



**TUGAS AKHIR - RC14-1501**

**STUDI PERILAKU BALOK CFTs  
MENGUNAKAN U-LINK  
DENGAN BALOK CFTs  
TANPA U-LINK**

**GEMA FAJRI AZMI  
NRP : 3112106024**

**Dosen Pembimbing  
BUDI SUSWANTO, ST, MT., Ph.D  
NIP : 197301281998021002**

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



---

**TUGAS AKHIR - RC14-1501**

**STUDI PERILAKU BALOK CFTs  
MENGUNAKAN U-LINK  
DENGAN BALOK CFTs  
TANPA U-LINK**

**GEMA FAJRI AZMI  
NRP. 3112.106.024**

**Dosen Pembimbing  
Budi Suswanto, ST. MT. PhD**

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



---

FINAL PROJECT - RC14-1501

**BEHAVIOR STUDY OF CFTs BEAM  
USING U-LINK  
WITH CFTs BEAM  
WITHOUT U-LINK**

GEMA FAJRI AZMI  
NRP. 3112.106.024

Counsellor Lecturer  
Budi Suswanto, ST. MT. PhD

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

**STUDI PERILAKU BALOK CFTs MENGGUNAKAN U-  
LINK DENGAN BALOK CFTs TANPA U-LINK**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Bidang Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Oleh :

**GEMA FAJRI AZMI**  
NRP. 3112 106 024

Menyetujui :

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

**I. Budi Suswanto, ST. MT. PhD**  
NIP. 197301281998021002

Tanda Tangan



## STUDI PERILAKU BALOK CFTs MENGGUNAKAN U-LINK DENGAN BALOK CFTs TANPA U-LINK

**Nama** : Gema Fajri Azmi  
**NRP** : 3112106024  
**Jurusan** : Teknik Sipil FTSP – ITS  
**Dosen Konsultasi** : Budi Suswanto, ST, MT, Ph.D

### Abstrak

Menggunakan sistem baru *Shear Connector* berbentuk U-link pada balok *Concrete Filled Steel Tube* atau biasa disebut CFTs, untuk menggabungkan tabung baja dengan inti beton dari sisi tekanan balok mengakibatkan pengekanan besar pada inti beton. Hal ini dapat dibenarkan dengan mempertimbangkan bahwa tabung baja memberikan pengekanan pada beton, dan stabilitas yang diberikan oleh beton pada tekuk baja.

Secara umum Tugas Akhir ini akan melakukan validasi hasil eksperimen dari Madiha, Moayyad, dan Abdelqader, 2013 tentang perbandingan 2 jenis penampang CFTs balok dengan bentuk persegi panjang, yang satu menggunakan *shear connector* berbentuk U-link dan satunya lagi tanpa *shear connector* terhadap kapasitas CFTs dalam menerima beban lentur. Akan tetapi dalam tugas akhir ada sedikit modifikasi penampang.

Pada hasil analisa menggunakan program bantu berbasis *Computer Aided Engineering* (CAE) didapat nilai tegangan ( $S_{33}$ ) untuk penampang CFTs tanpa U-Link bentang 8 meter sebesar 263,546 MPa, bentang 10 meter sebesar 272,892 MPa, dan bentang 12 meter sebesar 276,862 MPa. Besarnya tegangan ( $S_{33}$ ) untuk penampang CFTs dengan U-Link bentang 8 meter sebesar 221,146 MPa, bentang 10 meter

sebesar 237,528 MPa, dan bentang 12 meter sebesar 250,759 MPa. Besarnya regangan ( $\epsilon_{33}$ ) untuk penampang CFTs tanpa U-Link bentang 8 meter sebesar 0,007394, bentang 10 meter sebesar 0,031376, dan bentang 12 meter sebesar 0,035374. Sedangkan besarnya nilai regangan ( $\epsilon_{33}$ ) untuk penampang CFTs dengan U-Link bentang 8 meter sebesar 0,004101, bentang 10 meter sebesar 0,021862, dan bentang 12 meter sebesar 0,031435.

Berdasarkan nilai tegangan dan regangan yang terjadi, penampang CFTs tanpa U-Link lebih bagus dari pada penampang CFTs dengan U-Link. Jika dilihat dari nilai regangan maka semakin panjang bentang balok maka semakin daktail balok tersebut.

**Kata kunci:** CFTs, U-Link, pengeangan, daktail, balok baja

## BEHAVIOR STUDY OF CFTs BEAM USING U-LINK WITH CFTs BEAM WITHOUT U-LINK

Student Name : Gema Fajri Azmi  
Register Number : 3112106024  
Department : Civil Engineering FTSP-ITS  
Consellor Lecturer : Budi Suswanto, ST, MT, Ph.D

### Abstract

Using the new system Shear Connector shaped U-link on beam *Concrete Filled Steel Tube* or so-called CFTs, to incorporate the steel tube with concrete core by the pressure side of the beam resulting of great restraints on the concrete core. This can be justified by considering that the steel tube provides restraint concrete curbs, and stability provided by the concrete on steel buckling.

In general, this final project will validate the experimental results of Madiha, Moayyad, and Abdelqader, 2013 about comparison of two types of beam CFTs cross-sectional with a rectangular shape, which one uses U-link shaped *shear connector* and the other without *shear connector* on the capacity of CFTs in receiving a bending load. But in this final project there is a slight cross-section modification.

From the analysis result of using the assist program based *Computer Aided Engineering* (CAE) are obtained values of the tension ( $S_{33}$ ) for CFTs cross-section without U-Link 8 meter length equal to 263,546 Mpa, 10 meter length equal to 272,892 Mpa, and 12 meter length equal to 276,862 MPa. The values of the tension ( $S_{33}$ ) for CFTs cross-section with U-Link are 8 meter length equal to 221,146 MPa, 10 meter length equal to 237,528 MPa, and 12 meter length equal to 250,759

MPa. The values of the strain ( $\epsilon_{33}$ ) for CFTs cross-section without U-Link are 8 meter length equal to 0,007394, 10 meter length equal to 0,031376, and 12 meter length equal to 0,035374. The values of the strain ( $\epsilon_{33}$ ) for CFTs cross-section with U-Link are 8 meter length equal to 0,004101, 10 meter length equal to 0,021862, and 12 meter length equal to 0,031435.

Based on the values of the tension and the strain happened, CFTs cross-section without U-Link is better than CFTs cross-section with U-Link. From the result of the strain values can be concluded that the longer beam length, the more ductile the beam.

**Key Words :** CFTs, U-Link, restraint, ductile, steel beam



## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, akhirnya penulis bisa menyelesaikan naskah Tugas Akhir yang berjudul “Studi Perilaku Balok CFTs Menggunakan U – Link Dengan Balok CFTs Tanpa U - Link” sebagai salah satu syarat menyelesaikan program Sarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dikarenakan adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik dukungan moril maupun materil, karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT
2. Orang Tua dan seluruh keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan moral maupun materi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Budi Suswanto, ST. MT. PhD. dan Bapak Isdarmanu, Ir. MSc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan naskah Tugas Akhir.
4. Bapak Budi Suswanto, ST. MT. PhD. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

5. Segenap staf pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
6. Seluruh staf administrasi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
7. Sahabat-sahabat serta rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Lintas Jalur Genap 2012.
8. Sahabat – sahabat kos “314” yang selalu menceriakan hari – hari saya di Surabaya.
9. Angga Rista W.U. yang berkenan meminjamkan laptopnya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan, karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini, sehingga dapat menambah pengetahuan baru dan bermanfaat bagi yang membaca.

Surabaya, Januari 2015

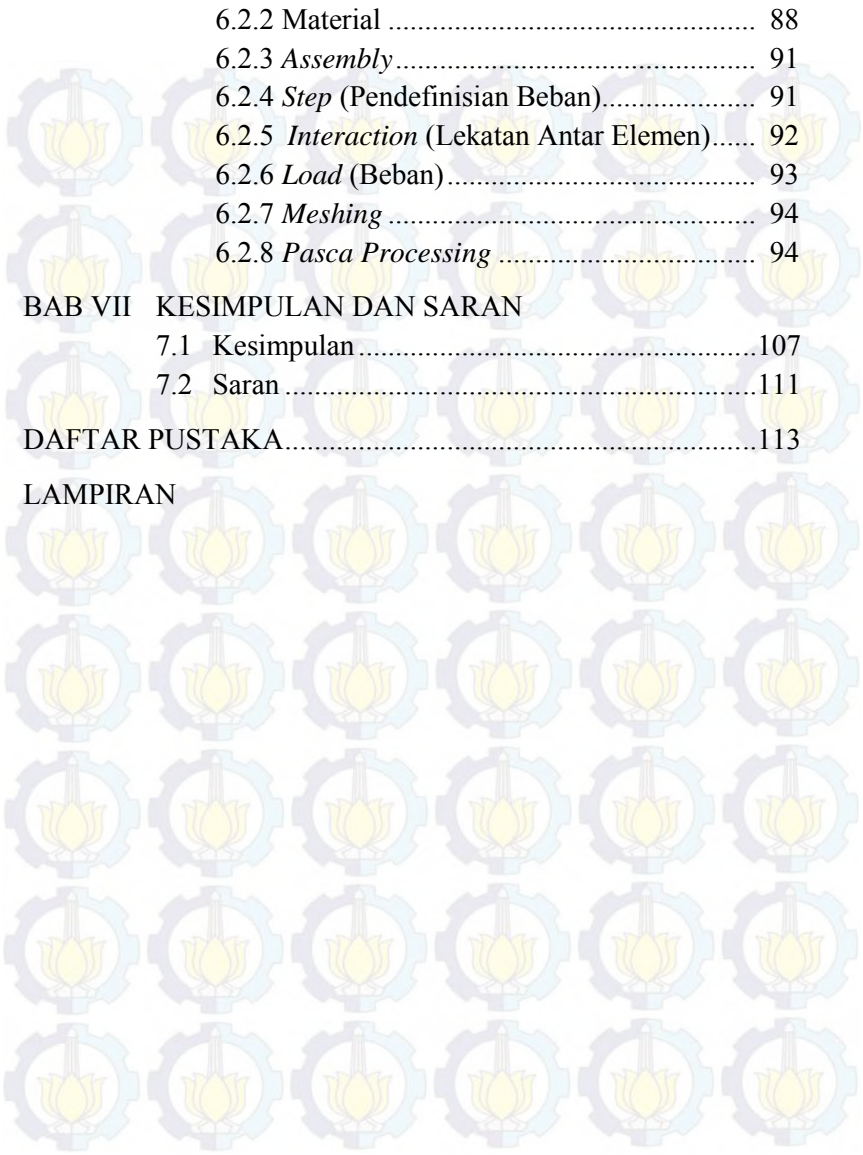
Penulis

# DAFTAR ISI

Halaman Judul		
Abstrak .....	iii	
Kata Pengantar .....	v	
Daftar Isi .....	vii	
Daftar Gambar .....	xi	
Daftar Tabel .....	xvii	
<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	
1.1	Latar Belakang .....	1
1.2	Perumusan Masalah .....	3
1.3	Tujuan Penelitian .....	4
1.4	Batasan Masalah .....	4
1.5	Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1	Umum .....	7
2.2	Bentuk – Bentuk Penampang yang Dipakai ....	7
2.2.1	Penampang Persegi Panjang Tanpa <i>Shear Connector</i> .....	8
2.2.2	Penampang Persegi Panjang Dengan <i>Shear Connector</i> .....	9
2.3	Penelitian Sebelumnya .....	9
2.4	Pemodelan Pembebanan .....	10
2.5	Kontrol Perhitungan CFTs .....	11
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI</b>	
3.1	<i>Flowchart</i> Metode Studi .....	15
3.2	Perencanaan Dimensi Penampang .....	16
3.2.1	Penampang Persegi Panjang Tanpa <i>Shear Connector</i> .....	16

3.2.2	Penampang Persegi Panjang Dengan <i>Shear Connector</i> .....	17
3.3	Pemodelan Dimensi Balok.....	18
3.3.1	Perencanaan Profil Balok .....	18
3.4	Kontrol Elemen Portal .....	19
3.4.1	Kapasitas Kuat Lentur .....	19
3.4.1.1	Menentukan Lebar Efektif.....	19
3.4.1.2	Menentukan Kriteria Penampang .....	19
3.4.1.3	Menghitung Kuat Lentur Tegangan Plastis.....	20
3.4.1.4	Menghitung Kuat Lentur Tegangan Elastis .....	22
3.4.2	Kapasitas <i>Shear Connector</i> .....	24
3.4.3	Menghitung Tegangan.....	24
3.5	Analisa Penampang Dengan Analitis Manual .....	24
3.6	Analisa Dengan Abaqus.....	25
<b>BAB IV</b>	<b>PRELIMINARY DESIGN</b>	
4.1	Data Perencanaan Bahan CFTs.....	27
4.2	Perencanaan Dimensi Penampang CFTs .....	27
4.2.1	Penampang Persegi Panjang Tanpa <i>Shear Connector</i> .....	27
4.2.2	Penampang Persegi Panjang Dengan <i>Shear Connector</i> .....	29
<b>BAB V</b>	<b>ANALISA PENAMPANG</b>	
5.1	Analisa Kapasitas Penampang Tanpa U-Link .....	31
5.1.1	Bentang 8 Meter .....	31
5.1.2	Bentang 10 Meter .....	34

5.1.3	Bentang 12 Meter .....	37
5.2	Analisa Kapasitas Penampang Dengan U-Link .....	42
5.2.1	Bentang 8 Meter .....	42
5.2.2	Bentang 10 Meter .....	46
5.2.3	Bentang 12 Meter .....	50
5.3	Analisa Tegangan Penampang Tanpa U-Link .....	56
5.3.1	Bentang 8 Meter .....	56
5.3.2	Bentang 10 Meter .....	56
5.3.3	Bentang 12 Meter .....	57
5.4	Analisa Tegangan Penampang Dengan U-Link .....	59
5.4.1	Bentang 8 Meter .....	59
5.4.2	Bentang 10 Meter .....	59
5.4.3	Bentang 12 Meter .....	60
<b>BAB VI ANALISA PERILAKU PENAMPANG BALOK DENGAN ABAQUS V.6.10-1</b>		
6.1	Analisa Perilaku Balok CFTs Tanpa U-Link .....	63
6.1.1	<i>Parts</i> .....	63
6.1.2	<i>Material</i> .....	66
6.1.3	<i>Assembly</i> .....	69
6.1.4	<i>Step</i> (Pendefinisian Beban) .....	69
6.1.5	<i>Interaction</i> (Lekatan Antar Elemen) .....	70
6.1.6	<i>Load</i> (Beban) .....	71
6.1.7	<i>Meshing</i> .....	72
6.1.8	<i>Pasca Processing</i> .....	72
6.2	Analisa Perilaku Balok CFTs Dengan U-Link .....	85
6.2.1	<i>Parts</i> .....	85

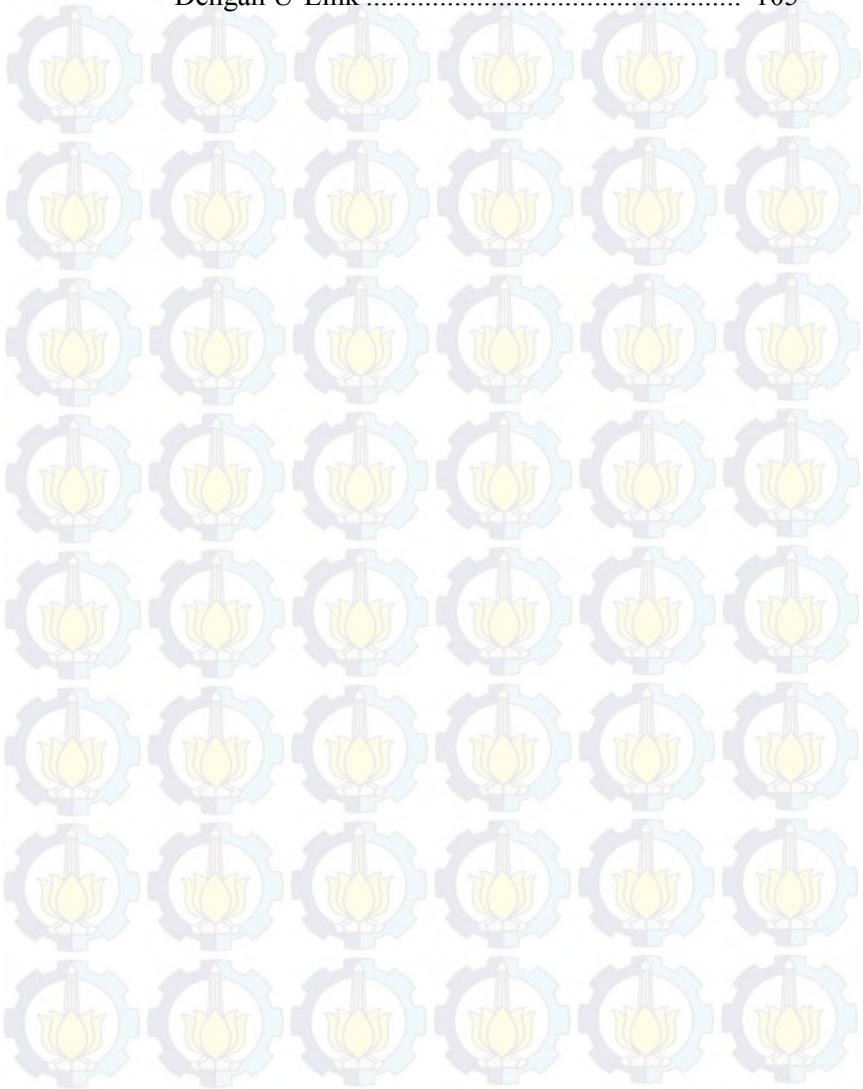


6.2.2	Material .....	88
6.2.3	Assembly.....	91
6.2.4	Step (Pendefinisian Beban).....	91
6.2.5	Interaction (Lekatan Antar Elemen).....	92
6.2.6	Load (Beban).....	93
6.2.7	Meshing .....	94
6.2.8	Pasca Processing .....	94
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
7.1	Kesimpulan.....	107
7.2	Saran .....	111
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>113</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Properties</i> Benda Uji CFTs .....	10
Tabel 5.1	Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas Momen Penampang Tanpa U-Link .....	41
Tabel 5.2	Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas Momen Penampang Dengan U-Link .....	55
Tabel 5.3	Rekapitulasi Perhitungan Tegangan Penampang Tanpa U-Link .....	58
Tabel 5.4	Rekapitulasi Perhitungan Tegangan Penampang Dengan U-Link .....	61
Tabel 6.1	<i>Plasticity</i> .....	67
Tabel 6.2	<i>Compressive Behavior</i> .....	67
Tabel 6.3	<i>Tensile Behavior</i> .....	68
Tabel 6.4	Hasil Tegangan Pada 3 Benda Uji Balok CFTs Tanpa U-Link .....	75
Tabel 6.5	Hasil Perbandingan Tegangan Perhitungan Manual Dengan Abaqus Penampang Tanpa U-Link .....	76
Tabel 6.6	Hasil Regangan Pada 3 Benda Uji Balok CFTs Tanpa U-Link .....	79
Tabel 6.7	Hasil Deformasi Pada 3 Benda Uji Balok CFTs Tanpa U-Link .....	83
Tabel 6.8	<i>Plasticity</i> .....	89
Tabel 6.9	<i>Compressive Behavior</i> .....	89
Tabel 6.10	<i>Tensile Behavior</i> .....	90
Tabel 6.11	Hasil Tegangan Pada 3 Benda Uji Balok CFTs Dengan U-Link .....	97
Tabel 6.12	Hasil Perbandingan Tegangan Perhitungan Manual Dengan Abaqus Penampang Dengan U-Link .....	98
Tabel 6.13	Hasil Regangan Pada 3 Benda Uji Balok CFTs Dengan U-Link .....	101

Tabel 6.14 Hasil Deformasi Pada 3 Benda Uji Balok CFTs Dengan U-Link ..... 105





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penampang Melintang CFTs Persegi Panjang Tanpa <i>Shear Connector</i> (B1).....	8
Gambar 2.2	Penampang Melintang CFTs Persegi Panjang Dengan <i>Shear Connector</i> (B2) .....	9
Gambar 2.3	Balok Bentang 8 Meter.....	10
Gambar 2.4	Balok Bentang 10 Meter.....	11
Gambar 2.5	Balok Bentang 12 Meter.....	11
Gambar 2.6	Diagram Tegangan Pada Penampang CFTs Dengan <i>Shear Connector</i> .....	12
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Metode Studi.....	15
Gambar 3.2	Penampang Melintang CFTs Persegi Panjang Tanpa <i>Shear Connector</i> (B1).....	16
Gambar 3.3	Penampang Melintang CFTs Persegi Panjang Dengan <i>Shear Connector</i> (B2) .....	17
Gambar 3.4	Diagram Tegangan Pada Penampang CFTs ....	21
Gambar 4.1	Penampang Melintang CFTs Persegi Panjang Tanpa <i>Shear Connector</i> (B1).....	27
Gambar 4.2	Penampang Melintang CFTs Persegi Panjang Dengan <i>Shear Connector</i> (B2) .....	29
Gambar 5.1	Distribusi Tegangan Plastis Penampang Tanpa U-Link Bentang 8 Meter.....	33
Gambar 5.2	Distribusi Tegangan Plastis Penampang Tanpa U-Link Bentang 10 Meter.....	37
Gambar 5.3	Distribusi Tegangan Plastis Penampang Tanpa U-Link Bentang 12 Meter.....	40
Gambar 5.4	Distribusi Tegangan Plastis Penampang Dengan U-Link Bentang 8 Meter.....	45
Gambar 5.5	Distribusi Tegangan Plastis Penampang Dengan U-Link Bentang 10 Meter.....	49

