



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RC09 1380

**STUDI PERILAKU PENGARUH EFEK
PENGEKANGAN PADA KOLOM
CONCRETE FILLED STEEL TUBE
AKIBAT PEMASANGAN *CROSS TIE***

GITA PRESTALITA
NRP 3109 106 012

Dosen Pembimbing
Budi Suswanto, ST., MT., Ph.D

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2012



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

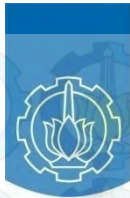
TUGAS AKHIR - RC09 1380

**STUDI PERILAKU PENGARUH EFEK
PENGEKANGAN PADA KOLOM
CONCRETE FILLED STEEL TUBE
AKIBAT PEMASANGAN *CROSS TIE***

GITA PRESTALITA
NRP 3109 106 012

Dosen Pembimbing
Budi Suswanto, ST.,MT.,Ph.D

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2012



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - RC09 1380

**BEHAVIOR STUDY OF CONFINEMENT
EFFECT IN CONCRETE FILLED STEEL
TUBE COLUMN DUE TO CROSS TIE
INSTALLATION**

GITA PRESTALITA
NRP 3109 106 012

SUPERVISOR
Budi Suswanto, ST.,MT.,Ph.D

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2012

**STUDI PERILAKU PENGARUH EFEK PENGEKANGAN
PADA KOLOM *CONCRETE FILLED STEEL TUBE*
AKIBAT PEMASANGAN *CROSS TIE***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Bidang Studi Struktur Baja

Program Studi Lintas Jalur S-1 Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

GITA PRESTALITA

NRP. 3109. 106. 012

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

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



SURABAYA

JULY , 2012

**STUDI PERILAKU PENGARUH EFEK PENGEKANGAN
PADA KOLOM *CONCRETE FILLED STEEL TUBE*
AKIBAT PEMASANGAN *CROSS TIE***

Nama Mahasiswa : Gita Prestalita
NRP : 3109 106 012
Jurusan : Teknik Sipil, FTSP-ITS
Dosen Konsultasi : Budi Suswanto ST,MT, PhD

ABSTRAK

Salah satu profil baja komposit yang digunakan adalah baja yang berintikan beton atau *concrete filled steel tube (CFT)*. Profil ini mempunyai banyak keuntungan dibandingkan dengan profil baja pada umumnya atau beton bertulang. Salah satu keuntungan utamanya adalah interaksi antara baja dengan beton inti, tekuk lokal profil baja direduksi oleh beton dan kekuatan beton akan menjadi tinggi karena efek pengekangan (*Confinement Effect*) dari baja akibat pemasangan *cross tie* sehingga menghasilkan kapasitas kuat tekan nominal yang lebih besar.

Secara umum, Dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan validasi hasil eksperimental tentang kapasitas *concrete filled steel tube* tipe *circular* dalam menerima beban aksial dan kapasitas *concrete filled steel tube* tipe *rectangular* dalam menerima beban aksial dengan menggunakan *binding bars*. Untuk analisa penampang elemen dari dari hasil pengujian menggunakan software Xtract V. 2.6.2, sedangkan untuk melihat perilaku elemen dari dari hasil pengujian yang ditinjau akan menggunakan software Abaqus V.6.7.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, didapatkan kolom *CFT* memenuhi kriteria kolom komposit berdasarkan SNI 03 -1729 -2002, Dari hasil analisa penampang elemen dengan menggunakan software Xtract didapatkan nilai kuat aksial nominal lebih besar dibandingkan dengan perhitungan

manual sesuai dengan perhitungan kuat rencana. Dari hasil analisa perilaku pada kolom CFT tipe *circular* dengan menggunakan software Abaqus V. 6.7, kolom mengalami *displacement* maksimum, regangan maksimum serta tegangan maksimum pada benda uji *CFT C 8* sedangkan untuk benda uji CFT tipe *rectangular* kolom mengalami *displacement* maksimum, regangan maksimum serta tegangan maksimum pada benda uji *CFT R 12*. Dengan pemasangan *cross tie* pada benda uji CFT tipe *rectangular* akan meningkatkan kuat mutu beton 1,3 kali dari kuat mutu beton yang ada sehingga kuat aksial nominal (N_n) yang terjadi akan mengalami peningkatan.

Kata kunci : Baja berintikan beton, *cross tie*, efek pengeangan, *displacement*, regangan, tegangan

BEHAVIOR STUDY OF CONFINEMENT EFFECT IN CONCRETE FILLED STEEL TUBE COLUMN DUE TO CROSS TIE INSTALLATION

Student : Gita Prestalita
NRP : 3109 106 012
Faculty : Teknik Sipil, FTSP-ITS
Supervisor : Budi Suswanto ST,MT, PhD

ABSTRACT

One of the composite steel profile used is steel cored concrete or Concrete Filled Steel Tube (CFT). This profile has many advantages compared to steel profiles in general or reinforced concrete. One of the main advantages is the interaction between the concrete core steel, local buckling of steel profiles is reduced by concrete and concrete strength will be increase because of the effect of restraint (confinement effect) due to installation of the steel cross tie can produce a greater nominal strength capacity.

In general, the final project will be carried out validation experimental results on the capacity of Concrete Filled Steel Tube Circular type in receiving the axial load and capacity and Concrete Filled Steel Tube Rectangular type in receiving axial loads using the binding bars. For cross-sectional analysis of the test results using Xtract software V.2.6.2, while to see the behavior of the test results will be reviewed using the Abaqus software V.6.7.

In this Final Project, it can be obtained CFT columns comply criteria based on the composite column in SNI 03-1729-2002, from the analysis of cross section of the element by using Xtract software found a strong axial nominal value greater than the manual calculations in accordance with the calculation of arrangement strength. From the analysis of the behavior of the

CFT circular type using Abaqus software V.6.7, the column has the maximum displacement, maximum strain and maximum stress in the specimen CFT C 8 while for the CFT rectangular type has the maximum displacement, maximum strain and maximum stress in the specimen CFT R 12. With the installation of cross tie in the specimen CFT rectangular type will improve the quality of concrete 1.3 times stronger than the quality of existing concrete and also strength of axial capacity (N_n) is going to increase.

Key words : Steel cored concrete, cross tie, confinement effect, displacement, strain, stress

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, serta shalawat dan salam yang selalu tercurah kepada pemimpin kita Nabi Muhammad SAW sehingga kami dapat menyelesaikan dan menyusun Tugas Akhir ini dengan judul “Studi Perilaku Pengaruh Efek Pengekangan Pada Kolom *Concrete Filled Steel Tube* Akibat Pemasangan *Cross Tie*”.

Tersusunnya Tugas Akhir ini juga tidak terlepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta arahan kepada kami. Untuk itu kami ucapkan terima kasih terutama kepada :

1. Orang tua dan saudara-saudara saya yang senantiasa mendoakan serta memberikan dorongan dan semangat selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Budi Suswanto, ST.,MT.,Ph.D., selaku dosen pembimbing dan Ketua Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS yang selalu memberikan pengarahan, dukungan, motivasi, dan ilmu yang tidak ternilai harganya.
3. Bapak Ir. Sudjanarko Sudirham selaku Dosen Wali .
4. Segenap dosen, staf pengajar dan staf tata usaha yang telah memberikan segala ilmu, pengetahuan, bantuan dan kemudahan kepada penulis selama menjalani kuliah di Teknik Sipil ITS.
5. Teman-teman seperjuangan LJ-09 dan semua rekan mahasiswa Teknik Sipil ITS lainnya.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, semoga apa yang kami sajikan dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Surabaya, Juli 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul Indonesia	
Halaman Judul Inggris	
Lembar Pengesahan	
Abstrak Indonesia	i
Abstrak Inggris	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum	5
2.2 Tekuk <i>Local Buckling</i> Pada <i>Concrete Filled Steel Tube</i> ..	5
2.3 Kapasitas <i>Concrete Filled Steel Tube</i> Tipe <i>Circular</i> Dalam Menerima Beban Aksial	7
2.4 Pengekangan pada <i>Concrete Filled Steel Tube</i> dengan <i>Cross Tie</i> Tipe <i>Rectangular</i>	8
2.5 Kapasitas <i>Concrete Filled Steel Tube</i> Tipe <i>Rectangular</i> Dalam Menerima Beban Aksial Dengan Menggunakan <i>Binding Bars</i>	10
2.5.1 Efek Pemasangan <i>Binding Bars</i> Terhadap Kekuatan Penampang Kolom	11
2.5.2 Efek Ketebalan Pelat Baja Terhadap Beban Aksial	12
2.5.3 Efek Tegangan Leleh Dari Baja.....	13

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir	15
3.2 Data Dari Hasil Benda Uji Georgios.....	16
3.3 Data Dari Hasil Benda Uji Jiang and He	16

3.4 Kriteria Untuk Kolom Komposit Bagi Komponen	
Struktur Tekan	17
3.5 Kuat Rencana	18
3.5.1 Beton Terkekang Pada <i>Concrete Filled Steel Tube</i> ..	20
3.5.2 Efek Pengekangan Akibat Pemasangan Cross Tie	
pada <i>CFT</i>	21
3.5.2.1 Local Buckling pada Profil Baja.....	21
3.6 Analisa Penampang Struktur Dengan Program Xtract.....	25
3.7 Analisa Perilaku Struktur Dengan Program Abaqus V.6.7	26
3.7.1 Parts	26
3.7.2 Materials	27
3.7.3 Assembly	28

BAB IV KONTROL PENAMPANG

4.1 <i>Concrete Filled Steel Tube (CFT) Tipe Circular</i>	29
4.1.1 Kontrol Kolom Benda Uji Georgious (C 1)	29
4.1.2 Kontrol Kolom Benda Uji Georgious (C 2)	33
4.2 <i>Concrete Filled Steel Tube (CFT) Tipe Rectangular</i>	38
4.2.1 Kontrol Kolom Benda Uji Jian Chai and He (R 1)	38
4.2.2 Kontrol Kolom Benda Uji Jian Chai and He (R 2)	42

BAB V ANALISA PERILAKU KOLOM CONCRETE FILLED STEEL TUBE (CFT) TIPE CIRCULAR DAN TIPE RECTANGULAR DENGAN ABAQUS V. 6.7

5.1 Analisa Perilaku <i>CFT</i> Tipe Circular Pada Benda Uji	
Georgios (C 3)	47
5.1.1 Parts	47
5.1.2 Material	49
5.1.3 Assembly	50
5.1.4 Step (Pendefinisian Beban)	51
5.1.5 Interaction (Lekatan Antar Elemen).....	51
5.1.6 Load (Beban).....	52
5.1.7 Meshing.....	53
5.1.8 Pasca Processing.....	55
5.1.8.1 Hasil Analisa Abaqus 6.7	55
5.1.8.2 Displacment.....	56

5.1.8.3	Regangan	61
5.1.8.4	Tegangan	66
5.2	Analisa Perilaku <i>CFT</i> Tipe Rectangular Pada Benda Uji Jian Chai & He (R 3)	70
5.1.1	Parts	70
5.1.2	Material	72
5.1.3	Assembly	72
5.1.4	Step (Pendefinisian Beban)	74
5.1.5	Interaction (Lekatan Antar Elemen)	74
5.1.6	Load (Beban)	75
5.1.7	Meshing	76
5.1.8	Pasca Processing	78
5.1.8.1	Hasil Analisa Abaqus 6.7	78
5.1.8.2	Displacment	79
5.1.8.3	Regangan	84
5.1.8.4	Tegangan	89

BAB VI ANALISA PEMASANGAN *CROSS TIE* PADA *CONCRETE FILLED STEEL TUBE (CFT)* TIPE *CIRCULAR & RECTANGULAR*

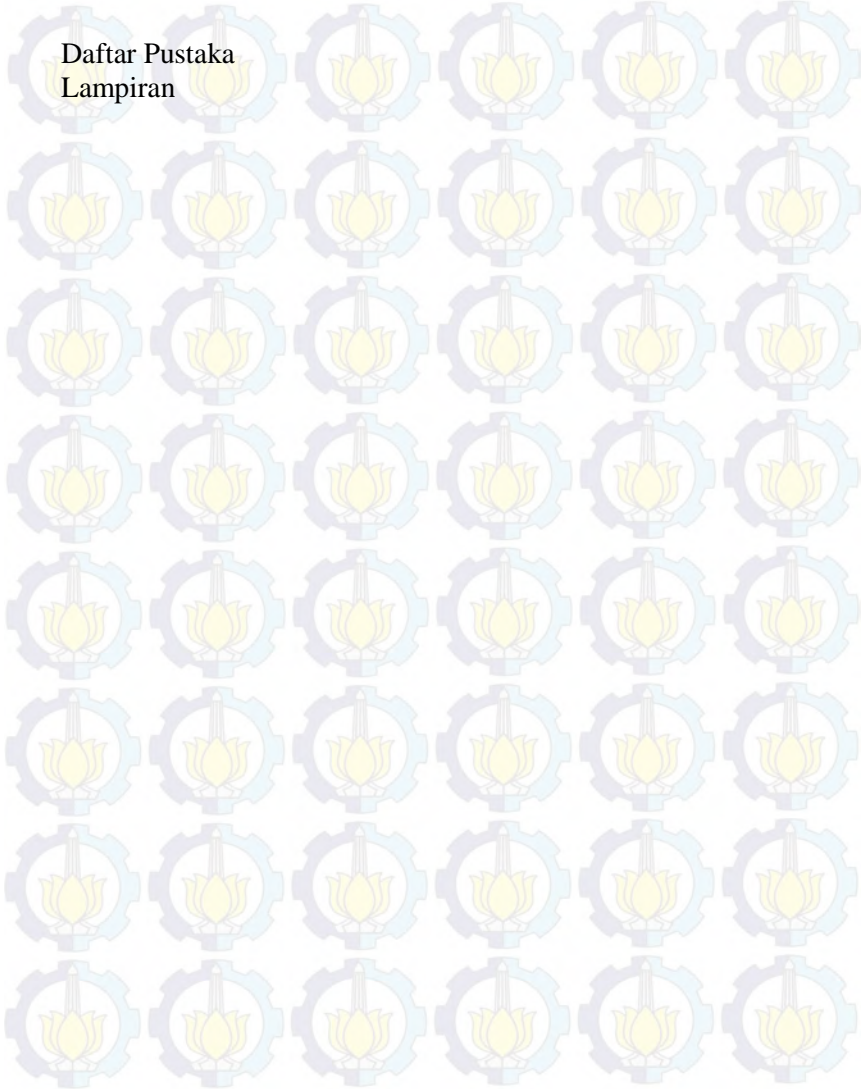
6.1	Analisa Pemasangan <i>Cross Tie</i> Pada <i>CFT</i> Tipe Circular Pada Benda <i>Georgios (C 3)</i>	93
6.1.1	Luasan Pada beton Terkekang	94
6.1.2	Nilai Rasio <i>Cross Tie</i> Terhadap Beton Terkekang	94
6.1.3	Nilai Rasio Pengekangan Akibat Pemasangan <i>Cross Tie</i>	94
6.1.4	Koefisien Efektivitas Pengekangan	95
6.2	Analisa Pemasangan <i>Cross Tie</i> Pada <i>CFT</i> Tipe Circular Pada Benda Uji <i>Georgios (C 4)</i>	97
6.2.1	Luasan Pada beton Terkekang	97
6.2.2	Nilai Rasio <i>Cross Tie</i> Terhadap Beton Terkekang	97
6.2.3	Nilai Rasio Pengekangan Akibat Pemasangan <i>Cross Tie</i>	97
6.2.4	Koefisien Efektivitas Pengekangan	98

6.3	Analisa Pemasangan <i>Cross Tie</i> Pada <i>CFT</i> Tipe Circular Pada Benda Uji Jian Chan & He (R 3).....	101
6.3.1	Luasan Pada beton Terkekang	101
6.3.2	Nilai Rasio <i>Cross Tie</i> Terhadap Beton Terkekang	101
6.3.3	Nilai Rasio Pengekangan Akibat Pemasangan <i>Cross Tie</i>	101
6.3.4	Koefisien Efektivitas Pengekangan	102
6.3.5	Kontrol Penampang Menggunakan Program Xtract dengan $f_{ck} = 39,82$ Mpa	104
6.3.6	Kontrol Penampang Menggunakan Program Xtract akibat pemasangan cross tie dengan dengan $f_{cc} = 52,895$ Mpa	105
6.4	Analisa Pemasangan <i>Cross Tie</i> Pada <i>CFT</i> Tipe Circular Pada Benda Uji Jian Chan & He (R 4).....	106
6.4.1	Luasan Pada beton Terkekang	106
6.4.2	Nilai Rasio <i>Cross Tie</i> Terhadap Beton Terkekang	106
6.4.3	Nilai Rasio Pengekangan Akibat Pemasangan <i>Cross Tie</i>	107
6.4.4	Koefisien Efektivitas Pengekangan	107
6.4.5	Kontrol Penampang Menggunakan Program Xtract dengan $f_{ck} = 39,82$ Mpa	109
6.5	Perbandingan Kuat Tekan Nominal pada <i>CFT</i> tipe Rectangular (R 3)	111
6.5.1	Kuat Tekan Nominal dengan Pemasangan Cross Tie	111
6.5.1.1	Volume Profil Baja.....	111
6.5.1.2	Volume <i>Cross Tie</i>	111
6.5.1.3	Volume Total Profil Baja & <i>Cross Tie</i>	111
6.5.2	Kuat Tekan Nominal dengan Mempertebal Penampang.....	112
6.5.2.1	Luasan Profil Baja <i>CFT</i> R 3	112
6.5.2.2	Luasan Profil Baja Dibagi Keempat Sisi penampang.....	112
6.5.2.3	Kontrol Kuat Tekan Nominal Penampang dengan $t = 8,24$ mm.....	112

BAB VII PENUTUP

7.1 Kesimpulan 117
7.2 Saran 118

Daftar Pustaka
Lampiran



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penampang kolom komposit.....	5
Gambar 2.2	Perubahan tekuk akibat adanya inti beton	6
Gambar 2.3.	Tes pembebanan pada <i>CFT</i> (Georgios,2003)	8
Gambar 2.4	Hasil pembebanan pada <i>CFT</i> (Georgios,2003).....	8
Gambar 2.5	Regangan pada kolom <i>CFT</i> tipe <i>circular</i> (Jiang and He, 2005).....	8
Gambar 2.6.	Konfigurasi pemasangan <i>cross tie</i> (Jiang and He, 2005)	9
Gambar 2.7	<i>Local buckling</i> pada <i>Concrete Filled Steel Tube</i> (<i>CFT</i>) tanpa <i>cross tie</i> (Jiang and He, 2005)...	9
Gambar 2.8	<i>Local buckling</i> pada <i>Concrete Filled Steel Tube</i> (<i>CFT</i>) dengan <i>cross tie</i> (Jiang and He, 2005)	9
Gambar 2.9	Hasil eksperimental pada <i>CFT</i> dengan <i>cross tie</i> (Jiang and He, 2005)	11
Gambar 2.10	Hasil eksperimental pada <i>Concrete Filled</i> <i>Steel Tube (CFT)</i> dengan memperhatikan ketebalan pelat baja (Jiang and He, 2005)	12
Gambar 2.11	Hasil eksperimental pada <i>Concrete Filled</i> <i>Steel Tube (CFT)</i> dengan memperhatikan tegangan leleh (Jiang and He, 2005)	13
Gambar 3.1	Flowchart metode studi	15
Gambar 3.2	Penampang kolom tipe <i>rectangular</i> dengan menggunakan Xtract	25
Gambar 3.3	Penampang kolom tipe <i>circular</i> dengan menggunakan Xtract	26
Gambar 3.4	Penampang kolom tipe <i>rectangular</i> dengan menggunakan Abaqus	27
Gambar 3.5	Penampang kolom tipe <i>circular</i> dengan menggunakan Abaqus	27
Gambar 3.6	Bentuk portal kolom tipe <i>rectangular</i> dengan menggunakan Abaqus	28

Gambar 3.7	Bentuk portal kolom tipe <i>circular</i> dengan menggunakan Abaqus.....	30
Gambar 4.1	Profil <i>Concrete Filled Steel Tube</i> tipe <i>circular</i>	29
Gambar 4.2	Gambar hasil analisa interaksi aksial pada profil <i>CFT circular</i> , benda uji georgious (C 1) dengan Xtract	32
Gambar 4.3	Profil <i>Concrete Filled Steel Tube</i> tipe <i>circular</i>	33
Gambar 4.4	Gambar hasil analisa interaksi aksial pada profil <i>CFT circular</i> , benda uji Georgios (C 2) dengan Xtract	36
Gambar 4.5	Profil <i>Concrete Filled Steel Tube</i> tipe <i>rectangular</i>	38
Gambar 4.6	Gambar hasil analisa interaksi aksial pada profil <i>CFT rectangular</i> , benda uji Jian Chan and He (R 1) dengan Xtract	41
Gambar 4.7	Profil <i>Concrete Filled Steel Tube</i> tipe <i>rectangular</i>	42
Gambar 4.8	Gambar hasil analisa interaksi aksial pada pada profil <i>CFT rectangular</i> , benda uji Jian Chan and He (R 2) dengan Xtract	45
Gambar 5.1	Profil <i>CFT</i> , $D_o = 113,43$ mm, $t = 3,98$ mm, $l = 300$ mm dengan <i>property</i> sebagai profil baja	48
Gambar 5.2	Profil <i>CFT</i> , $D_i = 105,47$ mm, $l = 300$ mm dengan <i>property</i> sebagai profil beton	48
Gambar 5.3	Profil <i>CFT</i> dengan <i>property</i> sebagai profil baja dan beton disatukan	50
Gambar 5.4	Angle of rotation sebesar 90°	51
Gambar 5.5	<i>Interaction</i> (lekatan antar elemen)	52
Gambar 5.6	Perletakan pada elemen <i>CFT</i>	52
Gambar 5.7	Pembebanan pada elemen <i>CFT</i>	53
Gambar 5.8	<i>Meshing</i> pada profil baja	54
Gambar 5.9	<i>Meshing</i> pada profil beton	54
Gambar 5.10	Hasil <i>deformasi</i> pada elemen <i>CFT</i>	55
Gambar 5.11	Hasil <i>displacement</i> pada elemen <i>CFT</i>	56
Gambar 5.12	Grafik <i>displacement</i> pada 15 benda uji	

	elemen <i>CFT</i> (mengalami tekan)	58
Gambar 5.13	Grafik <i>displacement</i> pada benda uji <i>CFT</i> tipe <i>circular</i> (C 3) akibat beban yang diperkecil	59
Gambar 5.14	Grafik <i>displacement</i> pada benda uji <i>CFT</i> tipe <i>circular</i> (C 3) akibat perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}	60
Gambar 5.15	Hasil regangan pada elemen <i>CFT</i>	61
Gambar 5.16	Gambar sumbu local dan arah untuk seluruh tegangan pada elemen kolom.....	62
Gambar 5.17	Gambar tegangan yang terjadi di daerah A, B dan C pada elemen kolom	62
Gambar 5.18	Grafik regangan pada 15 benda uji elemen <i>CFT</i>	64
Gambar 5.19	Grafik regangan pada benda uji <i>CFT</i> tipe <i>circular</i> (C 3) akibat perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}	65
Gambar 5.20	Hasil tegangan pada elemen <i>CFT</i>	66
Gambar 5.21	Grafik tegangan pada 15 benda uji elemen <i>CFT</i>	68
Gambar 5.22	Grafik tegangan pada benda uji <i>CFT</i> tipe <i>circular</i> (C 3) akibat perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}	69
Gambar 5.23	Profil <i>CFT</i> , $D_o = 300$ mm, $t = 8$ mm, $l = 1500$ mm dengan <i>property</i> sebagai profil baja	71
Gambar 5.24	Profil <i>CFT</i> , $D_i = 284$ mm, $l = 1500$ mm dengan <i>property</i> sebagai profil beton	71
Gambar 5.25	Profil <i>CFT</i> dengan <i>property</i> sebagai profil baja dan beton disatukan	73
Gambar 5.26	<i>Angle of Rotation</i> sebesar 90°	74
Gambar 5.27	<i>Interaction</i> (lekatan antar elemen)	75
Gambar 5.28	Perletakan pada elemen <i>CFT</i>	75
Gambar 5.29	Pembebanan pada elemen <i>CFT</i>	76
Gambar 5.30	<i>Meshing</i> pada profil baja	77
Gambar 5.31	<i>Meshing</i> pada profil beton	77
Gambar 5.32	Hasil <i>deformasi</i> pada elemen <i>CFT</i>	78
Gambar 5.33	Hasil <i>displacement</i> pada elemen <i>CFT</i>	79

Gambar 5.34	Grafik <i>displacement</i> pada 15 benda uji elemen <i>CFT</i> (mengalami tekan)	81
Gambar 5.35	Grafik <i>displacement</i> pada benda uji <i>CFT</i> tipe <i>rectangular</i> (R 3) akibat beban yang diperkecil	82
Gambar 5.36	Grafik <i>displacement</i> pada benda uji <i>CFT</i> tipe <i>rectangular</i> (R 3) akibat perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}	83
Gambar 5.37	Hasil regangan pada elemen <i>CFT</i>	84
Gambar 5.38	Gambar sumbu local dan arah untuk seluruh tegangan pada elemen kolom	85
Gambar 5.39	Gambar tegangan yang terjadi di daerah A, B dan C pada elemen kolom	85
Gambar 5.40	Grafik regangan pada 15 benda uji elemen <i>CFT</i>	87
Gambar 5.41	Grafik regangan pada benda uji <i>CFT</i> tipe <i>rectangular</i> (R 3) akibat perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}	88
Gambar 5.42	Hasil tegangan pada elemen <i>CFT</i>	89
Gambar 5.43	Grafik tegangan pada 15 benda uji elemen <i>CFT</i>	91
Gambar 5.44	Grafik tegangan pada benda uji <i>CFT</i> tipe <i>rectangular</i> (R 3) akibat perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}	92
Gambar 6.1	Hasil analisa interaksi aksial pada profil <i>CFT</i> <i>rectangular</i> , benda uji Jian Chai (R 3) dengan XTRACT akibat tanpa pemasangan Cross Tie	104
Gambar 6.2	Hasil analisa interaksi aksial pada profil <i>CFT</i> <i>rectangular</i> , benda uji Jian Chai (R 3) dengan XTRACT akibat pemasangan Cross Tie	105
Gambar 6.3	Gambar hasil analisa interaksi aksial pada profil <i>CFT</i> <i>rectangular</i> , benda uji Jian Chai (R 4) dengan XTRACT akibat $f_{ck} = 39,82$ Mpa	111

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hasil pengujian <i>CFT</i> tipe <i>circular</i> (Gerogios, 2003)	7
Tabel 2.2	Hasil pengujian <i>CFT</i> tipe <i>rectangular</i> (He, 2005)	10
Tabel 4.1	Kontrol penampang pada profil <i>CFT</i> <i>circular</i> benda uji Georgios (C 3 – C 15)	37
Tabel 4.2	Kontrol penampang pada profil <i>CFT</i> <i>rectangular</i> benda uji Jian and He (C 3 – C 15)	46
Tabel 5.1	Hasil <i>displacement</i> pada 15 benda uji <i>CFT</i> tipe <i>circular</i>	57
Tabel 5.2	Hasil <i>displacement</i> pada <i>CFT</i> tipe <i>circular</i> (C 3) dengan beban yang lebih kecil dari beban semula	58
Tabel 5.3	Hasil <i>displacement</i> pada <i>CFT</i> tipe <i>circular</i> (C 3) dengan perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}	60
Tabel 5.4	Hasil regangan pada 15 benda uji <i>CFT</i> tipe <i>circular</i>	63
Tabel 5.5	Hasil regangan pada <i>CFT</i> tipe <i>circular</i> (C 3) dengan perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}	65
Tabel 5.6	Hasil tegangan pada 15 benda uji <i>CFT</i> tipe <i>circular</i>	67
Tabel 5.7	Hasil tegangan pada <i>CFT</i> tipe <i>circular</i> (C 3) dengan perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}	69
Tabel 5.8	Hasil <i>displacement</i> pada 15 benda uji <i>CFT</i> tipe <i>rectangular</i>	80
Tabel 5.9	Hasil <i>displacement</i> pada <i>CFT</i> tipe <i>rectangular</i> (R 3) dengan beban yang lebih kecil dari beban semula	81

Tabel 5.10	Hasil <i>displacement</i> pada <i>CFT</i> tipe <i>rectangular</i> (R 3) dengan perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}	83
Tabel 5.11	Hasil regangan pada 15 benda uji <i>CFT</i> tipe <i>rectangular</i>	86
Tabel 5.12	Hasil regangan pada <i>CFT</i> tipe <i>rectangular</i> (R 3) dengan perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}	88
Tabel 5.13	Hasil tegangan pada 15 benda uji <i>CFT</i> tipe <i>rectangular</i>	90
Tabel 5.14	Hasil tegangan pada <i>CFT</i> tipe <i>rectangular</i> (R 3) dengan perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}	92
Tabel 6.1	Modifikasi dimensi <i>CFT</i> tipe <i>Circular</i>	93
Tabel 6.2	Kontrol pemasangan Cross Tie pada profil <i>CFT</i> <i>Circular</i> benda uji Georgios (C 1 – C 15)	100
Tabel 6.3	Kontrol pemasangan Cross Tie pada profil <i>CFT</i> <i>Rectangular</i> benda uji Jian and He (R 1 – R 15)	110

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 (Salmon, 1991). Salah satu profil baja komposit yang digunakan adalah baja yang berintikan beton atau *Concrete Filled Steel Tube (CFT)*. Profil ini mempunyai banyak keuntungan dibandingkan dengan profil baja pada umumnya atau beton bertulang. Salah satu keuntungan utamanya adalah interaksi antara baja dengan beton inti, tekuk lokal profil baja direduksi oleh beton dan kekuatan beton akan menjadi tinggi karena efek pengekangan (*Confinement Effect*) dari baja akibat pemasangan *cross tie* sehingga menghasilkan kapasitas kuat tekan nominal yang lebih besar.

