, regangannya bertambah menjadi 0,0099.

### 5.1.8.2 Tegangan

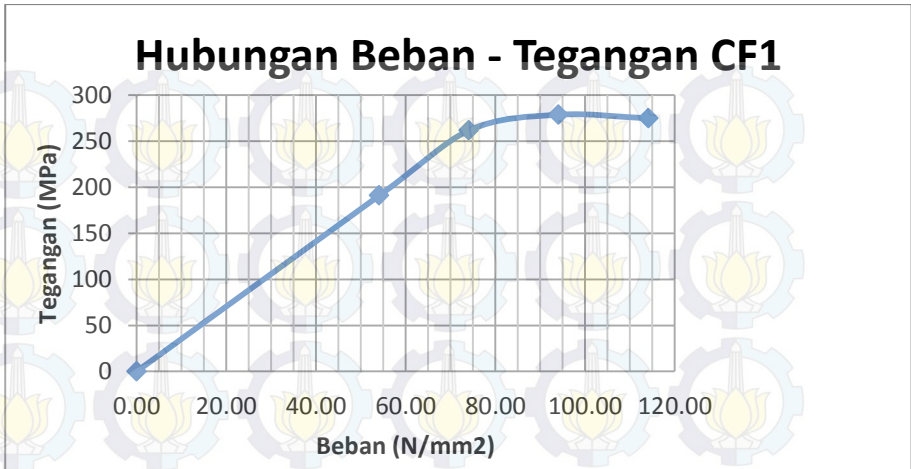


Gambar 5.12 Hasil Tegangan pada elemen CFT Tipe Circular

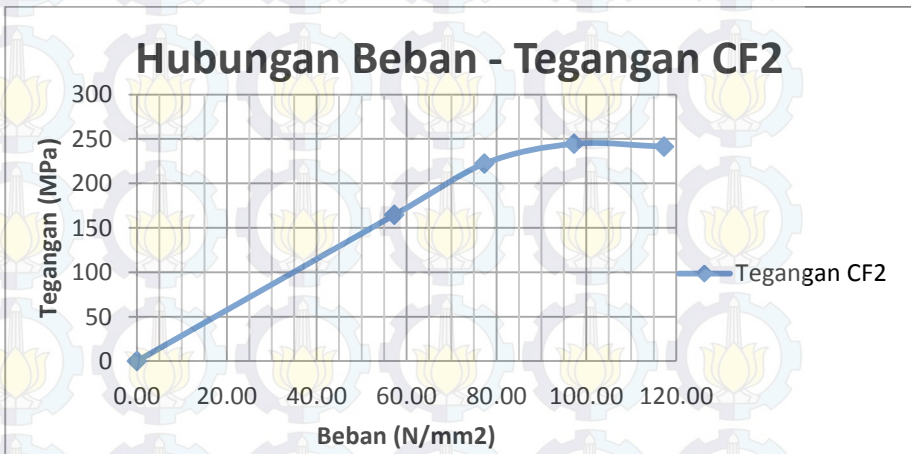
Dari gambar 5.12 diperoleh titik – titik yang akan ditinjau berdasarkan nilai tegangan yang terbesar

Tabel 5.2 Hasil Tegangan pada benda uji tipe circular

Beban (N/mm <sup>2</sup> )	Benda Uji	Node	Tegangan (Mpa)
0.000		47	0
54.112		47	191.09
74.112	CF1	47	261.838
94.112		47	278.828
114.112		47	274.916
Beban (N/mm <sup>2</sup> )	Benda Uji	Node	Tegangan (Mpa)
0.000		252	0
57.350		252	164.674
77.350	CF2	252	222.279
97.350		252	244.517
117.350		252	241.286



Gambar 5.13 Grafik hubungan beban – tegangan pada benda uji CFT Tipe Circular (CF 1)



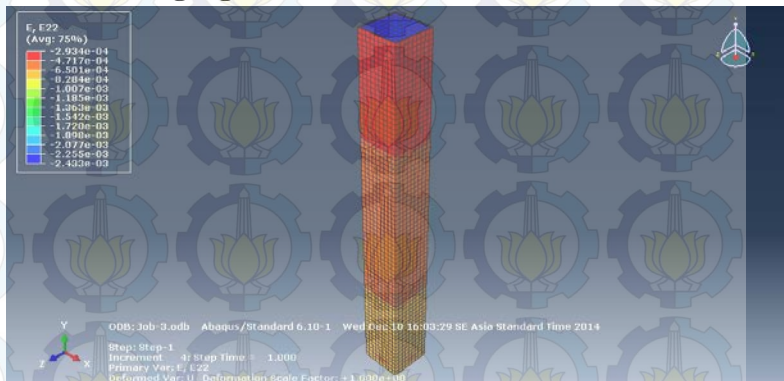
Gambar 5.14 Grafik hubungan beban – tegangan pada benda uji CFT Tipe Circular (CF 2)

Dari hasil tegangan dalam tabel dan grafik di atas, pada benda uji CFT tipe Circular yang telah dilakukan oleh Baig, Jiansheng dan Jianguo diberikan beban yang lebih besar dari semula, hasilnya tegangan yang terjadi semakin besar sampai pada batas beban tertentu. Dari benda uji pertama dengan penambahan beban hingga  $94,112 \text{ N/mm}^2$  tegangan yang didapat mencapai  $278,828 \text{ MPa}$ , namun tegangan turun menjadi  $274,916 \text{ MPa}$  pada pembebanan  $114,112 \text{ N/mm}^2$ . Hal ini terjadi karena tegangan maksimum yang dapat diterima oleh benda uji terjadi pada pembebanan tertentu sehingga apabila beban dinaikkan maka benda uji sudah mencapai batasnya dan tegangan yang terjadi akan menurun.