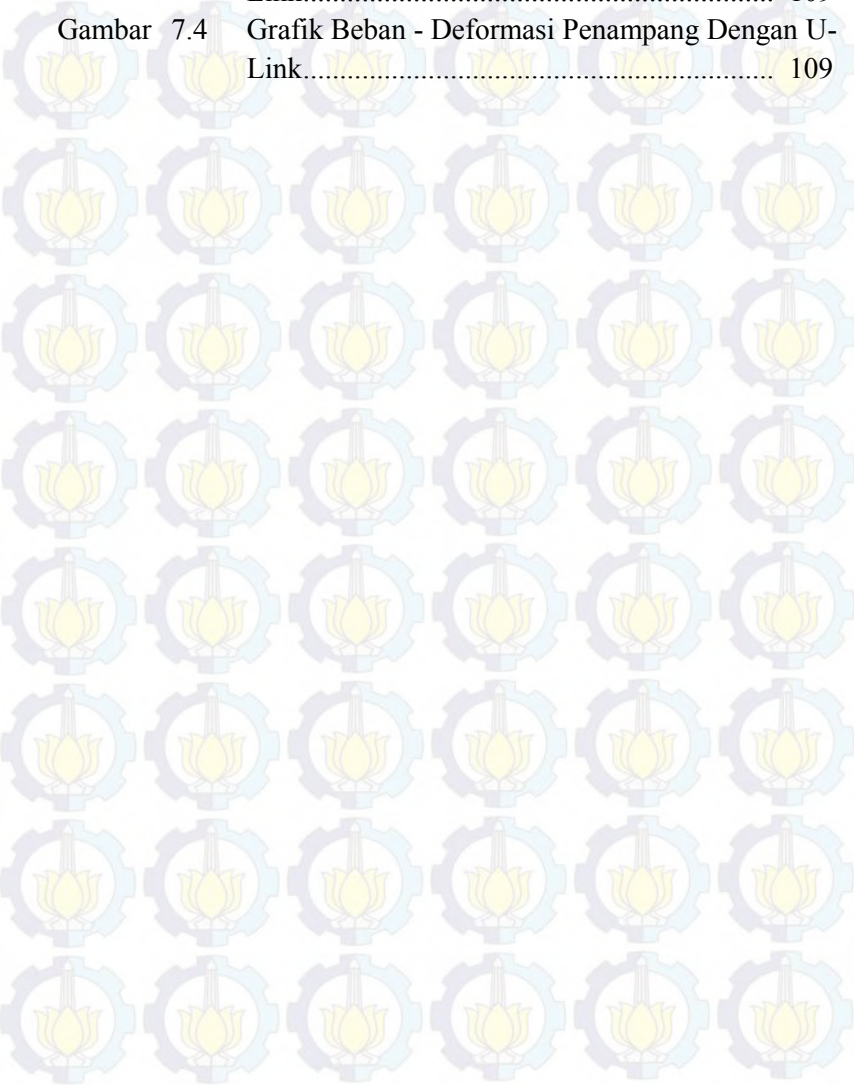
Gambar 5.6	Distribusi Tegangan Plastis Penampang Dengan U-Link Bentang 12 Meter.....	53
Gambar 6.1	<i>Part</i> Balok CFTs Tanpa U-Link Bentang 8 Meter .....	64
Gambar 6.2	<i>Part</i> Balok CFTs Tanpa U-Link Bentang 10 Meter.....	65
Gambar 6.3	<i>Part</i> Balok CFTs Tanpa U-Link Bentang 12 Meter.....	65
Gambar 6.4	<i>Assembly</i> Balok CFTs Tanpa U-Link .....	69
Gambar 6.5	<i>Interaction</i> Balok CFTs Tanpa U-Link.....	70
Gambar 6.6	<i>Load</i> Balok CFTs Tanpa U-Link .....	71
Gambar 6.7	<i>Meshing</i> Balok CFTs Tanpa U-Link.....	72
Gambar 6.8	Hasil Tegangan Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 8 Meter .....	73
Gambar 6.9	Hasil Tegangan Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 10 Meter.....	74
Gambar 6.10	Hasil Tegangan Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 12 Meter.....	74
Gambar 6.11	Hasil Regangan Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 8 Meter.....	77
Gambar 6.12	Hasil Regangan Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 10 Meter.....	78
Gambar 6.13	Hasil Regangan Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 12 Meter.....	78
Gambar 6.14	Diagram Tegangan – Regangan Penampang Tanpa U-Link Bentang 8 Meter.....	80
Gambar 6.15	Diagram Tegangan – Regangan Penampang Tanpa U-Link Bentang 10 Meter.....	80
Gambar 6.16	Diagram Tegangan – Regangan Penampang Tanpa U-Link Bentang 12 Meter.....	80

Gambar 6.17	Hasil Deformasi Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 8 Meter.....	81
Gambar 6.18	Hasil Deformasi Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 10 Meter.....	82
Gambar 6.19	Hasil Deformasi Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 12 Meter.....	82
Gambar 6.20	Grafik Beban - Deformasi Penampang Tanpa U-Link Bentang 8 Meter.....	84
Gambar 6.21	Grafik Beban - Deformasi Penampang Tanpa U-Link Bentang 10 Meter.....	84
Gambar 6.22	Grafik Beban - Deformasi Penampang Tanpa U-Link Bentang 12 Meter.....	84
Gambar 6.23	<i>Part</i> Balok CFTs Dengan U-Link Bentang 8 Meter.....	86
Gambar 6.24	<i>Part</i> Balok CFTs Dengan U-Link Bentang 10 Meter.....	87
Gambar 6.25	<i>Part</i> Balok CFTs Dengan U-Link Bentang 12 Meter.....	87
Gambar 6.26	<i>Assembly</i> Balok CFTs Dengan U-Link.....	91
Gambar 6.27	<i>Interaction</i> Balok CFTs Dengan U-Link.....	92
Gambar 6.28	<i>Load</i> Balok CFTs Dengan U-Link.....	93
Gambar 6.29	<i>Meshing</i> Balok CFTs Dengan U-Link.....	94
Gambar 6.30	Hasil Tegangan Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 8 Meter.....	95
Gambar 6.31	Hasil Tegangan Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 10 Meter.....	96
Gambar 6.32	Hasil Tegangan Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 12 Meter.....	96

Gambar 6.33	Hasil Regangan Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 8 Meter .....	99
Gambar 6.34	Hasil Regangan Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 10 Meter .....	100
Gambar 6.35	Hasil Regangan Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 12 Meter .....	100
Gambar 6.36	Diagram Tegangan – Regangan Penampang Dengan U-Link Bentang 8 Meter .....	102
Gambar 6.37	Diagram Tegangan – Regangan Penampang Dengan U-Link Bentang 10 Meter .....	102
Gambar 6.38	Diagram Tegangan – Regangan Penampang Dengan U-Link Bentang 12 Meter .....	102
Gambar 6.39	Hasil Deformasi Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 8 Meter .....	103
Gambar 6.40	Hasil Deformasi Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 10 Meter .....	104
Gambar 6.41	Hasil Deformasi Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 12 Meter .....	104
Gambar 6.42	Grafik Beban - Deformasi Penampang Dengan U-Link Bentang 8 Meter .....	106
Gambar 6.43	Grafik Beban - Deformasi Penampang Dengan U-Link Bentang 10 Meter .....	106
Gambar 6.44	Grafik Beban - Deformasi Penampang Dengan U-Link Bentang 12 Meter .....	106
Gambar 7.1	Diagram Tegangan – Regangan Penampang Tanpa U-Link .....	107
Gambar 7.2	Diagram Tegangan – Regangan Penampang Dengan U-Link .....	108

Gambar 7.3 Grafik Beban - Deformasi Penampang Tanpa U-Link..... 109

Gambar 7.4 Grafik Beban - Deformasi Penampang Dengan U-Link..... 109





***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan semakin menipisnya bahan baku bangunan di alam semesta membuat kita sebagai *engineer* harus berfikir bagaimana cara menciptakan suatu struktur maupun elemen struktur yang kuat, hemat bahan baku, ekonomis, serta mudah dalam pengaplikasiannya. Kondisi iklim alam sekarang yang sudah tidak menentu sehingga banyak terjadi bencana alam dimana-mana seperti gempa bumi, angin topan, dan lain-lain yang dapat merusak bahkan merobohkan suatu bangunan sipil. Untuk itu diperlukan suatu struktur yang memiliki tingkat daktilitas yang tinggi dan tidak mudah menekuk dalam menerima beban, dengan kata lain bangunan kita harus cukup elastis dalam menerima beban tetapi kuat dan tidak mudah rusak ataupun roboh.

Saat ini, lebih banyak studi yang difokuskan pada tabung baja terisi beton (*Concrete Filled steel Tube*) atau biasa disingkat CFTs sebagai material komposit. CFTs telah membuktikan sifat unggul dibandingkan dengan beton bertulang atau bahan baja (Hajjar, 2000). Hal ini dapat dibenarkan dengan mempertimbangkan bahwa tabung baja memberikan pengekanan pada beton, dan stabilitas yang diberikan oleh beton pada tekuk baja. Selain itu masih terdapat keuntungan lainnya yaitu pada konstruksi CFTs tidak memerlukan bekisting, karena tabung baja dapat difungsikan sebagai bekisting juga. Selain itu

penggunaan CFTs bisa mengurangi rasio perbandingan ketebalan dengan panjang dari tabung baja. CFTs memiliki kekuatan tinggi, daktilitas dan kekakuan dapat diperoleh karena sifat disebutkan di atas.

Pada umumnya suatu bangunan komposit khususnya baja dengan beton diperlukan konektor geser (*shear connector*). Namun penggunaan konektor geser mekanik untuk meningkatkan interaksi antara baja dan beton di CFTs balok belum diteliti secara mendalam. Karena batas beban dari alat pengujian dan perlu dilakukan pertimbangan nilai ekonomis, model skala telah digunakan untuk melakukan percobaan pada perilaku lentur CFTs dan hasilnya tidak mencerminkan persis aksi komposit sebenarnya antara tabung baja dan inti beton. Tanpa menggunakan konektor geser aksi komposit menjadi tidak efektif pada batas ultimate untuk balok CFTs berbentuk persegi panjang maupun lingkaran. Akibatnya, slip antara beton dan baja harus dipertimbangkan pada kapasitas lentur balok CFT (Probst et al,2010).

Suatu struktur bangunan sipil mempunyai suatu titik lemah khususnya terletak pada sambungan. Banyak kasus kegagalan struktur hanya dikarenakan oleh sambungan khususnya pada bangunan gedung, sambungan antara balok dengan kolom akan menjadi hal yang sangat vital karena sambungan balok dengan kolom tersebut yang akan menjadi *connector* atau penyalur beban dari balok menuju kolom.

Secara umum Tugas Akhir ini akan melakukan validasi hasil eksperimen dari Madiha, Moayyad, dan Abdelqader, 2013 tentang perbandingan 2 jenis



penampang CFTs balok dengan bentuk persegi panjang, yang satu menggunakan *shear connector* berbentuk U-link dan satunya lagi tanpa *shear connector* terhadap kapasitas CFTs dalam menerima beban lentur. Untuk membantu analisa perilaku serta kekuatan menggunakan bantuan *software* ABAQUS.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka muncul beberapa permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini, antara lain :

a. Permasalahan umum

Bagaimana perilaku struktur balok yang menggunakan CFTs dengan *shear connector* berbentuk U-link dan CFTs tanpa menggunakan *shear connector* ?

b. Permasalahan khusus

1. Bagaimana menentukan dimensi struktur balok menggunakan CFTs dengan *shear connector* berbentuk U-link dan CFTs tanpa *shear connector* ?

2. Bagaimana dengan perilaku dari karakteristik struktur balok (tipe kegagalan struktur) bangunan CFTs dengan *shear connector* berbentuk U-link dan CFTs tanpa *shear connector* menggunakan ABAQUS ?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini antara lain :

a. Tujuan umum

Mengetahui perilaku struktur balok yang menggunakan CFTs dengan *shear connector* berbentuk U-link dan CFTs tanpa menggunakan *shear connector*.

b. Tujuan khusus

1. Mengetahui dimensi struktur balok menggunakan CFTs dengan *shear connector* berbentuk U-link dan CFTs tanpa *shear connector*.
2. Mengetahui perilaku dari karakteristik struktur balok (tipe kegagalan struktur) bangunan CFTs dengan *shear connector* berbentuk U-link dan CFTs tanpa *shear connector* menggunakan ABAQUS.

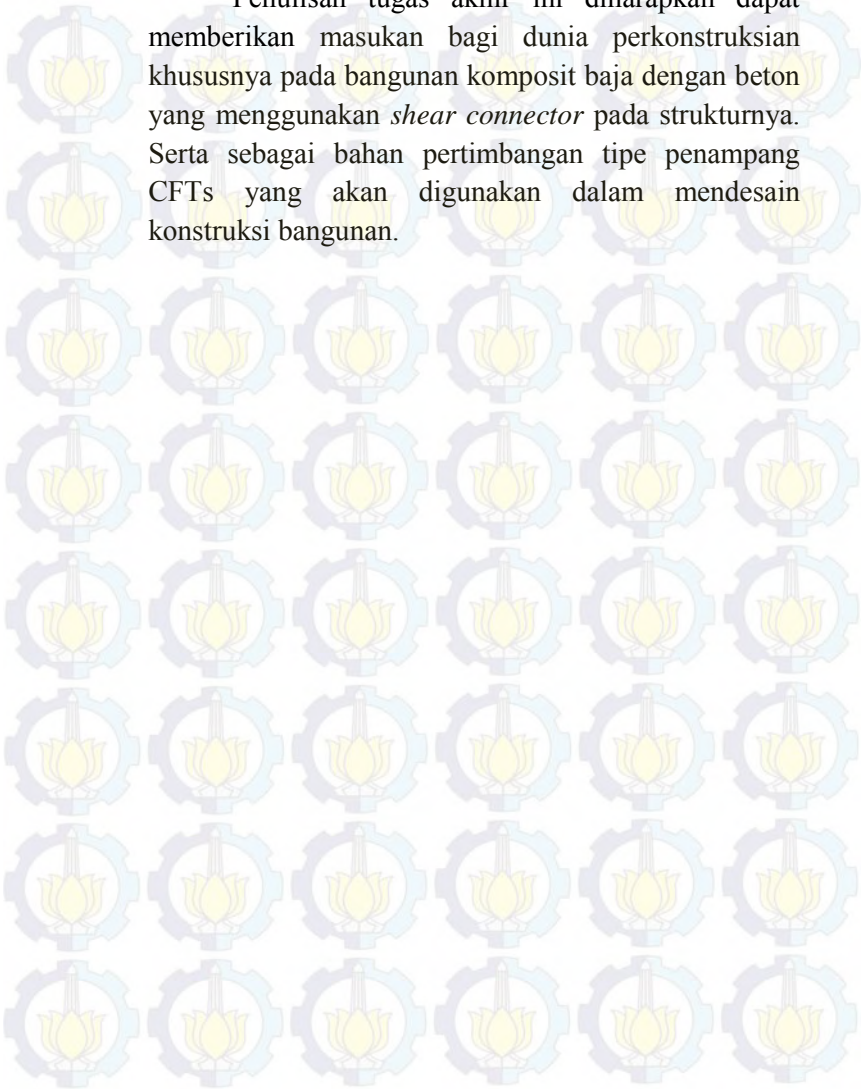
### 1.4. Batasan Masalah

Studi akan dilakukan dengan batasan – batasan sebagai berikut :

1. Tidak memperhitungkan struktur bangunan bawah (pondasi).
2. Tidak membahas detail metode pelaksanaan.
3. Untuk analisa perilakunya dengan menggunakan alat bantu ABAQUS.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan masukan bagi dunia perkonstruksian khususnya pada bangunan komposit baja dengan beton yang menggunakan *shear connector* pada strukturnya. Serta sebagai bahan pertimbangan tipe penampang CFTs yang akan digunakan dalam mendesain konstruksi bangunan.





***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Umum

Sebuah struktur bangunan pada umumnya masih menggunakan beton bertulang pada elemen strukturnya. Pada elemen struktur balok yang menggunakan beton bertulang serat bawah balok biasanya sering terjadi retak. Retaknya serat bawah balok biasanya terjadi karena pada serat bawah balok mengalami momen positif (tarik) sedangkan beton lemah dalam menerima momen positif (tarik).

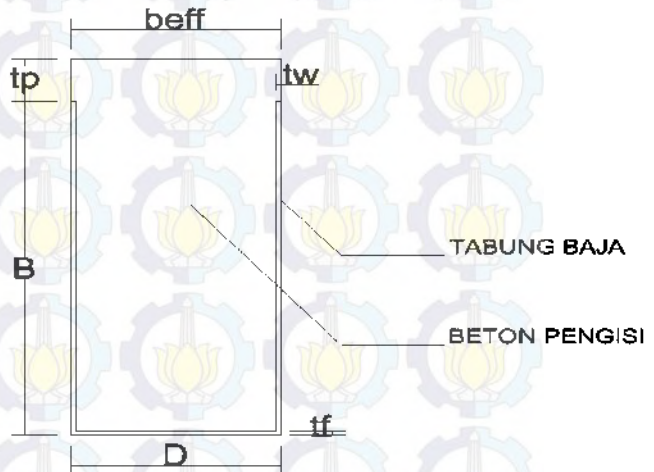
*Concrete Filled steel Tube* (CFTs) memiliki keuntungan dari pada beton bertulang. CFTs merupakan material komposit dari baja dan beton dengan baja berbentuk tabung yang diisi dengan beton. Keunggulan CFTs dari beton bertulang adalah tabung baja memberikan pengekangan pada beton sehingga retak pada serat bawah beton dapat dikurangi. Selain itu beton pengisi memberikan stabilitas kepada tabung baja khususnya dalam hal tekuk lokal baja. Keuntungan dalam bidang ekonomi yaitu CFTs lebih ekonomis karena tidak memerlukan bekisting karena tabung baja dapat berfungsi juga sebagai bekisting beton.

### 2.2. Bentuk – Bentuk Penampang yang Dipakai

Dalam Tugas Akhir ini dipakai 2 jenis bentuk penampang CFTs yang berbeda. Dari kedua jenis penampang tersebut akan dibandingkan dan akan diketahui jenis penampang paling efektif. Kedua bentuk penampang CFTs tersebut antara lain :

### 2.2.1 Penampang Persegi Panjang Tanpa *Shear Connector*.

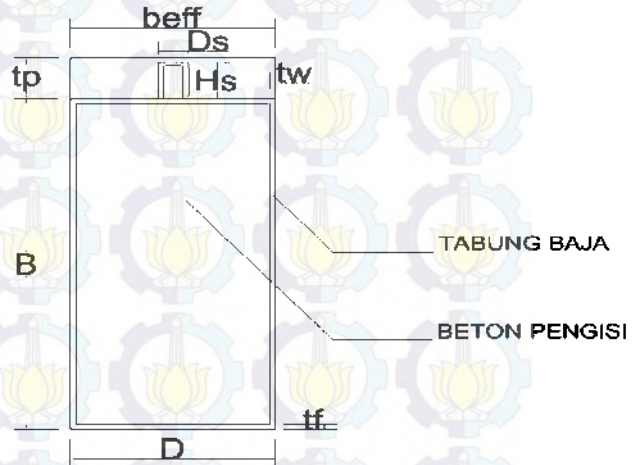
B1 adalah penampang tanpa menggunakan *shear connector*.



Gambar 2.1 Penampang Melintang CFTs Persegi Panjang Tanpa *Shear Connector* (B1).

### 2.2.2 Penampang Persegi Panjang Dengan *Shear Connector*.

B2 adalah penampang menggunakan *shear connector* berbentuk U.



Gambar 2.2 Penampang Melintang CFTs Persegi Panjang Dengan *Shear Connector* (B2).

### 2.3. Penelitian Sebelumnya

Pada eksperimen yang dilakukan Madiha, Moayyad, dan Abdelqader, 2013 pemodelan pembebanan dengan memberikan sejumlah beban kepada benda uji kemudian dicatat besar defleksinya. Pembebanan diletakkan pada tengah bentang. Pembebanan dilakukan sampai batas ultimate.

Perletakan yang dipakai pada eksperimen ini yaitu jepit-roll. Bentang total benda uji yaitu 3000 mm dengan perletakan tersebut terletak 100 mm dari ujung

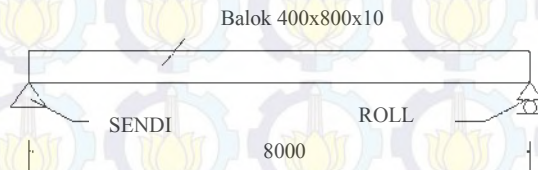
balok CFTs sehingga menghasilkan bentang bersih sebesar 2800 mm.

Tabel 2.1 *Properties* Benda Uji CFTs

Beams Designation	General Property		Concrete properties			U-links		
	Outer Dimen.	Area of steel	$F_y$	$f_c$	Area of concrete	Diam.	Long. clear spacing	$f_y$
	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	MPa	MPa	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	MPa
B1(t6)	150x300	5256	336.75	30.8	39744	-	-	-
B2(t6-UΦ10)	150x300	6084	336.75	27.6	38088	10	50	296.8

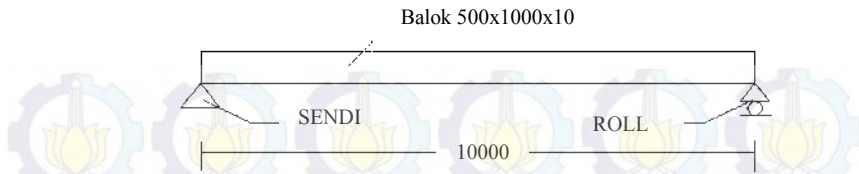
#### 2.4. Pemodelan Pembebanan

Pemodelan pembebanan dalam Tugas Akhir ini berbentuk balok dengan peletakan sendi - roll. Terdapat 3 bentang balok yaitu 8, 10, dan 12 m. Balok yang digunakan adalah persegi panjang dengan ukuran penampang setiap bentang berbeda - beda.

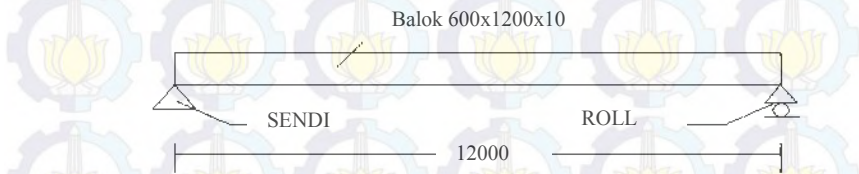


Gambar 2.3 Balok Bentang 8 Meter.