Kolom *CFT* tanpa pengekangan, akan rentan mengalami kegagalan karena *local buckling* sehingga perlu diberi *confinement* dengan memperhatikan jarak antar *confinement* (Jiang Cai, 2005). Selain itu jarak antar *cross tie* dan tebal pelat baja yang akan digunakan juga perlu diperhatikan untuk mengantisipasi kegagalan (Long, 2008)

Untuk itu alasan Tugas Akhir ini dianalisa karena pada kolom *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* tidak ada penulangan sengkang dan tebal pelat baja yang relatif tipis sehingga dapat menyebabkan kolom tidak mampu memikul beban aksial secara maksimum dan akhirnya akan mengalami tekuk karena *local buckling*. Maka perlu perhatian khusus terhadap pengekangan (*Confinement*) pada kolom *CFT*.

Secara umum, dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan validasi hasil eksperimental dari Georgios, 2003 tentang kapasitas *concrete filled steel tube* tipe *circular* dalam menerima beban aksial dan eksperimental dari Jiang and He, 2005 tentang kapasitas *concrete filled steel tube* tipe *rectangular* dalam

menerima beban aksial dengan menggunakan *binding bars*. Untuk analisa penampang elemen dari dari hasil pengujian baik yang dilakukan oleh Georgios maupun Jiang and He menggunakan software XTRACT, sedangkan untuk melihat perilaku elemen dari dari hasil pengujian yang ditinjau akan menggunakan software ABAQUS V.6.7.

Fokus pada Tugas Akhir ini adalah untuk mempelajari dan membandingkan perilaku efek pengeangan (*Confinement Effect*) pada elemen struktur kolom *CFT* baik dengan menggunakan *cross tie* maupun tidak dari hasil pengujian yang telah dilakukan oleh Georgios dan Jiang and He. Tujuan dari analisa struktur ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan besarnya *confinement* dan untuk meningkatkan kemampuan kolom dalam menerima beban aksial akibat pemasangan *cross tie* pada struktur *CFT*.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang akan dikaji dalam studi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perilaku elemen kolom dari hasil pengujian *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* tipe *rectangular* dan *circular* yang telah dilakukan oleh Georgios maupun Jiang and He?
2. Bagaimana bentuk rencana pemasangan dan konfigurasi dari hasil pengujian *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* yang telah dilakukan oleh Georgios maupun Jiang and He terhadap pemasangan *cross tie*?
3. Bagaimana verifikasi hasil Abaqus dengan hasil eksperimental yang telah dilakukan oleh Georgios maupun Jiang and He 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 hasil pengujian *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* tipe *rectangular* dan *circular* yang telah dilakukan oleh Georgios maupun Jiang and He.
2. Mengetahui bentuk rencana pemasangan dan konfigurasi dari hasil pengujian *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* yang telah dilakukan oleh Georgios maupun Jiang and He terhadap pemasangan *cross tie*.
3. Mengetahui verifikasi hasil Abaqus dengan hasil eksperimental yang telah dilakukan oleh Georgios maupun Jiang and He pada elemen kolom *CFT (Concrete Filled Steel Tube)* tipe *rectangular* dan *circular*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam analisa ini adalah :

1. Hanya mempelajari perilaku elemen kolom mengenai *confinement* yang dibutuhkan.
2. Tidak membahas sambungan elemen struktur kolom dengan base plate.
3. Tidak membahas detail metode pelaksanaan.
4. Tidak membahas rencana anggaran biaya.
5. Tidak membahas tentang pondasi.



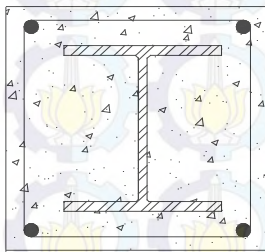
"halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

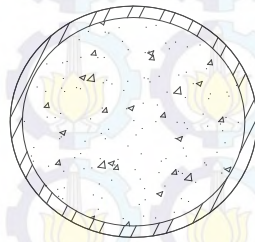
Ada dua tipe kolom komposit, yaitu :

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



(a)

Profil Baja Dibungkus Beton/
Steel Rainforce Concrete



(b)

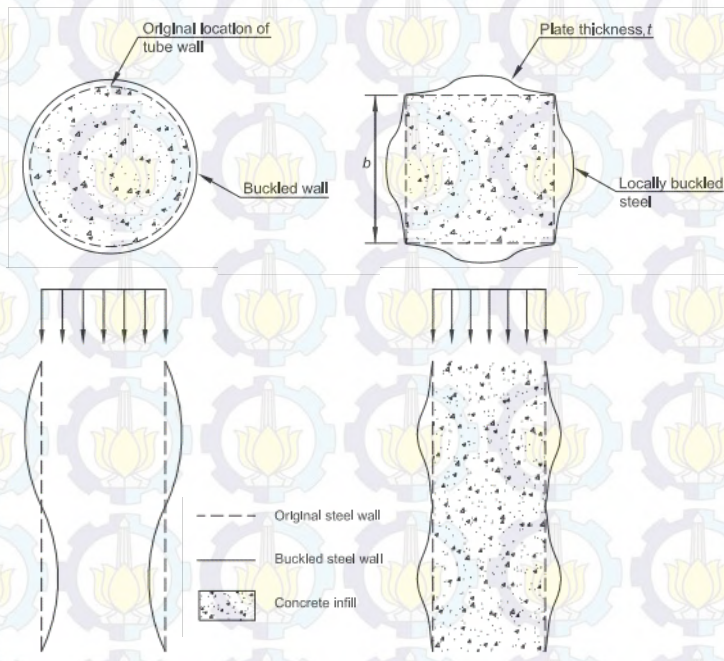
Baja Berintikan Beton/
Concrete Filled Steel

Gambar 2.1 Penampang kolom komposit

2.2 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. Beton inti mengubah model dari tekuk pelat baja. Sebagai contoh bisa dilihat pada Gambar 2.2.

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 kali dari 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).



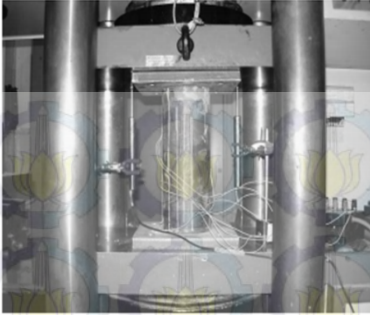
Gambar 2.2 Perubahan tekuk akibat adanya inti beton

2.3 Kapasitas *Concrete Filled Steel Tube Tipe Circular* dalam Menerima Beban Aksial (Georgios, 2003).

Tabel 2.1 Hasil pengujian *CFT* tipe *circular* (Georgios, 2003)

Ref.	Diameter D (mm)	Thickness t (mm)	D/t	Length L (mm)	L/D	Steel strength f_y (MPa)	Concrete cube strength f_{cu} (MPa)
C1	114.0	3.87	29.4	298.9	2.62	343	N/A
C2	115.04	5.02	22.9	300.0	2.61	365	N/A
C3	114.43	3.98	28.7	300.0	2.62	343	31.4
C4	114.57	3.99	28.7	300.0	2.62	343	93.6
C5 ^a	114.43	3.82	29.9	300.0	2.62	343	34.7
C6 ^a	114.26	3.93	29.1	300.0	2.62	343	97.2
C7	114.88	4.91	23.4	300.5	2.61	365	34.7
C8	115.04	4.92	23.4	300.0	2.61	365	104.9
C9	115.02	5.02	22.9	300.5	2.61	365	57.6
C10 ^a	114.49	3.75	30.5	299.3	2.61	343	57.6
C11	114.29	3.75	30.5	300.0	2.62	343	57.6
C12	114.30	3.85	29.7	300.0	2.62	343	31.9
C13 ^a	114.09	3.85	29.6	300.5	2.63	343	31.9
C14	114.54	3.84	29.8	300.0	2.62	343	98.9
C15 ^a	114.37	3.85	29.7	299.5	2.62	343	98.9

^a Indicates *Greased* columns.



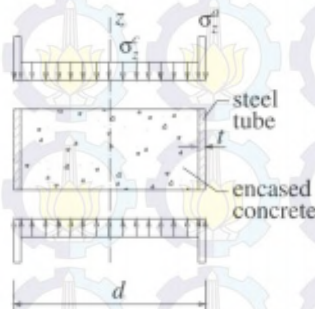
Gambar 2.3 Tes pembebanan pada *CFT* (Georgios, 2003)



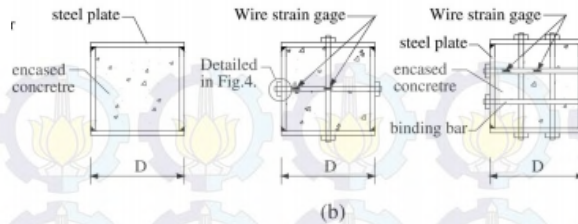
Gambar 2.4 Hasil pembebanan pada *CFT* (Georgios, 2003)

Dari ke 15 benda uji *CFT* yang dilakukan tes terhadap beban aksial dengan menggunakan mutu beton 30 Mpa, 60 Mpa, dan 100 Mpa. Dan hasilnya benda uji *CFT* yang diberi beban aksial mengalami kegagalan *local buckling* dan dapat dilihat pada Gambar 2.4. dan untuk mengantisipasi adanya lokal buckling akibat beban aksial, maka pada kolom *CFT* perlu diberi pengekanan (Dennis, 2003)

2.4 Pengekanan pada *Concrete Filled Steel Tube* Dengan *Cross Tie Tipe Rectangular*



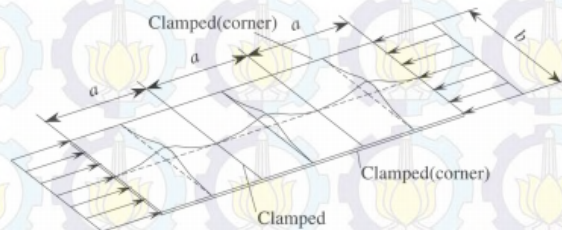
Gambar 2.5 Regangan pada kolom *CFT* tipe *rectangular* (Jiang and He, 2005)



Gambar 2.6 Konfigurasi pemasangan *Cross Tie* (Jiang and He, 2005)

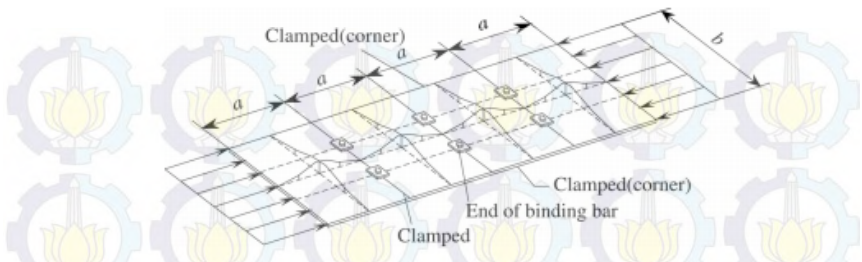
Local Buckling pada Profil Baja

Local buckling pada profil baja baik dengan menggunakan *clamped* maupun menggunakan *cross tie* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.7 Lokal buckling pada *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* dengan *clamped*. (Jiang and He, 2005)

Beton yang diisikan pada kolom CFT dianggap sebagai media yang kaku yang mampu menahan tekuk akibat pemasangan *clamped*. Panjang tekuk *local buckling* pada plat baja kolom (a) hampir sama panjang dengan panjang tekuk *local buckling* pada plat baja kolom (b) sehingga dapat diasumsikan bahwa nilai $a = b$ untuk mencari tegangan kritis pada kolom CFT.



Gambar 2.8 Lokal buckling pada *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* dengan *cross tie* (Jiang and He, 2005)

Untuk kolom CFT yang menggunakan *cross tie*, dapat diamati bahwa semua tekuk *local buckling* terjadi pada jarak antara dua *cross tie* yang berdekatan. Hal ini terjadi karena *cross tie* yang terpasang dianggap terjepit dan menunjukkan bahwa daerah tekuk pelat baja (*local buckling*) dapat dihindari dengan suatu jarak pengikat yang tepat.

2.5 Kapasitas *Concrete Filled Steel Tube Tipe Rectangular* Dalam Menerima Beban Aksial Dengan Menggunakan *Binding Bars*.

Tabel 2.2 Hasil pengujian *CFT* tipe *rectangular* (He, 2005)

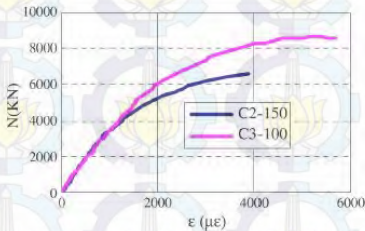
Test no.	Specimen	$D \times t \times L$ (mm)	$a_s \times b_s \times d_s$ (mm)	D/t	f_{ay} (MPa)	f_{sy} (MPa)	f_{ck} (MPa)	N_{ue} (kN)	N_{no} (kN)	N_{ue}/N_{no}	N_{uey}/N_{uen}
1	C1	300 × 6 × 1500	—	50	382.5	344.45	39.82	—	—	—	—
2	C2	300 × 6 × 1500	150 × 150 × 14	50	382.5	344.45	39.82	6600	6002	1.100	—
3	C3	300 × 6 × 1500	100 × 150 × 14	50	382.5	344.45	39.82	8654	6002	1.442	—
4	C4	300 × 4 × 1500	—	75	341.93	344.45	39.82	5300	5015	1.057	1.000
5	C5	300 × 4 × 1500	150 × 150 × 14	75	341.93	344.45	39.82	6243	5015	1.245	1.178
6	C6	300 × 4 × 1500	100 × 150 × 14	75	341.93	344.45	39.82	7255	5015	1.447	1.369
7	C7	300 × 8 × 1500	—	37.5	387.98	344.45	39.82	5600	6837	0.819	1.000
8	C8	300 × 8 × 1500	150 × 150 × 14	37.5	387.98	344.45	39.82	7878	6837	1.152	1.407
9	C9	300 × 8 × 1500	100 × 150 × 14	37.5	387.98	344.45	39.82	8170	6837	1.195	1.459
10	C10	300 × 12 × 1500	—	25	345.04	344.45	39.82	6588	7803	0.844	1.000
11	C11	300 × 12 × 1500	150 × 150 × 14	25	345.04	344.45	39.82	8436	7803	1.081	1.281
12	C12	300 × 12 × 1500	100 × 150 × 14	25	345.04	344.45	39.82	9749	7803	1.245	1.480
13	C13	300 × 6 × 1500	—	50	292.48	344.45	39.82	4370	5367	0.814	1.000
14	C14	300 × 6 × 1500	150 × 150 × 14	50	292.48	344.45	39.82	6140	5367	1.144	1.405
15	C15	300 × 6 × 1500	150 × 150 × 16	50	382.5	365.49	39.82	7375	6002	1.229	1.272

Note: — means no binding bars available.

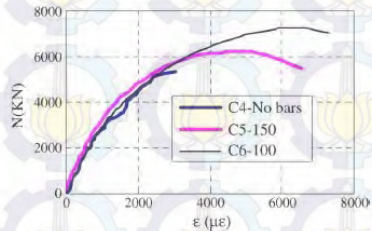
Dari hasil pengujian pada kolom *CFT* diperoleh hasil sebagai berikut :

2.5.1 Efek Pemasangan *Binding Bars* Terhadap Kekuatan Penampang Kolom

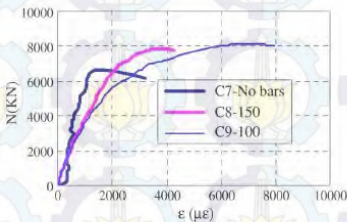
Hal ini bisa dilihat pada gambar berikut yang menandakan bahwa kekuatan ultimate dari kolom *CFT* dengan *binding bars* akan lebih besar dibandingkan dengan tanpa *binding bars*. Selain itu, kekuatan *ultimate* akan bertambah ketika jarak antar *binding bars* berkurang.



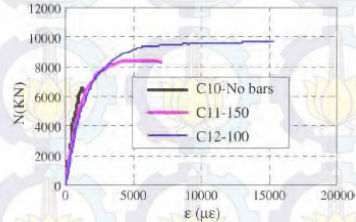
(a) Variabel parameter: a_s ($t = 6$ mm).



(b) Variabel parameter: a_s ($t = 4$ mm).



(c) Variabel parameter: a_s ($t = 8$ mm).

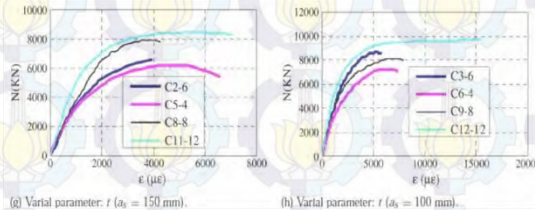


(d) Variabel parameter: a_s ($t = 12$ mm).

Gambar 2.9 Hasil eksperimental pada *CFT* dengan *cross tie*.
(Jiang and He, 2005)

2.5.2 Efek Ketebalan dari Pelat Baja Terhadap Beban Aksial

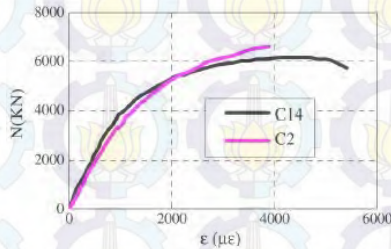
Hal ini bisa dilihat pada gambar berikut yang menunjukkan bahwa ketebalan dari pelat baja mempunyai pengaruh yang cukup penting terhadap kemampuan *CFT* dalam menerima beban aksial. Dengan ketebalan pelat baja yang bertambah mengakibatkan rasio D/t akan berkurang sehingga kekuatan ultimate dan regangan akan bertambah dan kolom *CFT* akan lebih daktil.



Gambar 2.10 Hasil eksperimental pada *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* dengan memperhatikan ketebalan pelat baja. (Jiang and He, 2005)

2.5.3 Efek Tegangan leleh dari Baja

Pada bahan eksperimen C 14 dengan menggunakan tegangan leleh baja sebesar 292.48 N/mm^2 menghasilkan gaya aksial sebesar 5367 KN dan C 2 menggunakan tegangan leleh baja sebesar 382.50 N/mm^2 mengakibatkan gaya aksial sebesar 6002 KN

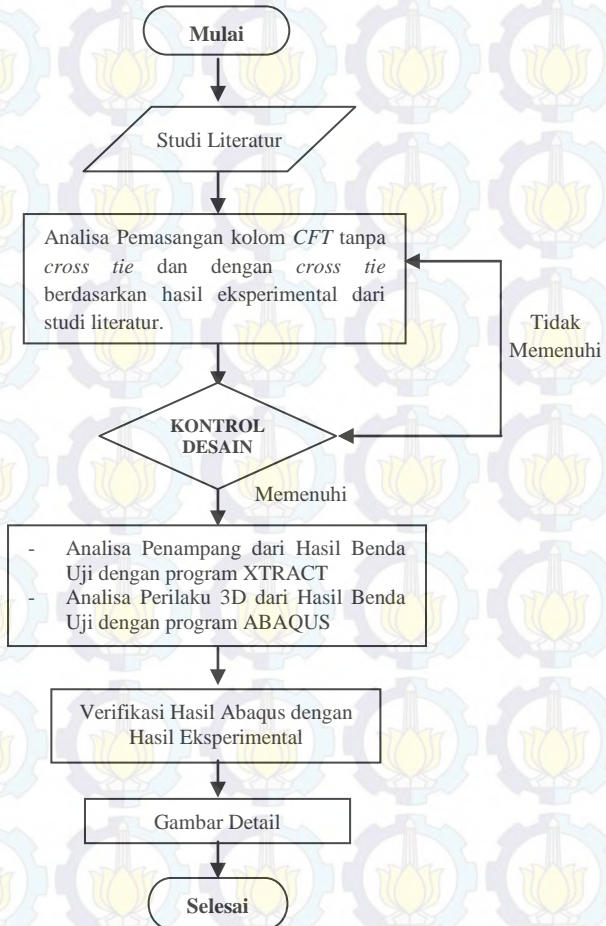


(f) Variational parameter: strength of steel.

Gambar 2.11 Hasil eksperimental pada *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* dengan memperhatikan tegangan leleh. (Jiang and He, 2005)

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Sistematika metodologi penulisan Tugas Akhir :



Gambar 3.1 Flowchart metode studi

3.2 Data dari hasil benda uji Georgios

Jurnal ini berkaitan tentang kapasitas *Concrete Filled Steel Tube* tipe *circular* dalam menerima beban aksial. Dalam rangka untuk mempertimbangkan perilaku kolom *CFT*, 15 hasil eksperimental diuji dengan berbagai kekuatan mutu beton dan ketebalan dinding. Untuk mutu baja terdiri dari 343 Mpa dan 365 Mpa. Keseluruhan benda uji tersebut dibebani dengan beban aksial untuk melihat efek dari kolom *CFT* tersebut dalam menahan beban yang ada.

3.3 Data dari hasil benda uji Jiang and He

Jurnal ini berkaitan tentang kapasitas *Concrete Filled Steel Tube* tipe *rectangular* dalam menerima beban aksial dengan menggunakan *binding bars* yang dimaksudkan untuk meningkatkan kapasitas momen yang lebih besar. Dari 15 benda uji yang ada, 10 benda uji menggunakan *binding bars* dan 5 benda uji tidak menggunakan *binding bars*. Keseluruhan benda uji tersebut diuji untuk meneliti efek pemasangan *binding bars* terhadap kekuatan penampang kolom, efek ketebalan dari pelat baja terhadap beban aksial dan efek tegangan leleh baja dalam meningkatkan kekakuan dan daktilitas dari kolom *CFT*.

3.4 Kriteria untuk kolom komposit bagi komponen struktur tekan (SNI 03-1729-2002 Ps.12.3.1) :

1. Luas penampang profil baja minimal sebesar 4% dari luas penampang komposit total.
2. Selubung beton untuk penampang komposit yang berintikan baja harus diberi tulangan baja longitudinal dan tulangan pengekang lateral. Tulangan baja longitudinal harus menerus pada lantai struktur portal, kecuali untuk tulangan longitudinal yang hanya berfungsi memberi kekangan pada beton. Jarak antar pengikat lateral tidak boleh melebihi $2/3$ dari dimensi terkecil penampang kolom komposit. Luas minimum penampang tulangan transversal (atau lonitudinal) terpasang. Tebal bersih selimut beton dari tepi terluar tulangan longitudinal dan transveersal minimal sebesar 40 mm.
3. Mutu beton yang digunakan tidak lebih 55 Mpa dan tidak kurang dari 21 Mpa untuk beton normal dan tidak kurang dari 28 Mpa untuk beton ringan.
4. Tegangan leleh profil dan tulangan baja yang digunakan untuk perhitungan kekuatan kolom komposit tidak boleh lebih dari 380 Mpa;
5. Tebal minimum dinding pipa baja atau penampang baja berongga yang diisi beton adalah $b\sqrt{f_y/3E}$ untuk setiap sisi selebar b pada penampang persegi dan $D\sqrt{f_y/8E}$ untuk penampang bulat yang mempunyai diameter luar D .

3.5 Kuat Rencana (SNI 03-1729-2002 Ps 12.3.2)

Kuat rencana kolom komposit yang menumpu beban aksial adalah $\phi_c N_n$, dengan $\phi_c = 0,85$.

$$N_n = A_s f_{cr} \quad (3.1)$$

$$\text{Dan } f_{cr} = \frac{f_{my}}{\omega} \quad (3.2)$$

Untuk $\lambda_c \leq 0,25$ maka $\omega = 1$

$$\text{Untuk } 0,25 \leq \lambda_c \leq 1,2 \text{ maka } \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$$

Untuk $\lambda_c \geq 0,25$ maka $\omega = 1,25\lambda_c^2$

dengan ,

$$\lambda_c = \frac{k_c L}{r_m \pi} \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} \quad (3.3)$$

$$f_{my} = f_y + c_1 f_{yr} \left(\frac{A_r}{A_s} \right) + c_2 f'_c \left(\frac{A_c}{A_s} \right) \quad (3.4)$$

$$E_m = E + c_3 E_c \left(\frac{A_c}{A_s} \right) \quad (3.5)$$

$$E_c = 0,041 w^{1,5} \sqrt{f'_c} \quad (3.6)$$

Keterangan :

A_s	adalah luas penampang beton, mm ²
A_r	adalah luas penampang tulangan longitudinal, mm ²
E	adalah modulus elastis baja, MPa
E_c	adalah modulus elastisitas beton, MPa
E_m	adalah modulus elastisitas untuk perhitungan kolom komposit, MPa
f_{cr}	adalah tegangan tekan kritis, MPa
f_y	adalah tegangan leleh untuk perhitungan kolom komposit, MPa
f_y	adalah tegangan leleh profil baja, MPa
f'_c	adalah kuat tekan karakteristik beton, MPa
k_c	adalah faktor panjang efektif kolom
N_n	adalah kuat aksial nominal, N
r_m	adalah jari-jari girasi kolom komposit, mm
λ_c	adalah parameter kelangsingan
ϕ_c	adalah faktor reduksi beban aksial tekan
ω	adalah faktor tekuk

Pada persamaan di atas, c_1 , c_2 , dan c_3 adalah koefisien yang besarnya

a). Untuk profil baja yang diisi beton :

$$c_1 = 1, c_2 = 0,85, \text{ dan } c_3 = 0,4 \quad (3.7)$$

b). Untuk profil baja yang diberi selubung beton :

$$c_1 = 0,7, c_2 = 0,6, \text{ dan } c_3 = 0,2 \quad (3.8)$$

3.5.1 Beton terkekang pada Concrete Filled Steel Tube

Untuk mengetahui kapasitas penampang terhadap beban aksial dan momen pada *Concrete Filled Steel Tube* untuk tipe *Rectangular* dan *Circular* dapat dirumuskan sebagai berikut dengan bantuan program XTRACT :

- Untuk regangan $\varepsilon < 2\varepsilon_t$, maka $f_c = 0$ (3.9)

- Untuk regangan $\varepsilon < 0$, maka $f_c = \varepsilon \times E_c$ (3.10)

- Untuk regangan $\varepsilon < \varepsilon_{cu}$ maka $f_c = \frac{f'_{cc} \cdot x^r}{r - 1 + x^r}$ (3.11)

Dimana :

$$x = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{cc}} \quad (3.12)$$

$$\varepsilon_{cc} = 0.002 \left[1 + 5 \left(\frac{f'_{cc}}{f'_c} - 1 \right) \right] \quad (3.13)$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - E_{sec}} \quad (3.14)$$

$$E_{sec} = \frac{f'_{cc}}{\varepsilon_{cc}} \quad (3.15)$$

Keterangan :

ε	adalah regangan beton
f_c	adalah tegangan beton, Mpa
E_c	adalah modulus elastisitas beton, Mpa
ε_t	adalah kapasitas regangan tarik
ε_{cu}	adalah regangan beton ultimate
ε_{cc}	adalah regangan pada tegangan maksimum beton terkekang
f'_c	adalah kuat tekan karakteristik beton, MPa
f'_{cc}	adalah kuat tekan beton terkekang, Mpa

3.5.2 Efek Pengekangan akibat Pemasangan *Cross Tie* pada *CFT*

3.5.2.1 Lokal Buckling pada Profil Baja

Tegangan kritis pada profil *CFT* :

$$\sigma_{cr} = k \frac{\pi^2 E_a}{12(1 - \mu^2)} \left(\frac{t}{b} \right)^2 \quad (3.20)$$

Luasan Pada Beton Terkekang :

$$A_{cc} = (bxd) - A_s \quad (3.21)$$

Nilai Rasio *Cross Tie* Terhadap Beton Terkekang

$$\rho_{cc} = \frac{A_s}{A_{cc}} \quad (3.22)$$

Nilai Rasio Pengekangan Akibat Pemasangan *Cross Tie*

$$\rho_s = \frac{A_s}{bxd_s} \quad (3.23)$$

Koefisien Efektivitas Pengekangan

$$s' = s - d_{sb} \quad (3.24)$$

Dengan parameter tekuk k_e :

$$k_e = \frac{1 - \left(\frac{s'}{2xd_s} \right)^2}{1 - \rho_{cc}} \quad (3.25)$$

Untuk menentukan nilai f_{cc} pada beton terkekang, yang biasanya menggunakan perumusan Mander akan dimodifikasi menjadi :

$$f_{cc} = f_{ck} \left(-1.254 + 2.254 \sqrt{1 + \frac{7.94 f_l}{f_{ck}} - 2 \frac{f_l}{f_{ck}}} \right) \quad (3.26)$$

Dimana fl setara dengan tegangan lateral beton terkekang sehingga,

$$fl' = 0,5xk_e x\rho_s xfy_h \quad (3.27)$$

Untuk kekutan tekuk *local buckling* pada plat baja di kolom *CFT*, Ge Usami mengusulkan sebuah hubungan menjadi :

$$\frac{f_b}{f_{ay}} = \frac{1.2}{R} - \frac{0.3}{R^2} \leq 1.0 \quad (3.28)$$

Dimana R adalah rasio lebar dan tebal dari profil baja, jika nilai $R \geq 0,85$, maka :

$$R = \frac{D}{t} \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)}{4\pi^2}} \sqrt{\frac{f_{ay}}{E_a}} \quad (3.29)$$

Sehingga :

Jika nilai $R \leq 0,85$, maka efek dari *local buckling* bisa diabaikan dan tidak perlu pemasangan *cross tie*.

$$f_a = \left(\frac{1.2}{R} - \frac{0.3}{R^2} \right) f_{ay} \quad (3.30)$$

Keterangan :

A_{cc} adalah luas penampang beton, mm^2

D adalah dimensi *Concrete Filled Tube*, mm

t adalah tebal profil baja, mm

b_s adalah jarak *cross tie* vertikal, mm

a_s adalah jarak *cross tie* horizontal, mm

f_{ay} adalah tegangan leleh pada profil baja, Mpa

f_{cu} adalah kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari, Mpa

f_{ck} adalah kuat tekan beton karakteristik yang didefinisikan sebagai $f_{ck} = 0.67xf_{cu}$, Mpa

f_{cc} adalah tegangan pada beton terkekang, Mpa

f_l' adalah tegangan ekuivalen lateral pada beton terkekang, Mpa

k_e adalah koefisien keefektifan beton terkekang.