## 5.2 Analisa Perilaku CFT Tipe Rectangular Tanpa Pengaku

### 5.2.1 Hasil Analisa Abaqus 6.10

#### 5.2.1.1 Regangan



Gambar 5.16 Hasil Regangan pada elemen CFT Tipe Rectangular

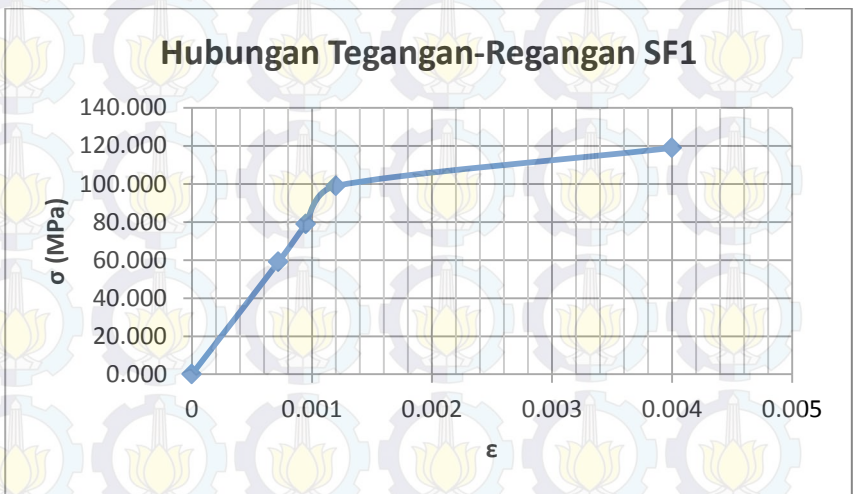
Dari gambar 5.16 diperoleh titik – titik yang akan ditinjau berdasarkan nilai regangan yang terbesar.

Tabel 5.3 Hasil Regangan pada benda uji tipe rectangular

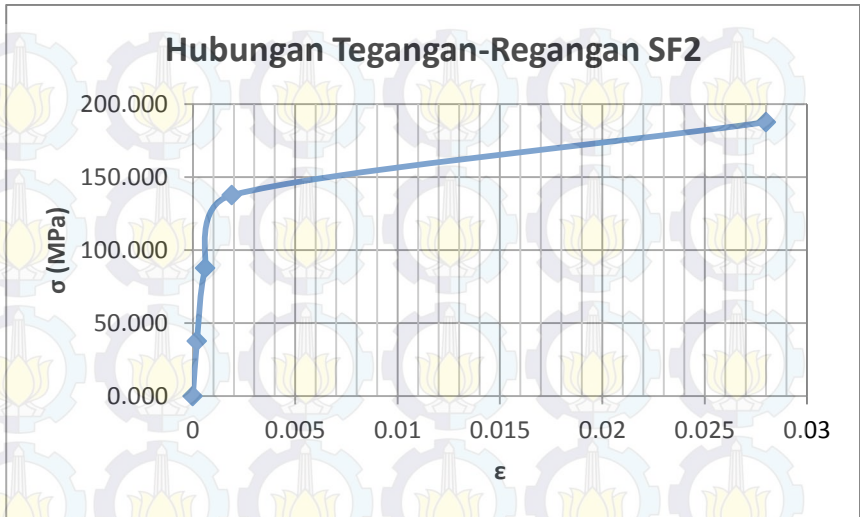
Tegangan (MPa)	Benda Uji	Node	Regangan
0.000		334	0
58.940	SF1	334	0.00072
78.940		334	0.00095
98.940		334	0.0012
118.940		334	0.004

Tegangan (Mpa)	Benda Uji	Node	Regangan
0.000		87	0
37.620	SF2	87	0.0002
87.620		87	0.0006
137.620		87	0.0019
187.620		87	0.028



Gambar 5.17 Grafik hubungan tegangan – regangan pada benda uji CFT Tipe Rectangular (SF 1)