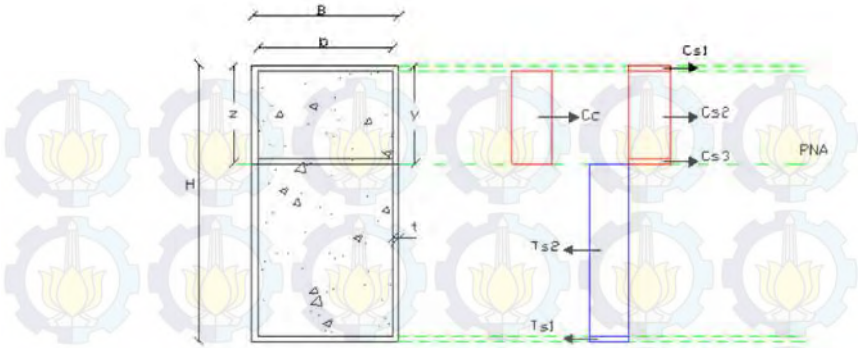
Gambar 2.4 Balok Bentang 10 Meter.



Gambar 2.5 Balok Bentang 12 Meter.

## 2.5. Kontrol Perhitungan CFTs

Pada eksperimen yang dilakukan Madiha, Moayyad, dan Abdelqader, 2013 menggunakan profil penampang berbentuk persegi panjang dengan diagram tegangan sebagai berikut :



Gambar 2.6 Diagram Tegangan Pada Penampang CFTs Dengan *Shear Connector*.

Untuk mencari garis netral plastis (PNA) menggunakan persamaan keseimbangan tegangan tarik dan tekan.

$$C_{s1} = T_{s1}$$

$$C_c + C_{s1} + C_{s2} + C_{s3} = T_{s2} + T_{s1}$$

$$0,85 \cdot b \cdot f'_c \cdot (y-t) + 2 \cdot t \cdot f_y \cdot (y-t) + f_y \cdot b \cdot t = 2 \cdot t \cdot f_y \cdot (H-y-t)$$

$$PNA = y = \frac{2 \cdot t \cdot f_y \cdot H + 2 \cdot (0,85) \cdot b \cdot t \cdot f'_c + f_y \cdot b \cdot t}{0,85 \cdot f'_c \cdot b + 4 \cdot t \cdot f_y} \quad (2.1)$$

Keterangan :

t = Tebal pelat tabung baja (mm)

b = Lebar dalam tabung baja (mm)

$f'_c$  = Kuat tekan beton (MPa)

$f_y$  = Tegangan leleh baja (MPa)

H = Tinggi penampang CFTs (mm)

Untuk menghitung tegangan lentur nominal menggunakan momen dari tegangan tarik dan tekan.

$$M_p = C_{s2} \frac{(y-t)}{2} + C_c \frac{(y-t)}{2} + T_{s1} (H-t) + T_{s2} \frac{(H-y-t)}{2} + C_{s3} (z-y)$$

$$M_p = 2.t.f_y \frac{(y-t)^2}{2} + 0,85.f'_c.b \frac{(y-t)^2}{2} + B.t.f_y.(H-t) + 2.t.f_y \frac{(H-y-t)^2}{2} + f_y.b.t$$

(z - y) (2.2)

Keterangan :

B = Lebar Penampang CFTs (mm)

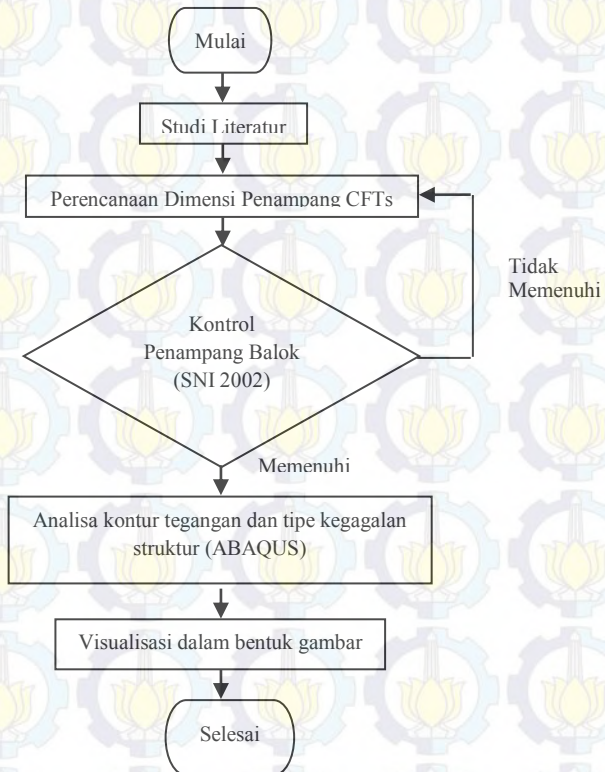
z = Jarak dari dinding dalam penampang ke *top flange* (mm)



***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 *Flowchart Metode Studi*



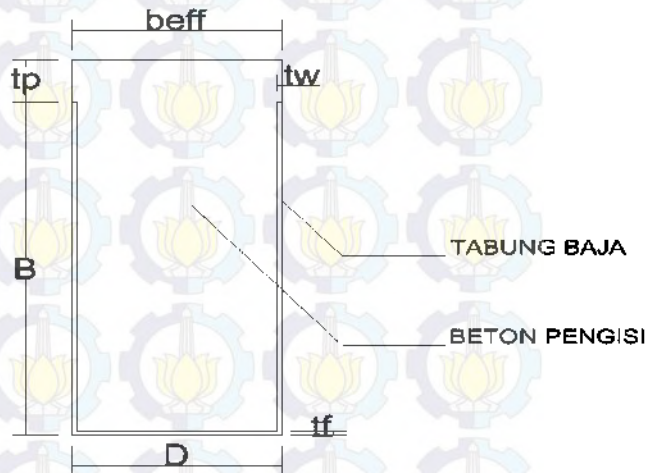
Gambar 3.1 Flowchart Metode Studi

### 3.2 Perencanaan Dimensi Penampang

Dalam Tugas Akhir ini dipakai 2 jenis bentuk penampang CFTs yang berbeda. Dari kedua jenis penampang tersebut akan dibandingkan dan akan diketahui jenis penampang yang paling efektif. Kedua bentuk penampang CFTs tersebut antara lain :

#### 3.2.1 Penampang Persegi Panjang Tanpa *Shear Connector*.

B1 adalah penampang tanpa menggunakan *shear connector*.



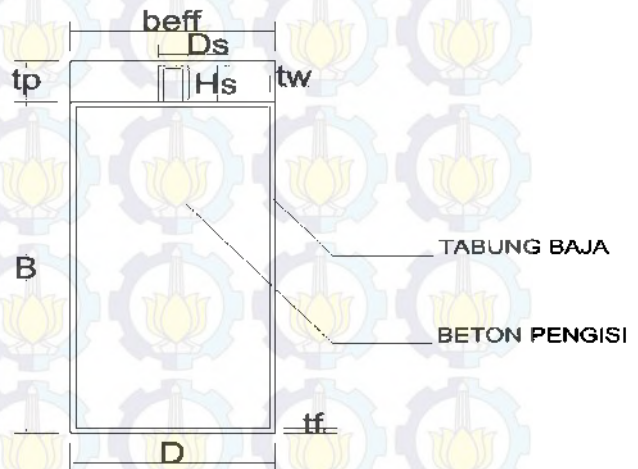
Gambar 3.2 Penampang Melintang CFTs Persegi Panjang Tanpa *Shear Connector* (B1).

Dalam perencanaan ini, data yang perlu direncanakan antara lain :

- Dimensi penampang
- Tebal steel tube
- Mutu dari steel tube ( $f_y$ )
- Mutu beton ( $f'_c$ )

### 3.2.2 Penampang Persegi Panjang Dengan *Shear Connector*.

B2 adalah penampang menggunakan *shear connector* berbentuk U.



Gambar 3.3 Penampang Melintang CFTs Persegi Panjang Dengan *Shear Connector* (B2).

Dalam perencanaan ini, data yang perlu direncanakan antara lain :

- Dimensi penampang
- Dimensi *shear connector*
- Mutu dari *shear connector* ( $f_y$ )

- Tebal *steel tube*
- Mutu dari *steel tube* ( $f_y$ )
- Mutu beton ( $f'_c$ )

### 3.3. Pemodelan Dimensi Balok

Perencanaan balok dalam tugas akhir ini meliputi :

#### 3.3.1 Perencanaan Profil Balok

Balok direncanakan dengan profil persegi panjang. Data – data profil adalah sebagai berikut :

- Untuk bentang portal 8 meter

Profil yang digunakan 400x800x10

$$A = 3200 \text{ cm}^2$$

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

$$B = 800 \text{ mm}$$

$$D = 400 \text{ mm}$$

- Untuk bentang portal 10 meter

Profil yang digunakan 500x1000x10

$$A = 5000 \text{ cm}^2$$

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

$$B = 1000 \text{ mm}$$

$$D = 500 \text{ mm}$$

- Untuk bentang portal 12 meter

Profil yang digunakan 600x1200x10

$$A = 7200 \text{ cm}^2$$

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

$$B = 1200 \text{ mm}$$

$$D = 600 \text{ mm}$$



### 3.4. Kontrol Elemen Portal

Setelah diketahui hasil reaksi gaya – gaya dalam dari elemen portal, maka dilakukan kontrol pada elemen – elemen tersebut sesuai dengan peraturan SNI 03-1729-2002.

#### 3.4.1 Kapasitas Kuat Lentur

##### 3.4.1.1 Menentukan Lebar Efektif

- **Balok Tengah**

$$b_{\text{eff}} \leq \frac{L}{4} \quad (*) \quad (3.1)$$

$$b_{\text{eff}} \leq S \quad (*) \quad (3.2)$$

- **Balok Tepi**

$$b_{\text{eff}} \leq \frac{L}{8} \quad (*) \quad (3.3)$$

$$b_{\text{eff}} \leq \left( \frac{S}{2} + S_t \right) \quad (*) \quad (3.4)$$

(\* untuk penentuan nilai  $b_{\text{eff}}$  diambil nilai terkecil

Keterangan :

$L$  = Bentang CFTs (mm)

$S$  = Jarak antar as CFTs (mm)

$S_t$  = Jarak as CFTs ke tepi (mm)

##### 3.4.1.2 Menentukan Kriteria Penampang

- **Penampang Berbadan Kompak**

$$\frac{H}{tw} \leq \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \quad (3.5)$$

Perhitungan kekuatan lenturnya menggunakan distribusi tegangan plastis.

- **Penampang berbadan Tidak Kompak**

$$\frac{H}{t_w} > \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \quad (3.6)$$

Perhitungan kekuatan lenturnya menggunakan distribusi tegangan elastis.

Keterangan :

H = Tinggi penampang CFTs (mm)

$t_w$  = Tebal tabung baja (mm)

$f_y$  = Tegangan leleh baja (MPa)

### 3.4.1.3 Menghitung Kuat Lentur Tegangan Plastis

- **Menghitung C**

$$C_s = A_s \cdot f_y \quad (3.7)$$

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot A_c \quad (3.8)$$

$$C_{sc} = \sum Q_n \quad (3.9)$$

Keterangan :

$C_s$  = Besarnya gaya tekan pada baja (N)

$C_c$  = Besarnya gaya tekan pada beton (N)

$C_{sc}$  = Besarnya gaya tekan pada *shear connector* (N)

$A_s$  = Luas penampang baja pada serat tekan ( $\text{mm}^2$ )

$A_c$  = Luas penampang beton ( $\text{mm}^2$ )

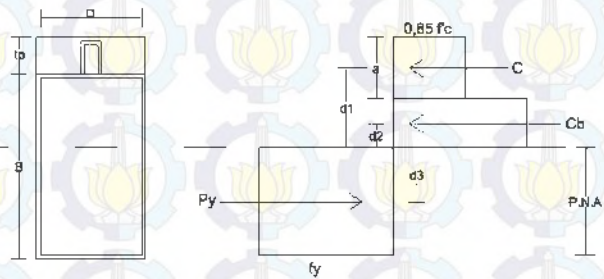
$f_y$  = Tegangan leleh baja (MPa)

$f'_c$  = cKuat tekan beton (MPa)

$\sum Q_n$  = Besarnya kapasitas *shear connector* (N)

Dari perhitungan C dipilih nilai terkecil untuk menghitung momen lentur nominal.

- **Menghitung Momen Lentur Tegangan Plastis**



Gambar 3.4 Diagram Tegangan Pada Penampang CFTs.

$$M_n = C \cdot (d_1 + d_2) + P_y \cdot (d_3 - d_2) \quad (3.10)$$

$$M_u = \phi \cdot M_n \quad (3.11)$$

$$P_y = A_s \cdot f_y \quad (3.12)$$

$$a = \frac{C}{0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot e_{eff}} \quad (3.13)$$

$$d_1 = t_p - \frac{a}{2} \quad (3.14)$$

$$d_2 = \frac{(B - y)}{2} \quad (3.15)$$

$$d_3 = \frac{y}{2} \quad (3.16)$$

Keterangan :

$M_n$  = Momen lentur nominal (N.mm)

$M_u$  = Momen lentur Ultimate (N.mm)

$\phi$  = Faktor reduksi (0,85)

$P_y$  = Besarnya gaya tarik pada baja (N)

$y$  = PNA (mm)

$b_{eff}$  = Lebar efektif (mm)

$a$  = Tinggi blok tekan (mm)

$t_p$  = Tebal beton lantai (mm)

$B$  = Tinggi penampang CFTs (mm)

### 3.4.1.4 Menghitung Kuat Lentur Tegangan Elastis

- Menghitung Transformasi Beton ke Baja

$$n = \frac{E_s}{E_c} \quad (3.17)$$

$$b_{tr} = \frac{b_{eff}}{n} \quad (3.18)$$

$$A_{tr} = b_{tr} \cdot t_b \quad (3.19)$$

Keterangan :

$b_{tr}$  = Lebar beton transformasi (mm)

$A_{tr}$  = Luas beton transformasi (mm<sup>2</sup>)

- Menghitung Garis Netral Gabungan

$$\check{y} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i + Y_i)}{A_{total}} \quad (3.20)$$

Keterangan :

$\check{y}$  = Garis netral gabungan (mm)

$A_i$  = Luas beton/baja (mm<sup>2</sup>)

$Y_i$  = Jarak titik pusat baja/beton ke titik acuan (mm)

- Menghitung Inersia Gabungan

$$I_{gab} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{12} \cdot D \cdot B^3 + A_i \cdot X^2 \right) \quad (3.21)$$

Keterangan :

$I_{gab}$  = Inersia gabungan ( $\text{mm}^4$ )

$D$  = Lebar baja/beton (mm)

$B$  = Tinggi baja/beton (mm)

$X$  = Jarak titik pusat baja/beton ke garis netral (mm)

• **Menghitung Modulus Penampang Transformasi**

$$y_t = B + t_b - \bar{y} \quad (3.22)$$

$$S_{trc} = \frac{I_{gab}}{\bar{y}Y_c} \quad (3.23)$$

$$S_{trt} = \frac{I_{gab}}{y_t} \quad (3.24)$$

• **Menghitung Momen Lentur Tegangan Elastis**

$$M_{nx1} = 0,85 \cdot f'_c \cdot n \cdot S_{trc}^{(**)} \quad (3.25)$$

$$M_{nx2} = f_y \cdot S_{trt}^{(**)} \quad (3.26)$$

(\*\*) Diambil nilai terkecil.

$$M_u = \phi \cdot M_{nx}$$

$$\phi = 0,9$$

### 3.4.2 Kapasitas *Shear Connector*

$$Q_n = 0,5 \cdot A_{sch} \cdot (\sqrt{f'_c} \cdot E_c) \cdot r_s \leq A_{sc} \cdot f_u \quad (3.27)$$

$$r_s = \frac{0,85 \cdot W_r}{\sqrt{N_r} \cdot h_r} \left( \frac{H_s}{h_r} - 1 \right) \leq 1 \quad (3.28)$$

Keterangan :

$A_{sch}$  = Luas penampang *shear connector*  
( $\text{mm}^2$ )

$E_c$  = Modulus elastis beton (MPa)

$f'_c$  = Kuat tekan beton (MPa)

$f_u$  = Tegangan ultimate *shear connector*  
(MPa)

$r_s = 1,00$  untuk pelat beton biasa

$r_s \leq 1,00$  untuk deck baja gelombang

### 3.4.3 Menghitung Tegangan

$$\sigma = \frac{\emptyset M_n \times PNA}{I} \quad (3.29)$$

Keterangan :

$\sigma$  = Tegangan (MPa)

PNA = Garis netral plastis (mm)

$I$  = Inersia ( $\text{mm}^4$ )

### 3.5 Analisa Penampang Dengan Analitis Manual

Pada langkah ini dilakukan pemodelan tiap bentuk penampang untuk dilakukan analisa. Hasil analisa meliputi :

- Kapasitas Kuat Lentur yang mampu diterima tiap penampang.
- Kapasitas *Shear Connector*.

### 3.6 Analisa Dengan ABAQUS

Setelah diketahui besar gaya dalam yang bekerja pada CFTs maka dapat dimodelkan struktur portal yang dipasang CFTs tersebut pada software ABAQUS untuk dilakukan analisa yang lebih mendalam (minor analysis).

Analisa dengan ABAQUS yang akan dilakukan ini meliputi :

- Deformasi  
Dalam hal ini deformasi yang dimaksud adalah deformasi pada CFTs.
- Kontur Tegangan  
Kontur tegangan berfungsi untuk mengetahui apakah dengan beban yang diberikan, CFTs sudah mengalami kelelahan atau belum.
- Tipe Kegagalan Struktur  
Ketika terjadi kegagalan pada struktur CFTs harus diketahui tipe kegagalan tersebut terjadi karena tekan atau tarik.
- Respon Inelastis  
Pada respon inelastis ini akan ditampilkan Hysteretic Loop dari kedua penampang CFTs sehingga dapat diketahui hubungan antara beban dengan deformasi.

Untuk mencari hasil analisa seperti yang telah disebutkan di atas, maka sebelumnya dilakukan meshing (potongan) menjadi pias – pias kecil pada struktur CFTs dengan menggunakan ABAQUS.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## BAB IV PRELIMINARY DESIGN

### 4.1. Data Perencanaan Bahan CFTs

Mutu Baja BJ 41:

$$f_y = 250 \text{ Mpa}$$

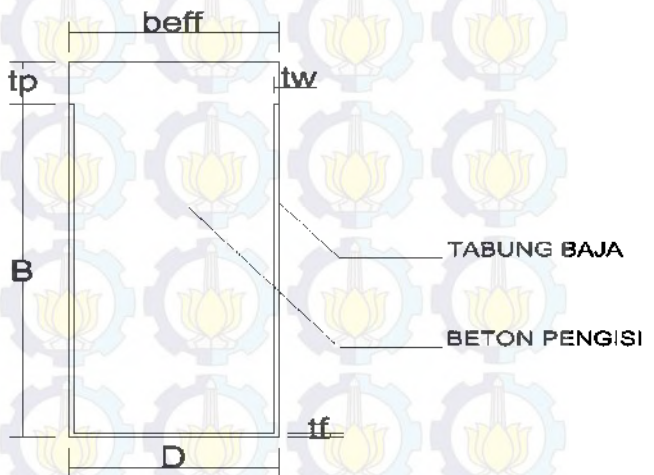
$$f_u = 410 \text{ Mpa}$$

Mutu Beton ( $f'_c$ ) = 30 Mpa

### 4.2. Perencanaan Dimensi Penampang CFTs

Perencanaan dimensi dari 2 CFTs antara lain :

#### 4.2.1. Penampang Persegi Panjang Tanpa *Shear Connector*.

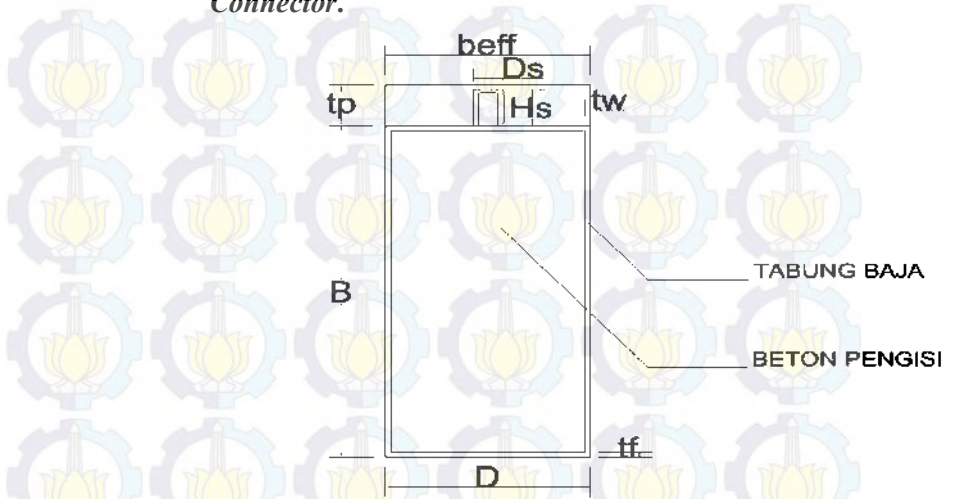


Gambar 4.1 Penampang Melintang CFTs Persegi Panjang Tanpa *Shear Connector* (B1).

Terdapat 3 bentang portal untuk tiap profil penampang CFTs, dengan data penampang tiap bentang sebagai berikut :

- Untuk bentang portal 8 m  
Profil yang digunakan 400x800x10  
Lebar CFTs (D) = 400 mm  
Tinggi CFTs (B) = 800 mm  
Tebal *steel tube* (t) = 10 mm
- Untuk bentang portal 10 m  
Profil yang digunakan 500x1000x10  
Lebar CFTs (D) = 500 mm  
Tinggi CFTs (B) = 1000 mm  
Tebal *steel tube* (t) = 10 mm
- Untuk bentang portal 12 m  
Profil yang digunakan 600x1200x10  
Lebar CFTs (D) = 600 mm  
Tinggi CFTs (B) = 1200 mm  
Tebal *steel tube* (t) = 10 mm

#### 4.2.2. Penampang Persegi Panjang Dengan *Shear Connector*.



Gambar 4.2 Penampang Melintang CFTs Persegi Panjang Dengan *Shear Connector* (B2).