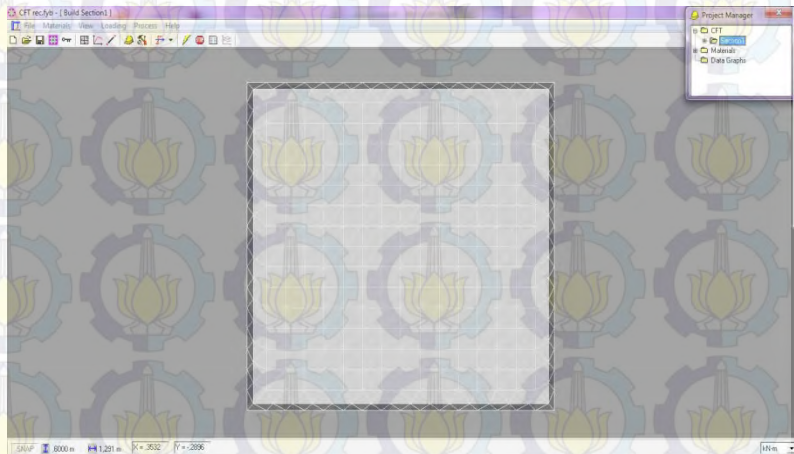
R adalah rasio lebar dan ketebalan profil baja.

f_a adalah tegangan longitudinal pada profil baja, Mpa

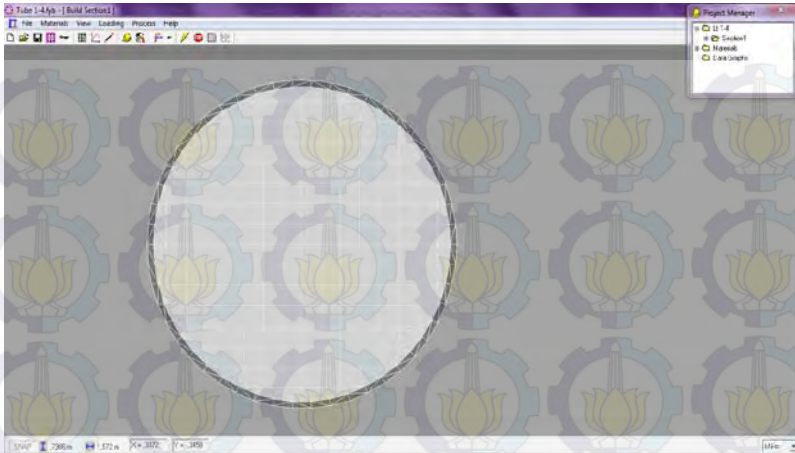
σ_h adalah tegangan *hoops* pada baja, Mpa

3.6 Analisa Penampang Struktur Dengan Program Xtract

Tahap ini merupakan lanjutan dari tahap sebelumnya yaitu setelah dilakukan kontrol penampang dan penampang telah memenuhi syarat maka dilakukan analisa penampang struktur dengan program Xtract V 2.6.2 untuk mengetahui kapasitas penampang.



Gambar 3.2 Penampang kolom tipe *rectangular* dengan menggunakan program Xtract



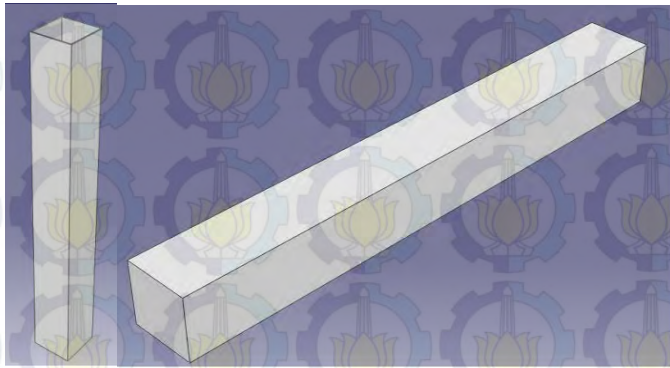
Gambar 3.3 Penampang kolom tipe *circular* dengan menggunakan program Xtract

3.7 Analisa Perilaku Struktur Dengan Program Abaqus V. 6.7

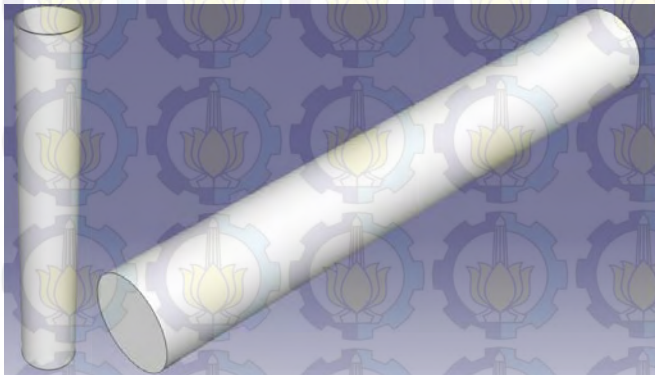
Tahap ini merupakan tahap analisa perilaku struktur kolom dengan *minor analysis* menggunakan program Abaqus V 6.7. Dari tahapan ini akan diketahui besarnya deformasi, tegangan dan regangan yang terjadi pada kolom baja yang telah direncanakan. Adapun langkah langkah dalam pemodelan di abaqus adalah sebagai berikut :

3.7.1 *Parts*

Tahap ini merupakan penggambaran dari bentuk awal geometric struktur dengan menggunakan titik titik kordinat dalam penggambaran untuk masing masing struktur.



Gambar 3.4 Penampang kolom tipe *rectangular* dengan menggunakan program Abaqus V 6.7



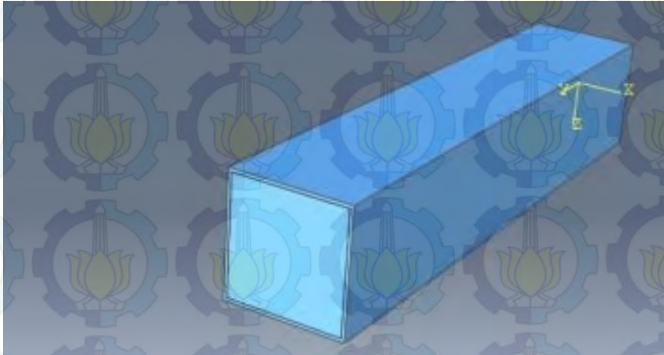
Gambar 3.5 Penampang kolom tipe *circular* dengan menggunakan program Abaqus V 6.7

3.7.2 *Materials.*

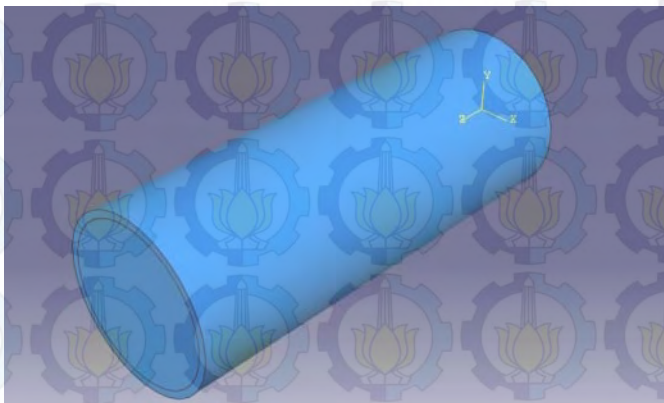
Tahap ini merupakan penentuan jenis material yang digunakan untuk masing masing elemen .

3.7.3 Assembly

Merupakan penggabungan elemen elemen yang telah dibuat menjadi satu kesatuan.



Gambar 3.6 Bentuk portal kolom tipe *rectangular* dengan menggunakan program Abaqus V 6.7

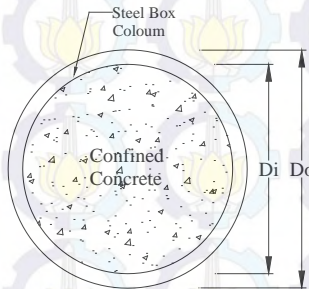


Gambar 3.7 Bentuk portal kolom tipe *circular* dengan menggunakan program Abaqus V 6.7

BAB IV KONTROL PENAMPANG

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

4.1.1 Kontrol Kolom Benda Uji Gergios (C 1)



Gambar 4.1 Profil *Concrete Filled Steel Tube* tipe circular

Data benda uji :

- $D_o = 114 \text{ mm}$
- $t = 3,87 \text{ mm}$
- $D_i = 106,26 \text{ mm}$
- $i_x = 3,896 \text{ cm}$

Data mutu bahan yang digunakan :

- $f_y = 343 \text{ Mpa}$
- $f_u = 411.6 \text{ Mpa}$
- $E_s = 200000 \text{ Mpa}$
- $f'_c = 25 \text{ Mpa}$

Kontrol luas penampang minimum profil baja :

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} = \frac{1338,96}{8868,078 + 1338,96} \times 100\% = 13,12\% > 4\% \dots (\text{OK})$$

Kontrol tebal minimum penampang lingkaran :

$$t_{\min} = D_o \sqrt{\frac{f_y}{8 \times E_s}}$$

$$t_{\min} = 114 \times \sqrt{\frac{343}{8 \times 2 \cdot 10^5}} = 1,67 \text{ mm} < 3,896 \text{ mm} \dots (\text{OK})$$

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

Kuat rencana kolom komposit yang memikul beban aksial adalah $\phi_c \cdot N_n$, dengan $\phi_c = 0,85$

$$f_{my} = f_y + c_1 \cdot f_{yr} \frac{A_r}{A_s} + c_2 \cdot f_c' \frac{A_c}{A_s}$$

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

$$C_1 = 1,00$$

$$C_2 = 0,85$$

$$C_3 = 0,40$$

Maka :

$$f_{my} = 343 + \left(1,0 \times \frac{0}{1338,96} \right) + \left(0,85 \times 25 \times \frac{8868,08}{1338,96} \right)$$

$$f_{my} = 483,74 \text{ Mpa}$$

Modifikasi modulus elastisitas kolom komposit (E_m) :

Modulus elastisitas modifikasi (E_m), jika berat jenis beton (w) = 2400 kg/m³, modulus elastisitas baja (E_s) = 200.000 MPa dan

:

$$E_c = 0,041 \times w^{1,5} \sqrt{f_c'}, \text{ maka } E_c = 24102,98 \text{ Mpa}$$

$$E_m = E_s + \left(c_3 \times E_c \times \frac{A_c}{A_s} \right)$$

$$E_m = 200000 + \left(0,4 \times 24102,98 \times \frac{8868,08}{1338,96} \right) = 263854,8 \text{ Mpa}$$

Jari-jari girasi modifikasi (r_m) :

Jari-jari modifikasi $r_m = 0.25 \times \sqrt{114^2 + 106,26^2}$, sehingga $r_m = 3,90 \text{ cm} > i_x = 3,896 \text{ cm}$. Maka r_m pakai adalah $= 3,896 \text{ cm} = 38,96 \text{ mm}$

Parameter Kelangsingan (λ_c) :

Batas kelangsingan untuk batang yang diuji tekan adalah

$$\lambda_c = \frac{kl}{r_m \times \pi} \times \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} = \frac{1 \times 298,90}{38,96 \times \pi} \times \sqrt{\frac{483,74}{263854,8}} = 0,1045$$

Berdasarkan SNI 1729-2002 pasal 7.6.2 nilai ω ditetapkan berdasarkan $\lambda_c < 1$ adalah :

$$\omega = 1$$

Daya dukung nominal struktur tekan diperoleh :

$$N_n = A_s \frac{f_{my}}{\omega} = 1338,96 \times \frac{483,74}{1} = 647709 \text{ N} = 647,709 \text{ KN}$$

Sedangkan daya dukung nominal struktur tekan dari program Xtract diperoleh $= 732,6 \text{ KN}$.

Section Details:

X Centroid: 57.00 mm
 Y Centroid: 57.00 mm
 Section Area: 98.68 cm²

Loading Details:

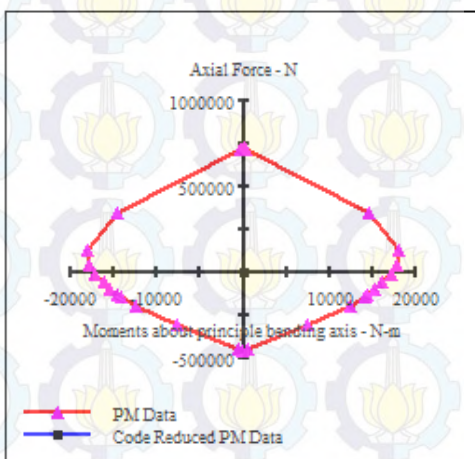
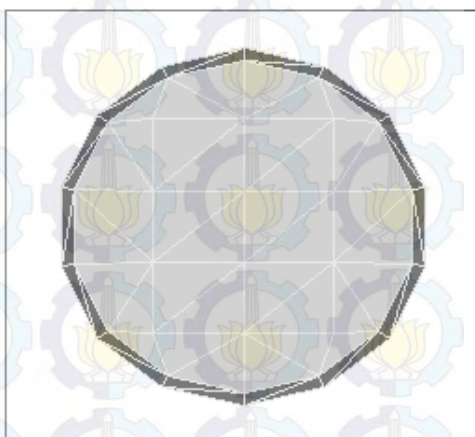
Angle of Loading: 0.2 deg
 Number of Points: 40
 Min. Confined1 Strain: 5.000E-3 Compression
 Max. Confined1 Strain: 1.0000 Tension
 Min. Steel1 Strain: 25.73E-3 Compression
 Max. Steel1 Strain: 25.73E-3 Tension

Analysis Results:

Max. Compression Load: 732.6E+3 N
 Max. Tension Load: -455.0E+3 N
 Maximum Moment: 18.10E+3 N-m
 P at Max. Moment: 130.2E+3 N
 Minimum Moment: -18.12E+3 N-m
 P at Min. Moment: 128.4E+3 N
 Moment (M0.1) at P=0: 17.32E+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

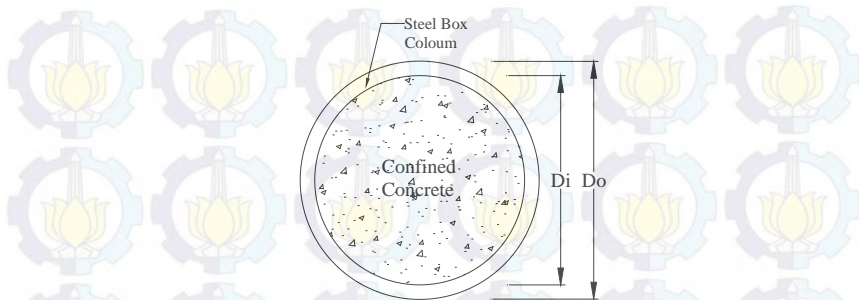
Comments:

User Comments



Gambar 4.2 Gambar hasil analisa interaksi aksial pada profil *CFT circular*, benda uji Georgious (C 1) dengan Xtract

4.1.2 Kontrol Kolom Benda Uji Gergious (C 2)



Gambar 4.3 Profil *Concrete Filled Steel Tube* tipe circular

Data benda uji :

- $D_o = 115,04$ mm
- $t = 5,02$ mm
- $D_i = 105$ mm
- $i_x = 3,894$ cm

Data mutu bahan yang digunakan :

- $f_y = 365$ Mpa
- $f_u = 438$ Mpa
- $E_s = 200000$ Mpa
- $f'_c = 25$ Mpa

Kontrol luas penampang minimum profil baja :

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} = \frac{1735,102}{8659,014 + 1735,102} \times 100\% = 16,69\% > 4\% \dots \text{(OK)}$$

Kontrol tebal minimum penampang lingkaran :

$$t_{\min} = D_o \sqrt{\frac{f_y}{8 \times E_s}}$$

$$t_{\min} = 115,04 \times \sqrt{\frac{365}{8 \times 2 \cdot 10^5}} = 1,74 \text{ mm} < 5 \text{ mm} \dots (\text{OK})$$

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

Kuat rencana kolom komposit yang memikul beban aksial adalah $\phi_c \cdot N_n$, dengan $\phi_c = 0,85$

$$f_{my} = f_y + c_1 \cdot f_{yr} \frac{A_r}{A_s} + c_2 \cdot f_c' \frac{A_c}{A_s}$$

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

$$C_1 = 1,00$$

$$C_2 = 0,85$$

$$C_3 = 0,40$$

Maka :

$$f_{my} = 343 + \left(1,0 \times \frac{0}{1735,102} \right) + \left(0,85 \times 25 \times \frac{8659,014}{1735,102} \right)$$

$$f_{my} = 471,05 \text{ Mpa}$$

Modifikasi modulus elastisitas kolom komposit (E_m):

Modulus elastisitas modifikasi (E_m), jika berat jenis beton (w) = 2400 kg/m^3 , modulus elastisitas baja (E_s) = 200.000 MPa dan :

$$E_c = 0,041 \times w^{1,5} \sqrt{f'c}, \text{ maka } E_c = 24102,98 \text{ Mpa}$$

$$E_m = E_s + \left(c_3 \times E_c \times \frac{A_c}{A_s} \right)$$

$$E_m = 200000 + \left(0,4 \times 24102,98 \times \frac{8659,014}{1735,102} \right) = 248114,3 \text{ Mpa}$$

Jari-jari girasi modifikasi (r_m) :

Jari-jari modifikasi $r_m = 0.25 \times \sqrt{115,04^2 + 105^2}$, sehingga $r_m = 3,894 \text{ cm} > i_x = 3,894 \text{ cm}$. Maka r_m pakai adalah $= 3,894 \text{ cm} = 38,94 \text{ mm}$

Parameter Kelangsingan (λ_c) :

Batas kelangsingan untuk batang yang diuji tekan adalah

$$\lambda_c = \frac{kl}{r_m \times \pi} \times \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} = \frac{1 \times 300}{38,94 \times \pi} \times \sqrt{\frac{471,04}{248114,3}} = 0,1068$$

Berdasarkan SNI 1729-2002 pasal 7.6.2 nilai ω ditetapkan berdasarkan $\lambda_c < 1$ adalah :

$$\omega = 1$$

Daya dukung nominal struktur tekan diperoleh :

$$N_n = A_s \frac{f_{my}}{\omega} = 1735,10 \times \frac{471,05}{1} \\ = 817317 \text{ N} = 817,317 \text{ KN}$$

Sedangkan daya dukung nominal struktur tekan dari program Xtract diperoleh = 898 KN.

Section Details:

X Centroid:	57.52 mm
Y Centroid:	57.52 mm
Section Area:	100.5 cm ²

Loading Details:

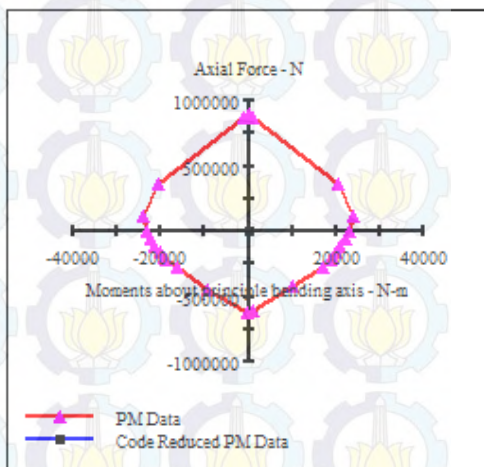
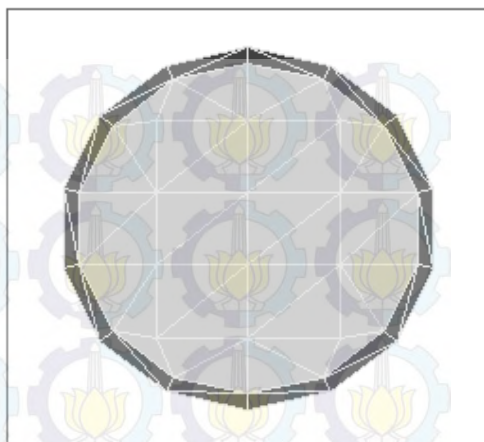
Angle of Loading:	0.2 deg
Number of Points:	40
Min. Confined1 Strain:	5.000E-3 Compression
Max. Confined1 Strain:	1.0000 Tension
Min. Steel1 Strain:	27.38E-3 Compression
Max. Steel1 Strain:	27.58E-3 Tension

Analysis Results:

Max. Compression Load:	898.0E+3 N
Max. Tension Load:	-627.3E+3 N
Maximum Moment:	23.79E+3 N-m
P at Max. Moment:	111.4E+3 N
Minimum Moment:	-23.79E+3 N-m
P at Min. Moment:	111.4E+3 N
Moment (M0,2) at P=0:	23.28E+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



Gambar 4.4 Gambar hasil analisa interaksi aksial pada profil *CFT circular*, benda uji Georgios (C 2) dengan Xtract

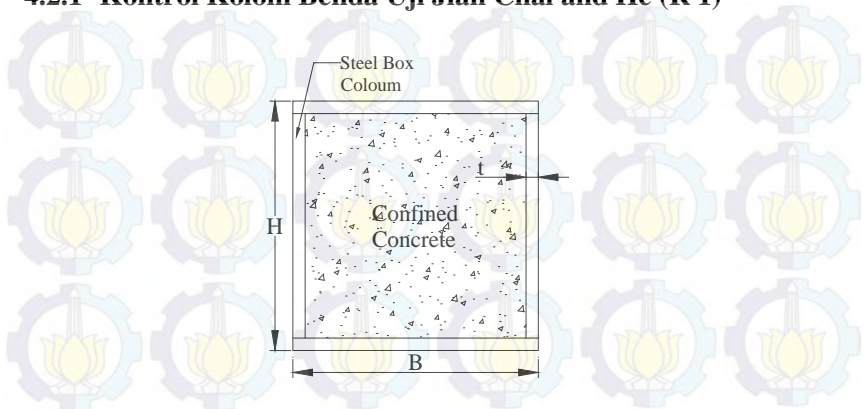
Tabel 4.1

Kontrol penampang pada profil *CFT Circular* benda uji Georgious (C 3 – C 15)

No.	Benda Uji	D (mm)	t (mm)	Di (mm)	ix (cm)	fy (Mpa)	fu (Mpa)	Es (Mpa)	fc (Mpa)	Kontrol Luas Penampang Minimum (%)	Kontrol tebal minimum (mm)	f _{my} (Mpa)	E _m (Mpa)	r _m (mm)	λ _c	N _n (KN)	N _{test} (KN)	N _{struck} (KN)	N _n /N _{test} (KN)	N _n /N _{struck} (KN)
1	C 3	113.43	3.98	105	3.872	343	411.60	200000	26.06	13.54%	1.66	484.42	262844	38.72	0.1059	662.941	948	753.7	0.699	0.880
2	C 4	114.57	3.99	107	3.912	343	411.60	200000	77.69	13.45%	1.68	768.11	309411	39.12	0.1216	1,064.682	1308	1348	0.814	0.790
3	C 5 ^a	114.43	3.82	107	3.913	343	411.60	200000	28.80	12.91%	1.68	508.18	269825	39.13	0.1059	674.573	929	778	0.726	0.867
4	C 6 ^a	114.26	3.93	106	3.903	343	411.60	200000	80.68	13.28%	1.67	790.61	313050	39.03	0.1229	1,076.958	1359	1370	0.792	0.786
5	C 7	114.88	4.91	105	3.892	365	438.00	200000	28.80	16.37%	1.74	490.11	252884	38.92	0.1082	831.376	1380	929.8	0.602	0.894
6	C 8	115.04	4.92	105	3.897	365	438.00	200000	87.07	16.38%	1.74	742.93	291881	38.97	0.1236	1,264.532	1787	1574	0.708	0.803
7	C 9	115.02	5.02	105	3.893	365	438.00	200000	47.81	16.70%	1.74	567.76	266522	38.93	0.1134	984.938	1413	1151	0.697	0.856
8	C 10 ^a	114.49	3.75	107	3.91	343	411.60	200000	47.81	12.67%	1.68	623.03	291876	39.17	0.1124	812.825	1038	987.3	0.783	0.823
9	C 11	114.29	3.75	107	3.91	343	411.60	200000	47.81	12.69%	1.67	622.49	291698	39.10	0.1128	810.652	1067	984.5	0.760	0.823
10	C 12	114.30	3.85	107	3.907	343	411.60	200000	26.48	13.02%	1.67	493.35	266286	39.07	0.1052	659.076	998	753.5	0.660	0.875
11	C 13 ^a	114.09	3.85	106	3.9	343	411.60	200000	26.48	13.04%	1.67	493.05	266151	39.00	0.1056	657.414	948	751.4	0.693	0.875
12	C 14	114.54	3.84	107	3.916	343	411.60	200000	82.09	12.96%	1.68	811.58	317325	39.16	0.1233	1,083.829	1359	1385	0.798	0.783
13	C 15 ^a	114.37	3.85	107	3.91	343	411.60	200000	82.09	13.01%	1.67	809.46	316794	39.10	0.1232	1,082.052	1182	1382	0.915	0.783

4.2 Concrete Filled Steel Tube (CFT) Tipe Rectangular

4.2.1 Kontrol Kolom Benda Uji Jian Chai and He (R 1)



Gambar 4.5 Profil *Concrete Filled Steel Tube* tipe *rectangular*

Data benda uji :

- $D_o = 300 \text{ mm}$
- $t = 6 \text{ mm}$
- $D_i = 288 \text{ mm}$
- $i_x = 12,005 \text{ cm}$

Data mutu bahan yang digunakan :

- $f_y = 382,5 \text{ Mpa}$
- $f_u = 459 \text{ Mpa}$
- $E_s = 200000 \text{ Mpa}$
- $f'_c = 59,43 \text{ Mpa}$

Kontrol luas penampang minimum profil baja :

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} = \frac{7056}{82944 + 7056} \times 100\% = 7,84\% > 4\% \dots (\text{OK})$$

Kontrol tebal minimum penampang persegi :

$$t_{\min} = b \sqrt{\frac{f_y}{3 \times E_s}}$$

$$t_{\min} = 300 \times \sqrt{\frac{382,5}{3 \times 2 \cdot 10^5}} = 7,57 \text{ mm} < 6 \text{ mm} \dots \text{ (TIDAK OK)}$$

Maka dipakai tebal plat = 8 mm, sehingga :

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} = \frac{9344}{80656 + 9344} \times 100\% = 10,38\% > 4\% \dots \text{ (OK)}$$

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

Kuat rencana kolom komposit yang memikul beban aksial adalah $\phi_c \cdot N_n$, dengan $\phi_c = 0,85$

$$f_{my} = f_y + c_1 \cdot f_{yr} \frac{A_r}{A_s} + c_2 \cdot f_c' \frac{A_c}{A_s}$$

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

$$C_1 = 1,00$$

$$C_2 = 0,85$$

$$C_3 = 0,40$$

Maka :

$$f_{my} = 382,5 + \left(1,0 \times \frac{0}{9344} \right) + \left(0,85 \times 59,43 \times \frac{80565}{9344} \right)$$

$$f_{my} = 818,56 \text{ Mpa}$$

Modifikasi modulus elastisitas kolom komposit (E_m) :

Modulus elastisitas modifikasi (E_m), jika berat jenis beton (w) = 2400 kg/m³, modulus elastisitas baja (E_s) = 200.000 MPa dan

:

$$E_c = 0,041 \times w^{1,5} \sqrt{f'c}, \text{ maka } E_c = 37163,27 \text{ Mpa}$$

$$E_m = E_s + \left(c_3 \times E_c \times \frac{A_c}{A_s} \right)$$

$$E_m = 200000 + \left(0,4 \times 37163,27 \times \frac{80656}{9344} \right) = 328315,1 \text{ Mpa}$$

Jari-jari girasi modifikasi (r_m) :

Jari-jari modifikasi $r_m = 0,3 \times b$, sehingga $r_m = 9 \text{ cm} < i_x = 11,92 \text{ cm}$. Maka r_m pakai adalah $= 11,92 \text{ cm} = 119,2 \text{ mm}$

Parameter Kelangsingan (λ_c) :

Batas kelangsingan untuk batang yang diuji tekan adalah

$$\lambda_c = \frac{kl}{r_m \times \pi} \times \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} = \frac{1 \times 1500}{119,2 \times \pi} \times \sqrt{\frac{818,56}{328315,1}} = 0,20$$

Berdasarkan SNI 1729-2002 pasal 7.6.2 nilai ω ditetapkan berdasarkan $0,183 < \lambda_c < 1$ adalah :

$$\omega = \frac{1,41}{1,593 - \lambda_c} = \frac{1,41}{1,593 - 0,20} = 1,01$$

Daya dukung nominal struktur tekan diperoleh :

$$\begin{aligned} N_n &= A_s \frac{f_{my}}{\omega} = 9344 \times \frac{818,56}{1,01} \\ &= 7556395 \text{ N} = 7556,395 \text{ KN} \end{aligned}$$

Sedangkan daya dukung nominal struktur tekan dari program Xtract diperoleh = 9806 KN.