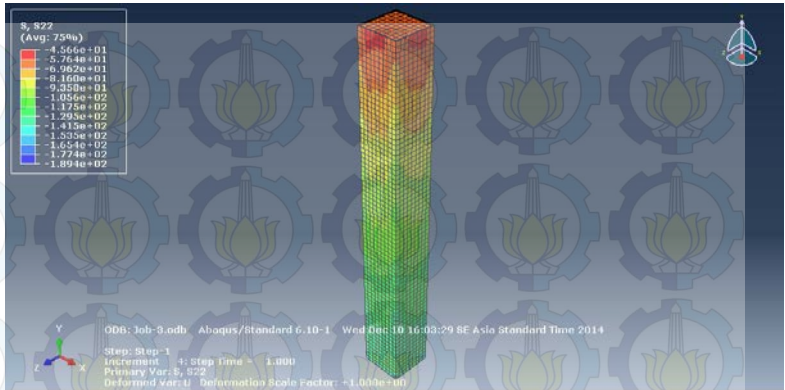


Gambar 5.18 Grafik hubungan tegangan – regangan pada benda uji CFT Tipe Rectangular (SF 2)

Dari hasil regangan dalam tabel dan grafik di atas, pada benda uji CFT tipe Rectangular yang telah dilakukan oleh Baig, Jiansheng dan Jianguo diberikan beban yang lebih besar dari semula, hasilnya regangan yang terjadi semakin besar. Dari benda uji pertama dengan penambahan beban sebesar  $60 \text{ N/mm}^2$  dari beban awal, regangannya naik dari 0 hingga 0,004. Begitu juga pada benda uji kedua beban ditambahkan  $150 \text{ N/mm}^2$  dari beban semula, regangannya bertambah menjadi 0,028.



### 5.2.1.2 Tegangan

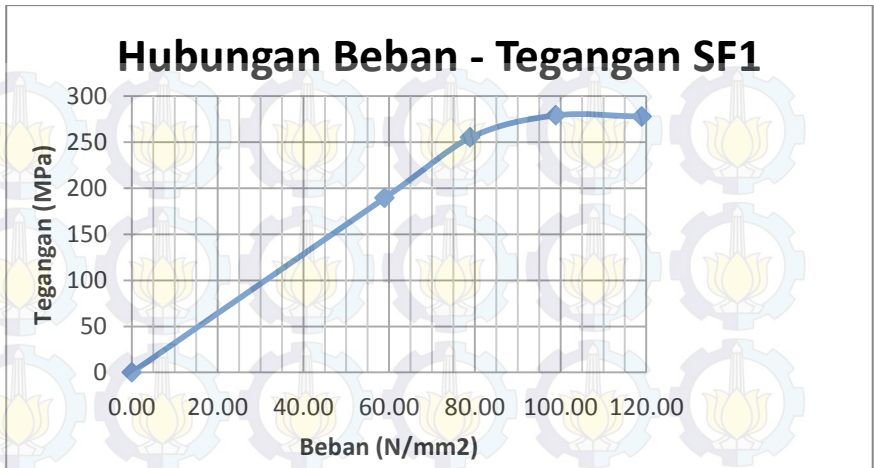


Gambar 5.19 Hasil Tegangan pada elemen CFT Tipe *Rectangular*

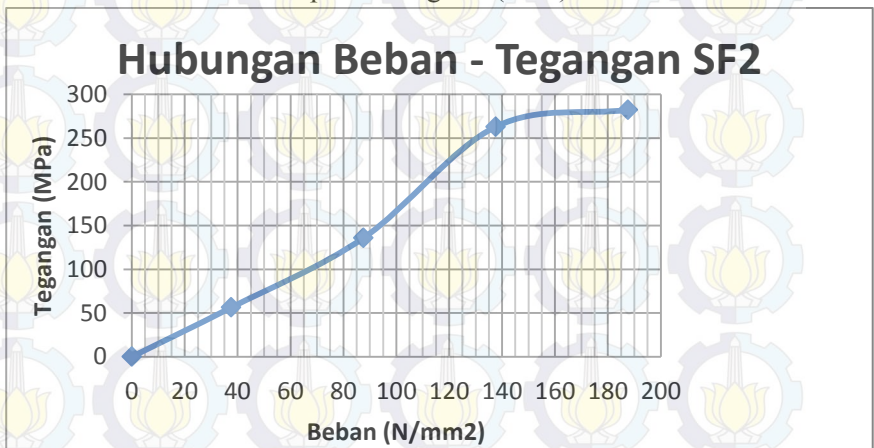
Dari gambar 5.19 diperoleh titik – titik yang akan ditinjau berdasarkan nilai tegangan yang terbesar

Tabel 5.4 Hasil Tegangan pada benda uji tipe rectangular

Beban (N/mm <sup>2</sup> )	Benda Uji	Node	Tegangan (Mpa)
0.000		42	0
58.940	SF1	42	189.354
78.940		42	255.018
98.940		42	279.182
118.940		42	277.782
Beban (N/mm <sup>2</sup> )	Benda Uji	Node	Tegangan (Mpa)
0.000		14	0
37.620	SF2	14	56.356
87.620		14	135.882
137.620		14	263.023
187.620		14	282.289



Gambar 5.20 Grafik hubungan beban – tegangan pada benda uji CFT Tipe Rectangular (SF 1)