Terdapat 3 bentang portal untuk tiap profil penampang CFTs, dengan data penampang tiap bentang sebagai berikut :

- Untuk bentang portal 8 m  
 Profil yang digunakan 400x800x10  
 Lebar CFTs (D) = 400 mm  
 Tinggi CFTs (B) = 800 mm  
 Tebal *steel tube* (t) = 10 mm  
 Diameter *shear connector* = 10 mm

- Untuk bentang portal 10 m

Profil yang digunakan 500x1000x10

Lebar CFTs (D) = 450 mm

Tinggi CFTs (B) = 1000 mm

Tebal *steel tube* (t) = 10 mm

Diameter *shear connector* = 10 mm

- Untuk bentang portal 12 m

Profil yang digunakan 600x1200x10

Lebar CFTs (D) = 600 mm

Tinggi CFTs (B) = 1200 mm

Tebal *steel tube* (t) = 10 mm

Diameter *shear connector* = 10 mm

## BAB V ANALISA PENAMPANG

### 5.1. Analisa Kapasitas Penampang Tanpa U – Link 5.1.1. Bentang 8 Meter

#### • Data Perencanaan

- Berikut data – data steel tube :

$$f_y = 250 \text{ MPa} \quad B = 800 \text{ mm}$$

$$f_u = 410 \text{ MPa} \quad t_f = 10 \text{ mm}$$

$$A_s = 19800 \text{ mm}^2 \quad t_w = 10 \text{ mm}$$

$$D = 400 \text{ mm} \quad E_s = 200000 \text{ MPa}$$

- Berikut data – data beton :

$$f'_c = 30 \text{ MPa} \quad A_{cb} = 300200 \text{ mm}^2$$

$$t_p = 100 \text{ mm} \quad n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} = 7,769$$

$$= 25742,96 \text{ MPa}$$

#### • Cek Kriteria Penampang

$$\frac{h}{t_w} = \frac{B-t_f}{t_w}$$

$$= \frac{800-10}{2 \times 10}$$

$$= 39,5$$

$$\frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{250}}$$

$$= 106,25$$

Karena  $\frac{h}{t_w} < \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$  penampang kompak,

sehingga kapasitas momen penampang dianalisa dengan distribusi tegangan plastis.

#### • Menentukan Lebar Efektif Pelat Beton

Untuk penentuan lebar efektif diambil selebar balok yaitu sebesar 400 mm.

• **Menghitung Garis Netral Gabungan (PNA)**

Luas atas	=Luas bawah
$(tp \cdot b_{\text{eff}}) + ((B-y) \cdot D)$	$= y \cdot D$
$(100 \cdot 400) + ((800-y) \cdot 400)$	$= 400 \cdot y$
$40000 + 320000 - 400y$	$= 400y$
$360000$	$= 800y$
$\frac{360000}{800}$	$= y$
$450 \text{ mm}$	$= y$

Jadi nilai PNA didapat sebesar 450 mm dari dasar balok.

• **Menghitung Kapasitas Momen Penampang**

$$- A_{tb} = A_s + \frac{A_{cb}}{n}$$

$$A_{tb} = 19800 + \frac{300200}{7,769}$$

$$A_{tb} = 58440,183 \text{ mm}^2$$

$$- A_{cp} = b_{\text{eff}} \cdot tp$$

$$A_{cp} = 400 \cdot 100$$

$$A_{cp} = 40000 \text{ mm}^2$$

$$- C_1 = A_{tb} \cdot f_y$$

$$C_1 = 58440,183 \cdot 250$$

$$C_1 = 1,461 \times 10^7 \text{ N}$$

$$- C_2 = 0,85 \cdot f'_c \cdot A_{cp}$$

$$C_2 = 0,85 \cdot 30 \cdot 40000$$

$$C_2 = 1,02 \times 10^6 \text{ N}$$

Jadi nilai C sebesar  $1,02 \times 10^6 \text{ N}$ .

$$- a = \frac{C}{0,85 \cdot f_c \cdot b_{\text{eff}}}$$

$$a = \frac{1,02 \times 10^6}{0,85 \cdot 30 \cdot 400}$$

$$a = 100 \text{ mm}$$

$$- d_1 = tp - \frac{a}{2} + (B - y)$$

$$d_1 = 100 - \frac{100}{2} + (800 - 450)$$

$$d_1 = 400 \text{ mm}$$

$$- C_b = (B - y) \cdot f_y \cdot D$$

$$C_b = (800 - 450) \cdot 250 \cdot 400$$

$$C_b = 3,5 \times 10^7 \text{ N}$$

$$- d_2 = \frac{(B-y)}{2}$$

$$d_2 = \frac{(800-450)}{2}$$

$$d_2 = 175 \text{ mm}$$

$$- P_y = y \cdot f_y \cdot D$$

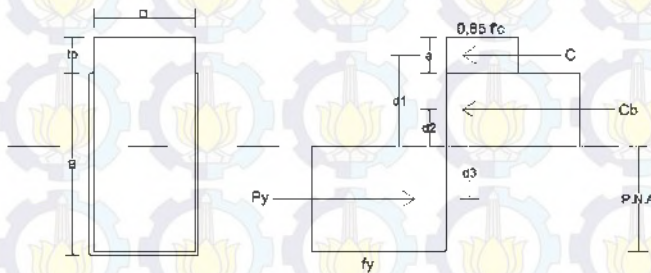
$$P_y = 450 \cdot 250 \cdot 400$$

$$P_y = 4,5 \times 10^7 \text{ N}$$

$$- d_3 = \frac{y}{2}$$

$$d_3 = \frac{450}{2}$$

$$d_3 = 225 \text{ mm}$$



Gambar 5.1 Distribusi Tegangan Plastis Penampang Tanpa U-Link Bentang 8 Meter

$$\begin{aligned}
 - M_n &= (C \cdot d_1) + (C_b \cdot d_2) + (P_y \cdot d_3) \\
 M_n &= (1,02 \times 10^6 \cdot 400) + (3,5 \times 10^7 \cdot 175) \\
 &\quad + (4,5 \times 10^7 \cdot 225) \\
 M_n &= 1,666 \times 10^{10} \text{ Nmm} \\
 - \phi M_n &= 0,85 \cdot M_n \\
 \phi M_n &= 0,85 \cdot 1,666 \times 10^{10} \text{ Nmm} \\
 \phi M_n &= 1,416 \times 10^{10} \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

### 5.1.2. Bentang 10 Meter

#### • Data Perencanaan

- Berikut data – data steel tube :

$$\begin{aligned}
 f_y &= 250 \text{ MPa} & B &= 1000 \text{ mm} \\
 f_u &= 410 \text{ MPa} & t_f &= 10 \text{ mm} \\
 A_s &= 24800 \text{ mm}^2 & t_w &= 10 \text{ mm} \\
 D &= 500 \text{ mm} & E_s &= 200000 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- Berikut data – data beton :

$$\begin{aligned}
 f'_c &= 30 \text{ MPa} & A_{cb} &= 475200 \text{ mm}^2 \\
 t_p &= 100 \text{ mm} & n &= \frac{E_s}{E_c} \\
 E_c &= 4700 \sqrt{f'_c} & &= 7,769 \\
 &= 25742,96 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

#### • Cek Kriteria Penampang

$$\begin{aligned}
 - \frac{h}{t_w} &= \frac{B - t_f}{t_w} \\
 &= \frac{1000 - 10}{2 \times 10} \\
 &= 49,5 \\
 - \frac{1680}{\sqrt{f_y}} &= \frac{1680}{\sqrt{250}} \\
 &= 106,25
 \end{aligned}$$



Karena  $\frac{h}{tw} < \frac{1680}{\sqrt{fy}}$  penampang kompak,

sehingga kapasitas momen penampang dianalisa dengan distribusi tegangan plastis.

• **Menentukan Lebar Efektif Pelat Beton**

Untuk penentuan lebar efektif diambil selebar balok yaitu sebesar 500 mm.

• **Menghitung Garis Netral Gabungan (PNA)**

Luas atas = Luas bawah

$$(tp \cdot b_{\text{eff}}) + ((B-y) \cdot D) = y \cdot D$$

$$(100 \cdot 500) + ((1000-y) \cdot 500) = 500 \cdot y$$

$$50000 + 500000 - 500y = 500y$$

$$550000 = 1000y$$

$$\frac{550000}{1000} = y$$

$$550 \text{ mm} = y$$

Jadi nilai PNA didapat sebesar 550 mm dari dasar balok.

• **Menghitung Kapasitas Momen Penampang**

$$- A_{tb} = A_s + \frac{Ac_b}{n}$$

$$A_{tb} = 24800 + \frac{475200}{7,769}$$

$$A_{tb} = 85965,27 \text{ mm}^2$$

$$- A_{cp} = b_{\text{eff}} \cdot tp$$

$$A_{cp} = 500 \cdot 100$$

$$A_{cp} = 50000 \text{ mm}^2$$

$$- C_1 = A_{tb} \cdot fy$$

$$C_1 = 85965,27 \cdot 250$$

$$C_1 = 2,149 \times 10^7 \text{ N}$$

$$- C_2 = 0,85 \cdot f'c \cdot A_{cp}$$

$$C_2 = 0,85 \cdot 30 \cdot 50000$$

$$C_2 = 1,275 \times 10^6 \text{ N}$$

Jadi nilai C sebesar  $1,275 \times 10^6 \text{ N}$ .

$$- a = \frac{C}{0,85 \cdot f_c \cdot b_{eff}}$$

$$a = \frac{1,28 \times 10^6}{0,85 \cdot 30 \cdot 500}$$

$$a = 100 \text{ mm}$$

$$- d_1 = t_p - \frac{a}{2} + (B - y)$$

$$d_1 = 100 - \frac{100}{2} + (1000 - 550)$$

$$d_1 = 500 \text{ mm}$$

$$- C_b = (B - y) \cdot f_y \cdot D$$

$$C_b = (1000 - 550) \cdot 250 \cdot 500$$

$$C_b = 5,625 \times 10^7 \text{ N}$$

$$- d_2 = \frac{(B - y)}{2}$$

$$d_2 = \frac{(1000 - 550)}{2}$$

$$d_2 = 225 \text{ mm}$$

$$- P_y = y \cdot f_y \cdot D$$

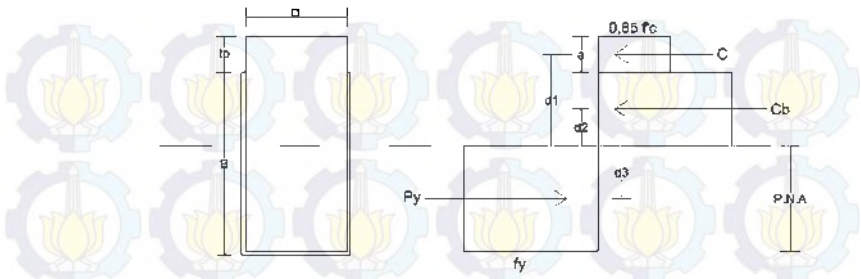
$$P_y = 550 \cdot 250 \cdot 500$$

$$P_y = 6,875 \times 10^7 \text{ N}$$

$$- d_3 = \frac{y}{2}$$

$$d_3 = \frac{550}{2}$$

$$d_3 = 275 \text{ mm}$$



Gambar 5.2 Distribusi Tegangan Plastis Penampang Tanpa U-Link Bentang 10 Meter

$$\begin{aligned}
 - M_n &= (C \cdot d_1) + (C_b \cdot d_2) + (P_y \cdot d_3) \\
 M_n &= (1,275 \times 10^6 \cdot 500) + (5,625 \times 10^7 \cdot 225) \\
 &\quad + (6,875 \times 10^7 \cdot 275) \\
 M_n &= 3,22 \times 10^{10} \text{ Nmm} \\
 - \text{Ø}M_n &= 0,85 \cdot M_n \\
 \text{Ø}M_n &= 0,85 \cdot 3,22 \times 10^{10} \text{ Nmm} \\
 \text{Ø}M_n &= 2,737 \times 10^{10} \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

### 5.1.3. Bentang 12 Meter

#### • Data Perencanaan

- Berikut data – data steel tube :

$$f_y = 250 \text{ MPa} \quad B = 1200 \text{ mm}$$

$$f_u = 410 \text{ MPa} \quad t_f = 10 \text{ mm}$$

$$A_s = 29800 \text{ mm}^2 \quad t_w = 10 \text{ mm}$$

$$D = 600 \text{ mm} \quad E_s = 200000 \text{ MPa}$$

- Berikut data – data beton :

$$f'_c = 30 \text{ MPa} \quad A_{cb} = 690200 \text{ mm}^2$$

$$t_p = 100 \text{ mm}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f'c}$$

$$= 25742,96 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$= 7,769$$

• **Cek Kriteria Penampang**

$$- \frac{h}{tw} = \frac{B-tf}{tw}$$

$$= \frac{1200-10}{2 \times 10}$$

$$= 59,5$$

$$- \frac{1680}{\sqrt{fy}} = \frac{1680}{\sqrt{250}}$$

$$= 106,25$$

Karena  $\frac{h}{tw} < \frac{1680}{\sqrt{fy}}$  penampang kompak,

sehingga kapasitas momen penampang dianalisa dengan distribusi tegangan plastis.

• **Menentukan Lebar Efektif Pelat Beton**

Untuk penentuan lebar efektif diambil selebar balok yaitu sebesar 600 mm.

• **Menghitung Garis Netral Gabungan (PNA)**

Luas atas	=Luas bawah
$(tp \cdot b_{\text{eff}}) + ((B-y) \cdot D)$	$= y \cdot D$
$(100 \cdot 600) + ((1200-y) \cdot 600)$	$= 600 \cdot y$
$60000 + 720000 - 600y$	$= 600y$
$780000$	$= 1200y$
$\frac{780000}{1200}$	$= y$
$650 \text{ mm}$	$= y$

Jadi nilai PNA didapat sebesar 650 mm dari dasar balok.

• **Menghitung Kapasitas Momen Penampang**

$$- A_{tb} = A_s + \frac{Acb}{n}$$

$$A_{tb} = 29800 + \frac{690200}{7,769}$$

$$A_{tb} = 118638,956 \text{ mm}^2$$

$$- A_{cp} = b_{\text{eff}} \cdot t_p$$

$$A_{cp} = 600 \cdot 100$$

$$A_{cp} = 60000 \text{ mm}^2$$

$$- C_1 = A_{tb} \cdot f_y$$

$$C_1 = 118638,956 \cdot 250$$

$$C_1 = 2,966 \times 10^7 \text{ N}$$

$$- C_2 = 0,85 \cdot f'_c \cdot A_{cp}$$

$$C_2 = 0,85 \cdot 30 \cdot 60000$$

$$C_2 = 1,53 \times 10^6 \text{ N}$$

Jadi nilai C sebesar  $1,53 \times 10^6 \text{ N}$ .

$$- a = \frac{C}{0,85 \cdot f_c \cdot b_{\text{eff}}}$$

$$a = \frac{1,53 \times 10^6}{0,85 \cdot 30 \cdot 600}$$

$$a = 100 \text{ mm}$$

$$- d_1 = t_p - \frac{a}{2} + (B - y)$$

$$d_1 = 100 - \frac{100}{2} + (1200 - 650)$$

$$d_1 = 600 \text{ mm}$$

$$- C_b = (B - y) \cdot f_y \cdot D$$

$$C_b = (1200 - 650) \cdot 250 \cdot 600$$

$$C_b = 8,25 \times 10^7 \text{ N}$$

$$- d_2 = \frac{(B - y)}{2}$$

$$d_2 = \frac{(1200 - 650)}{2}$$

$$d_2 = 275 \text{ mm}$$

$$- P_y = y \cdot f_y \cdot D$$

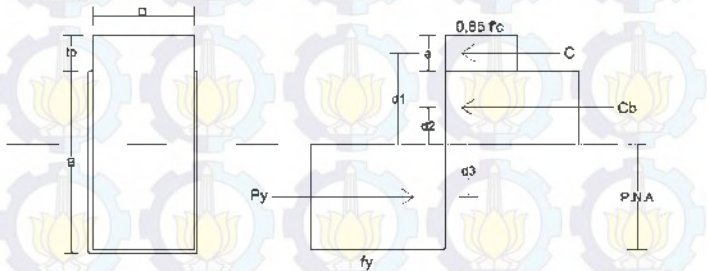
$$P_y = 650 \cdot 250 \cdot 600$$

$$P_y = 9,75 \times 10^7 \text{ N}$$

$$- d_3 = \frac{y}{2}$$

$$d_3 = \frac{650}{2}$$

$$d_3 = 325 \text{ mm}$$



Gambar 5.3 Distribusi Tegangan Plastis Penampang Tanpa U-Link Bentang 12 Meter

$$- M_n = (C \cdot d_1) + (C_b \cdot d_2) + (P_y \cdot d_3)$$

$$M_n = (1,53 \times 10^6 \cdot 600) + (8,25 \times 10^7 \cdot 275) + (9,75 \times 10^7 \cdot 325)$$

$$M_n = 5,529 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

$$- \phi M_n = 0,85 \cdot M_n$$

$$\phi M_n = 0,85 \cdot 5,529 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n = 4,700 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

Tabel 5.1 Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas Momen Penampang Tanpa U-Link

Bentang (mm)	B (mm)	D (mm)	h/tw	$\frac{1680}{\sqrt{fy}}$	Kriteria Penampang	$b_{eff}$ (mm)	PNA (mm)	$\phi Mn$ (Nmm)
8000	800	400	39,5	106,25	Kompak	400	450	$1,416 \times 10^{10}$
10000	1000	500	49,5	106,25	Kompak	500	550	$2,737 \times 10^{10}$
12000	1200	600	59,5	106,25	Kompak	600	650	$4,700 \times 10^{10}$

## 5.2. Analisa Kapasitas Penampang Dengan U – Link

### 5.2.1. Bentang 8 Meter

#### • Data Perencanaan

- Berikut data – data *steel tube* :

$$f_y = 250 \text{ MPa} \quad B = 800 \text{ mm}$$

$$f_u = 410 \text{ MPa} \quad t_f = 10 \text{ mm}$$

$$A_s = 23600 \text{ mm}^2 \quad t_w = 10 \text{ mm}$$

$$D = 400 \text{ mm} \quad E_s = 200000 \text{ MPa}$$

- Berikut data – data beton :

$$f'_c = 30 \text{ MPa} \quad A_c = 296400 \text{ mm}^2$$

$$t_p = 100 \text{ mm} \quad n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} = 7,769$$

$$= 25742,96 \text{ MPa}$$

- Berikut data – data *shear connector* :

$$d_{sc} = 10 \text{ mm} \quad H_s = 90 \text{ mm}$$

$$A_{sc} = 157,143 \text{ mm}^2 \quad f_y = 250 \text{ mm}$$

$$D_s = 58 \text{ mm} \quad f_u = 410 \text{ mm}$$

#### • Cek Kriteria Penampang

$$\frac{h}{t_w} = \frac{B - (2 \cdot t_f)}{t_w}$$

$$= \frac{800 - (2 \cdot 10)}{2 \times 10}$$

$$= 39$$

$$\frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{250}}$$

$$= 106,25$$

Karena  $\frac{h}{t_w} < \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$  penampang kompak, sehingga kapasitas momen penampang dianalisa dengan distribusi tegangan plastis.



• **Menentukan Lebar Efektif Pelat Beton**

Untuk penentuan lebar efektif diambil selebar balok yaitu sebesar 400 mm.

• **Menghitung Garis Netral Gabungan**

Luas atas = Luas bawah

$$(t_p \cdot b_{\text{eff}}) + ((B - y) \cdot D) = y \cdot D$$

$$(100 \cdot 400) + ((800 - y) \cdot 400) = 400 \cdot y$$

$$40000 + 320000 - 400y = 400y$$

$$360000 = 800y$$

$$\frac{360000}{800} = y$$

$$450 \text{ mm} = y$$

• **Menghitung Kapasitas Momen Penampang**

$$- A_{tb} = A_s + \frac{A_c}{n}$$

$$A_{tb} = 23600 + \frac{296400}{7,769}$$

$$A_{tb} = 61751,067 \text{ mm}^2$$

$$- A_{cp} = b_{\text{eff}} \cdot t_p$$

$$A_{cp} = 400 \cdot 100$$

$$A_{cp} = 40000 \text{ mm}^2$$

$$- C_1 = A_{tb} \cdot f_y$$

$$C_1 = 61751,067 \cdot 250$$

$$C_1 = 1,544 \times 10^7 \text{ N}$$

$$- Q_n = 0,5 \cdot A_{sc} \cdot \sqrt{f'c \cdot Ec} \cdot r_s \leq A_{sc} \cdot f_u$$

$$r_s = 1 \text{ (pelat beton biasa)}$$

$$Q_n = 0,5 \cdot 157,143 \cdot \sqrt{30 \cdot 25742,96} \cdot 1$$

$$Q_n = 69048,54 \text{ N} \leq A_{sc} \cdot f_u$$

$$Q_n = 69048,54 \text{ N} > 64428,57 \text{ N}$$

Jadi nilai  $Q_n$  sebesar 64428,57 N.

$$- h = B - (2 \times t_f)$$

$$h = 800 - (2 \times 10)$$

$$h = 780 \text{ mm}$$

$$- \frac{h}{tw} = \frac{780}{2 \times 10}$$

$$\frac{h}{tw} = 39$$

$$- \frac{1100}{\sqrt{f_y}} = \frac{1100}{\sqrt{250}}$$

$$\frac{1100}{\sqrt{f_y}} = 69,57$$

$$- \frac{1370}{\sqrt{f_y}} = \frac{1370}{\sqrt{250}}$$

$$\frac{1370}{\sqrt{f_y}} = 86,646$$

Karena  $\frac{h}{tw} < \frac{1100}{\sqrt{f_y}}$  maka nilai  $v_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w$

$$- V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w$$

$$V_n = 0,6 \cdot 250 \cdot (h \cdot 2 \cdot t_w)$$

$$V_n = 0,6 \cdot 250 \cdot (780 \cdot 2 \cdot 10)$$

$$V_n = 2340000 \text{ N}$$

$$- n = \frac{V_n}{Q_n}$$

$$n = \frac{2340000}{64428,57}$$

$$n = 36,319 \approx 37 \text{ buah}$$

$$C_2 = n \cdot Q_n$$

$$C_2 = 37 \cdot 64428,57$$

$$C_2 = 2,384 \times 10^6 \text{ N}$$

Jadi nilai C sebesar  $2,384 \times 10^6 \text{ N}$

$$- a = \frac{C}{0,85 \cdot f_c \cdot beff}$$

$$a = \frac{2,384 \times 10^6}{0,85 \cdot 30 \cdot 400}$$

$$a = 233,711 \text{ mm}$$

$$- d_1 = \frac{a}{2} + (B + tp - (a + y))$$

$$d_1 = \frac{233,711}{2} + (800 + 100 - (233,711 + 450))$$

$$d_1 = 333,144 \text{ mm}$$

$$- C_b = (B + tp - (a + y)) \cdot f_y \cdot D$$

$$C_b = (800 + 100 - (233,711 + 450)) \cdot 250 \cdot 400$$

$$C_b = 2,163 \times 10^7 \text{ N}$$

$$- d_2 = \frac{(B + tp) - a - y}{2}$$

$$d_2 = 108,144 \text{ mm}$$

$$- P_y = y \cdot f_y \cdot D$$

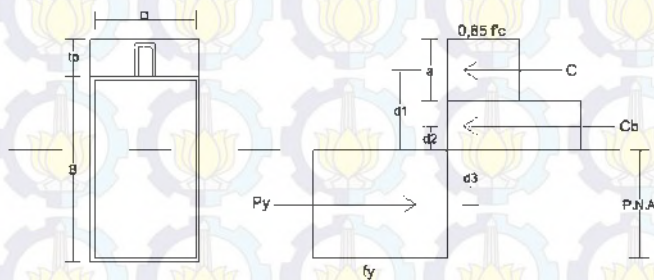
$$P_y = 450 \cdot 250 \cdot 400$$

$$P_y = 4,5 \times 10^7 \text{ N}$$

$$- d_3 = \frac{y}{2}$$

$$d_3 = \frac{450}{2}$$

$$d_3 = 225 \text{ mm}$$



Gambar 5.4 Distribusi Tegangan Plastis Penampang Dengan U-Link Bentang 8 Meter

$$\begin{aligned}
 - M_n &= (C \cdot d_1) + (C_b \cdot d_2) + (P_y \cdot d_3) \\
 M_n &= (2,384 \times 10^7 \cdot 333,14) + \\
 &\quad (2,163 \times 10^7 \cdot 108,14) + (4,5 \times 10^7 \cdot 225) \\
 M_n &= 1,326 \times 10^{10} \text{ Nmm} \\
 - \phi M_n &= 0,85 \cdot M_n \\
 \phi M_n &= 0,85 \cdot 1,326 \times 10^{10} \text{ Nmm} \\
 \phi M_n &= 1,127 \times 10^{10} \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