Section Details:

X Centroid:	150.0 mm
Y Centroid:	150.0 mm
Section Area:	900.0 cm ²

Loading Details:

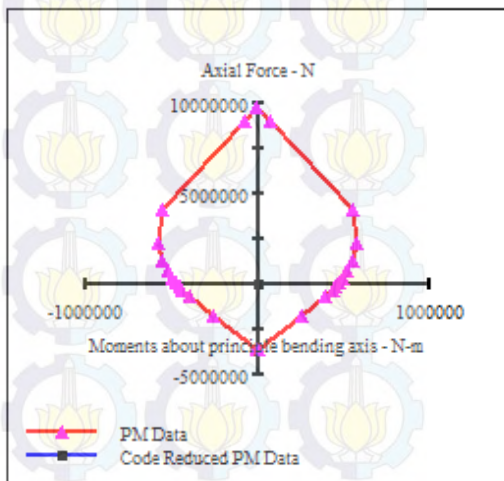
Angle of Loading:	0.2 deg
Number of Points:	40
Min. Confined1 Strain:	5.000E-3 Compression
Max. Confined1 Strain:	1.0000 Tension
Min. Steel1 Strain:	28.69E-3 Compression
Max. Steel1 Strain:	28.69E-3 Tension

Analysis Results:

Max. Compression Load:	9.306E+6 N
Max. Tension Load:	-3.574E+6 N
Maximum Moment:	580.7E+3 N-m
P at Max. Moment:	2.230E+6 N
Minimum Moment:	-580.7E+3 N-m
P at Min. Moment:	2.230E+6 N
Moment (M0.2) at P=0:	466.6E+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

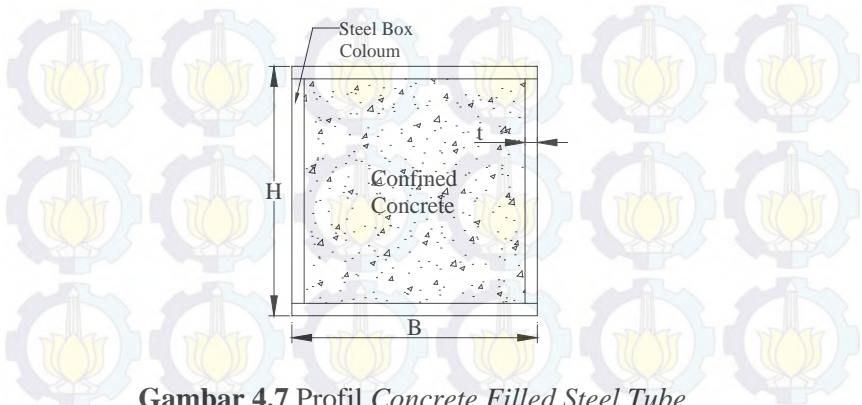
Comments:

User Comments



Gambar 4.6 Gambar hasil analisa interaksi aksial pada profil *CFT rectangular*, benda uji Jian Chai and He (R 1) dengan Xtract

4.2.2 Kontrol Kolom Benda Uji Jian Chai and He (R 2)



Gambar 4.7 Profil *Concrete Filled Steel Tube* tipe *rectangular*

Data benda uji :

- $D_o = 300 \text{ mm}$
- $t = 6 \text{ mm}$
- $D_i = 288 \text{ mm}$
- $i_x = 12,005 \text{ cm}$

Data mutu bahan yang digunakan :

- $f_y = 382,5 \text{ Mpa}$
- $f_u = 459 \text{ Mpa}$
- $E_s = 200000 \text{ Mpa}$
- $f'_c = 59,43 \text{ Mpa}$

Kontrol luas penampang minimum profil baja :

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} = \frac{7056}{82944 + 7056} \times 100\% = 7,84\% > 4\% \dots (\text{OK})$$

Kontrol tebal minimum penampang persegi :

$$t_{\min} = b \sqrt{\frac{f_y}{3 \times E_s}}$$

$$t_{\min} = 300 \times \sqrt{\frac{382,5}{3 \times 2 \cdot 10^5}} = 7,57 \text{ mm} < 6 \text{ mm} \dots \text{ (TIDAK OK)}$$

Maka dipakai tebal plat = 8 mm.

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} = \frac{9344}{80656 + 9344} \times 100\% = 10,38\% > 4\% \dots \text{ (OK)}$$

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

Kuat rencana kolom komposit yang memikul beban aksial adalah $\phi_c \cdot N_n$, dengan $\phi_c = 0,85$

$$f_{my} = f_y + c_1 \cdot f_{yr} \frac{A_r}{A_s} + c_2 \cdot f_c' \frac{A_c}{A_s}$$

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

$$C_1 = 1,00$$

$$C_2 = 0,85$$

$$C_3 = 0,40$$

Maka :

$$f_{my} = 382,5 + \left(1,0 \times \frac{0}{9344} \right) + \left(0,85 \times 59,43 \times \frac{80656}{9344} \right)$$

$$f_{my} = 818,56 \text{ Mpa}$$

Modifikasi modulus elastisitas kolom komposit (E_m) :

Modulus elastisitas modifikasi (E_m), jika berat jenis beton (w) = 2400 kg/m³, modulus elastisitas baja (E_s) = 200.000 MPa dan :

$$E_c = 0,041 \times w^{1,5} \sqrt{f'c}, \text{ maka } E_c = 37163,27 \text{ Mpa}$$

$$E_m = E_s + \left(c_3 \times E_c \times \frac{A_c}{A_s} \right)$$

$$E_m = 200000 + \left(0,4 \times 37163,27 \times \frac{80656}{9344} \right) = 328315,1 \text{ Mpa}$$

Jari-jari girasi modifikasi (r_m) :

Jari-jari modifikasi $r_m = 0.3 \times b$, sehingga $r_m = 9 \text{ cm} < i_x = 11,92 \text{ cm}$. Maka r_m pakai adalah $= 11,92 \text{ cm} = 119,2 \text{ mm}$

Parameter Kelangsingan (λ_c) :

Batas kelangsingan untuk batang yang diuji tekan adalah

$$\lambda_c = \frac{kl}{r_m \times \pi} \times \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} = \frac{1 \times 1500}{119,2 \times \pi} \times \sqrt{\frac{818,56}{328315,1}} = 0,20$$

berdasarkan $0,183 < \lambda_c < 1$ adalah :

$$\omega = \frac{1,41}{1,593 - \lambda_c} = \frac{1,41}{1,593 - 0,20} = 1,01$$

Daya dukung nominal struktur tekan diperoleh :

$$N_n = A_s \frac{f_{my}}{\omega} = 9344 \times \frac{818,56}{1,01} \\ = 7556395 \text{ N} = 7556,395 \text{ KN}$$

Pebandingan dari N_n dengan N_{test} dari benda uji adalah :

$$\frac{N_n}{N_{test}} = \frac{7556,395}{6600} = 1,144$$

Sedangkan daya dukung nominal struktur tekan dari program Xtract diperoleh $= 9806 \text{ KN}$.

Section Details:

X Centroid:	150.0 mm
Y Centroid:	150.0 mm
Section Area:	900.0 cm ²

Loading Details:

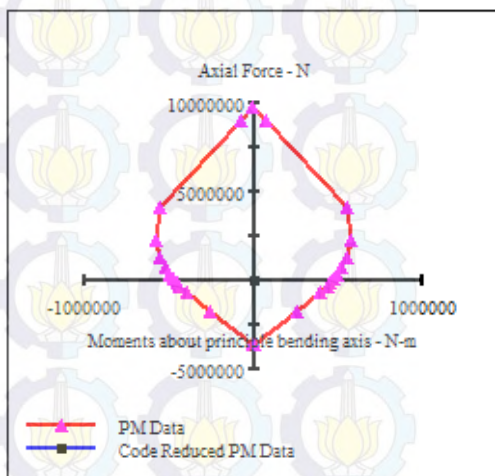
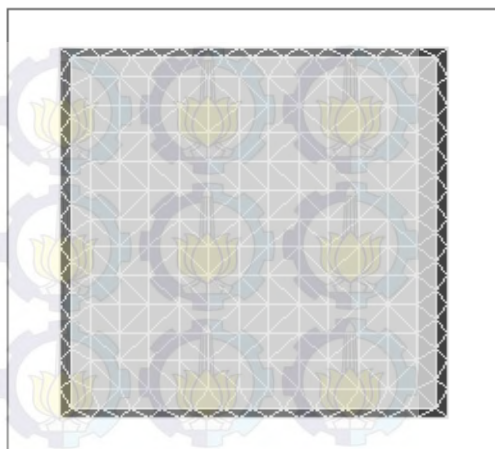
Angle of Loading:	0.2 deg
Number of Points:	40
Min. Confined1 Strain:	5.000E-3 Compression
Max. Confined1 Strain:	1.0000 Tension
Min. Steel1 Strain:	28.69E-3 Compression
Max. Steel1 Strain:	28.69E-3 Tension

Analysis Results:

Max. Compression Load:	9.806E+6 N
Max. Tension Load:	-3.374E+6 N
Maximum Moment:	580.7E+3 N-m
P at Max. Moment:	2.230E+6 N
Minimum Moment:	-380.7E+3 N-m
P at Min. Moment:	2.230E+6 N
Moment (M0.2) at P=0:	466.6E+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



Gambar 4.8 Gambar hasil analisa interaksi aksial pada profil *CFT rectangular*, benda uji Jian Chai and He (R 2) dengan Xtract

Tabel 4.2

Kontrol penampang pada profil *CFT Rectangular* benda uji Jian and He (R 3 – R 15)

Benda Uji	D (mm)	t (mm)	Di (mm)	ix (cm)	fy (Mpa)	fu (Mpa)	Es (Mpa)	fc (Mpa)	Kontrol Luas Penampang Minimum (%)	Kontrol tebal minimum (mm)	f_{my} (Mpa)	E_m (Mpa)	r_m (mm)	λ_c	N_n (KN)	N_{test} (KN)	$N_{extract}$ (KN)	N_n/N_{test} (KN)	$N_n/N_{extract}$ (KN)
R 3	300	8	284	11.92	382.5	459	200000	59.43	10.38%	7.57	818.56	328315	119.20	0.2	7.556.395	8654	9806	0.873	0.771
R 4	300	8	284	11.92	341.93	410.32	200000	59.43	10.38%	7.16	777.99	328315	119.20	0.195	7.207.761	5300	9426	1.360	0.765
R 5	300	8	284	11.92	341.93	410.32	200000	59.43	10.38%	7.16	777.99	328315	119.20	0.195	7.207.761	6243	9426	1.155	0.765
R 6	300	8	284	11.92	341.93	410.32	200000	59.43	10.38%	7.16	777.99	328315	119.20	0.195	7.207.761	7255	9426	0.993	0.765
R 7	300	8	284	11.93	387.98	465.58	200000	59.43	10.38%	7.63	824.04	328315	119.25	0.2006	7.603.792	5600	9857	1.358	0.771
R 8	300	8	284	11.93	387.98	465.58	200000	59.43	10.38%	7.63	824.04	328315	119.25	0.2006	7.603.792	7878	9857	0.965	0.771
R 9	300	8	284	11.93	387.98	465.58	200000	59.43	10.38%	7.63	824.04	328315	119.25	0.2006	7.603.792	8170	9857	0.931	0.771
R 10	300	12	276	11.77	345.04	414.05	200000	59.43	15.36%	7.19	623.41	281914	117.68	0.1908	8.570.436	6588	10700	1.301	0.801
R 11	300	12	276	11.77	345.04	414.05	200000	59.43	15.36%	7.19	623.41	281914	117.68	0.1908	8.570.436	8436	10700	1.016	0.801
R 12	300	12	276	11.77	345.04	414.05	200000	59.43	15.36%	7.19	623.41	281914	117.68	0.1908	8.570.436	9749	10700	0.879	0.801
R 13	300	8	284	11.92	292.48	350.98	200000	59.43	10.38%	6.62	728.54	328315	119.20	0.1887	6.780.038	4370	8946	1.551	0.758
R 14	300	8	284	11.92	292.48	350.98	200000	59.43	10.38%	6.62	728.54	328315	119.20	0.1887	6.780.038	6140	8946	1.104	0.758
R 15	300	8	284	11.92	382.5	459	200000	59.43	10.38%	7.57	818.56	328315	119.20	0.2	7.556.395	7375	9806	1.025	0.771

BAB V

ANALISA PERILAKU KOLOM *CONCRETE FILLED STEEL TUBE (CFT)* TIPE *CIRCULAR* DAN TIPE *RECTANGULAR* DENGAN ABAQUS V. 6.7

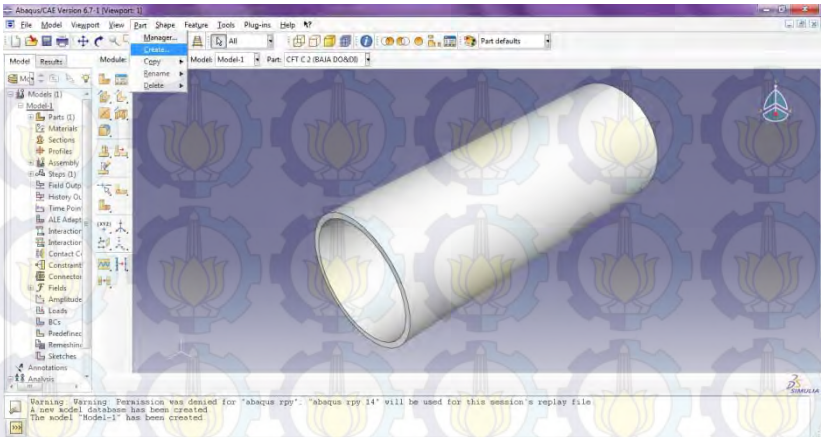
5.1 Analisa Perilaku *CFT* Tipe *Circular* Pada Benda Uji *Georgios (C 3)*

Untuk menganalisa perilaku *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* tipe *circular* pada benda uji *Georgios C 3* digunakan software Abaqus V 6.7. Pemodelan elemen kolom dengan bentuk yang diinginkan, beserta input data, jenis material, pola pembebanan, rekatan antar elemen, jenis perletakan dan *meshing element* dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

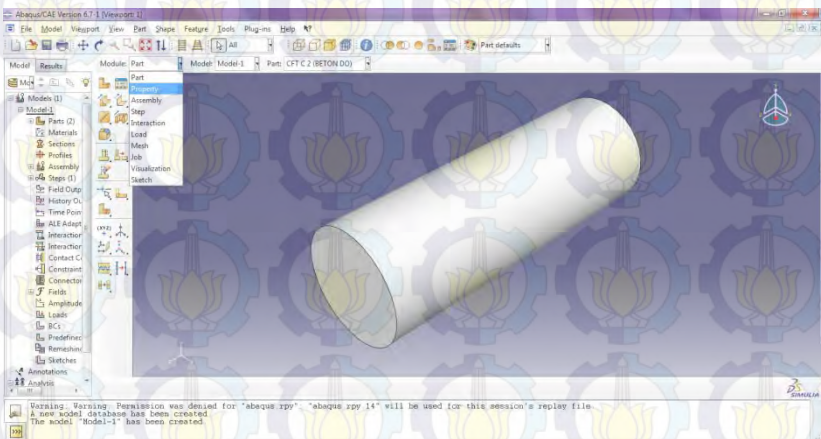
5.1.1 Parts

Step ini merupakan penggambaran bentuk awal dari geometrik elemen dengan menggunakan titik - titik koordinat dalam penggambaran untuk masing – masing elemen dengan men-klik Part Manager.

- *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* dalam desain struktur ini digunakan profil *CFT* tipe *circular* dimensi $D_o = 113,43$ mm, tebal 3,98 mm dengan panjang 300 mm dengan *property* sebagai profil baja seperti terlihat pada Gambar 5.1.
- *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* dalam desain struktur ini digunakan profil *CFT* tipe *circular* dimensi $D_i = 105,47$ mm, dengan panjang 300 mm dengan *property* sebagai profil beton seperti terlihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.1 Profil CFT, $D_o = 113,43$ mm, $t = 3,98$ mm, $l = 300$ mm dengan *property* sebagai profil baja



Gambar 5.2 Profil CFT, $D_i = 105,47$ mm, $l = 300$ mm dengan *property* sebagai profil beton

5.1.2 Material

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

a. Untuk profil baja

- *Density Menu*

Mass density untuk baja adalah

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

- *Elastic Menu*

Modulus Young Baja adalah 200000 Mpa dengan *Poisson ratio* = 0,3

- *Plastic Menu*

$F_y = 343$ Mpa untuk batas leleh dengan *plastic strain* harus dimulai dari 0 Mpa.

$F_y = 343$ Mpa untuk batas leleh dengan *plastic strain*
= 0,024010 Mpa

$F_u = 411,60$ Mpa untuk batas leleh dengan *plastic strain*
= 0,066885 Mpa

b. Untuk profil beton

- *Density Menu*

Mass density untuk beton adalah

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

- *Elastic Menu*

Modulus Young Beton adalah 23994 Mpa dengan *Poisson ratio* = 0,19

5.1.3 Assembly

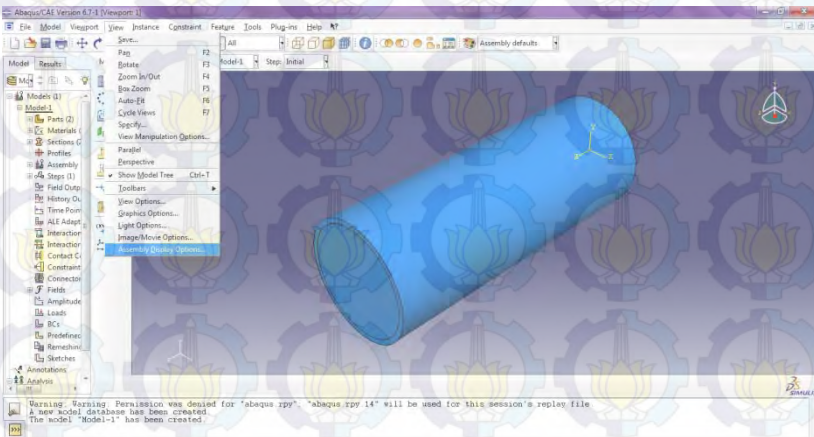
Assembly merupakan penggabungan dari elemen – elemen yang telah dibuat menjadi satu kesatuan sebelum melakukan *Interaction*. Dalam langkah ini dibagi beberapa langkah yaitu:

- *View*

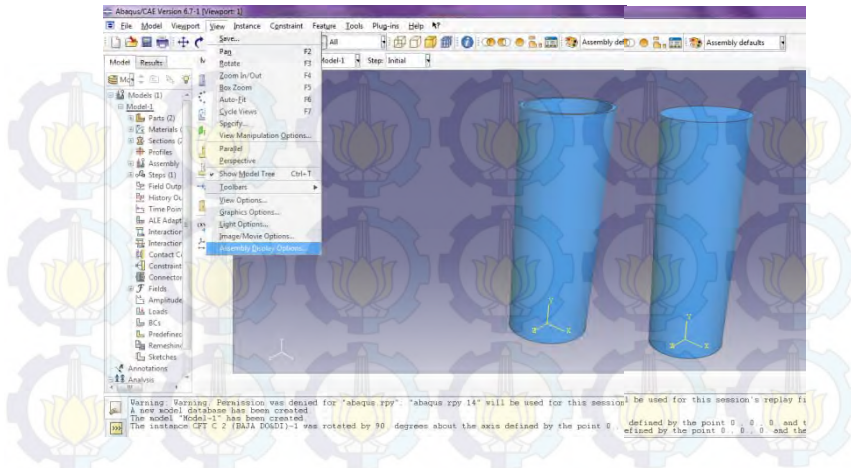
Pilih *Assembly Display Option* kemudian centang kedua profil *CFT* yang telah dibuat baik dengan *property* beton maupun baja seperti terlihat pada Gambar 5.3.

- *Rotate* (Putar)

Pada waktu akan memutar suatu elemen seperti untuk kolom diputar sebesar 90° harus dilakukan dengan langkah *rotate*, dengan men-klik frame yang akan diputar setelah itu isi start point 0,0,0 dan end point -1,0,0. Hal ini dikarenakan akan diputar sebesar 90° arah 1 atau x. Setelah itu masukan sudut yang akan diputar yaitu 90° seperti terlihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.3 Profil *CFT* dengan *property* sebagai profil baja dan beton disatukan



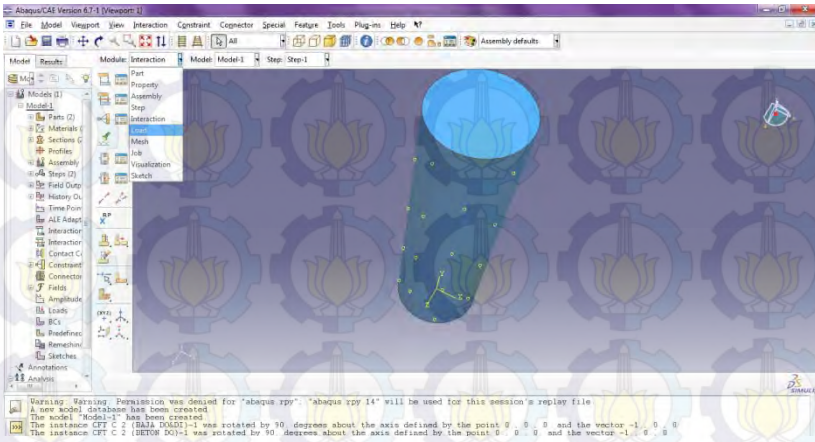
Gambar 5.4 *Angle of Rotation* sebesar 90°

5.1.4 Step (Pendefinisian Beban)

Ada 2 jenis *step* yaitu *initial step* yang menjadi default dari abaqus yaitu merupakan pendefinisian dari input-input gaya *interior elemen*, dan *Load Step* yang merupakan pendefinisian dari input – input beban.

5.1.5 Interaction (Lekatan antar elemen)

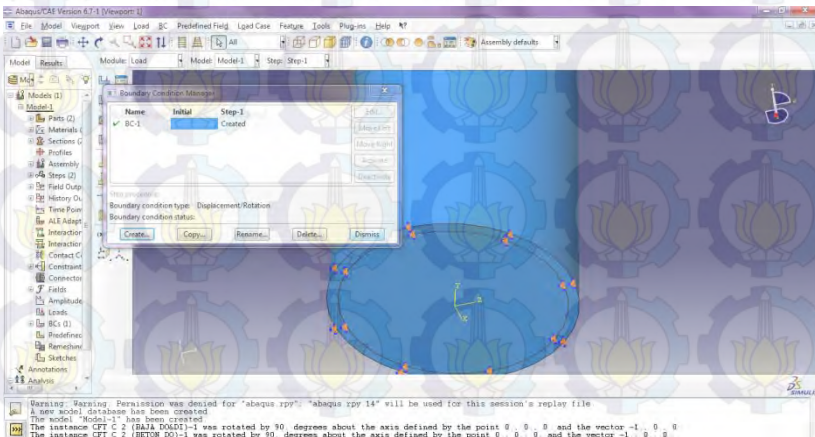
Dalam hal ini ada dua macam tipe lekatan yaitu *master surface* dan *slave surface*. *Master surface* yaitu elemen yang menjadi pusat lekatan dari elemen yang lain pada portal ini adalah kolom. *Slave Surface* adalah elemen yang melekat pad master surface. Dalam hal ini *discretization method* menggunakan *surface to surface* karena geometri yang digunakan adalah sel seperti terlihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Interaction (lekatan antar elemen)

5.1.6 Load (Beban)

Setelah dilakukan *interaction* maka setelah itu elemen kolom diberi beban. Namun sebelum diberi beban maka perletakkan elemen tersebut harus diasumsikan jepit – jepit terlebih dahulu seperti terlihat pada Gambar 5.6.