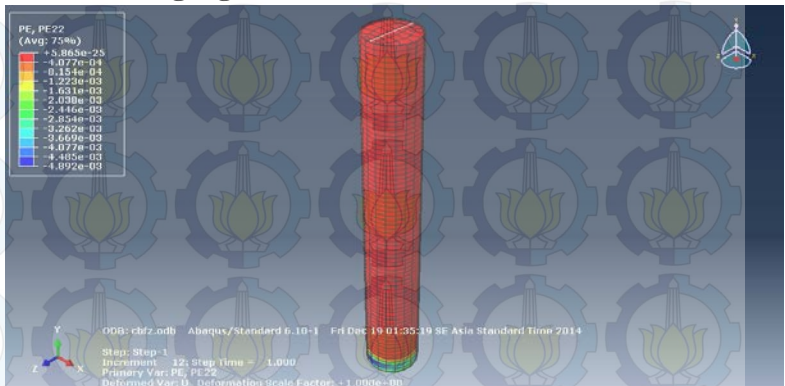
Gambar 5.21 Grafik hubungan beban – tegangan pada benda uji CFT Tipe Rectangular (SF 2)

Dari hasil tegangan dalam tabel dan grafik di atas, pada benda uji CFT tipe Circular yang telah dilakukan oleh Baig, Jiansheng dan Jianguo diberikan beban yang lebih besar dari semula, hasilnya tegangan yang terjadi semakin besar sampai pada batas beban tertentu. Dari benda uji pertama dengan penambahan beban hingga  $98,940 \text{ N/mm}^2$  tegangan yang didapat mencapai  $279,182 \text{ MPa}$ , namun tegangan turun menjadi  $277,782 \text{ MPa}$  pada pembebanan  $118,94 \text{ N/mm}^2$ . Hal ini terjadi karena tegangan maksimum yang dapat diterima oleh benda uji terjadi pada pembebanan tertentu sehingga apabila beban dinaikkan maka benda uji sudah mencapai batasnya dan tegangan yang terjadi akan menurun.

## 5.3 Analisa Perilaku CFT Dengan Stiffening Bar Sebagai Pengaku

### 5.3.1 Hasil Analisa Abaqus 6.10

#### 5.3.1.1 Regangan

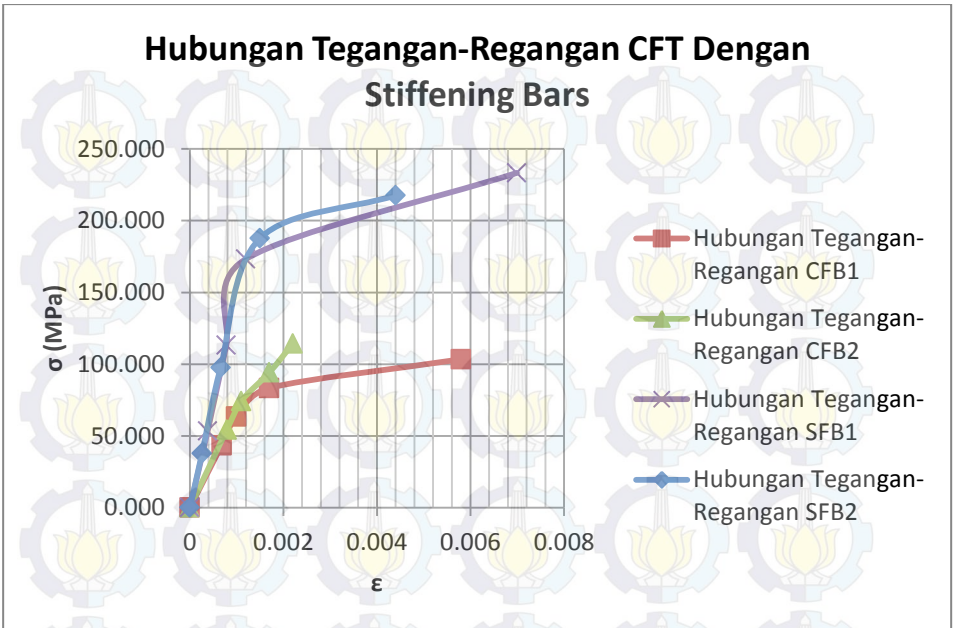


Gambar 5.22 Hasil Regangan pada elemen CFT dengan stiffening bar

Dari gambar 5.22 diperoleh titik – titik yang akan ditinjau berdasarkan nilai regangan yang terbesar.