### 5.2.2. Bentang 10 Meter

#### • Data Perencanaan

- Berikut data – data *steel tube* :

$$\begin{aligned}
 f_y &= 250 \text{ MPa} & B &= 1000 \text{ mm} \\
 f_u &= 410 \text{ MPa} & t_f &= 10 \text{ mm} \\
 A_s &= 29600 \text{ mm}^2 & t_w &= 10 \text{ mm} \\
 D &= 500 \text{ mm} & E_s &= 200000 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- Berikut data – data beton :

$$\begin{aligned}
 f'_c &= 30 \text{ MPa} & A_c &= 470400 \text{ mm}^2 \\
 t_p &= 100 \text{ mm} & n &= \frac{E_s}{E_c} \\
 E_c &= 4700 \sqrt{f'_c} & &= 7,769 \\
 &= 25742,96 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- Berikut data – data *shear connector* :

$$\begin{aligned}
 d_{sc} &= 10 \text{ mm} & H_s &= 90 \text{ mm} \\
 A_{sc} &= 157,143 \text{ mm}^2 & f_y &= 250 \text{ mm} \\
 D_s &= 58 \text{ mm} & f_u &= 410 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

#### • Cek Kriteria Penampang

$$\begin{aligned}
 - \frac{h}{t_w} &= \frac{B - (2 \cdot t_f)}{t_w} \\
 &= \frac{1000 - (2 \cdot 10)}{2 \times 10} \\
 &= 49
 \end{aligned}$$

$$- \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{250}}$$

$$= 106,25$$

Karena  $\frac{h}{t_w} < \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$  penampang kompak,

sehingga kapasitas momen penampang dianalisa dengan distribusi tegangan plastis.

#### • Menentukan Lebar Efektif Pelat Beton

Untuk penentuan lebar efektif diambil selebar balok yaitu sebesar 500 mm.

#### • Menghitung Garis Netral Gabungan

Luas atas

= Luas bawah

$$(t_p \cdot b_{\text{eff}}) + ((B-y) \cdot D) = y \cdot D$$

$$(100 \cdot 500) + ((1000-y) \cdot 500) = 500 \cdot y$$

$$50000 + 500000 - 500y = 500y$$

$$550000 = 1000y$$

$$\frac{550000}{1000} = y$$

$$550 \text{ mm} = y$$

#### • Menghitung Kapasitas Momen Penampang

$$- A_{tb} = A_s + \frac{A_c}{n}$$

$$A_{tb} = 29600 + \frac{470400}{7,769}$$

$$A_{tb} = 90147,442 \text{ mm}^2$$

$$- A_{cp} = b_{\text{eff}} \cdot t_p$$

$$A_{cp} = 500 \cdot 100$$

$$A_{cp} = 50000 \text{ mm}^2$$

$$- C_1 = A_{tb} \cdot f_y$$

$$C_1 = 90147,442 \cdot 250$$

$$C_1 = 2,254 \times 10^7 \text{ N}$$

$$- Q_n = 0,5 \cdot A_{sc} \cdot \sqrt{f'c \cdot Ec} \cdot r_s \leq A_{sc} \cdot f_u$$

$$r_s = 1 \text{ (pelat beton biasa)}$$

$$Q_n = 0,5 \cdot 157,143 \cdot \sqrt{30 \cdot 25742,96} \cdot 1$$

$$Q_n = 69048,54 \text{ N} \leq A_{sc} \cdot f_u$$

$$Q_n = 69048,54 \text{ N} > 64428,57 \text{ N}$$

Jadi nilai  $Q_n$  sebesar 64428,57 N.

$$- h = B - (2 \times t_f)$$

$$h = 1000 - (2 \times 10)$$

$$h = 980 \text{ mm}$$

$$- \frac{h}{tw} = \frac{980}{2 \times 10}$$

$$\frac{h}{tw} = 49$$

$$- \frac{1100}{\sqrt{f_y}} = \frac{1100}{\sqrt{250}}$$

$$\frac{1100}{\sqrt{f_y}} = 69,57$$

$$- \frac{1370}{\sqrt{f_y}} = \frac{1370}{\sqrt{250}}$$

$$\frac{1370}{\sqrt{f_y}} = 86,646$$

Karena  $\frac{h}{tw} < \frac{1100}{\sqrt{f_y}}$  maka nilai  $v_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w$

$$- V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w$$

$$V_n = 0,6 \cdot 250 \cdot (h \cdot 2 \cdot t_w)$$

$$V_n = 0,6 \cdot 250 \cdot (980 \cdot 2 \cdot 10)$$

$$V_n = 2940000 \text{ N}$$

$$- n = \frac{v_n}{Q_n}$$

$$n = \frac{2940000}{64428,57}$$

$$n = 45,632 \approx 46 \text{ buah}$$

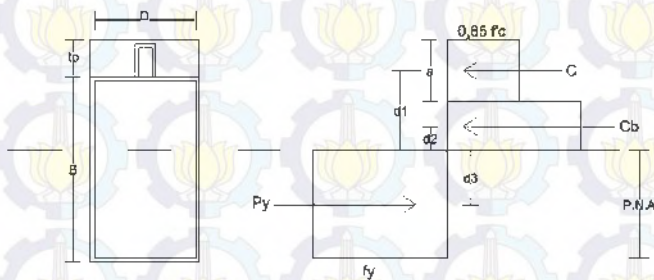
$$C_2 = n \cdot Q_n$$

$$C_2 = 46 \cdot 64428,57$$

$$C_2 = 2,964 \times 10^6 \text{ N}$$

Jadi nilai C sebesar  $2,964 \times 10^6 \text{ N}$

$$\begin{aligned}
 - a &= \frac{C}{0,85 \cdot f_c \cdot b_{eff}} \\
 a &= \frac{2,964 \times 10^6}{0,85 \cdot 30 \cdot 500} \\
 a &= 232,448 \text{ mm} \\
 - d_1 &= \frac{a}{2} + (B + t_p - (a + y)) \\
 d_1 &= \frac{232,448}{2} + (1000 + 100 - (232,448 + 550)) \\
 d_1 &= 433,776 \text{ mm} \\
 - C_b &= (B + t_p - (a + y)) \cdot f_y \cdot D \\
 C_b &= (1000 + 100 - (232,448 + 550)) \cdot 250 \cdot 500 \\
 C_b &= 3,969 \times 10^7 \text{ N} \\
 - d_2 &= \frac{(B + t_p) - a - y}{2} \\
 d_2 &= 158,776 \text{ mm} \\
 - P_y &= y \cdot f_y \cdot D \\
 P_y &= 550 \cdot 250 \cdot 500 \\
 P_y &= 6,88 \times 10^7 \text{ N} \\
 - d_3 &= \frac{y}{2} \\
 d_3 &= \frac{550}{2} \\
 d_3 &= 275 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 5.5 Distribusi Tegangan Plastis Penampang Dengan U-Link Bentang 10 Meter

$$\begin{aligned}
 - M_n &= (C \cdot d_1) + (C_b \cdot d_2) + (P_y \cdot d_3) \\
 M_n &= (2,964 \times 10^7 \cdot 433,776) + \\
 &\quad (3,969 \times 10^7 \cdot 158,776) + (6,88 \times 10^7 \cdot 275) \\
 M_n &= 2,649 \times 10^{10} \text{ Nmm} \\
 - \phi M_n &= 0,85 \cdot M_n \\
 \phi M_n &= 0,85 \cdot 2,649 \times 10^{10} \text{ Nmm} \\
 \phi M_n &= 2,252 \times 10^{10} \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

### 5.2.3. Bentang 12 Meter

#### • Data Perencanaan

- Berikut data – data *steel tube* :

$$\begin{aligned}
 f_y &= 250 \text{ MPa} & B &= 1200 \text{ mm} \\
 f_u &= 410 \text{ MPa} & t_f &= 10 \text{ mm} \\
 A_s &= 35600 \text{ mm}^2 & t_w &= 10 \text{ mm} \\
 D &= 600 \text{ mm} & E_s &= 200000 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- Berikut data – data beton :

$$\begin{aligned}
 f'_c &= 30 \text{ MPa} & A_c &= 684400 \text{ mm}^2 \\
 t_p &= 100 \text{ mm} & n &= \frac{E_s}{E_c} \\
 E_c &= 4700 \sqrt{f'_c} & &= 7,769 \\
 &= 25742,96 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- Berikut data – data *shear connector* :

$$\begin{aligned}
 d_{sc} &= 10 \text{ mm} & H_s &= 90 \text{ mm} \\
 A_{sc} &= 157,143 \text{ mm}^2 & f_y &= 250 \text{ mm} \\
 D_s &= 58 \text{ mm} & f_u &= 410 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

#### • Cek Kriteria Penampang

$$\begin{aligned}
 - \frac{h}{t_w} &= \frac{B - (2 \cdot t_f)}{t_w} \\
 &= \frac{1200 - (2 \cdot 10)}{2 \times 10} \\
 &= 59
 \end{aligned}$$



$$- \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{250}}$$

$$= 106,25$$

Karena  $\frac{h}{t_w} < \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$  penampang kompak,

sehingga kapasitas momen penampang dianalisa dengan distribusi tegangan plastis.

#### • Menentukan Lebar Efektif Pelat Beton

Untuk penentuan lebar efektif diambil selebar balok yaitu sebesar 600 mm.

#### • Menghitung Garis Netral Gabungan

Luas atas

= Luas bawah

$$(t_p \cdot b_{\text{eff}}) + ((B-y) \cdot D) = y \cdot D$$

$$(100 \cdot 600) + ((1200-y) \cdot 600) = 600 \cdot y$$

$$60000 + 720000 - 600y = 600y$$

$$780000 = 1200y$$

$$\frac{780000}{1200} = y$$

$$650 \text{ mm} = y$$

#### • Menghitung Kapasitas Momen Penampang

$$- A_{t_b} = A_s + \frac{A_c}{n}$$

$$A_{t_b} = 35600 + \frac{684400}{7,769}$$

$$A_{t_b} = 183692,41 \text{ mm}^2$$

$$- A_{c_p} = b_{\text{eff}} \cdot t_p$$

$$A_{c_p} = 600 \cdot 100$$

$$A_{c_p} = 60000 \text{ mm}^2$$

$$- C_1 = A_{t_b} \cdot f_y$$

$$C_1 = 183692,41 \cdot 250$$

$$C_1 = 3,092 \times 10^7 \text{ N}$$

$$- Q_n = 0,5 \cdot A_{s_c} \cdot \sqrt{f'c \cdot Ec} \cdot r_s \leq A_{s_c} \cdot f_u$$

$$r_s = 1 \text{ (pelat beton biasa)}$$

$$Q_n = 0,5 \cdot 157,143 \cdot \sqrt{30 \cdot 25742,96} \cdot 1$$

$$Q_n = 69048,54 \text{ N} \leq A_{sc} \cdot f_u$$

$$Q_n = 69048,54 \text{ N} > 64428,57 \text{ N}$$

Jadi nilai  $Q_n$  sebesar 64428,57 N.

$$- h = B - (2 \times t_f)$$

$$h = 1200 - (2 \times 10)$$

$$h = 1180 \text{ mm}$$

$$- \frac{h}{t_w} = \frac{1180}{2 \times 10}$$

$$\frac{h}{t_w} = 59$$

$$- \frac{1100}{\sqrt{f_y}} = \frac{1100}{\sqrt{250}}$$

$$\frac{1100}{\sqrt{f_y}} = 69,57$$

$$- \frac{1370}{\sqrt{f_y}} = \frac{1370}{\sqrt{250}}$$

$$\frac{1370}{\sqrt{f_y}} = 86,646$$

Karena  $\frac{h}{t_w} < \frac{1100}{\sqrt{f_y}}$  maka nilai  $v_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w$

$$- V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w$$

$$V_n = 0,6 \cdot 250 \cdot (h \cdot t_w)$$

$$V_n = 0,6 \cdot 250 \cdot (1180 \cdot 10)$$

$$V_n = 3540000 \text{ N}$$

$$- n = \frac{v_n}{Q_n}$$

$$n = \frac{3540000}{64428,57}$$

$$n = 54,945 \approx 55 \text{ buah}$$

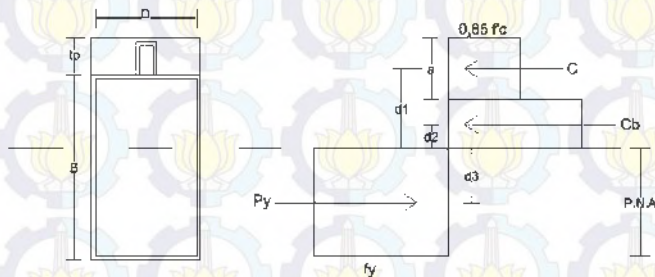
$$C_2 = n \cdot Q_n$$

$$C_2 = 55 \cdot 64428,57$$

$$C_2 = 3,544 \times 10^6 \text{ N}$$

Jadi nilai C sebesar  $3,544 \times 10^6 \text{ N}$

$$\begin{aligned}
 - a &= \frac{C}{0,85 \cdot f_c \cdot b_{eff}} \\
 a &= \frac{3,544 \times 10^6}{0,85 \cdot 30 \cdot 600} \\
 a &= 231,61 \text{ mm} \\
 - d_1 &= \frac{a}{2} + (B + t_p - (a + y)) \\
 d_1 &= \frac{231,606}{2} + (1200 + 100 - (231,61 + 650)) \\
 d_1 &= 534,197 \text{ mm} \\
 - C_b &= (B + t_p - (a + y)) \cdot f_y \cdot D \\
 C_b &= (1200 + 100 - (231,61 + 650)) \cdot 250 \cdot 600 \\
 C_b &= 6,276 \times 10^7 \text{ N} \\
 - d_2 &= \frac{(B + t_p) - a - y}{2} \\
 d_2 &= 209,197 \text{ mm} \\
 - P_y &= y \cdot f_y \cdot D \\
 P_y &= 650 \cdot 250 \cdot 600 \\
 P_y &= 9,75 \times 10^7 \text{ N} \\
 - d_3 &= \frac{y}{2} \\
 d_3 &= \frac{650}{2} \\
 d_3 &= 325 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 5.6 Distribusi Tegangan Plastis Penampang Dengan U-Link Bentang 12 Meter

$$- M_n = (C \cdot d_1) + (C_b \cdot d_2) + (P_y \cdot d_3)$$

$$M_n = (3,544 \times 10^7 \cdot 534,197) + (6,276 \times 10^7 \cdot 209,197) + (9,75 \times 10^7 \cdot 325)$$

$$M_n = 4,671 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

$$- \emptyset M_n = 0,85 \cdot M_n$$

$$\emptyset M_n = 0,85 \cdot 4,671 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

$$\emptyset M_n = 3,97 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$



Tabel 5.2 Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas Momen Penampang Dengan U-Link

<b>Bentang (mm)</b>	<b>B (mm)</b>	<b>D (mm)</b>	<b>h/tw</b>	$\frac{1680}{\sqrt{f_y}}$	<b>Kriteria Penampang</b>	<b>b<sub>eff</sub> (mm)</b>	<b>PNA (mm)</b>	<b>ϕ Mn (Nmm)</b>
8000	800	400	39	106,25	Kompak	400	450	$1,127 \times 10^{10}$
10000	1000	500	49	106,25	Kompak	500	550	$2,252 \times 10^{10}$
12000	1200	600	59	106,25	Kompak	600	650	$3,970 \times 10^{10}$

### 5.3. Analisa Tegangan Penampang Tanpa U – Link

#### 5.3.1. Bentang 8 Meter

- **Menghitung Tegangan yang Terjadi Pada Penampang**

Untuk menghitung tegangan menggunakan persamaan :

$$\sigma = \frac{\emptyset M_n \times PNA}{I}$$

- **Mencari Nilai Inersia Gabungan**

$$I_{gab} = \left( \frac{1}{12} B_{plat} \cdot H_{plat}^3 + A_{plat} \cdot X^2 \right) + \left( \frac{1}{12} B_{balok} \cdot H_{balok}^3 + A_{balok} \cdot X^2 \right)$$

$$I_{gab} = 2,430 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

- **Mencari Nilai Tegangan**

$$\emptyset M_n = 1,416 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

$$\sigma = \frac{1,416 \times 10^{10} \times 450}{2,430 \times 10^{10}}$$

$$\sigma = 262,21 \text{ MPa}$$

#### 5.3.2. Bentang 10 Meter

- **Menghitung Tegangan yang Terjadi Pada Penampang**

Untuk menghitung tegangan menggunakan persamaan :

$$\sigma = \frac{\emptyset M_n \times PNA}{I}$$

- **Mencari Nilai Inersia Gabungan**

$$I_{gab} = \left( \frac{1}{12} B_{plat} \cdot H_{plat}^3 + A_{plat} \cdot X^2 \right) + \left( \frac{1}{12} B_{balok} \cdot H_{balok}^3 + A_{balok} \cdot X^2 \right)$$

$$I_{gab} = 5,546 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

- Mencari Nilai Tegangan

$$\emptyset M_n = 2,737 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

$$\sigma = \frac{2,737 \times 10^{10} \times 550}{5,546 \times 10^{10}}$$

$$\sigma = 271,44 \text{ MPa}$$

### 5.3.3. Bentang 12 Meter

- Menghitung Tegangan yang Terjadi Pada Penampang

Untuk menghitung tegangan menggunakan persamaan :

$$\sigma = \frac{\emptyset M_n \times PNA}{I}$$

- Mencari Nilai Inersia Gabungan

$$I_{gab} = \left( \frac{1}{12} B_{plat} \cdot H_{plat}^3 + A_{plat} \cdot X^2 \right) + \left( \frac{1}{12} B_{balok} \cdot H_{balok}^3 + A_{balok} \cdot X^2 \right)$$

$$I_{gab} = 1,099 \times 10^{11} \text{ mm}^4$$

- Mencari Nilai Tegangan

$$\emptyset M_n = 4,700 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

$$\sigma = \frac{4,700 \times 10^{10} \times 650}{1,099 \times 10^{11}}$$

$$\sigma = 278,10 \text{ MPa}$$

Tabel 5.3 Rekapitulasi Perhitungan Tegangan Penampang Tanpa U-Link

<b>Bentang (mm)</b>	<b>q (N/mm)</b>	<b>ØMn (Nmm)</b>	<b>I (mm<sup>4</sup>)</b>	<b>y (PNA) (mm)</b>	<b>σ (MPa)</b>
8000	1769,91	$1,416 \times 10^{10}$	$2,430 \times 10^{10}$	450	262,21
10000	2189,60	$2,737 \times 10^{10}$	$5,546 \times 10^{10}$	550	271,44
12000	2611,06	$4,700 \times 10^{10}$	$1,099 \times 10^{11}$	650	278,10



## 5.4. Analisa Tegangan Penampang Dengan U – Link

### 5.4.1. Bentang 8 Meter

- **Menghitung Tegangan yang Terjadi Pada Penampang**

Untuk menghitung tegangan menggunakan persamaan :

$$\sigma = \frac{\emptyset Mn \times PNA}{I}$$

- **Mencari Nilai Inersia Gabungan**

$$I_{gab} = \left( \frac{1}{12} B_{plat} \cdot H_{plat}^3 + A_{plat} \cdot X^2 \right) + \left( \frac{1}{12} B_{balok} \cdot H_{balok}^3 + A_{balok} \cdot X^2 \right)$$

$$I_{gab} = 2,430 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

- **Mencari Nilai Tegangan**

$$\emptyset Mn = 1,127 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

$$\sigma = \frac{1,127 \times 10^{10} \times 450}{2,430 \times 10^{10}}$$

$$\sigma = 208,69 \text{ MPa}$$

### 5.4.2. Bentang 10 Meter

- **Menghitung Tegangan yang Terjadi Pada Penampang**

Untuk menghitung tegangan menggunakan persamaan :

$$\sigma = \frac{\emptyset Mn \times PNA}{I}$$

- **Mencari Nilai Inersia Gabungan**

$$I_{gab} = \left( \frac{1}{12} B_{plat} \cdot H_{plat}^3 + A_{plat} \cdot X^2 \right) + \left( \frac{1}{12} B_{balok} \cdot H_{balok}^3 + A_{balok} \cdot X^2 \right)$$

$$I_{gab} = 5,546 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

- **Mencari Nilai Tegangan**

$$\emptyset M_n = 2,252 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

$$\sigma = \frac{2,252 \times 10^{10} \times 550}{5,546 \times 10^{10}}$$

$$\sigma = 223,34 \text{ MPa}$$

### 5.4.3. Bentang 12 Meter

- **Menghitung Tegangan yang Terjadi Pada Penampang**

Untuk menghitung tegangan menggunakan persamaan :

$$\sigma = \frac{\emptyset M_n \times PNA}{I}$$

- **Mencari Nilai Inersia Gabungan**

$$I_{gab} = \left( \frac{1}{12} B_{plat} \cdot H_{plat}^3 + A_{plat} \cdot X^2 \right) + \left( \frac{1}{12} B_{balok} \cdot H_{balok}^3 + A_{balok} \cdot X^2 \right)$$

$$I_{gab} = 1,099 \times 10^{11} \text{ mm}^4$$

- **Mencari Nilai Tegangan**

$$\emptyset M_n = 3,970 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

$$\sigma = \frac{3,970 \times 10^{10} \times 650}{1,099 \times 10^{11}}$$

$$\sigma = 234,93 \text{ MPa}$$

Tabel 5.4 Rekapitulasi Perhitungan Tegangan Penampang Dengan U-Link

<b>Bentang (mm)</b>	<b>q (N/mm)</b>	<b>ØMn (Nmm)</b>	<b>I (mm<sup>4</sup>)</b>	<b>y (PNA) (mm)</b>	<b>σ (MPa)</b>
8000	1408,68	$1,127 \times 10^{10}$	$2,430 \times 10^{10}$	450	208,69
10000	1801,61	$2,252 \times 10^{10}$	$5,546 \times 10^{10}$	550	223,34
12000	2205,73	$4,970 \times 10^{10}$	$1,099 \times 10^{11}$	650	234,93