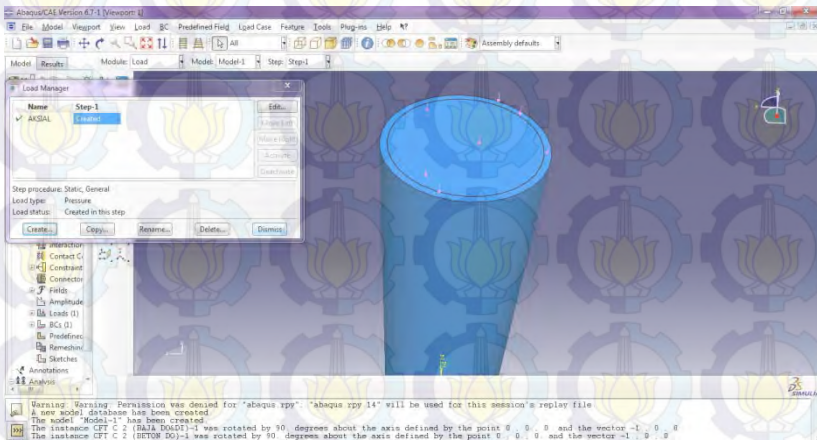
Gambar 5.6 Perletakan pada elemen CFT

Setelah proses perletakan pada elemen kolom baja, selanjutnya diberi beban Aksial sesuai dengan N_{test} yang telah dilakukan oleh Georgios seperti terlihat pada Gambar 5.7.

$$P_{aksial} = 948 \text{ KN} = 948000 \text{ N}$$

$$\text{Luas permukaan kolom} = 10105,219 \text{ mm}^2$$

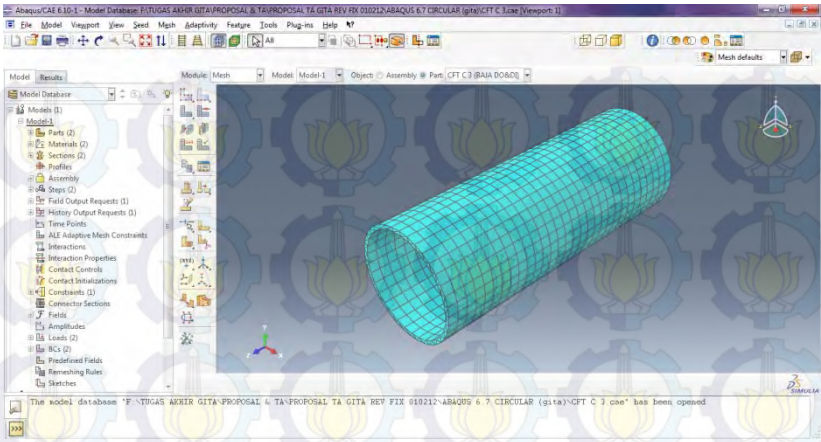
$$\text{Beban per luas} = \frac{948000 \text{ N}}{10105,219 \text{ mm}^2} = 93,812 \text{ N/mm}^2$$



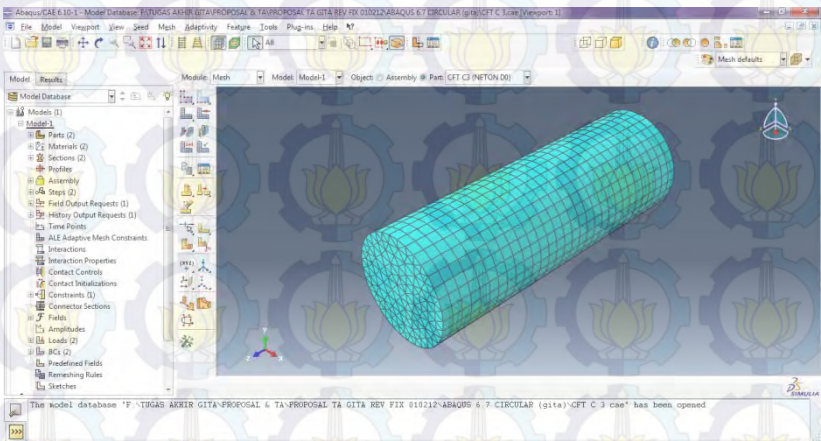
Gambar 5.7 Pembebanan pada elemen *CFT*

5.1.7 Meshing

Setiap part yang terdapat pada struktur portal harus dibagi menjadi bagian – bagian kecil – kecil. Hal ini berfungsi untuk menganalisa setiap elemen portal lebih mendalam seperti terlihat pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.9



Gambar 5.8 Meshing pada profil baja

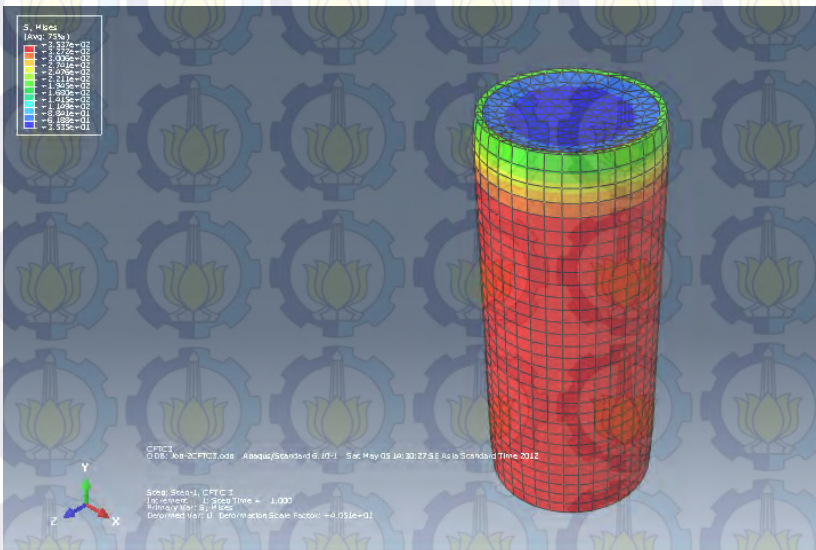


Gambar 5.9 Meshing pada profil beton

5.1.8 Pasca Processing

5.1.8.1 Hasil Analisa Abaqus 6.7

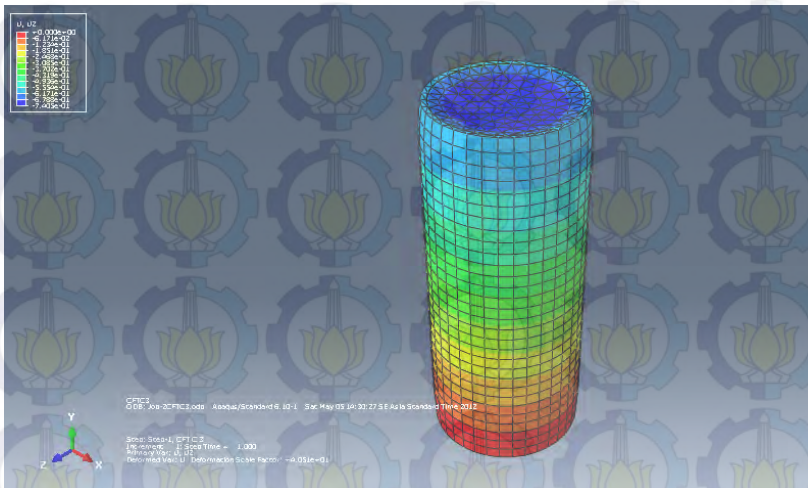
Dari 15 benda uji berupa elemen kolom yang telah dilakukan oleh *Georgios* dan telah diberi beban maka akan diperbandingkan hasilnya berupa deformasi, tegangan dan regangan yang terjadi.



Gambar 5.10 Hasil *deformasi* pada elemen *CFT*

Pada elemen kolom sumbu local tidak sama dengan sumbu global. Hal ini dikarenakan elemen kolom sudah diputar (*rotate*) pada langkah *assembly*. Untuk nilai regangan dan tegangan dapat dilihat pada sumbu local pada elemen tersebut tetapi pada untuk nilai displacement dapat dilihat pada sumbu global. Warna pada elemen menunjukkan tegangan yang terjadi pada elemen tersebut. Semakin warna merah maka menunjukkan bahwa *displacement*, regangan dan tegangan yang terjadi semakin besar.

5.1.8.2 Displacement

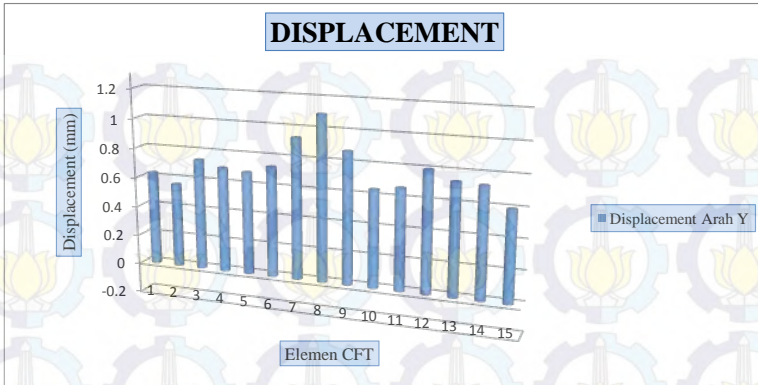


Gambar 5.11 Hasil *displacement* pada elemen *CFT*

Dari gambar 5.11 diperoleh titik – titik yang akan ditinjau berdasarkan nilai deformasi yang terbesar pada elemen tersebut. Untuk *displacement* arah Magnitude hasil ini diperoleh dari resultan dari 3 gaya yaitu arah X, Y dan Z. Dari hasil Tabel 5.1 dapat dilihat *displacement* terbesar yang terjadi adalah pada arah Y.

Tabel 5.1 Hasil *displacement* pada 15 benda uji
CFT tipe circular

No.	ELEMEN CFT	NODE	DISPLACEMENT ARAH Y (mm)
1	CFT C 1	3624	(0.628)
2	CFT C 2	3624	(0.561)
3	CFT C 3	3624	(0.740)
4	CFT C 4	3624	(0.700)
5	CFT C 5	3875	(0.684)
6	CFT C 6	3624	(0.734)
7	CFT C 7	3624	(0.937)
8	CFT C 8	3624	(1.097)
9	CFT C 9	3683	(0.875)
10	CFT C 10	3875	(0.644)
11	CFT C 11	3875	(0.669)
12	CFT C 12	3624	(0.799)
13	CFT C 13	3624	(0.738)
14	CFT C 14	3875	(0.729)
15	CFT C 15	3875	(0.598)

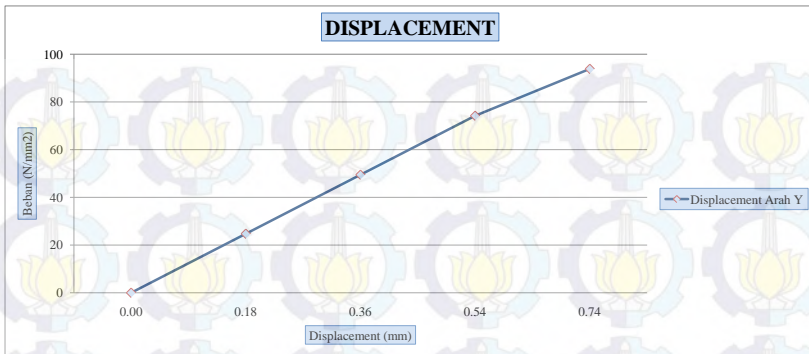


Gambar 5.12 Grafik *displacement* pada 15 benda uji elemen *CFT* (mengalami tekan)

Dari hasil *displacement* diatas, pada benda uji *CFT* tipe Circular yang telah dilakukan oleh Georgios (C 3) akan diberikan beban yang lebih kecil dari beban semula, Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.2 bahwa semakin kecil beban yang diberikan, maka *displacement* yang terjadi juga akan semakin kecil.

Tabel 5.2 Hasil *displacement* pada *CFT* tipe Circular (C 3) dengan beban yang lebih kecil dari beban semula

No.	ELEMEN CFT	NODE	BEBAN (KN)	DISPLACEMENT ARAH Y (mm)
1	CFT C 3	3624	0	0.000
			250	0.181
			500	0.362
			750	0.543
			948	0.740

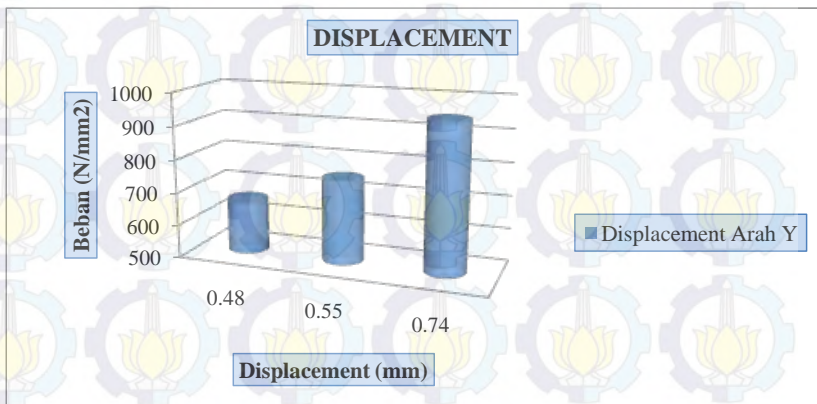


Gambar 5.13 Grafik *displacement* pada benda uji CFT tipe *circular* (C 3) akibat beban yang diperkecil

Dari hasil *displacement* yang terjadi pada benda uji C3 dengan program Abaqus akan diperbandingkan dengan perhitungan kontrol penampang dengan perhitungan manual dan dengan perhitungan dengan program Xtract. Hasil dari perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.3, Beban yang dapat dipikul pada penampang kolom CFT dengan perhitungan manual lebih kecil sehingga menghasilkan *displacement* yang kecil pula.

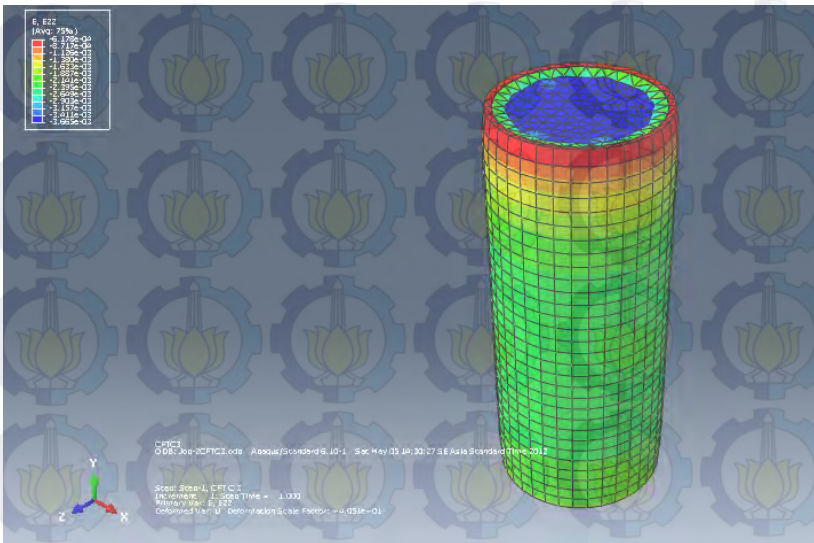
Tabel 5.3 Hasil *displacement* pada *CFT* tipe *circular* (C 3) dengan perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}

No.	URAIAN	NODE	BEBAN (KN)	DISPLACEMENT ARAH Y (mm)
1	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang Manual (N_n)	3624	662.941	(0.480)
2	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang menggunakan program Xtract (N_{xtract})	3624	753.70	(0.545)
3	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang menggunakan program Abaqus (N_{test})	3624	948.00	(0.740)



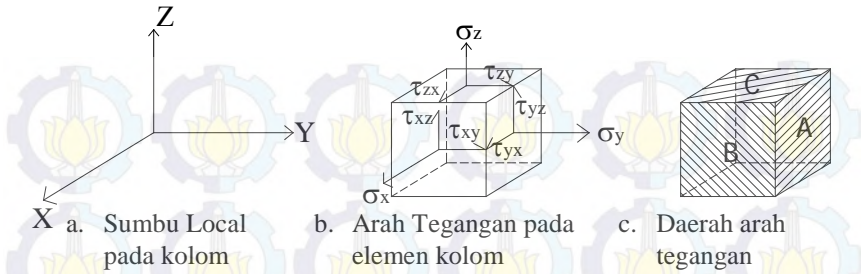
Gambar 5.14 Grafik *displacement* pada benda uji *CFT* tipe *circular* (C 3) akibat perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}

5.1.8.3 Regangan

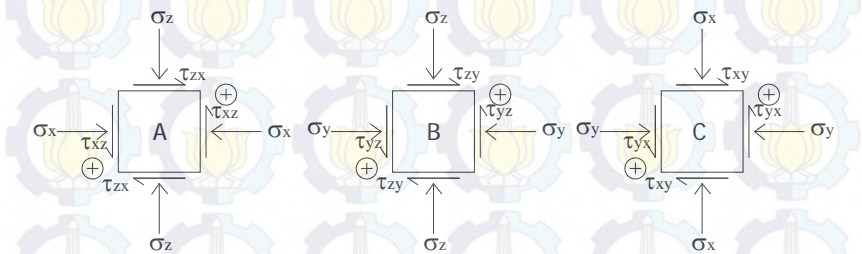


Gambar 5.15 Hasil regangan pada elemen CFT

Dari gambar 5.15 diperoleh titik – titik yang akan ditinjau berdasarkan nilai regangan yang terbesar pada elemen. Pada elemen kolom sumbu localnya berbeda dan dapat dilihat pada gambar 5.16 dan gambar 5.17, sehingga untuk melihat nilai regangan dan tegangan pada elemen kolom CFT kita harus melihat pada sumbu local.



Gambar 5.16 Gambar sumbu local dan arah untuk seluruh tegangan pada elemen kolom

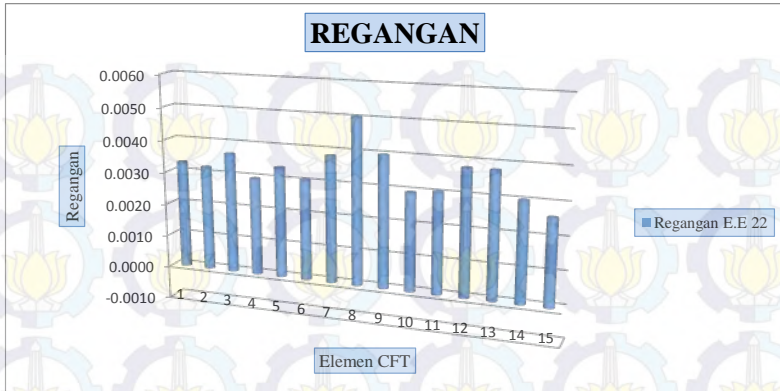


Gambar 5.17 Gambar tegangan yang terjadi di daerah A, B dan C pada elemen kolom

Dari hasil Tabel 5.4 dapat dilihat regangan terbesar yang terjadi adalah pada arah Y (E 22).

Tabel 5.4 Hasil regangan pada 15 benda uji
CFT tipe circular

No.	ELEMEN CFT	NODE	REGANGAN (E 22)
1	CFT C 1	3392	(0.0033)
2	CFT C 2	3392	(0.0032)
3	CFT C 3	3392	(0.0037)
4	CFT C 4	3392	(0.0030)
5	CFT C 5	3625	(0.0034)
6	CFT C 6	3392	(0.0031)
7	CFT C 7	3392	(0.0038)
8	CFT C 8	3392	(0.0050)
9	CFT C 9	3445	(0.0040)
10	CFT C 10	3625	(0.0030)
11	CFT C 11	3625	(0.0031)
12	CFT C 12	3392	(0.0038)
13	CFT C 13	3392	(0.0038)
14	CFT C 14	3625	(0.0030)
15	CFT C 15	3625	(0.0026)

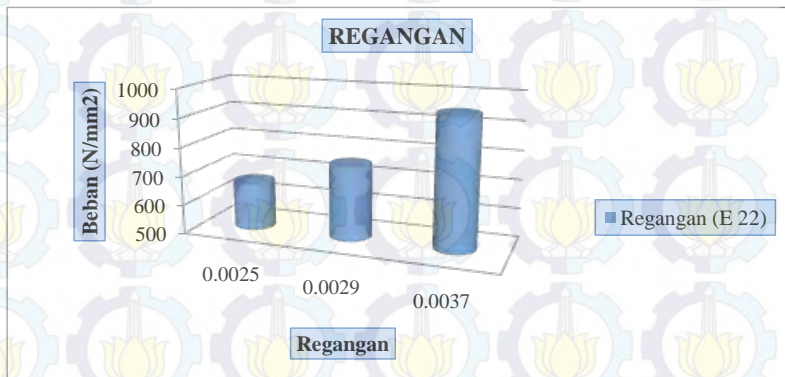


Gambar 5.18 Grafik regangan pada 15 benda uji elemen *CFT*

Dari hasil regangan yang terjadi pada benda uji C3 dengan program Abaqus akan diperbandingkan dengan perhitungan kontrol penampang dengan perhitungan manual dan dengan perhitungan dengan program Xtract. Hasil dari perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.5, Beban yang dapat dipikul pada penampang kolom CFT dengan perhitungan manual lebih kecil sehingga menghasilkan regangan yang kecil pula.

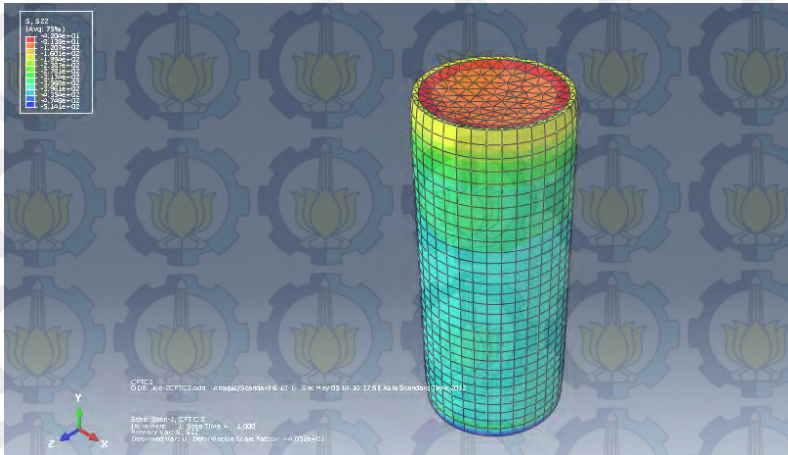
Tabel 5.5 Hasil regangan pada *CFT* tipe *circular* (C 3) dengan perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}

No.	URAIAN	NODE	BEBAN (KN)	REGANGAN E 22
1	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang Manual (N_n)	3392	662.941	(0.0025)
2	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang menggunakan program Xtract (N_{xtract})	3392	753.70	(0.0029)
3	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang menggunakan program Abaqus (N_{test})	3392	948.00	(0.0037)



Gambar 5.19 Grafik regangan pada benda uji *CFT* tipe *circular* (C 3) akibat perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}

5.1.8.4 Tegangan

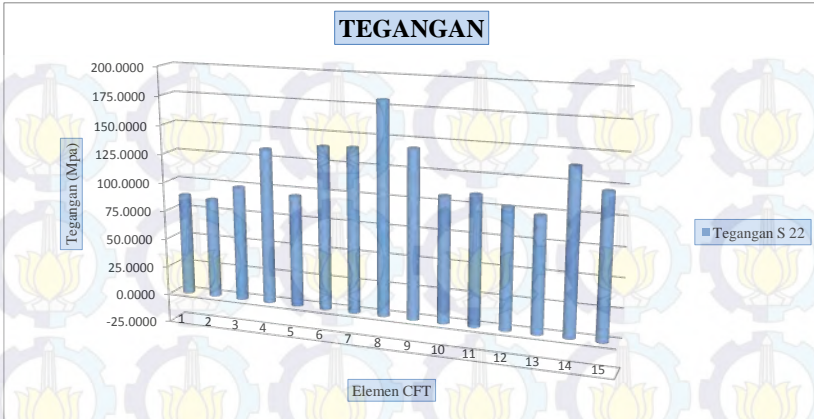


Gambar 5.20 Hasil tegangan pada elemen *CFT*

Dari gambar 5.20 diperoleh titik – titik yang akan ditinjau berdasarkan nilai tegangan yang terbesar pada elemen tersebut. Dari hasil Tabel 5.6 dapat dilihat tegangan terbesar yang terjadi adalah pada arah Y (S 22).

Tabel 5.6 Hasil tegangan pada 15 benda uji
CFT tipe circular

No.	ELEMEN CFT	NODE	TEGANGAN (S 22) (Mpa)
1	CFT C 1	3590	(87.918)
2	CFT C 2	3592	(86.066)
3	CFT C 3	3592	(98.954)
4	CFT C 4	3590	(133.748)
5	CFT C 5	3833	(95.831)
6	CFT C 6	3590	(139.690)
7	CFT C 7	3590	(140.627)
8	CFT C 8	3590	(181.105)
9	CFT C 9	3652	(143.590)
10	CFT C 10	3833	(106.897)
11	CFT C 11	3833	(110.242)
12	CFT C 12	3590	(102.724)
13	CFT C 13	3590	(97.911)
14	CFT C 14	3833	(139.427)
15	CFT C 15	3833	(121.608)

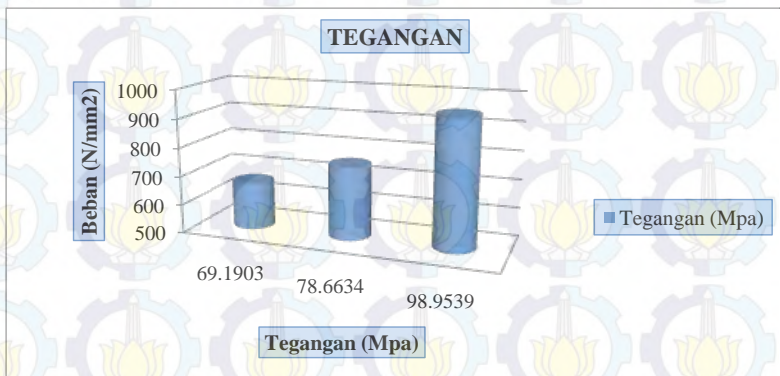


Gambar 5.21 Grafik tegangan pada 15 benda uji elemen *CFT*

Dari hasil tegangan yang terjadi pada benda uji C3 dengan program Abaqus akan diperbandingkan dengan perhitungan kontrol penampang dengan perhitungan manual dan dengan perhitungan dengan program Xtract. Hasil dari perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.7, Beban yang dapat dipikul pada penampang kolom CFT dengan perhitungan manual lebih kecil sehingga menghasilkan tegangan yang kecil pula.

Tabel 5.7 Hasil tegangan pada *CFT* tipe *circular* (C 3) dengan perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}

No.	URAIAN	NODE	BEBAN (KN)	TEGANGAN S 22 (Mpa)
1	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang Manual (N_n)	3592	662.941	(69.190)
2	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang menggunakan program Xtract (N_{xtract})	3592	753.70	(78.663)
3	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang menggunakan program Abaqus (N_{test})	3592	948.00	(98.954)



Gambar 5.22 Grafik tegangan pada benda uji *CFT* tipe *circular* (C 3) akibat perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}

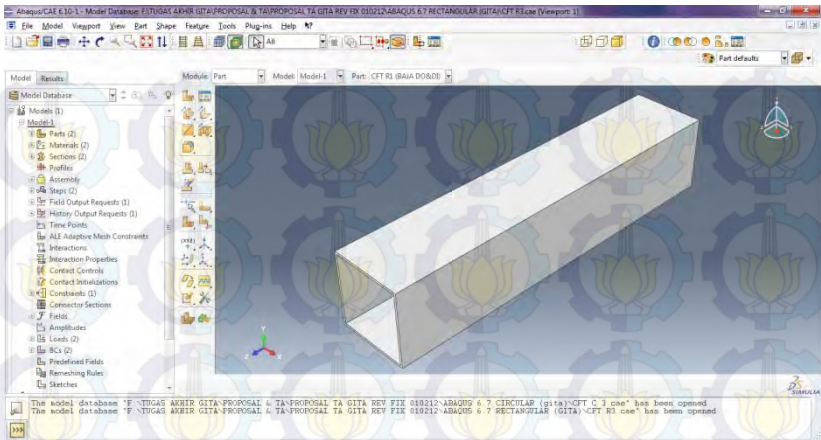
5.2 Analisa Perilaku *CFT* Tipe *Rectangular* Pada Benda Uji *Jian Chai & He (R 3)*

Untuk menganalisa perilaku *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* tipe *rectangular* pada benda uji *Jian Chai & He R 3* digunakan software ABAQUS 6.7. Pemodelan elemen kolom dengan bentuk yang diinginkan, beserta input data, jenis material, pola pembebanan, rekatan antar elemen, jenis perletakan dan *meshing element* dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

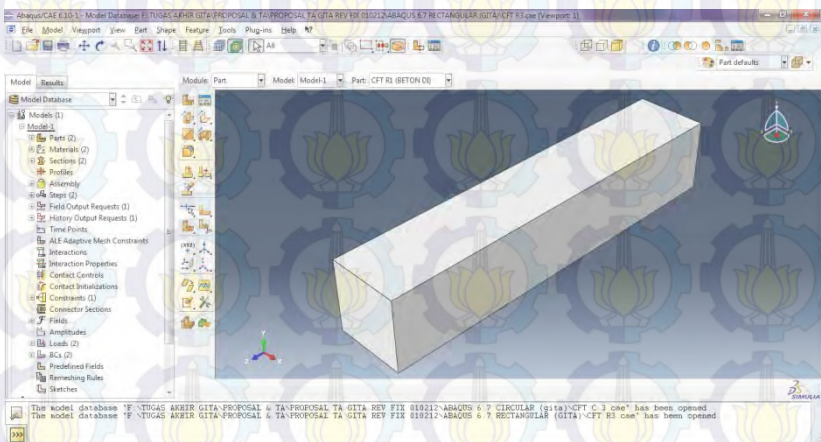
5.2.1 Parts

Step ini merupakan penggambaran bentuk awal dari geometrik elemen dengan menggunakan titik - titik koordinat dalam penggambaran untuk masing – masing elemen dengan men-klik *Part Manager*.