Tabel 5.5 Hasil Regangan pada benda uji CFT dengan stiffening bar

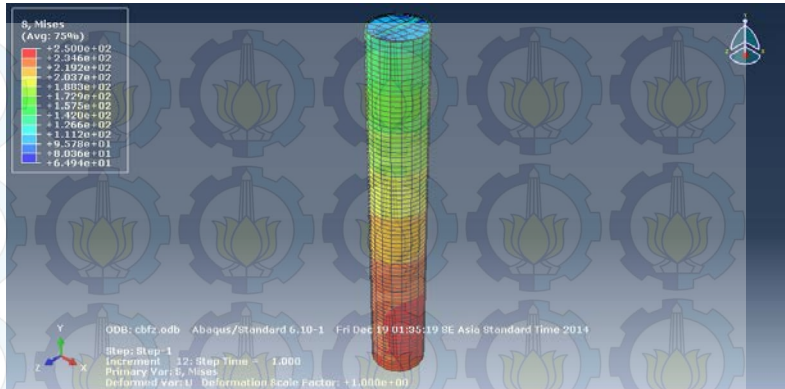
Tegangan (MPa)	Benda Uji	Node	Regangan
0.000		29	0
43.410		29	0.00068
63.410	CFB1	29	0.00099
83.410		29	0.0017
103.410		29	0.0058
Tegangan (Mpa)	Benda Uji	Node	Regangan
0.000		41	0
54.210		41	0.00079
74.210	CFB2	41	0.0011
94.210		41	0.0017
114.210		41	0.0022
Tegangan (MPa)	Benda Uji	Node	Regangan
0.000		45	0
53.310		45	0.00038
113.310	SFB1	45	0.00078
173.310		45	0.0012
233.310		45	0.00699
Tegangan (Mpa)	Benda Uji	Node	Regangan
0.000		5	0
37.680		5	0.00026
97.680	SFB2	5	0.00066
187.680		5	0.0015
217.680		5	0.0044



Gambar 5.23 Grafik hubungan tegangan – regangan pada benda uji CFT dengan stiffening bar

Dari hasil regangan dalam tabel dan grafik di atas, pada benda uji CFT dengan stiffening bar yang telah dilakukan oleh Baig, Jiansheng dan Jianguo diberikan beban yang lebih besar dari semula, hasilnya regangan yang terjadi semakin besar. Dengan diberi stiffening bar, regangan yang terjadi membutuhkan beban yang lebih besar daripada benda uji yang tidak menggunakan stiffening bar.

### 5.3.1.2 Tegangan



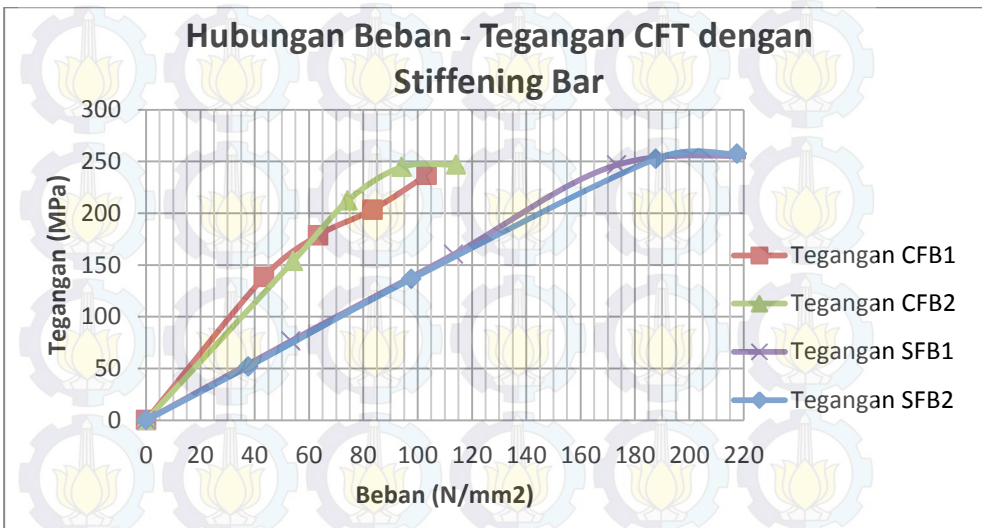
Gambar 5.24 Hasil Tegangan pada elemen CFT dengan stiffening bar

Dari gambar 5.24 diperoleh titik – titik yang akan ditinjau berdasarkan nilai tegangan yang terbesar

Tabel 5.6 Hasil Tegangan pada benda uji CFT dengan stiffening bar

Beban (N/mm <sup>2</sup> )	Benda Uji	Node	Tegangan (Mpa)
0.000		21	0
43.410		21	138.32
63.410	CFB1	21	178.677
83.410		21	203.399
103.410		21	236.909
Beban (N/mm <sup>2</sup> )	Benda Uji	Node	Tegangan (Mpa)
0.000		1	0
54.210		1	153.87
74.210	CFB2	1	212.196
94.210		1	244.728
114.210		1	246.96

Beban (N/mm <sup>2</sup> )	Benda Uji	Node	Tegangan (Mpa)
0.000		11	0
53.310	SFB1	11	76.555
113.310		11	160.314
173.310		11	246.685
233.310		11	255.356
Beban (N/mm <sup>2</sup> )	Benda Uji	Node	Tegangan (Mpa)
0.000		5	0
37.680	SFB2	5	51.867
97.680		5	136.441
187.680		5	252.535
217.680		5	257.317