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB VI

### ANALISA PERILAKU PENAMPANG BALOK DENGAN ABAQUS V.6.10-1

#### 6.1. Analisa Perilaku Balok CFTs Tanpa U-Link

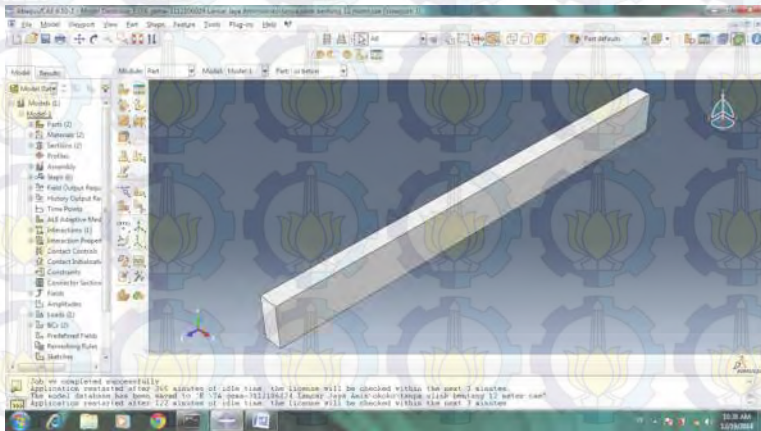
Untuk menganalisa perilaku balok *Concrete Filled steel Tube (CFTs)* tanpa U-Link digunakan *software* Abaqus V 6.10-1. Pemodelan elemen balok dengan bentuk yang diinginkan, beserta input data, jenis material, pola pembebanan, rekatana antar elemen, jenis perletakan dan meshing elemen dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

##### 6.1.1. *Parts*

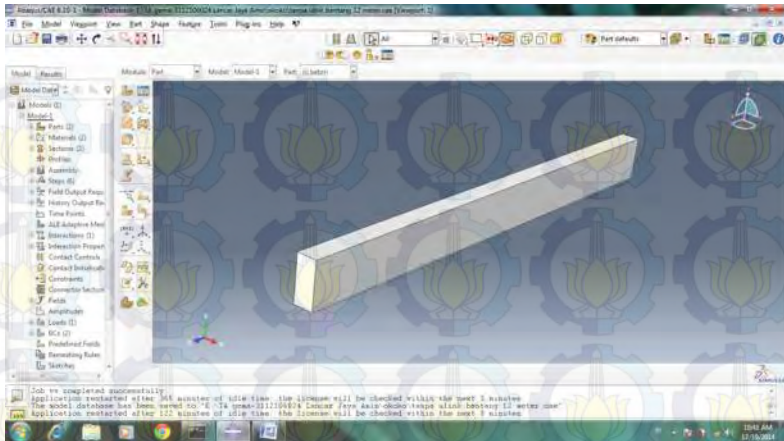
*Step* ini merupakan penggambaran bentuk awal dari *geometric* elemen dengan menggunakan titik – titik koordinat dalam penggambaran untuk masing – masing elemen dengan men-klik *Part Manager*.

- *Concrete Filled steel Tube (CFTs)* dalam desain struktur ini digunakan profil CFTs tipe *rectangular* dimensi  $D = 300$  mm,  $B = 500$  mm, tebal 10 mm, bentang 8000 mm dengan *property* sebagai profil baja seperti terlihat pada Gambar 6.1.
- *Concrete Filled steel Tube (CFTs)* dalam desain struktur ini digunakan profil CFTs tipe *rectangular* dimensi  $D = 450$  mm,  $B = 750$  mm, tebal 10 mm, bentang 10000 mm dengan *property* sebagai profil baja seperti terlihat pada Gambar 6.2.

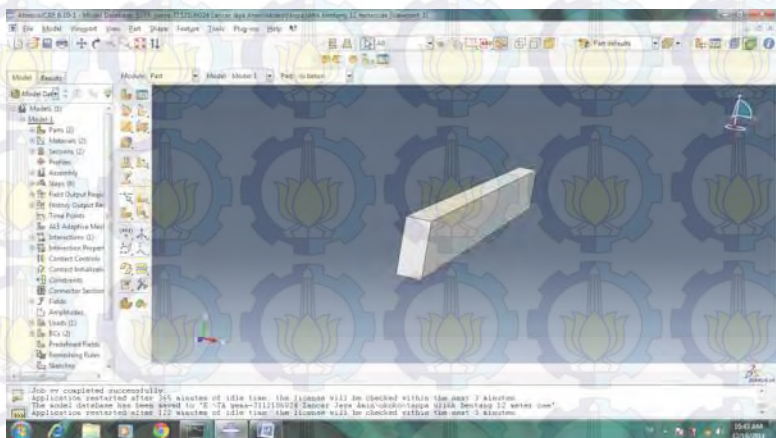
- *Concrete Filled steel Tube (CFTs)* dalam desain struktur ini digunakan profil CFTs tipe *rectangular* dimensi  $D = 500$  mm,  $B = 1000$  mm, tebal 10 mm, bentang 12000 mm dengan *property* sebagai profil baja seperti terlihat pada Gambar 6.3.



Gambar 6.1 *Part* Balok CFTs Tanpa U-Link Bentang 8 Meter.



Gambar 6.2 Part Balok CFTs Tanpa U-Link Bentang 10 Meter.



Gambar 6.3 Part Balok CFTs Tanpa U-Link Bentang 12 Meter.

### 6.1.2. Material

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

a. Untuk profil baja

- *Density Menu*

*Mass density* untuk baja adalah

$$= \frac{7850 \frac{kg}{m^3}}{1000000000} \times 9,81 \frac{m}{dt^2} = 7,701 \times 10^{-5}$$

- *Elastic Menu*

*Modulus Young* Baja adalah 200000 MPa dengan *Poisso ratio* = 0,3

- *Plastic Menu*

$F_y = 250$  MPa untuk batas leleh dengan *plastic strain* harus dimulai dari 0 MPa.

$F_y = 250$  MPa untuk batas leleh dengan *plastic strain* = 0,03 MPa.

$F_y = 410$  MPa untuk batas leleh dengan *plastic strain* = 0,1 MPa.

b. Untuk profil beton

- *Density Menu*

*Mass density* untuk beton adalah

$$= \frac{2200 \frac{kg}{m^3}}{1000000000} \times 9,81 \frac{m}{dt^2} = 2,158 \times 10^{-5}$$

- *Elastic Menu*

*Modulus Young* Beton untuk  $f'_c$  30 adalah 25742,96 MPa dengan *Poisso ratio* = 0,2



- *Concrete Damaged Plasticity Menu*

Tabel 6.1 *Plasticity*

Dilation Angle	Eccentricity	Fb0/fc0	K	Viscosity Parameter
36	0,1	1,16	0,6667	0

Tabel 6.2 *Compressive Behavior*

Yield Stress	inelastic strain
16.03644	0.00000
18.56135	0.00011
23.52794	0.00036
27.21901	0.00061
29.41961	0.00086
30.17018	0.00111
29.72247	0.00136
28.42673	0.00161
26.62473	0.00186
24.58947	0.00211
22.51019	0.00236
20.50323	0.00261
18.6313	0.00286
16.92175	0.00311
15.38044	0.00336
14.00129	0.00361
12.77222	0.00386
11.67877	0.00411
10.70611	0.00436

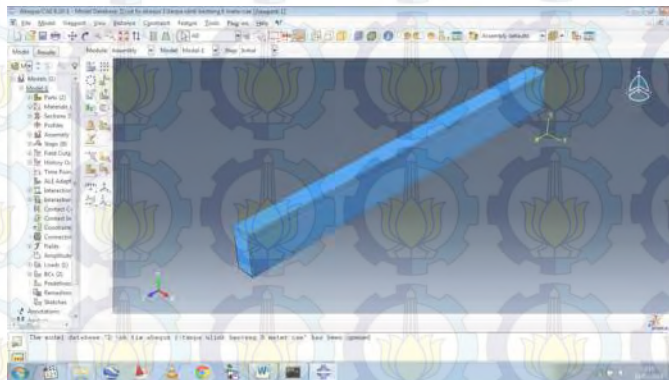
Tabel 6.3 *Tensile Behavior*

<b>Yield stress Mpa</b>	<b>Cracking Strain</b>
3.40	0.00000
2.85	0.00005
2.79	0.00010
2.74	0.00015
2.70	0.00020
2.66	0.00025
2.62	0.00030
2.59	0.00035
2.56	0.00040
2.53	0.00045
2.51	0.00050
2.48	0.00055
2.46	0.00060
2.43	0.00065
2.41	0.00070
2.39	0.00075
2.37	0.00080
2.35	0.00085
2.34	0.00090
2.32	0.00095
2.30	0.00100

### 6.1.3. 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 CFTs yang telah dibuat baik dengan *property* beton maupun baja seperti terlihat pada Gambar 6.4



Gambar 6.4 *Assembly* Balok CFTs Tanpa U-Link.

### 6.1.4. Step (Pendefinisian Beban)

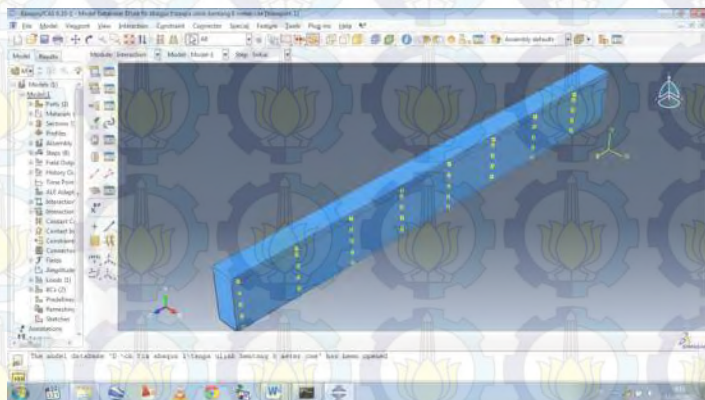
Ada 2 jenis step yaitu *initial step* yang menjadi *default* dari abaqus yaitu merupakan pendefinisian dari input – input gaya *interior* elemen, dan *load step* yang merupakan pendefinisian dari input – input beban.

Pada Tugas akhir ini terdapat 8 step. Setiap stepnya terdapat beban yang berbeda – beda. Beban setiap stepnya seperti berikut :

- Step 1 :  $12,5 \% \times Q_{ultimate}$
- Step 2 :  $25 \% \times Q_{ultimate}$
- Step 3 :  $37,5 \% \times Q_{ultimate}$
- Step 4 :  $50 \% \times Q_{ultimate}$
- Step 5 :  $62,5 \% \times Q_{ultimate}$
- Step 6 :  $75 \% \times Q_{ultimate}$
- Step 7 :  $87,5 \% \times Q_{ultimate}$
- Step 8 :  $100 \% \times Q_{ultimate}$

### 6.1.5. *Interaction (Lekatan Antar Elemen)*

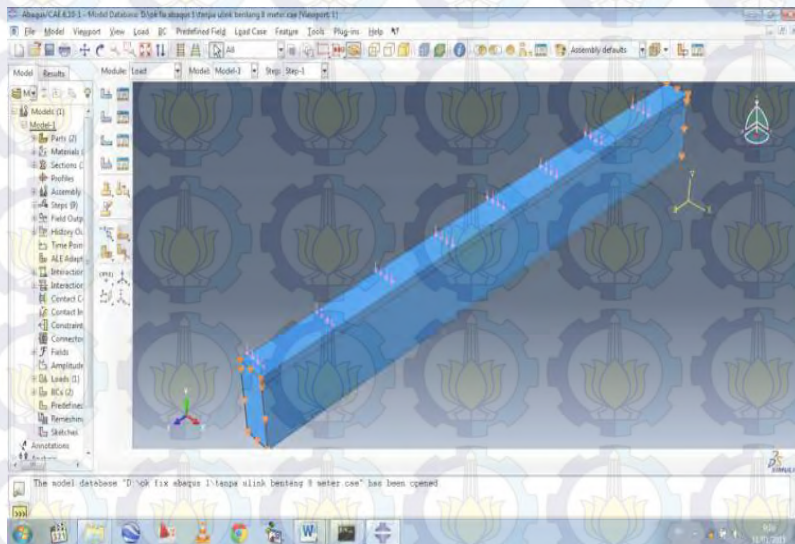
Dalam hal ini ada dua macam tipe lekatan yaitu *master surface* dan *slave surface*. *Master surface* yaitu elemen yang menjadi pusat lekatan dari elemen yang lain. *Slave surface* adalah elemen yang melekat pada *master surface* seperti terlihat pada Gambar 6.5.



Gambar 6.5 *Interaction* Balok CFTs Tanpa U-Link.

### 6.1.6. Load (Beban)

Setelah dilakukan *interaction* maka setelah itu elemen balok diberi beban. Namun sebelum diberi beban maka perletakan elemen tersebut harus diasumsikan sendi – rol terlebih dahulu seperti terlihat pada Gambar 6.6.



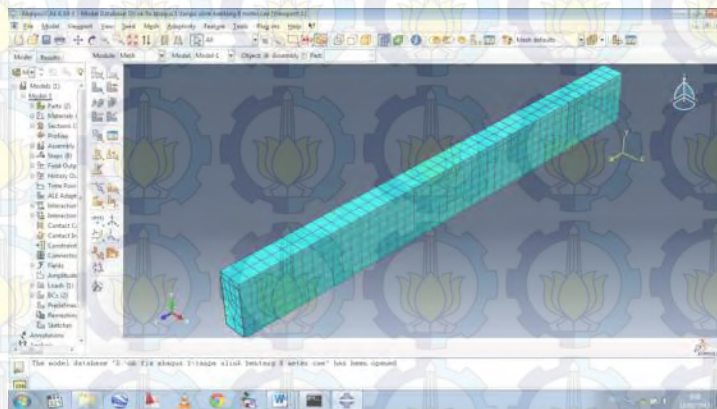
Gambar 6.6 Load Balok CFTs Tanpa U-Link.

Setelah proses perletakan pada elemen balok, selanjutnya diberi beban

$$\text{Beban per luas} = \frac{q_{ultimate}}{D_{balok}} \text{ N/mm}^2$$

### 6.1.7. 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 6.7



Gambar 6.7 Meshing Balok CFTs Tanpa U-Link.

### 6.1.8. Pasca Processing

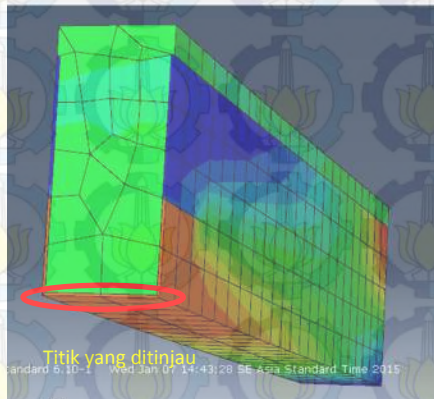
#### a. Hasil Analisa Abaqus 6.10-1

Benda uji berupa elemen balok yang telah dilakukan, akan diperbandingkan hasilnya berupa deformasi, tegangan, dan regangan.

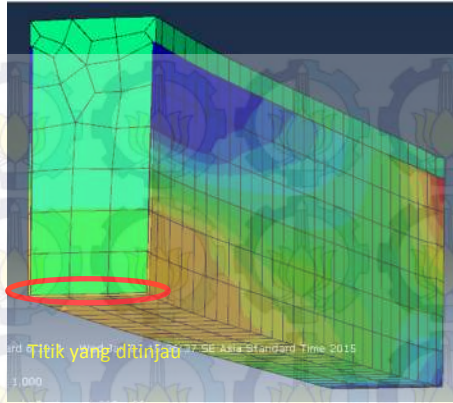
Warna pada elemen menunjukkan tegangan yang terjadi pada elemen tersebut. Semakin warna merah maka menunjukkan bahwa *displacement*, tegangan, dan regangan yang terjadi semakin besar.

**b. Tegangan**

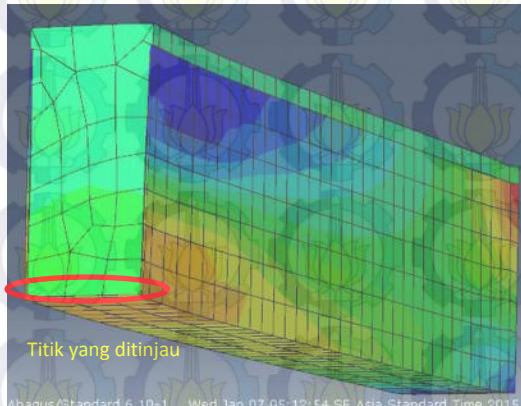
Tegangan yang akan ditinjau berdasarkan nilai tegangan terbesar yang terdapat pada bentang tengah elemen tersebut. Hasil tegangan pada analisa abaqus terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.8 Hasil Tegangan Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 8 Meter.



Gambar 6.9 Hasil Tegangan Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 10 Meter.



Gambar 6.10 Hasil Tegangan Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 12 Meter.

Untuk hasil lengkap tegangan pada analisa abaqus akan disajikan dalam Tabel 6.4.



Tabel 6.4 Hasil Tegangan Pada 3 Benda Uji Balok CFTs  
Tanpa U-Link

No	ELEMEN CFT	STEP	TEGANGAN (MPa)
1	B1 8m	STEP 1	50,930
		STEP 2	51,894
		STEP 3	79,059
		STEP 4	126,510
		STEP 5	192,756
		STEP 6	250,687
		STEP 7	250,651
		STEP 8	263,546
2	B1 10 m	STEP 1	18,571
		STEP 2	59,069
		STEP 3	103,795
		STEP 4	166,295
		STEP 5	251,386
		STEP 6	263,609
		STEP 7	269,815
		STEP 8	272,892
3	B1 12 m	STEP 1	2,410
		STEP 2	115,032
		STEP 3	127,822
		STEP 4	192,023
		STEP 5	252,112
		STEP 6	267,585
		STEP 7	275,789
		STEP 8	276,862

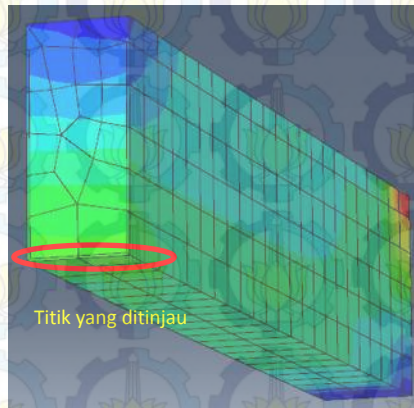
Dari hasil tegangan yang terjadi pada benda uji B1 dengan program Abaqus akan diperbandingkan dengan perhitungan control penampang dengan perhitungan manual. Hasil dari perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Hasil Perbandingan Tegangan Perhitungan Manual Dengan Abaqus Penampang Tanpa U-Link

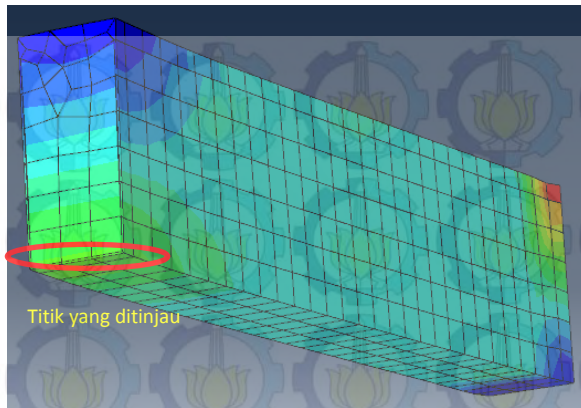
No	Uraian	Elemen CFT	Tegangan (MPa)	Selisih (%)
1	Perhitungan Manual	B1 8 m	262,210	0,51
	Analisa Abaqus	B1 8 m	263,546	
2	Perhitungan Manual	B1 10 m	271,440	0,53
	Analisa Abaqus	B1 10 m	272,892	
3	Perhitungan Manual	B1 12 m	278,100	0,46
	Analisa Abaqus	B1 12 m	276,862	

### c. Regangan

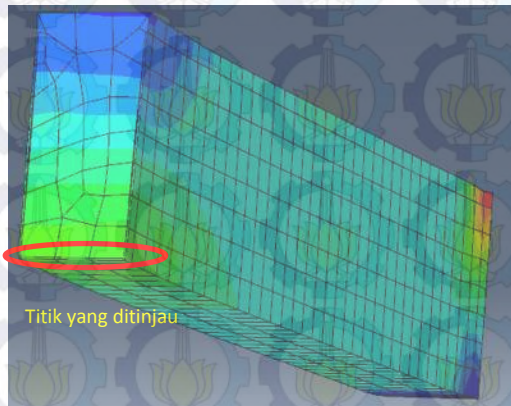
Regangan yang akan ditinjau berdasarkan nilai regangan terbesar yang terdapat pada bentang tengah elemen tersebut. Hasil regangan pada analisa abaqus terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.11 Hasil Regangan Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 8 Meter.



Gambar 6.12 Hasil Regangan Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 10 Meter.