- *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* dalam desain struktur ini digunakan profil *CFT* tipe *Rectangular* dimensi $D_o = 300$ mm, tebal 8 mm dengan panjang 1500 mm dengan *property* sebagai profil baja seperti terlihat pada Gambar 5.23.
- *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* dalam desain struktur ini digunakan profil *CFT* tipe *Rectangular* dimensi $D_i = 284$ mm, dengan panjang 1500 mm dengan *property* sebagai profil beton seperti terlihat pada Gambar 5.24.



Gambar 5.23 Profil CFT, $D_o = 300$ mm, $t = 8$ mm, $l = 1500$ mm dengan *property* sebagai profil baja



Gambar 5.24 Profil CFT, $D_i = 284$ mm, $l = 1500$ mm dengan *property* sebagai profil beton

5.2.2 Material

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

a. Untuk profil baja

- *Density Menu*

Mass density untuk baja adalah

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

- *Elastic Menu*

Modulus Young Baja adalah 200000 Mpa dengan *Poisson ratio* = 0,3

- *Plastic Menu*

$F_y = 382,5$ Mpa untuk batas leleh dengan *plastic strain* harus dimulai dari 0 Mpa.

$F_y = 382,5$ Mpa untuk batas leleh dengan *plastic strain* = 0,024010 Mpa

$F_u = 459$ Mpa untuk batas leleh dengan *plastic strain* = 0,066885 Mpa

b. Untuk profil beton

- *Density Menu*

Mass density untuk beton adalah

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

- *Elastic Menu*

Modulus Young Beton adalah 36234 Mpa dengan *Poisson ratio* = 0,19

5.2.3 Assembly

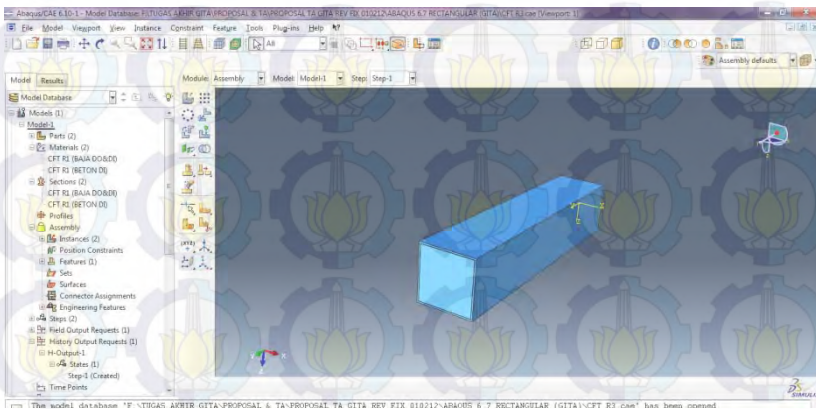
Assembly merupakan penggabungan dari elemen – elemen yang telah dibuat menjadi satu kesatuan sebelum melakukan *Interaction*. Dalam langkah ini dibagi beberapa langkah yaitu:

- **View**

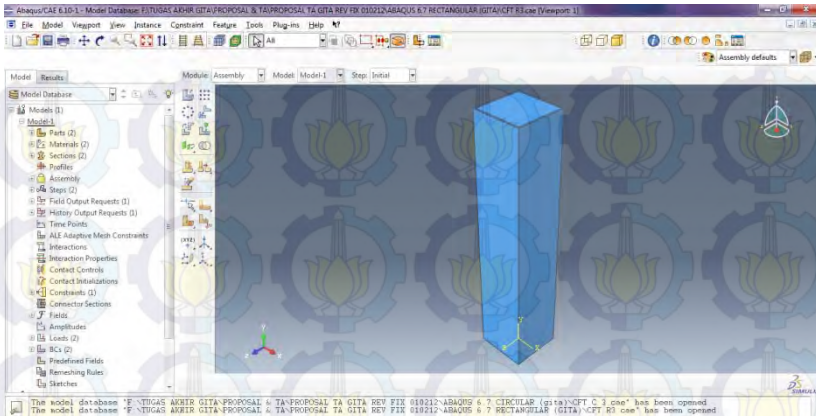
Pilih *Assembly Display Option* kemudian centang kedua profil *CFT* yang telah dibuat baik dengan *property* beton maupun baja seperti terlihat pada Gambar 5.25.

- **Rotate (Putar)**

Pada waktu akan memutar suatu elemen seperti untuk kolom diputar sebesar 90° harus dilakukan dengan langkah *rotate*, dengan men-klik frame yang akan diputar setelah itu isi start point 0,0,0 dan end point -1,0,0. Hal ini dikarenakan akan diputar sebesar 90° arah 1 atau x. Setelah itu masukan sudut yang akan diputar yaitu 90° seperti terlihat pada Gambar 5.26.



Gambar 5.25 Profil *CFT* dengan *property* sebagai profil baja dan beton disatukan



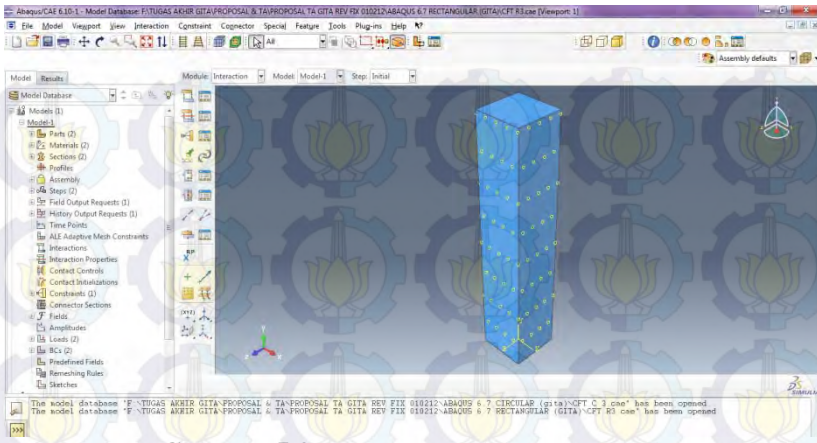
Gambar 5.26 Angle of Rotation sebesar 90°

5.2.4 Step (Pendefinisian Beban)

Ada 2 jenis *step* yaitu *initial step* yang menjadi default dari abaqus yaitu merupakan pendefinisian dari input-input gaya *interior elemen*, dan *Load Step* yang merupakan pendefinisian dari input – input beban.

5.2.5 Interaction (Lekatan antar elemen)

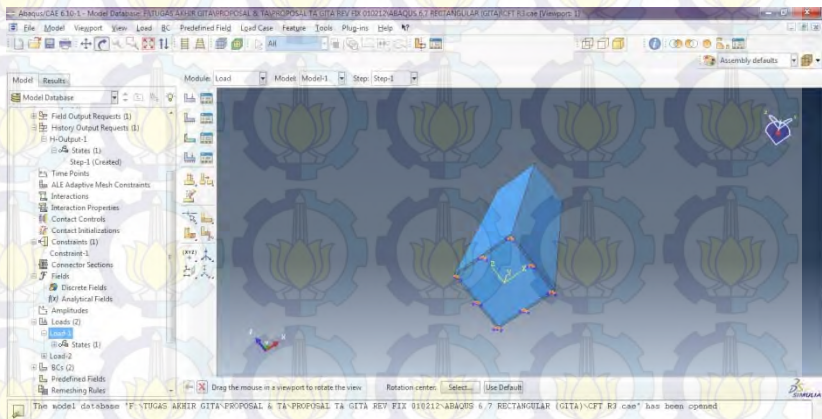
Dalam hal ini ada dua macam tipe lekatan yaitu *master surface* dan *slave surface*. *Master surface* yaitu elemen yang menjadi pusat lekatan dari elemen yang lain pada portal ini adalah kolom. *Slave Surface* adalah elemen yang melekat pad master surface. Dalam hal ini *discretization method* menggunakan *surface to surface* karena geometri yang digunakan adalah sel seperti terlihat pada Gambar 5.27.



Gambar 5.27 Interaction (lekatan antar elemen)

5.2.6 Load (Beban)

Setelah dilakukan *interaction* maka setelah itu elemen kolom diberi beban. Namun sebelum diberi beban maka perletakkan elemen tersebut harus diasumsikan jepit – jepit terlebih dahulu seperti terlihat pada Gambar 5.28.



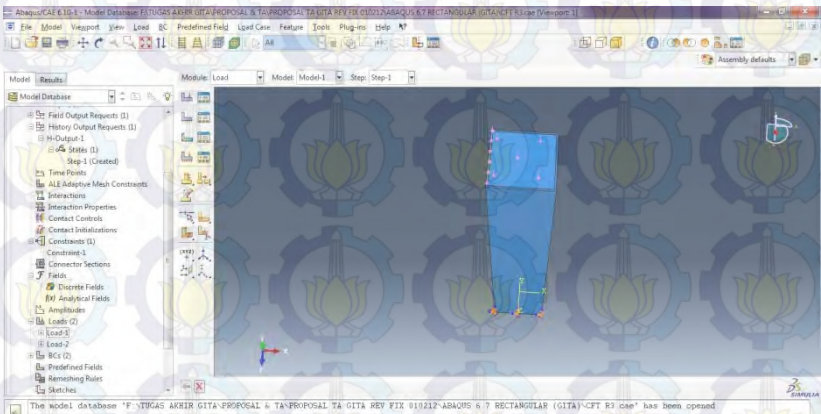
Gambar 5.28 Perletakan pada elemen CFT

Setelah proses perletakan pada elemen kolom baja, selanjutnya diberi beban Aksial sesuai dengan N_{test} yang telah dilakukan oleh Georgios seperti terlihat pada Gambar 5.29.

$$P \text{ aksial} = 8654 \text{ KN} = 8654000 \text{ N}$$

$$\text{Luas permukaan kolom} = 90000 \text{ mm}^2$$

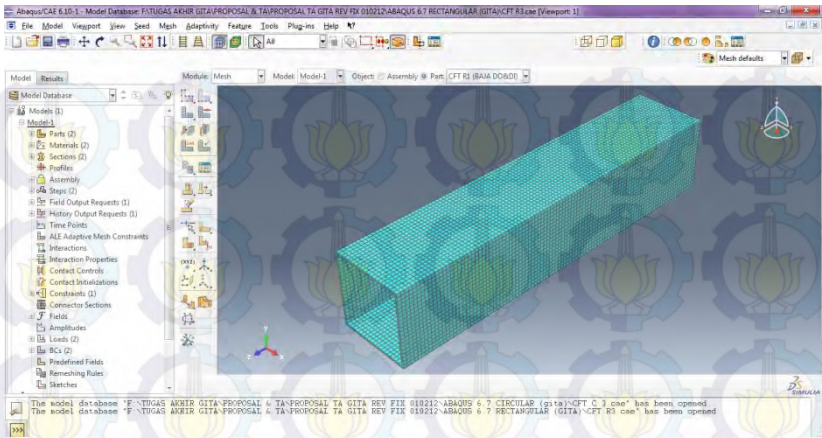
$$\text{Beban per luas} = \frac{8654000 \text{ N}}{90000 \text{ mm}^2} = 96,155 \text{ N / mm}^2$$



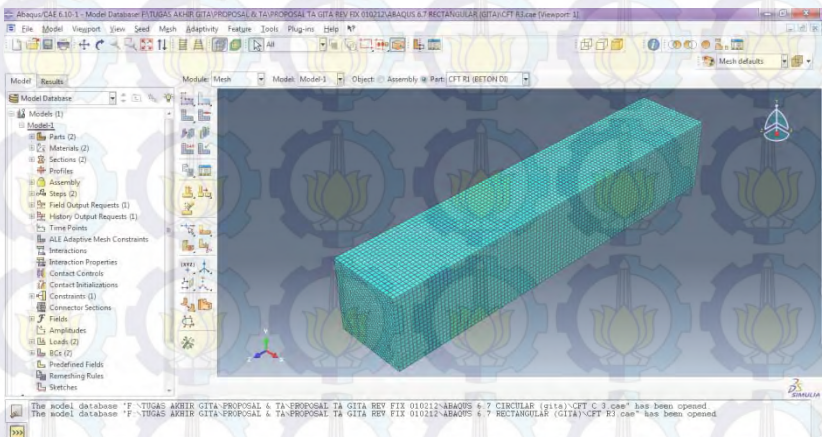
Gambar 5.29 Pembebanan pada elemen *CFT*

5.2.7 Meshing

Setiap part yang terdapat pada struktur portal harus dibagi menjadi bagian – bagian kecil – kecil. Hal ini berfungsi untuk menganalisa setiap elemen portal lebih mendalam seperti terlihat pada Gambar 5.30 & Gambar 5.31



Gambar 5.30 Meshing pada profil baja

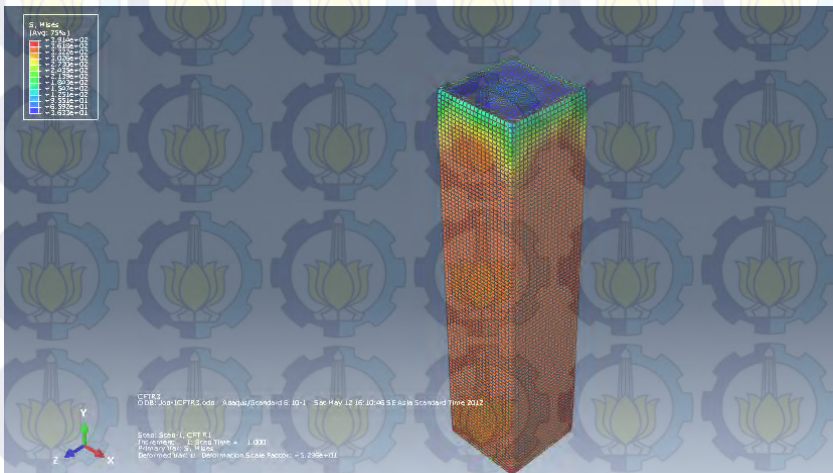


Gambar 5.31 Meshing pada profil beton

5.2.8 Pasca Processing

5.2.8.1 Hasil Analisa Abaqus 6.7

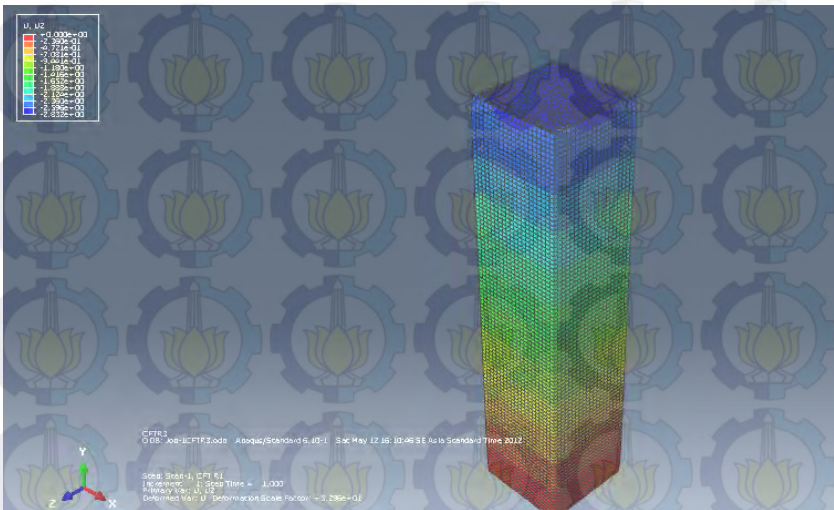
Dari 15 benda uji berupa elemen kolom yang telah dilakukan oleh *Jian Chai & He* dan telah diberi beban maka akan diperbandingkan hasilnya berupa deformasi, tegangan dan regangan yang terjadi.



Gambar 5.32 Hasil *deformasi* pada elemen CFT

Pada elemen kolom sumbu local tidak sama dengan sumbu global. Hal ini dikarenakan elemen kolom sudah diputar (*rotate*) pada langkah *assembly*. Untuk nilai regangan dan tegangan dapat dilihat pada sumbu local pada elemen tersebut tetapi pada untuk nilai displacement dapat dilihat pada sumbu global. Warna pada elemen menunjukkan tegangan yang terjadi pada elemen tersebut. Semakin warna merah maka menunjukkan bahwa *displacement*, regangan dan tegangan yang terjadi semakin besar.

5.2.8.2 Displacement

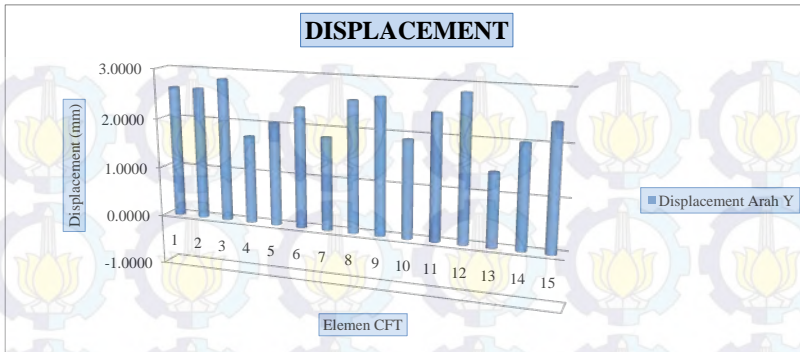


Gambar 5.33 Hasil *displacement* pada elemen CFT

Dari gambar 5.33 diperoleh titik – titik yang akan ditinjau berdasarkan nilai deformasi yang terbesar pada elemen tersebut. Untuk *displacement* arah Magnitude hasil ini diperoleh dari resultan dari 3 gaya yaitu arah X, Y dan Z. Dari hasil Tabel 5.8 dapat dilihat *displacement* terbesar yang terjadi adalah pada arah Y.

Tabel 5.8 Hasil *displacement* pada 15 benda uji
CFT tipe *rectangular*

No.	ELEMEN CFT	NODE	DISPLACEMENT ARAH Y (mm)
1	CFT R 1	45651	(2.618)
2	CFT R 2	45651	(2.618)
3	CFT R 3	45651	(2.832)
4	CFT R 4	45651	(1.734)
5	CFT R 5	45651	(2.043)
6	CFT R 6	45651	(2.373)
7	CFT R 7	45651	(1.833)
8	CFT R 8	45651	(2.578)
9	CFT R 9	45651	(2.674)
10	CFT R 10	41308	(1.910)
11	CFT R 11	41308	(2.446)
12	CFT R 12	41308	(2.843)
13	CFT R 13	45651	(1.430)
14	CFT R 14	45651	(2.009)
15	CFT R 15	45651	(2.413)

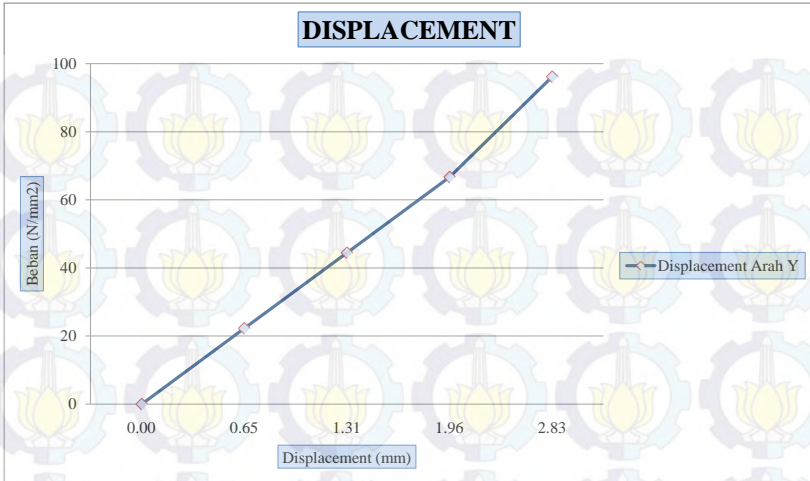


Gambar 5.34 Grafik *displacement* pada 15 benda uji elemen *CFT* (mengalami tekan)

Dari hasil *displacement* diatas, pada benda uji *CFT* tipe *rectangular* yang telah dilakukan oleh *Jian Chan & He* (R 3) akan diberikan beban yang lebih kecil dari beban semula, Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.9 bahwa semakin kecil beban yang diberikan, maka *displacement* yang terjadi juga akan semakin kecil.

Tabel 5.9 Hasil *displacement* pada *CFT* tipe *rectangular* (R 3) dengan beban yang lebih kecil dari beban semula

No.	ELEMEN CFT	NODE	BEBAN (KN)	DISPLACEMENT ARAH Y (mm)
1	CFT R 3	45651	0	0.000
			2000	0.654
			4000	1.309
			6000	1.964
			8654	2.832

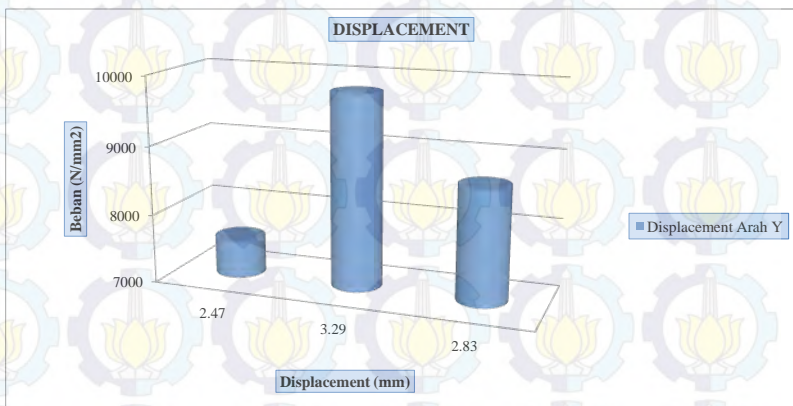


Gambar 5.35 Grafik *displacement* pada benda uji CFT tipe *rectangular* (R 3) akibat beban yang diperkecil

Dari hasil *displacement* yang terjadi pada benda uji R3 dengan program Abaqus akan diperbandingkan dengan perhitungan kontrol penampang dengan perhitungan manual dan dengan perhitungan dengan program Xtract. Hasil dari perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.10, Beban yang dapat dipikul pada penampang kolom CFT dengan perhitungan manual lebih kecil sehingga menghasilkan *displacement* yang kecil pula.

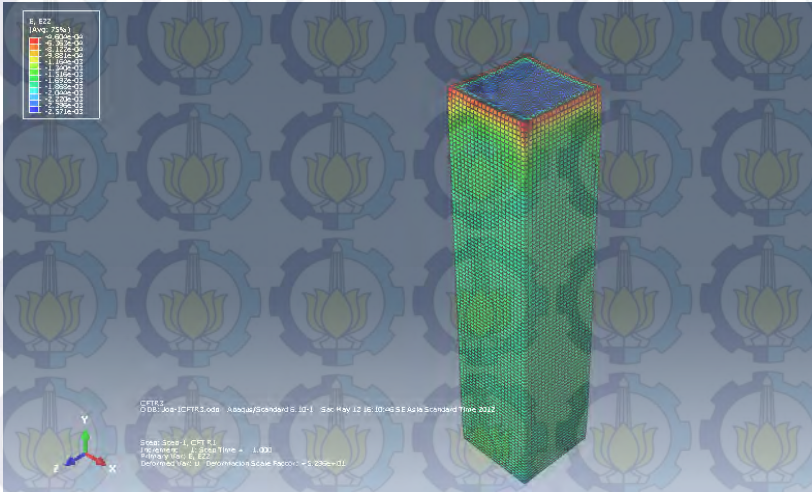
Tabel 5.10 Hasil *displacement* pada *CFT* tipe *rectangular* (R 3) dengan perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}

No.	URAIAN	NODE	BEBAN (KN)	DISPLACEMENT ARAH Y (mm)
1	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang Manual (N_n)	45651	7556.395	(2.473)
2	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang menggunakan program Xtract (N_{xtract})	45651	9806.00	(3.286)
3	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang menggunakan program Abaqus (N_{test})	45651	8654.00	(2.832)



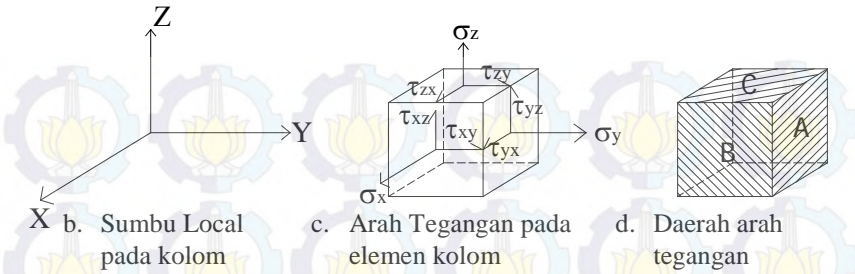
Gambar 5.36 Grafik *displacement* pada benda uji *CFT* tipe *rectangular* (R 3) akibat perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}

5.1.8.3 Regangan

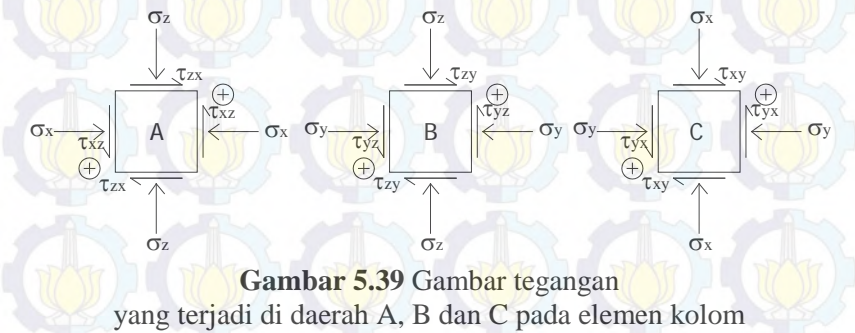


Gambar 5.37 Hasil regangan pada elemen *CFT*

Dari gambar 5.37 diperoleh titik – titik yang akan ditinjau berdasarkan nilai regangan yang terbesar pada elemen. Pada elemen kolom sumbu localnya berbeda dan dapat dilihat pada gambar 5.38 dan gambar 5.39, sehingga untuk melihat nilai regangan dan tegangan pada elemen kolom *CFT* kita harus melihat pada sumbu local.



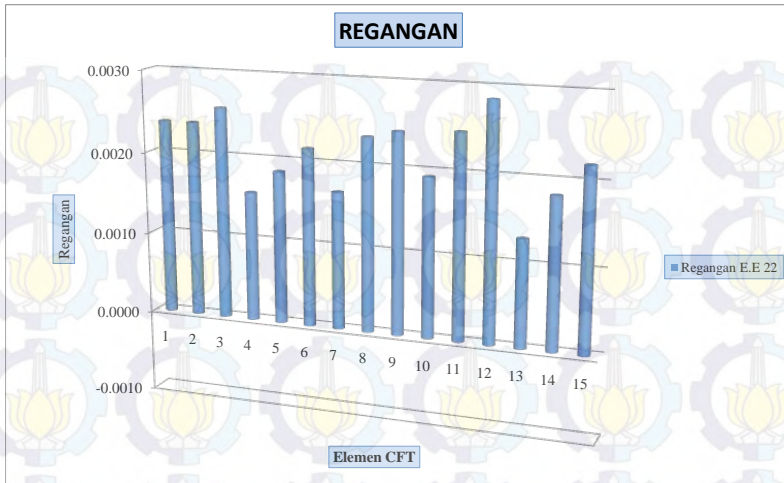
Gambar 5.38 Gambar sumbu local dan arah untuk seluruh tegangan pada elemen kolom



Dari hasil Tabel 5.11 dapat dilihat regangan terbesar yang terjadi adalah pada arah Y (E 22).