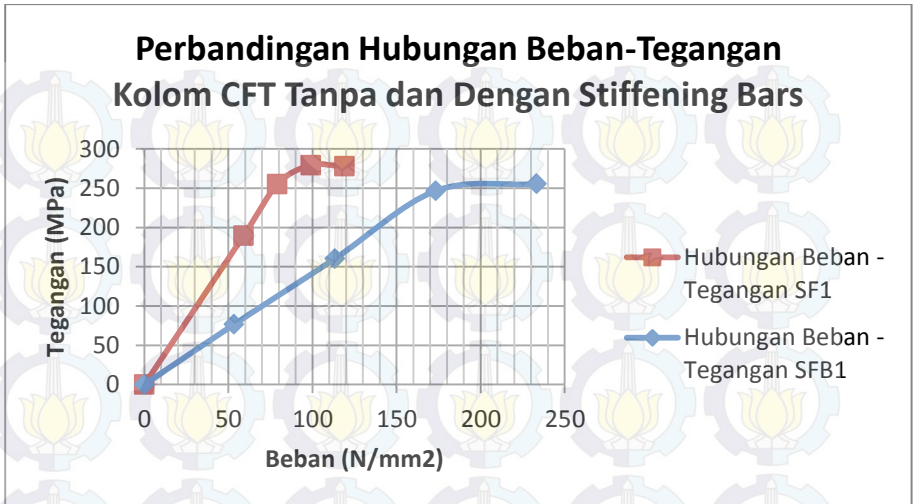
Gambar 5.25 Grafik hubungan beban – tegangan pada benda uji CFT dengan stiffening bar

Dari hasil tegangan dalam tabel dan grafik di atas, pada benda uji CFT dengan stiffening bar yang telah dilakukan oleh Baig, Jiansheng dan Jianguo diberikan beban yang lebih besar dari semula, hasilnya tegangan yang terjadi semakin besar. Pada benda uji CFT dengan stiffening bar, tegangan masih mengalami kenaikan pada beban maksimum yang diberikan pada benda uji CFT tanpa stiffening bar.

#### **5.4 Perbandingan Hasil Perilaku CFT Tanpa dan Dengan Stiffening Bar Sebagai Pengaku**

Dari hasil tegangan yang terjadi dengan analisa program Abaqus pada salah satu benda uji, yaitu Tipe Rectangular dengan panjang sisi 87,38 mm akan diperbandingkan antara yang tidak menggunakan stiffening bars dengan yang menggunakan stiffening bars sebagai pengaku. Berikut grafik yang menunjukkan perbedaan terhadap kolom CFT tanpa dan dengan stiffening bars sebagai pengaku :



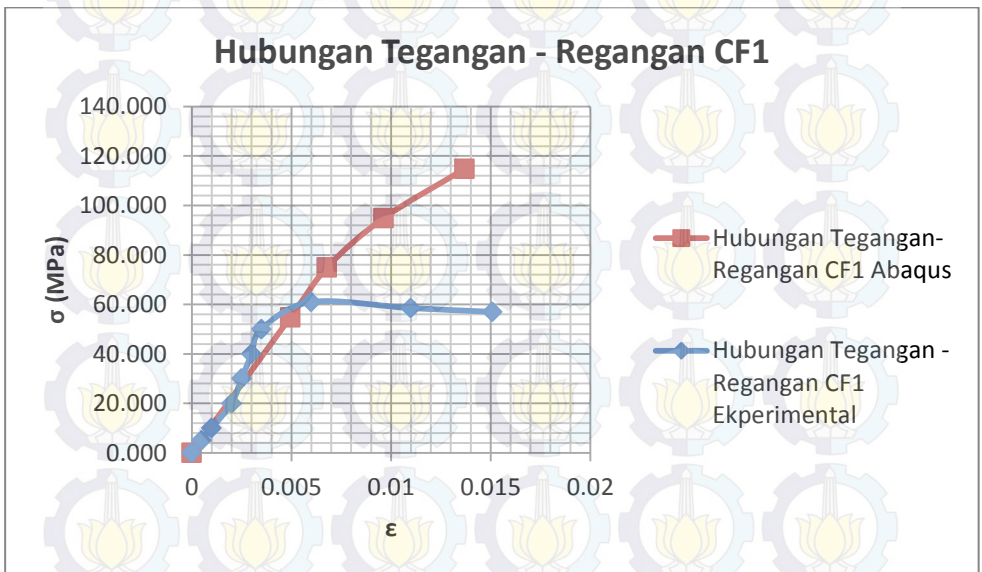


Gambar 5.26 Grafik perbandingan hubungan beban – tegangan pada benda uji CFT tanpa dan dengan stiffening bar

Dari grafik perbandingan hubungan beban-tegangan diatas, terlihat bahwa kolom CFT dengan menggunakan stiffening bars mampu menerima beban lebih besar dengan hasil tegangan yang hampir sama dengan kolom CFT tanpa menggunakan stiffening bars. Dapat diambil kesimpulan bahwa kolom CFT dengan menggunakan stiffening bars memiliki kekuatan dan kekakuan yang lebih besar dibandingkan dengan kolom CFT tanpa stiffening bars. Sehingga lebih efisien bila menggunakan kolom CFT dengan stiffening bars untuk mendapatkan kekuatan dan kekakuan yang lebih besar.