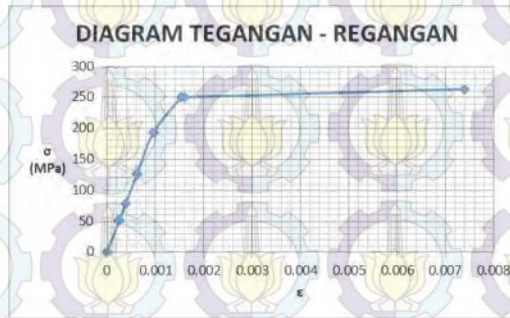


Gambar 6.13 Hasil Regangan Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 12 Meter.

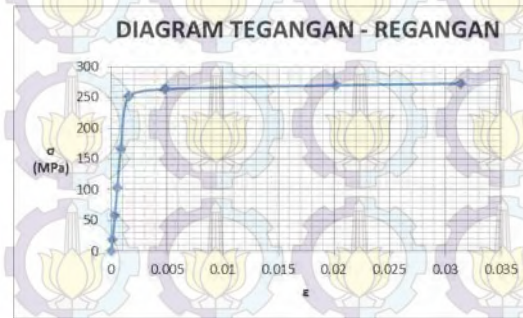
Untuk hasil lengkap tegangan pada analisa abaqus akan disajikan dalam Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Hasil Regangan Pada 3 Benda Uji Balok CFTs Tanpa U-Link

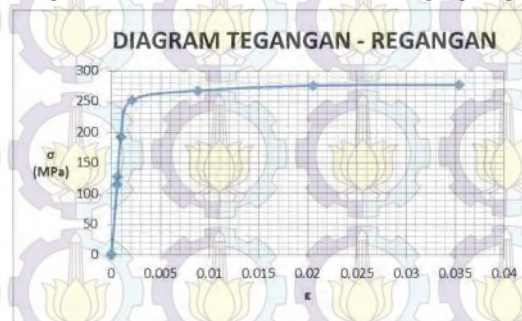
No	ELEMEN CFT	STEP	REGANGAN
1	B1 8m	STEP 1	0,000249
		STEP 2	0,000255
		STEP 3	0,000388
		STEP 4	0,000620
		STEP 5	0,000953
		STEP 6	0,001535
		STEP 7	0,001603
		STEP 8	0,007394
2	B1 10 m	STEP 1	0,000093
		STEP 2	0,000295
		STEP 3	0,000518
		STEP 4	0,000830
		STEP 5	0,001562
		STEP 6	0,004837
		STEP 7	0,020184
		STEP 8	0,031376
3	B1 12 m	STEP 1	0,000012
		STEP 2	0,000575
		STEP 3	0,000639
		STEP 4	0,000960
		STEP 5	0,002097
		STEP 6	0,008845
		STEP 7	0,020537
		STEP 8	0,035374



Gambar 6.14 Diagram Tegangan - Regangan Penampang Tanpa U-Link Bentang 8 Meter.



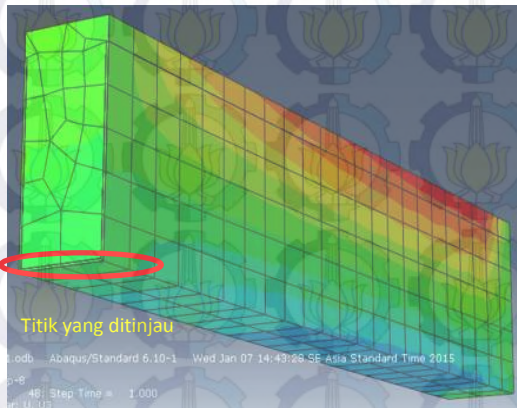
Gambar 6.15 Diagram Tegangan - Regangan Penampang Tanpa U-Link Bentang 10 Meter.



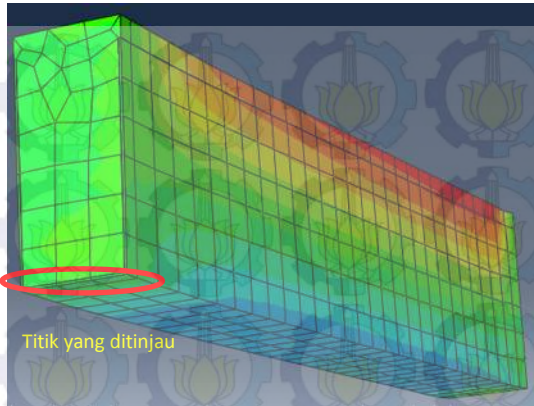
Gambar 6.16 Diagram Tegangan - Regangan Penampang Tanpa U-Link Bentang 12 Meter.

#### d. Deformasi

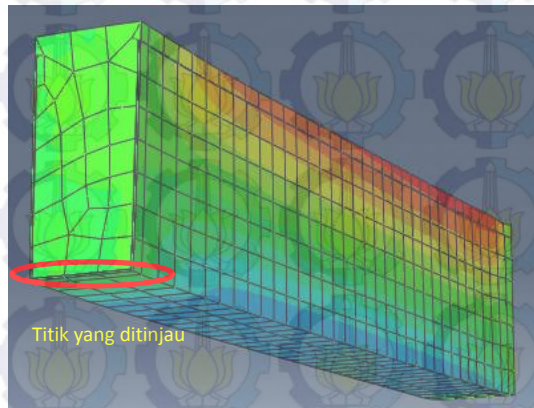
Deformasi yang akan ditinjau berdasarkan nilai deformasi terbesar yang terdapat pada bentang tengah elemen tersebut. Hasil deformasi pada analisa abaqus terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.17 Hasil Deformasi Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 8 Meter.



Gambar 6.18 Hasil Deformasi Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 10 Meter.



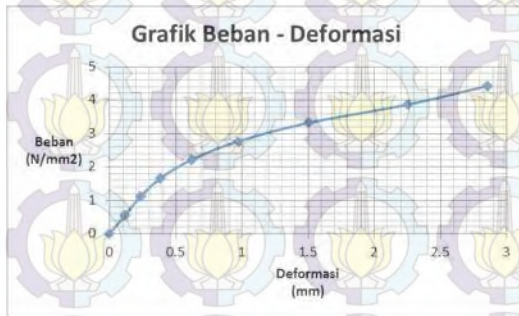
Gambar 6.19 Hasil Deformasi Pada Analisa Abaqus Penampang Tanpa U-Link Tengah Bentang 12 Meter.



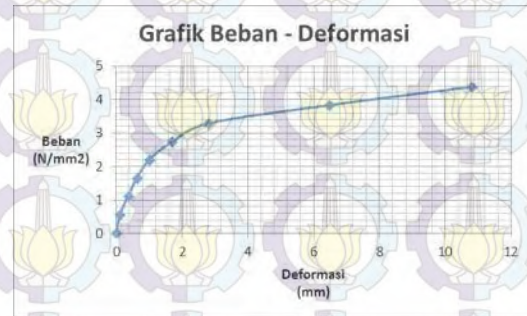
Untuk hasil lengkap deformasi pada analisa abaqus akan disajikan dalam Tabel 6.7.

Tabel 6.7 Hasil Deformasi Pada 3 Benda Uji Balok CFTs Tanpa U-Link

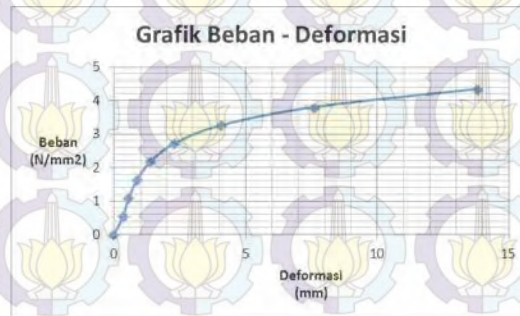
No	ELEMEN CFT	STEP	Beban (N/mm <sup>2</sup> )	Deformasi (mm)
1	B1 8m	STEP 1	0,553	0,114
		STEP 2	1,106	0,233
		STEP 3	1,659	0,383
		STEP 4	2,212	0,618
		STEP 5	2,765	0,971
		STEP 6	3,319	1,504
		STEP 7	3,872	2,257
		STEP 8	4,425	2,857
2	B1 10 m	STEP 1	0,547	0,106
		STEP 2	1,095	0,350
		STEP 3	1,642	0,616
		STEP 4	2,190	0,999
		STEP 5	2,737	1,689
		STEP 6	3,284	2,782
		STEP 7	3,832	6,467
		STEP 8	4,379	10,800
3	B1 12 m	STEP 1	0,544	0,341
		STEP 2	1,088	0,553
		STEP 3	1,632	0,876
		STEP 4	2,176	1,384
		STEP 5	2,720	2,296
		STEP 6	3,264	4,081
		STEP 7	3,808	7,609
		STEP 8	4,352	13,830



Gambar 6.20 Grafik Beban - Deformasi Penampang Tanpa U-Link Bentang 8 Meter.



Gambar 6.21 Grafik Beban - Deformasi Penampang Tanpa U-Link Bentang 10 Meter.



Gambar 6.22 Grafik Beban - Deformasi Penampang Tanpa U-Link Bentang 12 Meter.

## 6.2. Analisa Perilaku Balok CFTs Dengan U-Link

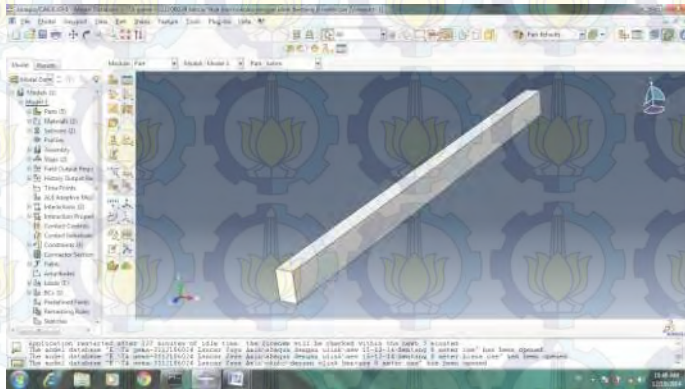
Untuk menganalisa perilaku balok *Concrete Filled steel Tube (CFTs)* dengan U-Link digunakan *software* Abaqus V 6.10-1. Pemodelan elemen balok dengan bentuk yang diinginkan, beserta input data, jenis material, pola pembebanan, rekatana antar elemen, jenis perletakan dan meshing elemen dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

### 6.2.1. Parts

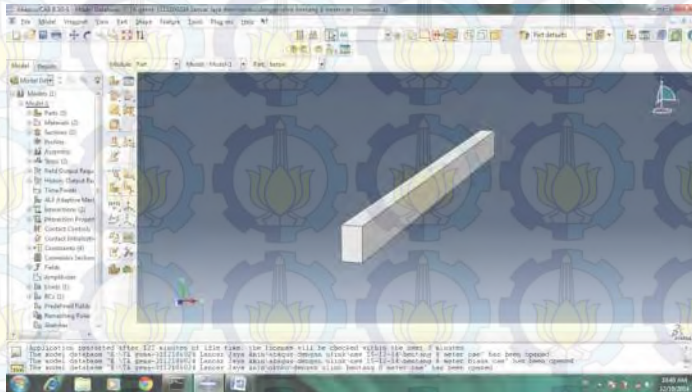
*Step* ini merupakan penggambaran bentuk awal dari *geometric* elemen dengan menggunakan titik – titik koordinat dalam penggambaran untuk masing – masing elemen dengan men-klik *Part Manager*.

- *Concrete Filled steel Tube (CFTs)* dalam desain struktur ini digunakan profil CFTs tipe *rectangular* dimensi  $D = 300 \text{ mm}$ ,  $B = 500 \text{ mm}$ , tebal 10 mm, bentang 8000 mm dengan *property* sebagai profil baja seperti terlihat pada Gambar 6.23.
- *Concrete Filled steel Tube (CFTs)* dalam desain struktur ini digunakan profil CFTs tipe *rectangular* dimensi  $D = 450 \text{ mm}$ ,  $B = 750 \text{ mm}$ , tebal 10 mm, bentang 10000 mm dengan *property* sebagai profil baja seperti terlihat pada Gambar 6.24.

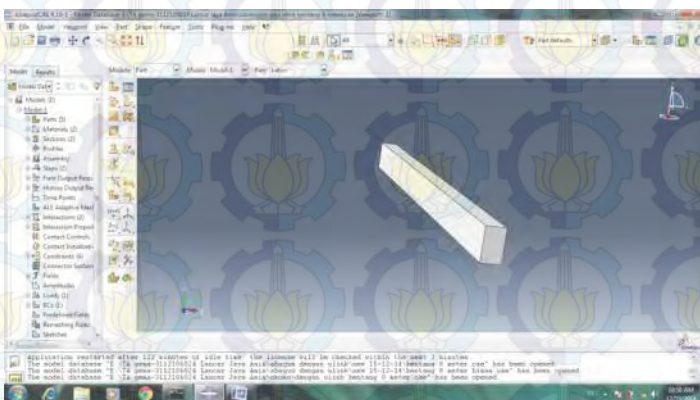
- *Concrete Filled steel Tube (CFTs)* dalam desain struktur ini digunakan profil CFTs tipe *rectangular* dimensi  $D = 500$  mm,  $B = 1000$  mm, tebal 10 mm, bentang 12000 mm dengan *property* sebagai profil baja seperti terlihat pada Gambar 6.25.



Gambar 6.23 *Part* Balok CFTs Dengan U-Link Bentang 8 meter.



Gambar 6.24 Part Balok CFTs Dengan U-Link Bentang 10 meter.



Gambar 6.25 Part Balok CFTs Dengan U-Link Bentang 12 meter.

### 6.2.2. Material

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

c. Untuk profil baja

- *Density Menu*

*Mass density* untuk baja adalah

$$= \frac{7850 \frac{kg}{m^3}}{1000000000} \times 9,81 \frac{m}{dt^2} = 7,701 \times 10^{-5}$$

- *Elastic Menu*

*Modulus Young* Baja adalah 200000 MPa dengan *Poisso ratio* = 0,3

- *Plastic Menu*

$F_y = 250$  MPa untuk batas leleh dengan *plastic strain* harus dimulai dari 0 MPa.

$F_y = 250$  MPa untuk batas leleh dengan *plastic strain* = 0,03 MPa.

$F_y = 410$  MPa untuk batas leleh dengan *plastic strain* = 0,1 MPa.

d. Untuk profil beton

- *Density Menu*

*Mass density* untuk beton adalah

$$= \frac{2200 \frac{kg}{m^3}}{1000000000} \times 9,81 \frac{m}{dt^2} = 2,158 \times 10^{-5}$$

- *Elastic Menu*

*Modulus Young* Beton untuk  $f'c$  30 adalah 25742,96 MPa dengan *Poisso ratio* = 0,2

- *Concrete Damaged Plasticity Menu*

Tabel 6.8 *Plasticity*

Dilation Angle	Eccentricity	Fb0/fc0	K	Viscosity Parameter
36	0,1	1,16	0,6667	0

Tabel 6.9 *Compressive Behavior*

Yield Stress	inelastic strain
16.03644	0.00000
18.56135	0.00011
23.52794	0.00036
27.21901	0.00061
29.41961	0.00086
30.17018	0.00111
29.72247	0.00136
28.42673	0.00161
26.62473	0.00186
24.58947	0.00211
22.51019	0.00236
20.50323	0.00261
18.6313	0.00286
16.92175	0.00311
15.38044	0.00336
14.00129	0.00361
12.77222	0.00386
11.67877	0.00411
10.70611	0.00436

Tabel 6.10 *Tensile Behavior*

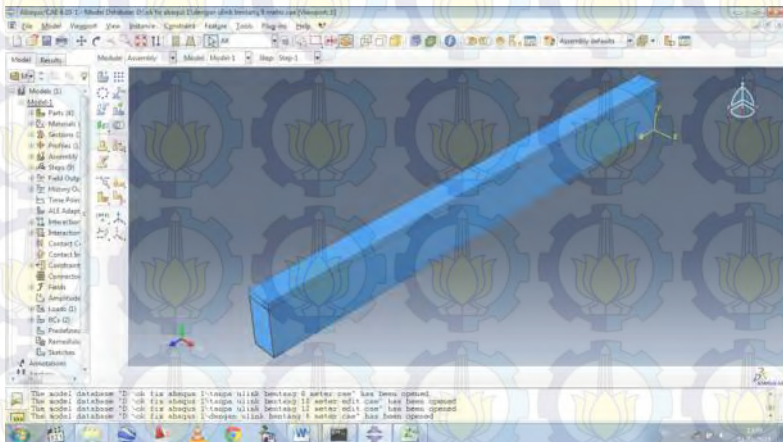
<b>Yield stress Mpa</b>	<b>Cracking Strain</b>
3.40	0.00000
2.85	0.00005
2.79	0.00010
2.74	0.00015
2.70	0.00020
2.66	0.00025
2.62	0.00030
2.59	0.00035
2.56	0.00040
2.53	0.00045
2.51	0.00050
2.48	0.00055
2.46	0.00060
2.43	0.00065
2.41	0.00070
2.39	0.00075
2.37	0.00080
2.35	0.00085
2.34	0.00090
2.32	0.00095
2.30	0.00100



### 6.2.3. 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 CFTs yang telah dibuat baik dengan *property* beton maupun baja seperti terlihat pada Gambar 6.26.



Gambar 6.26 Assembly Balok CFTs Dengan U-Link.

### 6.2.4. Step (Pendefinisian Beban)

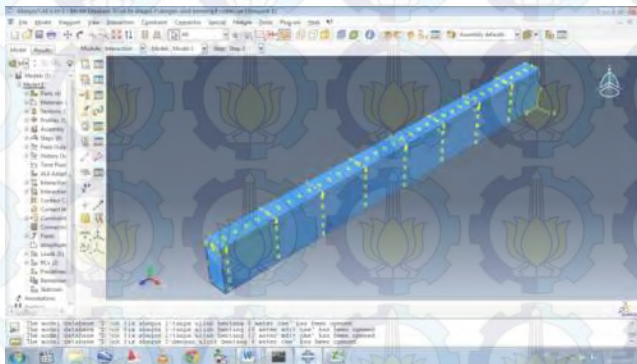
Ada 2 jenis step yaitu *initial step* yang menjadi *default* dari abaqus yaitu merupakan pendefinisian dari input – input gaya *interior* elemen, dan *load step* yang merupakan pendefinisian dari input – input beban.

Pada Tugas akhir ini terdapat 8 step. Setiap stepnya terdapat beban yang berbeda – beda. Beban setiap stepnya seperti berikut :

- Step 1 :  $12,5 \% \times Q_{ultimate}$
- Step 2 :  $25 \% \times Q_{ultimate}$
- Step 3 :  $37,5 \% \times Q_{ultimate}$
- Step 4 :  $50 \% \times Q_{ultimate}$
- Step 5 :  $62,5 \% \times Q_{ultimate}$
- Step 6 :  $75 \% \times Q_{ultimate}$
- Step 7 :  $87,5 \% \times Q_{ultimate}$
- Step 8 :  $100 \% \times Q_{ultimate}$

### 6.2.5. Interaction (Lekatan antar elemen)

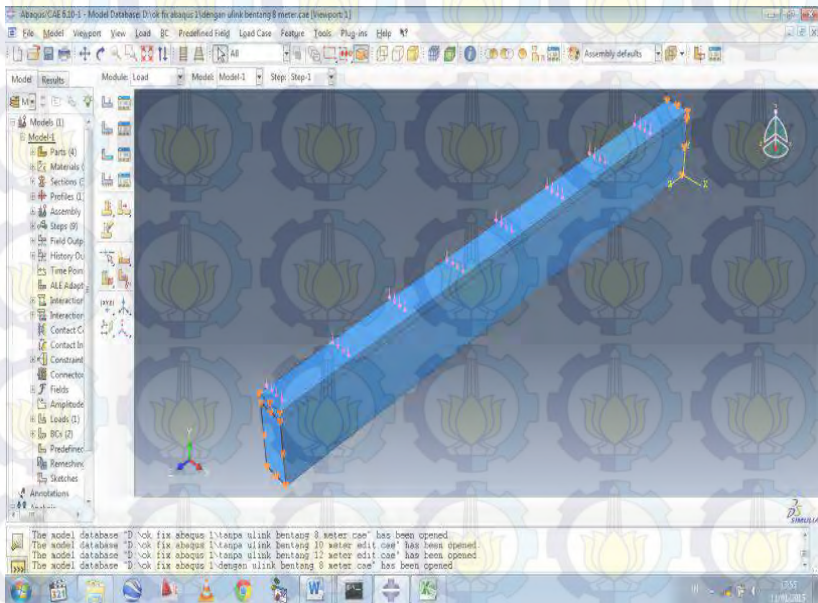
Dalam hal ini ada dua macam tipe lekatan yaitu *master surface* dan *slave surface*. *Master surface* yaitu elemen yang menjadi pusat lekatan dari elemen yang lain. *Slave surface* adalah elemen yang melekat pada *master surface* seperti terlihat pada Gambar 6.27.



Gambar 6.27 Interaction Balok CFTs Dengan U-Link.

### 6.2.6. Load (Beban)

Setelah dilakukan *interaction* maka setelah itu elemen balok diberi beban. Namun sebelum diberi beban maka perletakan elemen tersebut harus diasumsikan sendi – rol terlebih dahulu seperti terlihat pada Gambar 6.28.



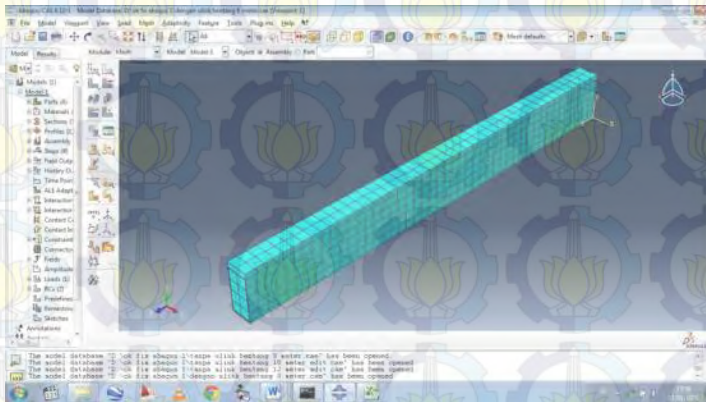
Gambar 6.28 Load Balok CFTs Dengan U-Link.

Setelah proses perletakan pada elemen balok , selanjutnya diberi beban

$$\text{Beban per luas} = \frac{q_{ultimate}}{D_{balok}} \text{ N/mm}^2$$

### 6.2.7. 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 6.29.



Gambar 6.29 Meshing Balok CFTs Dengan U-Link.