Tabel 5.11 Hasil regangan pada 15 benda uji
CFT tipe rectangular

No.	ELEMEN CFT	NODE	REGANGAN (E 22)
1	CFT R 1	43483	(0.0024)
2	CFT R 2	43483	(0.0024)
3	CFT R 3	43483	(0.0026)
4	CFT R 4	43483	(0.0016)
5	CFT R 5	43483	(0.0019)
6	CFT R 6	43483	(0.0022)
7	CFT R 7	43483	(0.0017)
8	CFT R 8	43483	(0.0023)
9	CFT R 9	43483	(0.0024)
10	CFT R 10	39672	(0.0019)
11	CFT R 11	39672	(0.0025)
12	CFT R 12	39672	(0.0029)
13	CFT R 13	43483	(0.0013)
14	CFT R 14	43483	(0.0018)
15	CFT R 15	43483	(0.0022)

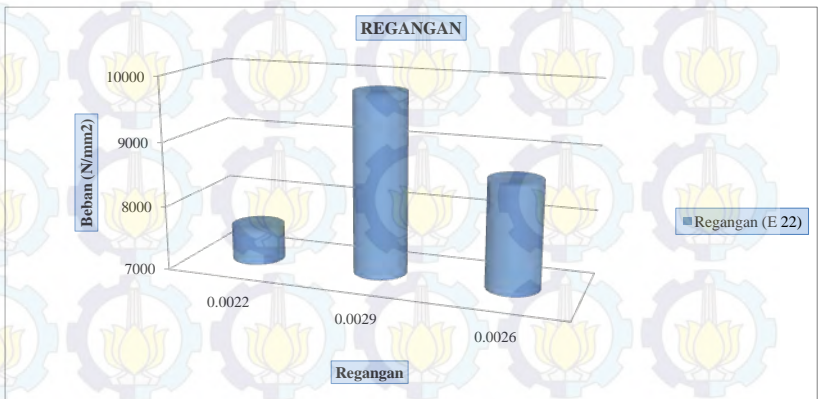


Gambar 5.40 Grafik regangan pada 15 benda uji elemen *CFT*

Dari hasil regangan yang terjadi pada benda uji R3 dengan program Abaqus akan diperbandingkan dengan perhitungan kontrol penampang dengan perhitungan manual dan dengan perhitungan dengan program Xtract. Hasil dari perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.12, Beban yang dapat dipikul pada penampang kolom CFT dengan perhitungan manual lebih kecil sehingga menghasilkan regangan yang kecil pula.

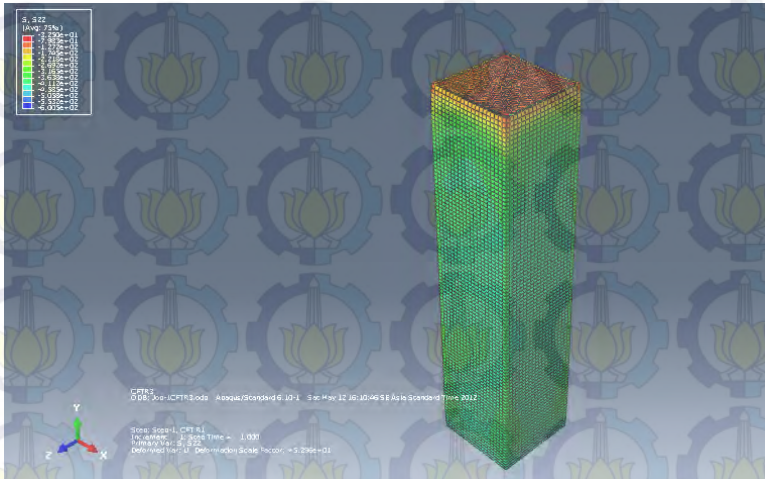
Tabel 5.12 Hasil regangan pada *CFT* tipe *rectangular* (R 3) dengan perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}

No.	URAIAN	NODE	BEBAN (KN)	REGANGAN E 22
1	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang Manual (N_n)	43483	7556.395	(0.0022)
2	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang menggunakan program Xtract (N_{xtract})	43483	9806.00	(0.0029)
3	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang menggunakan program Abaqus (N_{test})	43483	8654.00	(0.0026)



Gambar 5.41 Grafik regangan pada benda uji *CFT* tipe *rectangular* (R 3) akibat perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}

5.2.8.4 Tegangan

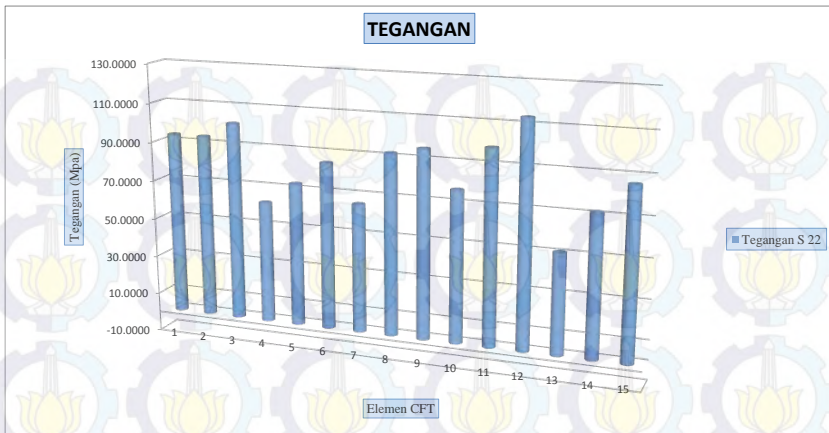


Gambar 5.42 Hasil tegangan pada elemen *CFT*

Dari gambar 5.42 diperoleh titik – titik yang akan ditinjau berdasarkan nilai tegangan yang terbesar pada elemen tersebut. Dari hasil Tabel 5.13 dapat dilihat tegangan terbesar yang terjadi adalah pada arah Y (S 22).

Tabel 5.13 Hasil tegangan pada 15 benda uji
CFT tipe *rectangular*

No.	ELEMEN CFT	NODE	TEGANGAN (S 22) (Mpa)
1	CFT R 1	45342	(93.538)
2	CFT R 2	45342	(93.538)
3	CFT R 3	45342	(101.186)
4	CFT R 4	45342	(61.969)
5	CFT R 5	45342	(72.995)
6	CFT R 6	45342	(84.832)
7	CFT R 7	45342	(65.477)
8	CFT R 8	45342	(92.113)
9	CFT R 9	45342	(95.526)
10	CFT R 10	41304	(76.837)
11	CFT R 11	41304	(98.390)
12	CFT R 12	41304	(113.702)
13	CFT R 13	45342	(51.095)
14	CFT R 14	45342	(71.791)
15	CFT R 15	45342	(86.231)

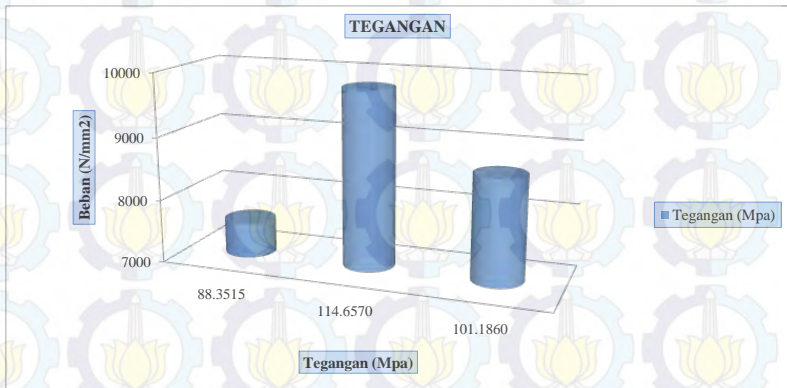


Gambar 5.43 Grafik tegangan pada 15 benda uji elemen *CFT*

Dari hasil tegangan yang terjadi pada benda uji R3 dengan program Abaqus akan diperbandingkan dengan perhitungan kontrol penampang dengan perhitungan manual dan dengan perhitungan dengan program Xtract. Hasil dari perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.14, Beban yang dapat dipikul pada penampang kolom CFT dengan perhitungan manual lebih kecil sehingga menghasilkan tegangan yang kecil pula.

Tabel 5.14 Hasil tegangan pada *CFT* tipe *rectangular* (R 3) dengan perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}

No.	URAIAN	NODE	BEBAN (KN)	TEGANGAN S 22 (Mpa)
1	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang Manual (N_n)	45342	7556.395	(88.3515)
2	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang menggunakan program Xtract (N_{xtract})	45342	9806.00	(114.6570)
3	Dengan Perhitungan Kontrol Penampang menggunakan program Abaqus (N_{test})	45342	8654.00	(101.1860)



Gambar 5.44 Grafik tegangan pada benda uji *CFT* tipe *rectangular* (R 3) akibat perbandingan beban dari N_n , N_{xtract} dan N_{test}

BAB VI
ANALISA PEMASANGAN CROSS TIE
PADA CONCRETE FILLED STEEL TUBE (CFT)
TIPE CIRCULAR & RECTANGULAR

6.1 Analisa Pemasangan Cross Tie pada CFT Tipe Circular Pada Benda Uji Georgios (C 3)

Untuk analisa pemasangan *cross tie* pada CFT tipe *Circular* ini, dimensi yang digunakan tidak sesuai dengan dimensi benda uji yang telah dilakukan oleh *Georgios*. Hal ini dikarenakan tinggi benda uji yang telah dilakukan tidak cukup untuk pemasangan *cross tie* sehingga perlu modifikasi untuk dimensi, tebal dan tinggi dari benda uji.

Tabel 6.1 Modifikasi dimensi CFT tipe *Circular*

No.	Ref	Diameter (mm)	Thickness (mm)	D/t	Length (mm)	L/D	f_y (Mpa)	f_c (Mpa)
1	C 1	350	10	29.4	1500.00	4.29	343	24.9
2	C 2	350	10	35.0	1500.00	4.29	365	24.9
3	C 3	350	10	28.7	1500.00	4.29	343	26.06
4	C 4	350	12	29.2	1500.00	4.29	343	77.69
5	C 5	350	12	29.9	1500.00	4.29	343	28.80
6	C 6	350	12	29.2	1500.00	4.29	343	80.68
7	C 7	350	14	25.0	1500.00	4.29	365	28.80
8	C 8	350	14	25.0	1500.00	4.29	365	87.07
9	C 9	350	14	25.0	1500.00	4.29	365	47.81
10	C 10	350	16	21.9	1500.00	4.29	343	47.81
11	C 11	350	16	21.9	1500.00	4.29	343	47.81
12	C 12	350	16	21.9	1500.00	4.29	343	26.48
13	C 13	350	18	19.4	1500.00	4.29	343	26.48
14	C 14	350	18	19.4	1500.00	4.29	343	82.09
15	C 15	350	18	19.4	1500.00	4.29	343	82.09

6.1.1 Luasan Pada Beton Terkekang

$$A_{cc} = (bxd) - A_s$$

Dimana :

b & d adalah dimensi dari *CFT* tipe *circular* , mm

A_s adalah luasan *CFT* tipe *circular* yang telah dikurangi tebal pelat , mm^2

Direncanakan :

$$D = 350 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} A_{cc} &= (bxd) - A_s \\ &= (350\text{mm} \times 350\text{mm}) - (330\text{mm} \times 330\text{mm}) \\ &= 13600\text{mm}^2 \end{aligned}$$

6.1.2 Nilai Rasio *Cross Tie* Terhadap Beton Terkekang

$$\rho_{cc} = \frac{A_s}{A_{cc}}$$

$$\rho_{cc} = \frac{108900\text{mm}^2}{13600\text{mm}^2} = 8,007$$

6.1.3 Nilai Rasio Pengekangan Akibat Pemasangan *Cross Tie*

$$\rho_s = \frac{A_s}{bxdx_s}$$

Dimana :

s adalah jarak pada *Cross Tie* arah vertikal = 150 mm

Sehingga,

$$\rho_s = \frac{108900}{350 \times 350 \times 150} = 0,0059$$

6.1.4 Koefisien Efektivitas Pengekangan

$$s' = s - d_{sb}$$

$$s' = 150 \text{ mm} - 14 \text{ mm} = 136 \text{ mm}$$

Dengan paramater tekuk k_e :

$$k_e = \frac{1 - \left(\frac{s'}{2x d_s} \right)^2}{1 - \rho_{cc}}$$

$$k_e = \frac{1 - \left(\frac{136 \text{ mm}}{2 \times 14 \text{ mm}} \right)^2}{1 - 8,007} = 3,224$$

$$\begin{aligned} fl' &= 0,5 k_e \times \rho_s \times f_y \times h \\ &= 0,5 \times 3,224 \times 0,0059 \times 240 \text{ Mpa} \\ &= 2,292 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$f_{cc} = f_{ck} \left(-1,254 + 2,254 \sqrt{1 + \frac{7,94 f_l}{f_{ck}}} - 2 \frac{f_l}{f_{ck}} \right)$$

$$f_{cc} = 39,82 \left(-1,254 + 2,254 \sqrt{1 + \frac{7,94 \times 2,292}{26,062}} - 2 \frac{2,292}{26,062} \right)$$

$$f_{cc} = 39,292 \text{ Mpa}$$

Untuk kekutan tekuk *local buckling* pada plat baja kolom CFT, Ge Usami mengusulkan sebuah hubungan menjadi :

$$\frac{f_b}{f_{ay}} = \frac{1.2}{R} - \frac{0.3}{R^2} \leq 1.0$$

Dimana R adalah rasio lebar dan tebal dari profil baja, sehingga :

$$R = \frac{D}{t} \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)}{4\pi^2}} \sqrt{\frac{f_{ay}}{E_a}}$$

$$R = \frac{350}{10} \sqrt{\frac{12(1-0,3^2)}{4\pi^2}} \sqrt{\frac{343}{200000}} = 0,762$$

jika nilai $R \leq 0,85$, maka efek dari *local buckling* bisa diabaikan dan tidak diperlukan pemasangan *Cross Tie* Sehingga tegangan kritis pada profil baja menjadi :

$$\sigma_{cr} = k \frac{\pi^2 E_a}{12(1-\mu^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2$$

$$\sigma_{cr} = 3,224 \frac{\pi^2 200000}{12(1-0,3^2)} \left(\frac{10}{350}\right)^2 = 475,738 \text{ Mpa}$$

$$f_a = \left(\frac{1.2}{R} - \frac{0.3}{R^2}\right) f_{ay}$$

$$= \left(\frac{1.2}{0,7623} - \frac{0.3}{(0,7623)^2}\right) \times 343 = 362,86 \text{ Mpa}$$

6.2 Analisa Pemasangan *Cross Tie* pada *CFT* Tipe *Circular* Pada Benda Uji *Georgios (C 4)*

6.2.1 Luasan Pada Beton Terkekang

$$Acc = (bxd) - As$$

Dimana :

b & d adalah dimensi dari *CFT* tipe *circular*, mm

As adalah luasan *CFT* tipe *circular* yang telah dikurangi tebal pelat, mm²

Direncanakan :

$$D = 350 \text{ mm}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} Acc &= (bxd) - As \\ &= (350\text{mm} \times 350\text{mm}) - (326\text{mm} \times 326\text{mm}) \\ &= 16224\text{mm}^2 \end{aligned}$$

6.2.2 Nilai Rasio *Cross Tie* Terhadap Beton Terkekang

$$\rho_{cc} = \frac{As}{Acc}$$

$$\rho_{cc} = \frac{106276\text{mm}^2}{16224\text{mm}^2} = 6,551$$

6.2.3 Nilai Rasio Pengekangan Akibat Pemasangan *Cross Tie*

$$\rho_s = \frac{As}{bxd}$$

Dimana :

s adalah jarak pada *Cross Tie* arah vertikal = 150 mm

Sehingga,

$$\rho_s = \frac{106276}{350 \times 350 \times 150} = 0,0058$$

6.2.4 Koefisien Efektivitas Pengekangan

$$s' = s - d_{sb}$$

$$s' = 150 \text{ mm} - 14 \text{ mm} = 136 \text{ mm}$$

Dengan paramater tekuk k_e :

$$k_e = \frac{1 - \left(\frac{s'}{2x d_s} \right)^2}{1 - \rho_{cc}}$$

$$k_e = \frac{1 - \left(\frac{136 \text{ mm}}{2 \times 14 \text{ mm}} \right)^2}{1 - 6,551} = 4,070$$

$$\begin{aligned} fl' &= 0,5 k_e \times \rho_s \times f_y \times h \\ &= 0,5 \times 4,070 \times 0,0058 \times 240 \text{ Mpa} \\ &= 2,824 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$f_{cc} = f_{ck} \left(-1,254 + 2,254 \sqrt{1 + \frac{7,94 f_l}{f_{ck}}} - 2 \frac{f_l}{f_{ck}} \right)$$

$$f_{cc} = 77,688 \left(-1,254 + 2,254 \sqrt{1 + \frac{7,94 \times 2,824}{77,688}} - 2 \frac{2,824}{77,688} \right)$$

$$f_{cc} = 95,716 \text{ Mpa}$$

Untuk kekutan tekuk *local buckling* pada plat baja kolom CFT, Ge Usami mengusulkan sebuah hubungan menjadi :

$$\frac{f_b}{f_{ay}} = \frac{1.2}{R} - \frac{0.3}{R^2} \leq 1.0$$

Dimana R adalah rasio lebar dan tebal dari profil baja, sehingga :

$$R = \frac{D}{t} \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)}{4\pi^2}} \sqrt{\frac{f_{ay}}{E_a}}$$

$$R = \frac{350}{12} \sqrt{\frac{12(1-0,3^2)}{4\pi^2}} \sqrt{\frac{343}{200000}} = 0,635$$

jika nilai $R \leq 0,85$, maka efek dari *local buckling* bisa diabaikan dan tidak perlu pemasangan *Cross Tie* Sehingga tegangan kritis pada profil baja menjadi :

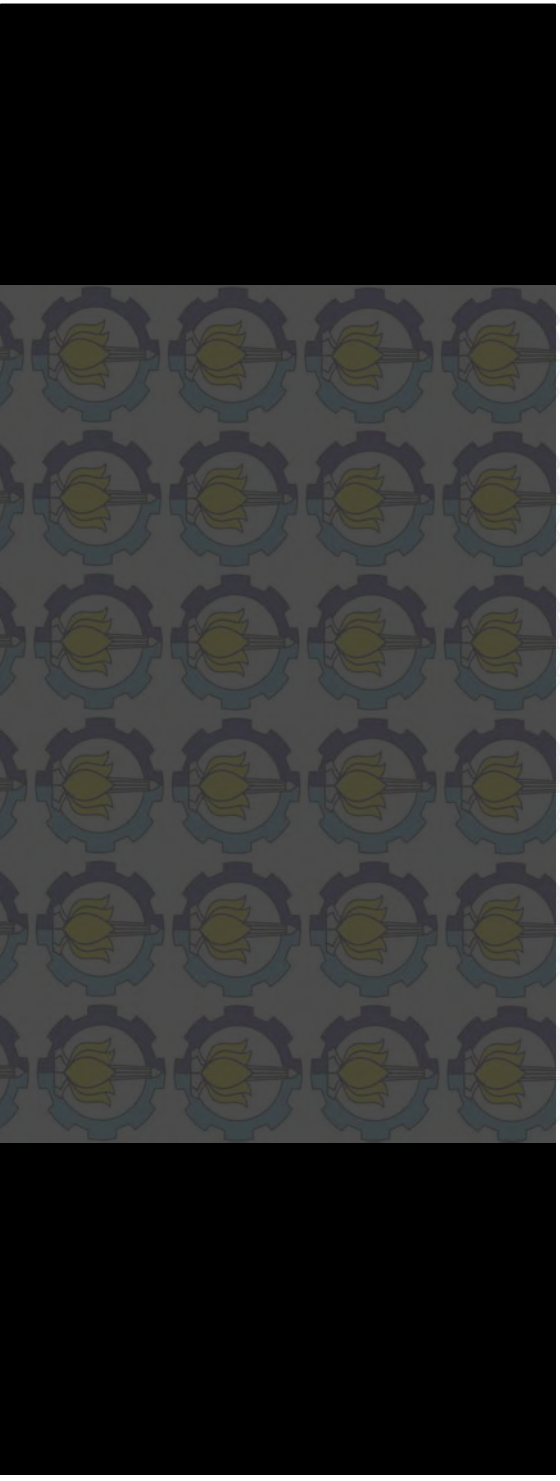
$$\sigma_{cr} = k \frac{\pi^2 E_a}{12(1-\mu^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2$$

$$\sigma_{cr} = 4,070 \frac{\pi^2 200000}{12(1-0,3^2)} \left(\frac{12}{350}\right)^2 = 864,867 \text{ Mpa}$$

$$f_a = \left(\frac{1.2}{R} - \frac{0.3}{R^2}\right) f_{ay}$$

$$= \left(\frac{1.2}{0,635} - \frac{0.3}{(0,635)^2}\right) \times 343 = 392,94 \text{ Mpa}$$

Tabel 6.2
Kontrol pemasangan *Cross Tie* pada profil *CFT Circular* benda uji *Georgios*
(C 1 – C 15)



6.3 Analisa Pemasangan *Cross Tie* pada *CFT* Tipe *Rectangular* Pada Benda Uji *Jian Chai & He (R 3)*

6.3.1 Luasan Pada Beton Terkekang

$$Acc = (bxd) - As$$

Dimana :

b & d adalah dimensi dari *CFT* tipe *rectangular* , mm

As adalah luasan *CFT* tipe *rectangular* yang telah dikurangi tebal pelat , mm^2

Direncanakan :

$$D = 300 \text{ mm}$$

$$t = 8 \text{ mm}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} Acc &= (bxd) - As \\ &= (300\text{mm} \times 300\text{mm}) - (284\text{mm} \times 284\text{mm}) \\ &= 9344\text{mm}^2 \end{aligned}$$

6.3.2 Nilai Rasio *Cross Tie* Terhadap Beton Terkekang

$$\rho_{cc} = \frac{As}{Acc}$$

$$\rho_{cc} = \frac{80656\text{mm}^2}{9344\text{mm}^2} = 8,632$$

6.3.3 Nilai Rasio Pengekangan Akibat Pemasangan *Cross Tie*

$$\rho_s = \frac{As}{bxdxs}$$

Dimana :

s adalah jarak pada *Cross Tie* arah vertikal = 150 mm

Sehingga,

$$\rho_s = \frac{80656}{300 \times 300 \times 150} = 0,0060$$

6.3.4 Koefisien Efektivitas Pengekangan

$$s' = s - d_{sb}$$

$$s' = 150 \text{ mm} - 14 \text{ mm} = 136 \text{ mm}$$

Dengan paramater tekuk k_e :

$$k_e = \frac{1 - \left(\frac{s'}{2 \times d_s} \right)^2}{1 - \rho_{cc}}$$

$$k_e = \frac{1 - \left(\frac{136 \text{ mm}}{2 \times 14 \text{ mm}} \right)^2}{1 - 8,643} = 2,960$$

$$\begin{aligned} fl' &= 0,5 \times k_e \times \rho_s \times f_y \times h \\ &= 0,5 \times 2,960 \times 0,0060 \times 240 \text{ Mpa} \\ &= 2,122 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$f_{cc} = f_{ck} \left(-1,254 + 2,254 \sqrt{1 + \frac{7,94 f_l}{f_{ck}}} - 2 \frac{f_l}{f_{ck}} \right)$$

$$f_{cc} = 39,82 \left(-1,254 + 2,254 \sqrt{1 + \frac{7,94 \times 2,122}{39,82}} - 2 \frac{2,122}{39,82} \right)$$

$$f_{cc} = 52,895 \text{ Mpa}$$

Untuk kekutan tekuk *local buckling* pada plat baja kolom *CFT*, Ge Usami mengusulkan sebuah hubungan menjadi :

$$\frac{f_b}{f_{ay}} = \frac{1.2}{R} - \frac{0.3}{R^2} \leq 1.0$$

Dimana R adalah rasio lebar dan tebal dari profil baja, sehingga :

$$R = \frac{D}{t} \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)}{4\pi^2}} \sqrt{\frac{f_{ay}}{E_a}}$$

$$R = \frac{300}{8} \sqrt{\frac{12(1-0,3^2)}{4\pi^2}} \sqrt{\frac{382,5}{200000}} = 0,8625$$

jika nilai $R \geq 0,85$, maka efek dari *local buckling* tidak bisa diabaikan dan diperlukan pemasangan *Cross Tie* Sehingga tegangan kritis pada profil baja menjadi :

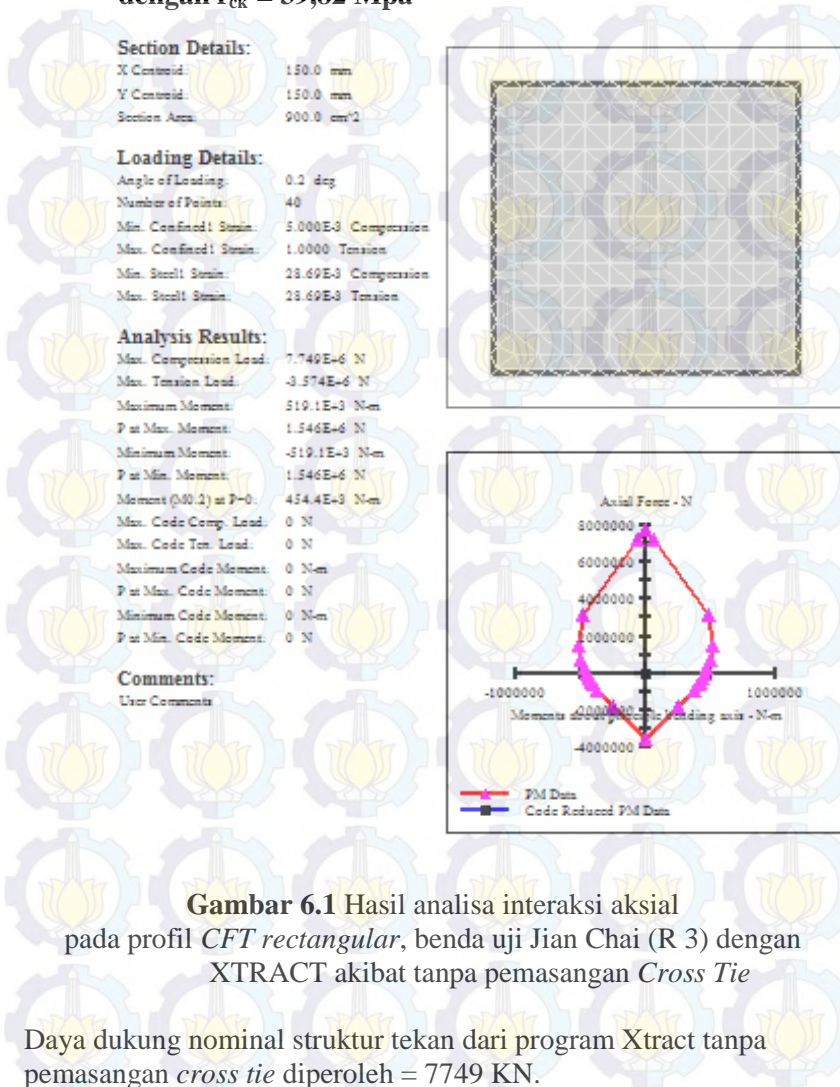
$$\sigma_{cr} = k \frac{\pi^2 E_a}{12(1-\mu^2)} \left(\frac{t}{b} \right)^2$$

$$\sigma_{cr} = 2,960 \frac{\pi^2 200000}{12(1-0,3^2)} \left(\frac{8}{300} \right)^2 = 380,512 \text{ Mpa}$$

$$f_a = \left(\frac{1.2}{R} - \frac{0.3}{R^2} \right) f_{ay}$$

$$= \left(\frac{1.2}{0,8625} - \frac{0.3}{(0,8625)^2} \right) \times 382,5 = 377,92 \text{ Mpa}$$

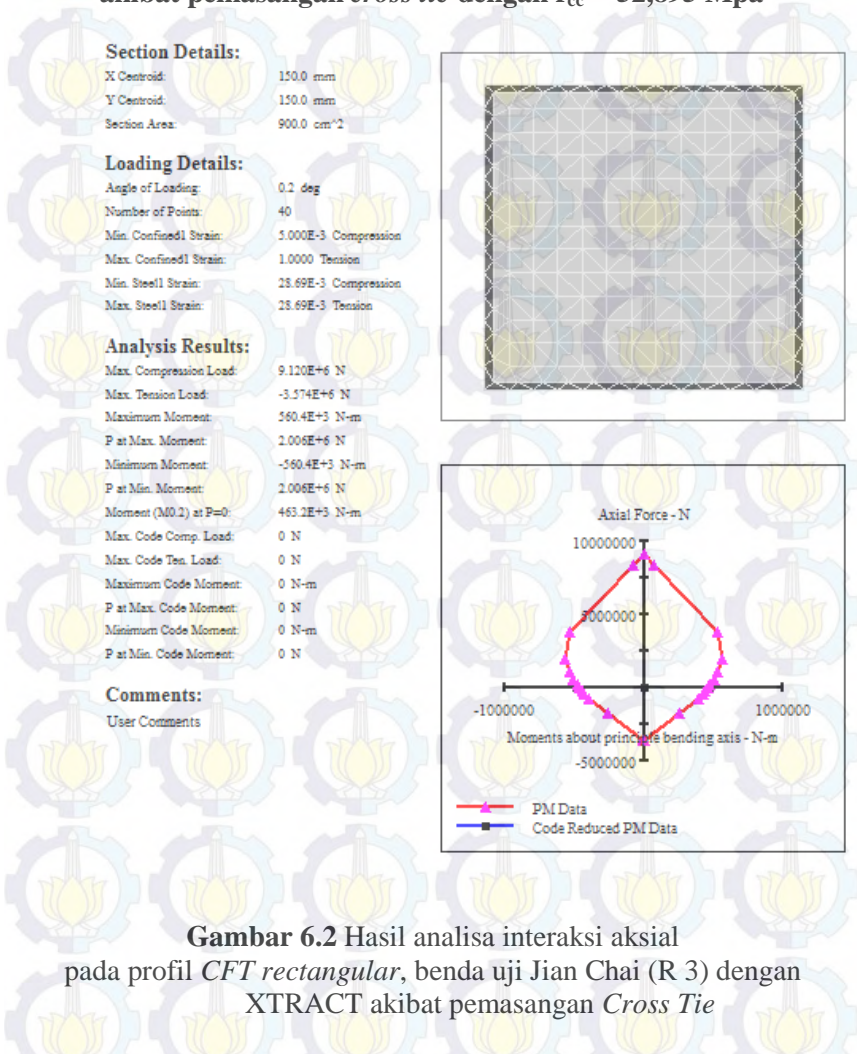
6.3.5 Kontrol Penampang Menggunakan Program XTRACT dengan $f_{ck} = 39,82 \text{ Mpa}$



Gambar 6.1 Hasil analisa interaksi aksial pada profil *CFT rectangular*, benda uji Jian Chai (R 3) dengan XTRACT akibat tanpa pemasangan *Cross Tie*

Daya dukung nominal struktur tekan dari program Xtract tanpa pemasangan *cross tie* diperoleh = 7749 KN.