## 5.5 Verifikasi Perilaku CFT Menggunakan Abaqus 6.10 Dengan Hasil Eksperimental (Baig et al, 2006)

Dari hasil analisa perilaku kolom CFT dengan menggunakan program Abaqus akan diperbandingkan dengan hasil perilaku kolom CFT berdasarkan pengujian yang telah dilakukan oleh Baig, Jiansheng dan Jianguo. Berikut merupakan salah satu contoh grafik perbandingan perilaku kolom CFT menggunakan program Abaqus dengan pengujian :



Gambar 5.27 Grafik perbandingan hubungan tegangan-lendutan pada benda uji CFT hasil analisa Abaqus dengan hasil pengujian

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa analisa perilaku kolom CFT hasil program Abaqus memiliki tegangan yang semakin meningkat dibandingkan dengan hasil pengujian. Selain itu, pada hasil pengujian regangan yang terjadi semakin besar dengan tegangan yang semakin menurun yang mungkin dikarenakan baja telah mengalami kondisi plastis (mencapai batasnya). Sedangkan pada hasil program Abaqus, regangan semakin besar diimbangi dengan tegangan yang semakin besar pula. Dapat disimpulkan bahwa pada analisa perilaku kolom CFT menggunakan program Abaqus kolom CFT berdeformasi dengan tegangan yang lebih besar dari hasil pengujian. Hal ini mungkin disebabkan karena mutu baja atau beton yang lebih rendah pada benda uji hasil pengujian atau karena adanya perbedaan asumsi permodelan yang dilakukan dengan program Abaqus.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik sejumlah kesimpulan dari Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan kontrol penampang yang telah dilakukan secara manual, untuk *CFT* tipe *circular* dan *rectangular* telah memenuhi persyaratan untuk suatu kolom komposit dilihat dari kontrol luas penampang minimum profil baja yang hasilnya lebih dari 4%.
2. Dari hasil perhitungan kontrol penampang didapatkan hasil kuat aksial nominal dari software Xtract lebih besar dibandingkan dengan kuat aksial nominal hasil perhitungan manual, sebagai contoh untuk tipe *circular* dengan diameter 111,25 mm kuat aksial nominal dengan perhitungan manual sebesar 421,42 kN sedangkan hasil dari Xtract sebesar 431,1 kN.
3. Dari hasil perhitungan kontrol penampang didapatkan hasil kuat aksial nominal untuk *CFT* tipe *circular* lebih besar daripada *CFT* tipe *rectangular*, sebagai contoh kuat aksial nominal untuk tipe *circular* diameter 111,25 mm diperoleh sebesar 431,1 kN dengan program Xtract sedang tipe *rectangular* dengan panjang sisi 87,38 mm didapat kuat aksial nominal sebesar 382,4 Kn dengan presentase selisih sebesar 2,297 %
4. Dari hasil analisa perilaku kolom CFT dengan menggunakan software Abaqus 6.10 tegangan terbesar yang terjadi adalah 282,289 MPa pada benda uji tipe *rectangular* dengan panjang sisi 125,66 mm. sedangkan regangan terbesar yang terjadi adalah

0,028 pada benda uji rectangular dengan panjang sisi 125,66 mm.

5. Dengan menganalisa perilaku pada kolom CFT tipe circular dan rectangular dengan menggunakan software Abaqus 6.10 yang kemudian dibebani beban yang lebih besar dari beban pengujian yang telah dilakukan akan menghasilkan tegangan dan regangan yang lebih besar pula.
6. Dengan adanya stiffening bars pada kolom CFT meningkatkan kekuatan dapat dilihat dari hasil abaqus dimana pada kolom CFT tipe circular diameter 111,25 mm tanpa menggunakan stiffening bars sudah mengalami penurunan tegangan menjadi 274,916 MPa pada penambahan beban  $60 \text{ N/mm}^2$  dari beban test, sedangkan kolom CFT dengan diberi stiffening bars baru memiliki tegangan sebesar 236,909 MPa.

## 6.2 Saran

Dari Tugas Akhir ini, masih terdapat hal – hal yang dapat dikembangkan. Untuk itu penulis memberikan saran – saran untuk perbaikan dan perkembangan ke depannya sebagai berikut :

1. Analisis dengan menggunakan software Abaqus perlu dilakukan dengan tingkat yang lebih lanjut, terlebih mengenai pemasangan stiffening bars pada kolom CFT.
2. Perlu dilakukan analisis menggunakan software Abaqus dengan dimensi kolom CFT sesuai dengan kondisi yang sebenarnya di lapangan, bukan hanya dimensi benda uji.

## DAFTAR PUSTAKA

American Concrete Institute (ACI). Building code requirements for structural concrete and commentary. ACI 318-99/R-99. Farmington Hills, Mich., 1999.

American Institute for Steel Construction (AISC). Load and resistance factor design specification for structural steel buildings. AISC, Chicago, 1999

Baig M N, Jiansheng FAN, Jianguo NIE. Strength of Concrete Filled Steel Tubular Columns. *Journal of Department of Civil Engineering Tsianghua University*, 2006. Beijing 100084, China.