6.3.6 Kontrol Penampang Menggunakan Program XTRACT akibat pemasangan *cross tie* dengan $f_{cc} = 52,895 \text{ Mpa}$



Gambar 6.2 Hasil analisa interaksi aksial pada profil *CFT rectangular*, benda uji Jian Chai (R 3) dengan XTRACT akibat pemasangan *Cross Tie*

Daya dukung nominal struktur tekan dari program Xtract dengan pemasangan *cross tie* diperoleh = 9120 KN.

6.4 Analisa Pemasangan *Cross Tie* pada *CFT* Tipe *Rectangular* Pada Benda Uji *Jian Chai & He (R 4)*

6.4.1 Luasan Pada Beton Terkekang

$$Acc = (bxd) - As$$

Dimana :

b & d adalah dimensi dari *CFT* tipe *rectangular* , mm

As adalah luasan *CFT* tipe *rectangular* yang telah dikurangi tebal pelat , mm^2

Direncanakan :

$$D = 300 \text{ m}$$

$$t = 8 \text{ mm}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} Acc &= (bxd) - As \\ &= (300\text{mm} \times 300\text{mm}) - (284\text{mm} \times 284\text{mm}) \\ &= 9344\text{mm}^2 \end{aligned}$$

6.4.2 Nilai Rasio *Cross Tie* Terhadap Beton Terkekang

$$\rho_{cc} = \frac{As}{Acc}$$

$$\rho_{cc} = \frac{80656\text{mm}^2}{9344\text{mm}^2} = 8,632$$

6.4.3 Nilai Rasio Pengekangan Akibat Pemasangan *Cross Tie*

$$\rho_s = \frac{A_s}{bxdx_s}$$

Dimana :

s adalah jarak pada *Cross Tie* arah vertikal = 150 mm

Sehingga,

$$\rho_s = \frac{80656}{300 \times 300 \times 150} = 0,0060$$

6.4.4 Koefisien Efektivitas Pengekangan

$$s' = s - d_{sb}$$

$$s' = 150\text{mm} - 14\text{mm} = 136\text{mm}$$

Dengan paramater tekuk k_e :

$$k_e = \frac{1 - \left(\frac{s'}{2xd_s} \right)^2}{1 - \rho_{cc}}$$

$$k_e = \frac{1 - \left(\frac{136\text{mm}}{2 \times 14\text{mm}} \right)^2}{1 - 8,643} = 2,960$$

$$\begin{aligned} fl' &= 0,5k_e x \rho_s x fy_h \\ &= 0,5 \times 2,960 \times 0,0060 \times 240\text{Mpa} \\ &= 2,122\text{Mpa} \end{aligned}$$

$$f_{cc} = f_{ck} \left(-1.254 + 2.254 \sqrt{1 + \frac{7.94 f_l}{f_{ck}}} - 2 \frac{f_l}{f_{ck}} \right)$$

$$f_{cc} = 39,82 \left(-1.254 + 2.254 \sqrt{1 + \frac{7.94 \times 2,122}{39,82}} - 2 \frac{2,122}{39,82} \right)$$

$$f_{cc} = 52,895 \text{ Mpa}$$

Untuk kekutan tekuk *local buckling* pada plat baja kolom *CFT*, Ge Usami mengusulkan sebuah hubungan menjadi :

$$\frac{f_b}{f_{ay}} = \frac{1.2}{R} - \frac{0.3}{R^2} \leq 1.0$$

Dimana R adalah rasio lebar dan tebal dari profil baja, sehingga :

$$R = \frac{D}{t} \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)}{4\pi^2}} \sqrt{\frac{f_{ay}}{E_a}}$$

$$R = \frac{300}{8} \sqrt{\frac{12(1-0,3^2)}{4\pi^2}} \sqrt{\frac{341,93}{200000}} = 0,8155$$

jika nilai $R \leq 0,85$, maka efek dari *local buckling* bisa diabaikan dan tidak perlu pemasangan *Cross Tie*

Sehingga tegangan kritis pada profil baja menjadi :

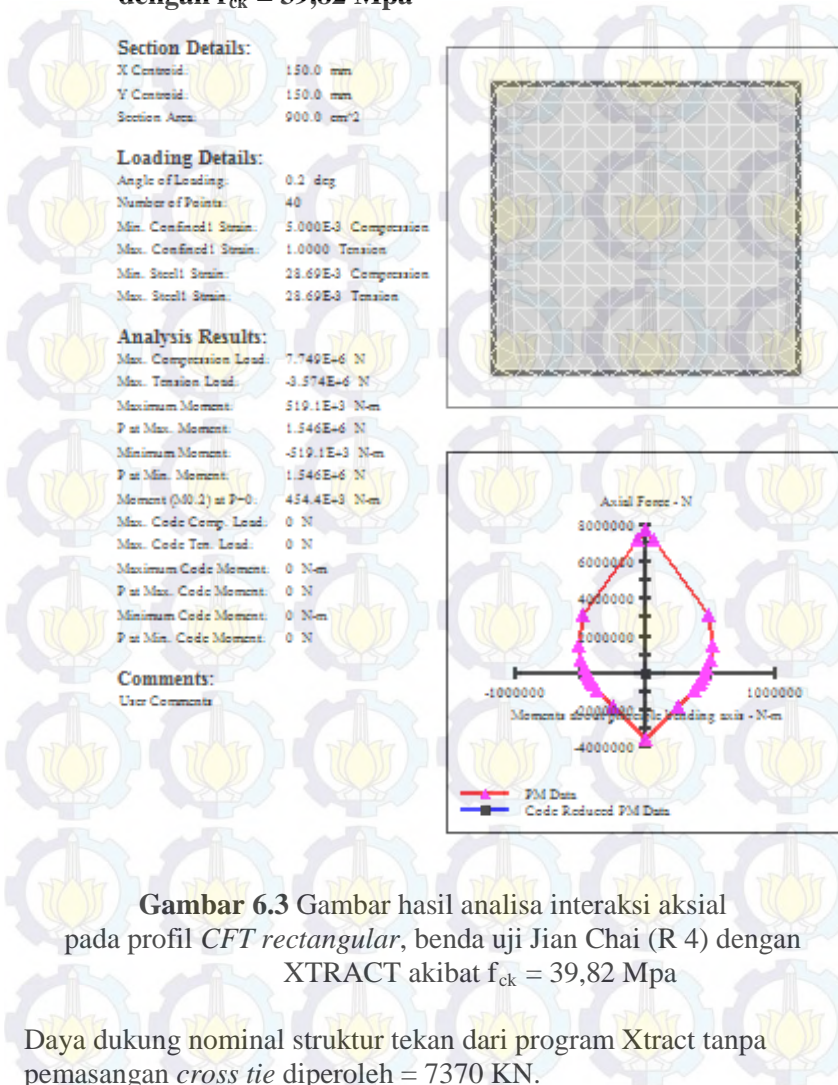
$$\sigma_{cr} = k \frac{\pi^2 E_a}{12(1-\mu^2)} \left(\frac{t}{b} \right)^2$$

$$\sigma_{cr} = 2,960 \frac{\pi^2 200000}{12(1-0,3^2)} \left(\frac{8}{300} \right)^2 = 380,512 \text{ Mpa}$$

$$f_a = \left(\frac{1.2}{R} - \frac{0.3}{R^2} \right) f_{ay}$$

$$= \left(\frac{1.2}{0,8155} - \frac{0.3}{(0,8155)^2} \right) \times 341,93 = 348,91 \text{ Mpa}$$

6.4.5 Kontrol Penampang Menggunakan Program XTRACT dengan $f_{ck} = 39,82 \text{ Mpa}$



Gambar 6.3 Gambar hasil analisa interaksi aksial pada profil *CFT rectangular*, benda uji Jian Chai (R 4) dengan XTRACT akibat $f_{ck} = 39,82 \text{ Mpa}$

Daya dukung nominal struktur tekan dari program Xtract tanpa pemasangan *cross tie* diperoleh = 7370 KN.

Tabel 6.3
Kontrol pemasangan *Cross Tie* pada profil *CFT Rectangular* benda uji *Jian and He*
(R 1 – R 15)

Benda Uji	D (mm)	t (mm)	a _s (mm)	b _s (mm)	d _s (mm)	f _{ck} (Mpa)	f _w (Mpa)	Acc (mm ²)	pcc	ps	s' (mm)	K _s	f' _i	f _{cc} (Mpa)	R	Kebutuhan <i>Cross Tie</i> (R > 0.85)	N _{inter} f _{cb} (KN)	N _{inter} f _{co} (KN)
R 1	300	8	150	150	14	39.82	382.50	9344	8.632	0.0060	136	2.960	2.122	52.895	0.8625	Perlu <i>Cross Tie</i>	7749	9120
R 2	300	8	150	150	14	39.82	382.50	9344	8.632	0.0060	136	2.960	2.122	52.895	0.8625	Perlu <i>Cross Tie</i>	7749	9120
R 3	300	8	100	150	14	39.82	382.50	9344	8.632	0.0060	136	2.960	2.122	52.895	0.8625	Perlu <i>Cross Tie</i>	7749	9120
R 4	300	8	150	150	14	39.82	341.93	9344	8.632	0.0060	136	2.960	2.122	52.895	0.8155	Tidak Perlu <i>Cross Tie</i>	7370	-
R 5	300	8	150	150	14	39.82	341.93	9344	8.632	0.0060	136	2.960	2.122	52.895	0.8155	Tidak Perlu <i>Cross Tie</i>	7370	-
R 6	300	8	100	150	14	39.82	341.93	9344	8.632	0.0060	136	2.960	2.122	52.895	0.8155	Tidak Perlu <i>Cross Tie</i>	7370	-
R 7	300	8	100	150	14	39.82	387.98	9344	8.632	0.0060	136	2.960	2.122	52.895	0.8687	Perlu <i>Cross Tie</i>	7801	9171
R 8	300	8	150	150	14	39.82	387.98	9344	8.632	0.0060	136	2.960	2.122	52.895	0.8687	Perlu <i>Cross Tie</i>	7801	9171
R 9	300	8	100	150	14	39.82	387.98	9344	8.632	0.0060	136	2.960	2.122	52.895	0.8687	Perlu <i>Cross Tie</i>	7801	9171
R 10	300	12	100	150	14	39.82	345.04	13824	5.510	0.0056	136	5.009	3.392	59.488	0.5461	Tidak Perlu <i>Cross Tie</i>	8713	-
R 11	300	12	150	150	14	39.82	345.04	13824	5.510	0.0056	136	5.009	3.392	59.488	0.5461	Tidak Perlu <i>Cross Tie</i>	8713	-
R 12	300	12	100	150	14	39.82	345.04	13824	5.510	0.0056	136	5.009	3.392	59.488	0.5461	Tidak Perlu <i>Cross Tie</i>	8713	-
R 13	300	8	100	150	14	39.82	292.48	9344	8.632	0.0060	136	2.960	2.122	52.895	0.7542	Tidak Perlu <i>Cross Tie</i>	6908	-
R 14	300	8	150	150	14	39.82	292.48	9344	8.632	0.0060	136	2.960	2.122	52.895	0.7542	Tidak Perlu <i>Cross Tie</i>	6908	-
R 15	300	8	150	150	14	39.82	382.50	9344	8.632	0.0060	136	2.960	2.122	52.895	0.8625	Perlu <i>Cross Tie</i>	7749	9120

6.5 Perbandingan Kuat Tekan Nominal pada *CFT* Tipe *Rectangular* (R 3)

6.5.1 Kuat Tekan Nominal dengan Pemasangan *Cross Tie*

6.5.1.1 Volume Profil Baja

$$V = (D_o \times D_o \times L) - (D_i \times D_i \times L)$$

$$V = (0,3m \times 0,3m \times 1,5m) - (0,284m \times 0,284m \times 1,5m)$$

$$V = 0,0486m^3$$

Dimana :

D_o adalah dimensi luar *CFT* tipe *rectangular* , m

D_i adalah dimensi dalam *CFT* tipe *rectangular* , m

L adalah panjang *CFT* tipe *rectangular* , m

6.5.1.2 Volume *Cross Tie* (a_s & b_s)

$$V_{ct} = (0,25 \times \pi \times d^2 \times l) \times 2$$

$$V_{ct} = (0,25 \times \pi \times 0,014^2 \times 0,3m) \times 2$$

$$V_{ct} = 9,23 \times 10^{-5} m^3$$

Dimana :

d adalah dimensi *cross tie*, m

l adalah panjang *cross tie*, m

Direncanakan jarak antar *cross tie* per tiap tingkat
= 150 mm

$$V_{total} = 9,23 \times 10^{-5} m^3 \times 9 \text{ tingkat} = 8,312 \times 10^{-4} m^3$$

6.5.1.3 Volume Total Profil Baja & *Cross Tie*

$$V = 0,0486m^3 + 8,312 \times 10^{-4} m^3$$

$$V = 4,039 \times 10^{-5} m^3$$

Setelah dilakukan analisa dengan program Xtract seperti uraian diatas pada point 6.3 dengan menggunakan volume total dari profil baja dan *cross tie* menghasilkan kuat tekan nominal meningkat 1,3 kali yang semula 7749 KN menjadi 9120 KN.

6.5.2 Kuat Tekan Nominal dengan Mempertebal Penampang

6.5.2.1 Luasan Profil Baja CFT R 3

$$A = (D_o \cdot tx \cdot 2) - ((D_o - 2xt) \cdot tx \cdot 2)$$

$$A = (0,3m \cdot 0,008m \cdot 2) - ((0,3m - 2 \cdot 0,008m) \cdot 0,008m \cdot 2)$$

$$A = 9,344 \cdot 10^{-3} m^2$$

6.5.2.2 Luasan Profil Baja Dibagi Keempat Sisi Penampang

$$A = \frac{9,344 \cdot 10^{-3} m^2}{0,3m \cdot 4} = 8,24 \cdot 10^{-3} m$$

Sehingga tebal profil baja mengalami peningkatan yang semula 8 mm menjadi 8,24 mm

6.5.2.3 Kontrol Kuat Tekan Nominal Penampang dengan $t = 8,24$ mm

Kontrol luas penampang minimum profil baja :

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} = \frac{9616,41}{80383,59 + 9616,41} \times 100\% = 10,68\% > 4\% \dots (\text{OK})$$

Kontrol tebal minimum penampang persegi :

$$t_{\min} = b \sqrt{\frac{f_y}{3 \times E_s}}$$

$$t_{\min} = 300 \times \sqrt{\frac{382,5}{3 \times 2 \cdot 10^5}} = 7,57 \text{ mm} < 8,24 \text{ mm}$$

....(OK)

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

Kuat rencana kolom komposit yang memikul beban aksial adalah $\phi_c \cdot N_n$, dengan $\phi_c = 0,85$

$$f_{my} = f_y + c_1 \cdot f_{yr} \frac{A_r}{A_s} + c_2 \cdot f_c' \frac{A_c}{A_s}$$

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

$$C_1 = 1,00$$

$$C_2 = 0,85$$

$$C_3 = 0,40$$

Maka :

$$f_{my} = 382,5 + \left(1,0 \times \frac{0}{9616,41} \right) + \left(0,85 \times 59,43 \times \frac{80383,59}{9616,41} \right)$$

$$f_{my} = 804,78 \text{ Mpa}$$

Modifikasi modulus elastisitas kolom komposit

(E_m) :

Modulus elastisitas modifikasi (E_m), jika berat jenis beton (w) = 2400 kg/m^3 , modulus elastisitas baja (E_s) = 200.000 MPa dan :

$$E_c = 0,041 \times w^{1,5} \sqrt{f_c'}, \text{ maka } E_c = 37163,27 \text{ Mpa}$$

$$E_m = E_s + \left(c_3 \times E_c \times \frac{A_c}{A_s} \right)$$

$$E_m = 200000 + \left(0,4 \times 37163,27 \times \frac{80383,59}{9616,41} \right) = 324259,2 \text{ Mpa}$$

Jari-jari girasi modifikasi (r_m) :

Jari-jari modifikasi $r_m = 0,3 \times b$, sehingga $r_m = 9 \text{ cm} < i_x = 11,92 \text{ cm}$. Maka r_m pakai adalah $= 11,92 \text{ cm} = 119,2 \text{ mm}$

Parameter Kelangsingan (λ_c) :

Batas kelangsingan untuk batang yang diuji tekan adalah

$$\lambda_c = \frac{kl}{r_m \times \pi} \times \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} = \frac{1 \times 1500}{119,2 \times \pi} \times \sqrt{\frac{804,78}{328315,1}} = 0,199$$

berdasarkan $0,183 < \lambda_c < 1$ adalah :

$$\omega = \frac{1,41}{1,593 - \lambda_c} = \frac{1,41}{1,593 - 0,199} = 1,01$$

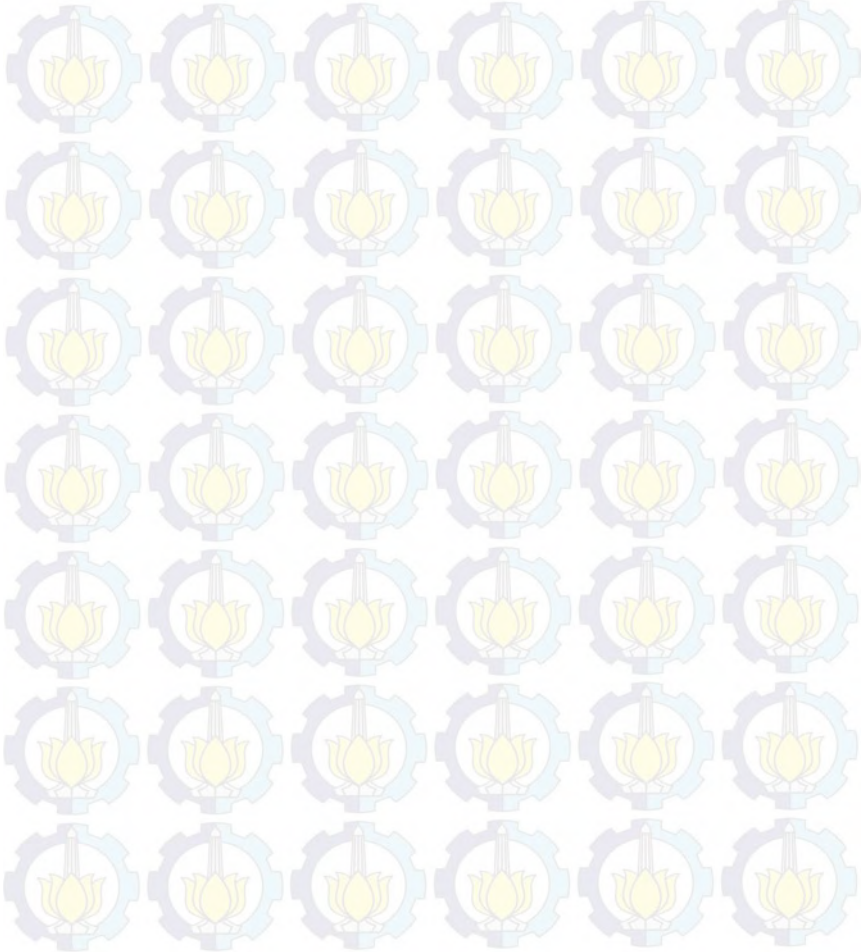
Daya dukung nominal struktur tekan diperoleh :

$$N_n = A_s \frac{f_{my}}{\omega} = 9616,41 \times \frac{804,78}{1,01} = 7648235 \text{ N} = 7648,24 \text{ KN}$$

Pebandingan dari N_n ($t = 8 \text{ mm}$) dengan N_n ($t = 8,24 \text{ mm}$) dari benda uji adalah :

$$\frac{N_n}{N_n} = \frac{7648,24}{7556,395} = 1,01$$

Dari hasil perbandingan diatas, dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan *cross tie* jauh lebih efektif terhadap peningkatan kuat tekan nominal dari suatu penampang sebesar 1,3 kali sedangkan dengan mempertebal penampang hanya meningkatkan kuat tekan nominal dari suatu penampang sebesar 1,01 kali.





"halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB VII PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan pada elemen *Concrete Filled Steel Tube* tipe *circular* dan *rectangular*, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Dari hasil perhitungan kontrol penampang yang telah dihitung secara manual, untuk *CFT* tipe *circular* telah memenuhi kriteria untuk kolom komposit baik dari kontrol luas penampang minimum profil baja yang harus lebih besar dari 4% serta kontrol tebal minimum penampang lingkaran yang harus lebih besar dari i_x penampang.
- 2) Dari hasil perhitungan kontrol penampang yang telah dihitung secara manual, untuk *CFT* tipe *rectangular* telah memenuhi kriteria untuk kolom komposit tentang kontrol luas penampang minimum profil baja yang harus lebih besar dari 4% tetapi untuk tebal minimum penampang lingkaran pada benda uji R 1 sampai dengan R 6 serta R 13 sampai dengan R 15 tidak memenuhi kriteria sehingga tebal profil perlu dipertebal agar tebal minimum penampang lebih besar dari i_x penampang.
- 3) Dari hasil perhitungan kontrol penampang pada kolom *CFT* tipe *circular* dan *rectangular* dengan menggunakan software Xtract didapatkan hasil kuat aksial nominal (N_n) lebih besar dibandingkan dengan kuat aksial nominal (N_n) dari perhitungan manual.
- 4) Dari hasil analisa perilaku pada kolom *CFT* tipe *circular* dengan menggunakan software Abaqus V. 6.7, kolom mengalami *displacement* maksimum pada arah Y (U22) sebesar 1,097 mm, regangan maksimum (E22) sebesar 0,0050 serta tegangan maksimum (S22) sebesar 181,105 Mpa yang terletak pada benda uji *CFT* C 8 sedangkan untuk benda uji *CFT* tipe *rectangular* kolom mengalami *displacement* maksimum pada arah Y (U22) sebesar 2,843 mm, regangan maksimum (E22) sebesar 0,0028

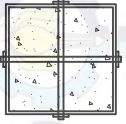
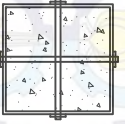
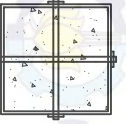











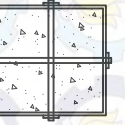
serta tegangan maksimum (S_{22}) sebesar 113,702 Mpa yang terletak pada benda uji *CFTR* 12.

- 5) Dengan menganalisa perilaku pada kolom CFT tipe *circular* dan *rectangular* dengan menggunakan software Abaqus V. 6.7 yang kemudian dibebani beban yang lebih kecil dari beban N_{test} yang telah dilakukan, akan menghasilkan hasil *displacement*, regangan dan tegangan yang lebih kecil pula.
- 6) Dari perhitungan pemasangan *cross tie* pada kolom CFT tipe *rectangular*, efek pengekanan yang terjadi akan meningkatkan kekuatan beton (f_{cc}) sebesar 1,3 kali dari kekuatan beton yang sebelumnya, setelah dianalisa dengan software Xtract, kuat aksial nominal (N_n) yang terjadi mengalami peningkatan, nilai kuat aksial nominal (N_n) yang semula 7749 KN mengalami peningkatan 1,2 kali menjadi 9120 KN.

7.2 Saran

- 1) Perlu studi lebih lanjut mengenai perilaku kolom CFT dengan pemasangan *cross tie* pada struktur gedung dalam menerima beban lateral atau beban gempa.
- 2) Perlu dimodelkan pemasangan *cross tie* pada kolom CFT dengan menggunakan software Abaqus untuk mengetahui perilaku elemen tersebut.
- 3) Perlu pengujian laboratorium akibat pemasangan *cross tie* pada kolom CFT akibat kombinasi beban aksial, lateral dan momen.

TABEL CONCRETE FILLED STEEL TUBE
TIPE RECTANGULAR

NO	BENDA UJI CFT R 1	D (mm)	t (mm)	as (mm)	bs (mm)	ds (mm)
1		300,00	8,00	150,00	150,00	14,00
2		300,00	8,00	150,00	150,00	14,00
3		300,00	8,00	100,00	150,00	14,00
4		300,00	8,00	150,00	150,00	14,00
5		300,00	8,00	150,00	150,00	14,00
6		300,00	8,00	100,00	150,00	14,00
7		300,00	8,00	100,00	150,00	14,00
8		300,00	8,00	150,00	150,00	14,00
9		300,00	8,00	100,00	150,00	14,00
10		300,00	12,00	100,00	150,00	14,00
11		300,00	12,00	150,00	150,00	14,00
12		300,00	12,00	100,00	150,00	14,00
13		300,00	8,00	100,00	150,00	14,00
14		300,00	8,00	150,00	150,00	14,00
15		300,00	12,00	150,00	150,00	14,00

CFT TIPE RECTANGULAR

SKALA 1 : 20



 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER ITS		INSTITUT UNIVERSITAS	
STUDI PERILAKU PENGARUH EFEK PENGEKANGAN PADA KOLOM CONCRETE FILLED STEEL TUBE AKIBAT PEMASANGAN CROSS TIE		JUDUL TUJAS AKAH	
TABEL CONCRETE FILLED STEEL TUBE TIPE RECTANGULAR		JUDUL GAMBAR	
1 : 20		SKALA	
SILA PERSEKUTUA NPM: 3096 003 0151		DIGAMBAR	
BUDI SUWANDI, ST., MT., PhD.		DIPERIKSA	
KODE GBR		REVISI	
STR		NO. GBR	
02		JMLAH LBR	
02		02	

DAFTAR PUSTAKA

American Concrete Institute 318 (2008), *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-08) and Commentary*, American Concrete Institute, Detroit, Michigan.

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.

Georgios Giakoumelis, Dennis Lam, “*Axial Capacity of Circular Concrete-Filled Tube Columns*”. *Journal of Constructional Steel Research* 60 (2004) 1049-1068.

Jian Cai, Zhen-Qiang He, “*Axial Load Behaviour of Square CFT Stub Column with Binding Bars*”. *Journal of Constructional Steel Research* 62 (2006) 472-483.

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

Yue Ling Long, “*Local buckling of steel plates in rectangular CFT columns with binding bars*”. *Journal of Constructional Steel Research* 65 (2009) 965-972.

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

BIODATA PENULIS



Gita Prestalita,

Lahir di Surabaya 30 April 1988, merupakan anak pertama dari dua bersaudara anak, dari pasangan Suyatno dan Yulia Chandra.

Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Manukan Kulon V/542 Surabaya, SLTP Negeri 1 Surabaya dan SMA Barunawati Surabaya, kemudian penulis melanjutkan studinya di Diploma III

Teknik Sipil FTSP ITS Surabaya pada tahun 2006 dan lulus pada tahun 2009.

Selanjutnya, pada tahun 2010 penulis melanjutkan pendidikan sarjananya di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Jurusan Teknik Sipil (FTSP-ITS) Surabaya melalui Program Lintas Jalur dan terdaftar dengan NRP. 3109 106 012.

Pada jurusan Teknik Sipil FTSP – ITS Surabaya, penulis adalah Mahasiswa Program Sarjana (S1) dan mengambil Bidang Studi Struktur.