Bradford, M.A., Loh, H.Y. and Uy, B. "Slenderness Limits for Filled Circular Steel Tubes". *Journal of Constructional Steel Research* (2002), Vol. 58, No.2, pp. 243-252.

Giakoumelis G, Lam D. Axial capacity of circular concrete-filled tube columns. *Journal of Constructional Steel Research*, 2004, **60**(7): 1049-1068.

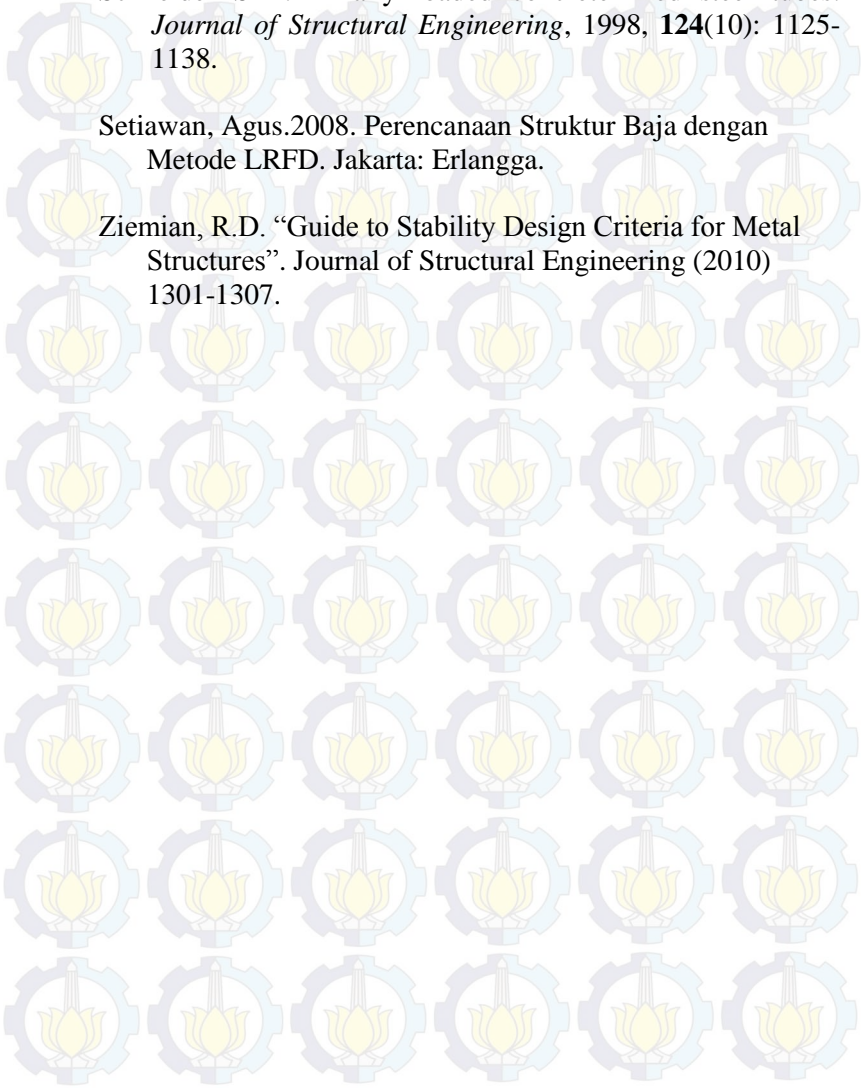
Huang C S, Yeh Y K, Liu G Y, Hu H T, Tsai K C, Weng Y T, Wang S H, Wu M H. Axial load behavior of stiffened concrete-filled steel columns. *Journal of Structural Engineering*, 2002, **128**(9): 1222-1230.

O'Shea M D, Bridge R Q. Design of circular thin-walled concrete filled steel tubes. *Journal of Structural Engineering*, 2000, **126**(11): 1295-1303.

Schneider S P. Axially loaded concrete-filled steel tubes.  
*Journal of Structural Engineering*, 1998, **124**(10): 1125-1138.

Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Jakarta: Erlangga.

Ziemian, R.D. "Guide to Stability Design Criteria for Metal Structures". *Journal of Structural Engineering* (2010) 1301-1307.



## BIODATA PENULIS



Penulis Tugas akhir ini bernama Pendi Maita Yunas, lahir di Jakarta tanggal 4 Mei 1991. Anak dari Bapak Harwaanto dan Ibu Parti ini merupakan anak tunggal. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 08 Pagi Jakarta Selatan lulus pada tahun 2003, SMPN 68 Jakarta Selatan lulus pada tahun 2006, SMAN 66 Jakarta Selatan lulus pada tahun 2009. Setelah lulus SMA penulis melanjutkan pendidikan ke perguruan tinggi Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Sipil program studi Teknik Konstruksi Gedung dan lulus pada tahun 2012. Setelah menempuh pendidikan jenjang D3 penulis melanjutkan pendidikan S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jurusan Teknik Sipil Lintas jalur dan terdaftar dengan NRP 3112106002. Penulis dapat dihubungi melalui email [pendi.my88@gmail.com](mailto:pendi.my88@gmail.com).