### 6.2.8. Pasca Processing

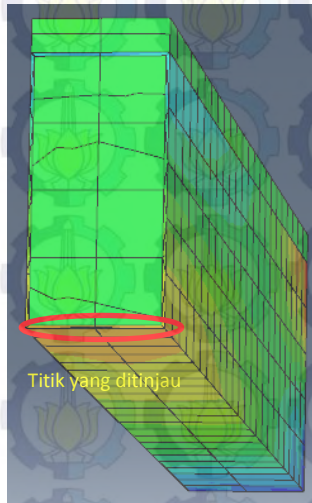
#### a. Hasil Analisa Abaqus 6.10-1

Benda uji berupa elemen balok yang telah dilakukan, akan diperbandingkan hasilnya berupa deformasi, tegangan, dan regangan.

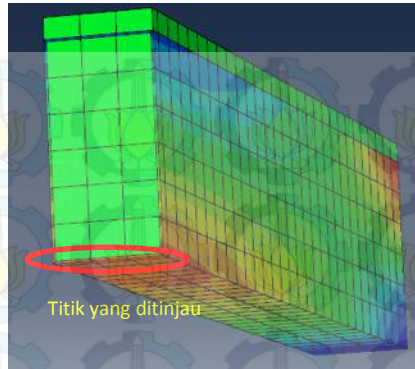
Warna pada elemen menunjukkan tegangan yang terjadi pada elemen tersebut. Semakin warna merah maka menunjukkan bahwa *displacement*, tegangan, dan regangan yang terjadi semakin besar.

### b. Tegangan

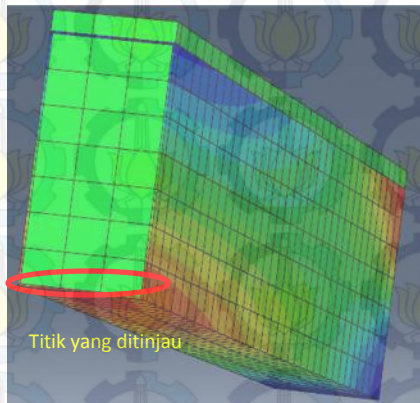
Tegangan yang akan ditinjau berdasarkan nilai tegangan terbesar yang terdapat pada bentang tengah elemen tersebut. Hasil tegangan pada analisa abaqus terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.30 Hasil Tegangan Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 8 Meter.



Gambar 6.31 Hasil Tegangan Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 10 Meter.



Gambar 6.32 Hasil Tegangan Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 12 Meter.

Untuk hasil lengkap tegangan pada analisa abaqus akan disajikan dalam Tabel 6.11.

Tabel 6.11 Hasil Tegangan Pada 3 Benda Uji Balok CFTs  
Dengan U-Link

No	ELEMEN CFT	STEP	TEGANGAN (MPa)
1	B2 8m	STEP 1	14,399
		STEP 2	25,242
		STEP 3	47,663
		STEP 4	75,593
		STEP 5	103,725
		STEP 6	131,021
		STEP 7	170,948
		STEP 8	221,146
2	B2 10 m	STEP 1	48,922
		STEP 2	50,994
		STEP 3	71,231
		STEP 4	115,787
		STEP 5	161,277
		STEP 6	226,357
		STEP 7	231,805
		STEP 8	237,528
3	B2 12 m	STEP 1	15,152
		STEP 2	50,995
		STEP 3	90,121
		STEP 4	133,032
		STEP 5	137,483
		STEP 6	246,238
		STEP 7	251,382
		STEP 8	250,759

Dari hasil tegangan yang terjadi pada benda uji B2 dengan program Abaqus akan diperbandingkan dengan perhitungan control penampang dengan perhitungan manual. Hasil dari perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.12.

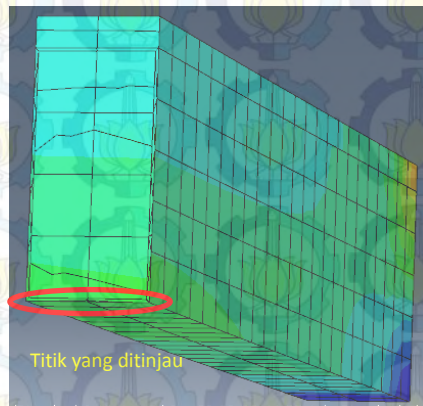
Tabel 6.12 Hasil Perbandingan Tegangan Perhitungan Manual Dengan Abaqus Penampang Dengan U-Link

No	Uraian	Elemen CFT	Tegangan (MPa)	Selisih (%)
1	Perhitungan Manual	B2 8 m	208,694	5,97
	Analisa Abaqus	B2 8 m	221,146	
2	Perhitungan Manual	B2 10 m	223,340	6,35
	Analisa Abaqus	B2 10 m	237,528	
3	Perhitungan Manual	B2 12 m	234,929	6,74
	Analisa Abaqus	B2 12 m	250,759	

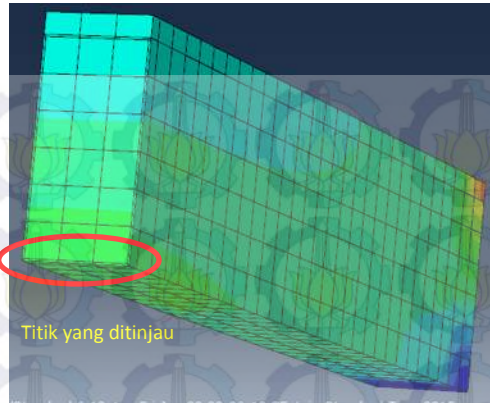


### c. Regangan

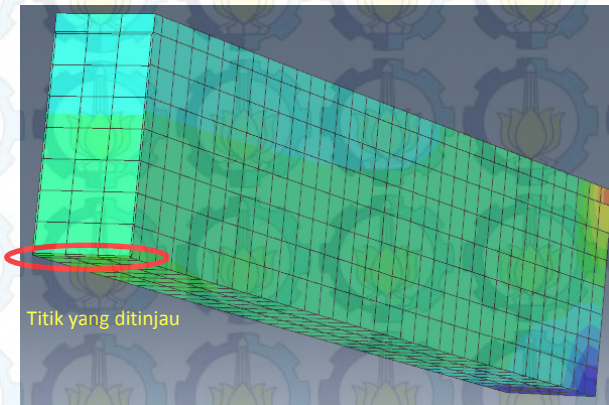
Regangan yang akan ditinjau berdasarkan nilai regangan terbesar yang terdapat pada bentang tengah elemen tersebut. Hasil regangan pada analisa abaqus terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.33 Hasil Regangan Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 8 Meter.



Gambar 6.34 Hasil Regangan Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 10 Meter.

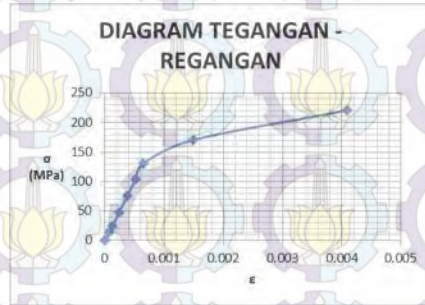


Gambar 6.35 Hasil Regangan Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 12 Meter.

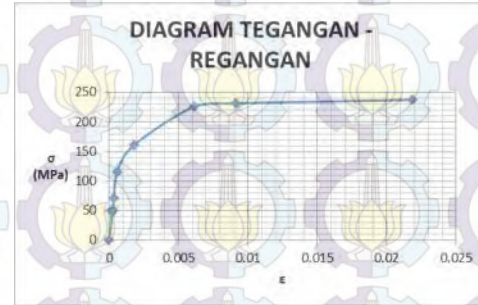
Untuk hasil lengkap tegangan pada analisa abaqus akan disajikan dalam Tabel 6.13.

Tabel 6.13 Hasil Regangan Pada 3 Benda Uji Balok CFTs Dengan U-Link

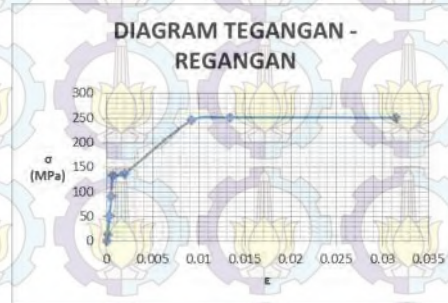
No	ELEMEN CFT	STEP	REGANGAN
1	B2 8m	STEP 1	0,000072
		STEP 2	0,000126
		STEP 3	0,000238
		STEP 4	0,000376
		STEP 5	0,000515
		STEP 6	0,000650
		STEP 7	0,001497
		STEP 8	0,004101
2	B2 10 m	STEP 1	0,000244
		STEP 2	0,000255
		STEP 3	0,000356
		STEP 4	0,000578
		STEP 5	0,001805
		STEP 6	0,006130
		STEP 7	0,009157
		STEP 8	0,021862
3	B2 12 m	STEP 1	0,000076
		STEP 2	0,000255
		STEP 3	0,000450
		STEP 4	0,000664
		STEP 5	0,001876
		STEP 6	0,009230
		STEP 7	0,013414
		STEP 8	0,031435



Gambar 6.36 Diagram Tegangan - Regangan Penampang Dengan U-Link Bentang 8 Meter.



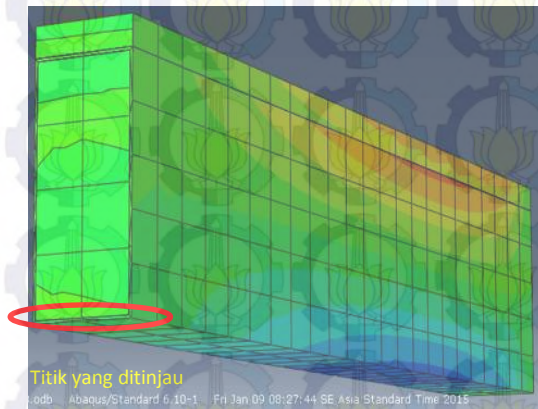
Gambar 6.37 Diagram Tegangan - Regangan Penampang Dengan U-Link Bentang 10 Meter.



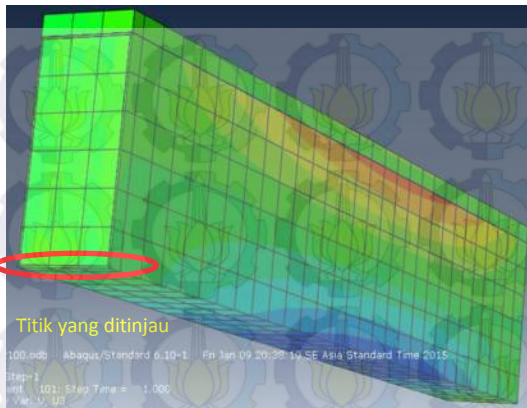
Gambar 6.38 Diagram Tegangan - Regangan Penampang Dengan U-Link Bentang 12 Meter.

#### d. Deformasi

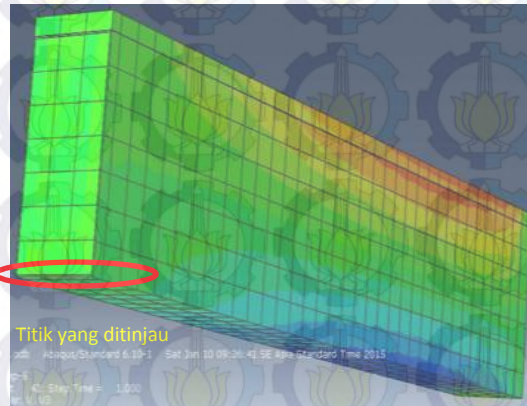
Deformasi yang akan ditinjau berdasarkan nilai deformasi terbesar yang terdapat pada bentang tengah elemen tersebut. Hasil deformasi pada analisa abaqus terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.39 Hasil Deformasi Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 8 Meter.



Gambar 6.40 Hasil Deformasi Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 10 Meter.

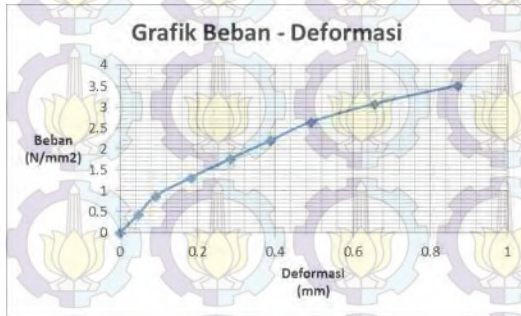


Gambar 6.41 Hasil Deformasi Pada Analisa Abaqus Penampang Dengan U-Link Tengah Bentang 12 Meter.

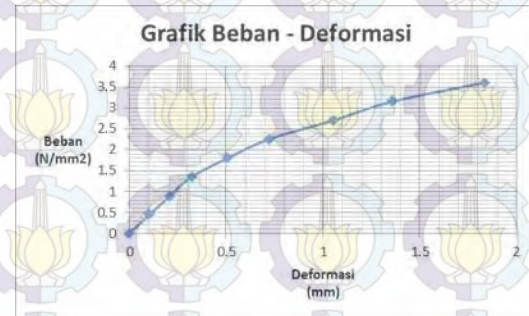
Untuk hasil lengkap deformasi pada analisa abaqus akan disajikan dalam Tabel 6.14.

Tabel 6.14 Hasil Deformasi Pada 3 Benda Uji Balok CFTs Dengan U-Link

No	ELEMEN CFT	STEP	Beban (N/mm <sup>2</sup> )	Deformasi (mm)
1	B1 8m	STEP 1	0,440	0,047
		STEP 2	0,880	0,093
		STEP 3	1,321	0,184
		STEP 4	1,761	0,284
		STEP 5	2,201	0,388
		STEP 6	2,641	0,493
		STEP 7	3,081	0,658
		STEP 8	3,522	0,872
2	B1 10 m	STEP 1	0,450	0,105
		STEP 2	0,901	0,211
		STEP 3	1,351	0,321
		STEP 4	1,802	0,509
		STEP 5	2,252	0,722
		STEP 6	2,702	1,054
		STEP 7	3,153	1,359
		STEP 8	3,603	1,833
3	B1 12 m	STEP 1	0,460	0,076
		STEP 2	0,919	0,277
		STEP 3	1,379	0,485
		STEP 4	1,838	0,712
		STEP 5	2,298	0,954
		STEP 6	2,757	1,422
		STEP 7	3,217	1,811
		STEP 8	3,676	2,198



Gambar 6.42 Grafik Beban - Deformasi Penampang Dengan U-Link Bentang 8 Meter.



Gambar 6.43 Grafik Beban - Deformasi Penampang Dengan U-Link Bentang 10 Meter.



Gambar 6.44 Grafik Beban - Deformasi Penampang Dengan U-Link Bentang 12 Meter.



## BAB VII

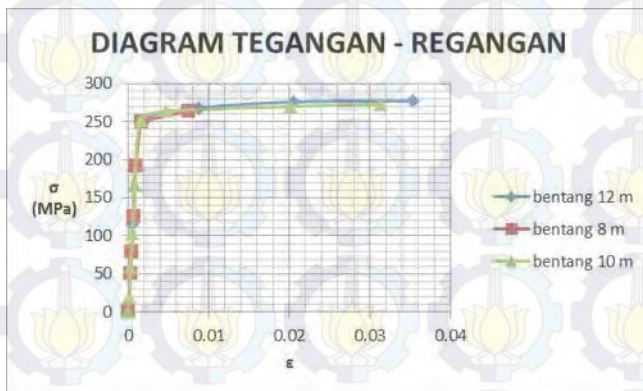
### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada balok CFTs menggunakan U-Link dan balok CFTs tanpa U-Link, dapat ditarik kesimpulan dari kedua jenis balok tersebut.

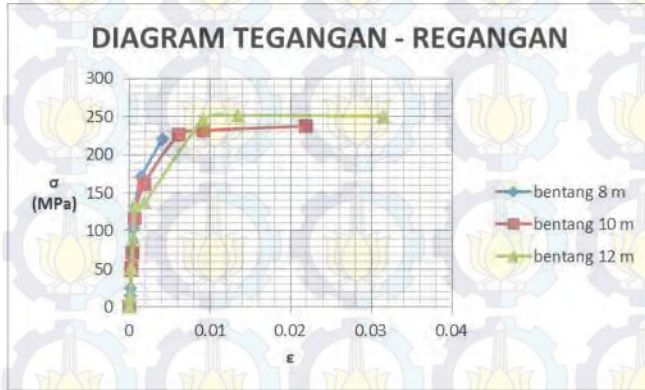
Pada balok CFTs menggunakan U-Link dan balok CFTs tanpa U-Link, didapatkan hasil :

1. Tegangan ( $\sigma$ ) dan regangan ( $\epsilon$ ), pada balok CFTs tanpa U-Link.



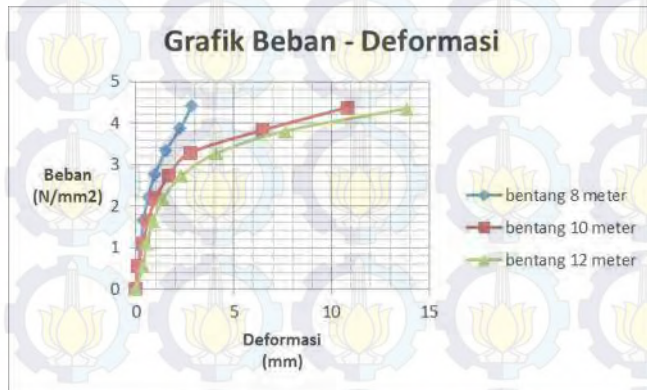
Gambar 7.1 Diagram Tegangan - Regangan Penampang Tanpa U-Link.

2. Tegangan ( $\sigma$ ) dan regangan ( $\epsilon$ ) pada balok CFTs dengan U-Link.



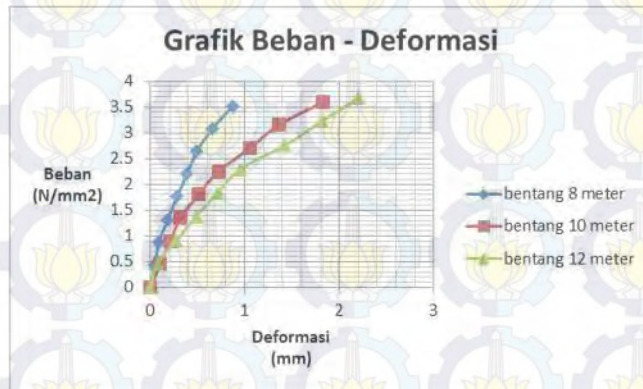
Gambar 7.2 Diagram Tegangan - Regangan Penampang Dengan U-Link.

3. Grafik beban dan deformasi pada balok CFTs tanpa U-Link.



Gambar 7.3 Grafik Beban - Deformasi Penampang Tanpa U-Link.

4. Grafik beban dan deformasi pada balok CFTs dengan U-Link.



Gambar 7.4 Grafik Beban - Deformasi Penampang Dengan U-Link.

Dari hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Jika dilihat dari hasil analisa ( $\infty$  Mn,  $\sigma$ ,  $\epsilon$ ) untuk balok CFTs tanpa U-link lebih unggul dibandingkan balok CFTs menggunakan U-link. Hal ini dikarenakan antara pelat lantai dengan balok menjadi monolit, sedangkan pada balok CFTs menggunakan U-Link mengandalkan kekuatan *Shear Connector* untuk menghubungkan balok dengan pelat lantai.
2. Jika dilihat dari grafik diagram tegangan – regangan maka dapat disimpulkan semakin panjang bentang balok, semakin daktail. Hal ini karena semakin panjang bentang balok semakin besar nilai regangannya.
3. Jika dilihat dari grafik beban – deformasi, deformasi yang terjadi pada kedua jenis penampang masih sangat kecil. Dengan deformasi yang kecil berarti balok tersebut cukup stabil.

## 7.2. Saran

Dalam proses pengerjaan tugas akhir ini penulis menemui beberapa kesulitan, sehingga penulis memberikan saran diantaranya:

1. Pemodelan Abaqus untuk balok CFTs menggunakan U-Link khususnya interaksi antara pelat lantai dengan U-Link masih menggunakan interaksi *tie*. Hal ini mengakibatkan hasil output Abaqus kurang mendekati hasil sama dengan kenyataannya.
2. Perletakan pada tugas akhir ini menggunakan sendi – rol, akan tetapi *region* perletakan terdapat pada penampang balok. Perlu dibuat pemodelan yang sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.
3. Pembebanan pada pemodelan abaqus sebaiknya berupa *displacement* , karena dengan *displacement* grafik tegangan – regangan yang didapat lebih presisi.
4. Perlu dilakukan validasi terhadap kapasitas momen penampang antara hitungan manual dengan abaqus.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

- Cheng, Cin-Tung; Chen, Cheng-Chih. 2004. *Seismic Behavior of Steel Beam and Reinforced Concrete Column Connections*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung(PPIUG)*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002)*. BSN : Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)*. BSN : Bandung.
- Hajjar, J.F. 2000. *Concrete-filled steel tube columns under earthquake loads. Progress of Structural Engineering and Materials, Vol.2 (1), pp 72-81*.
- Probst, A. D. Kang, T H.-K.Ramseyer, C. and Kim, U. 2010. *Composite Flexural Behavior of Full-Scale Concrete-Filled Tubes without Axial Loads. Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 136(11), pp 1401-1412*.
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*. Erlangga : Semarang.





## **BIODATA PENULIS**



Penulis adalah anak ke-2 dari 3 (tiga) bersaudara dari pasangan bapak Taufik dan ibu Umi Laeli, dilahirkan di Tegal pada tanggal 12 Agustus 1991. Beralamat di Jalan Semboja RT 05/RW 06, Pakembaran, Slawi, Kabupaten Tegal.

Pendidikan formal yang pernah ditempuh yaitu TK Miftakhul Ulum Slawi tahun 1995, kemudian melanjutkan ke Sekolah Dasar Negeri (SDN) 02 Pakembaran pada tahun 1997, pada tahun 2003 melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 1 Slawi, kemudian di tahun 2006 melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Tegal. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2009, penulis melanjutkan studi pada Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil di Universitas Diponegoro Semarang. Setelah lulus dari Program Diploma III pada tahun 2012, penulis melanjutkan studi pada Program Sarjana Lintas Jalur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, terdaftar dengan NRP. 3112 106 024. Di Program Sarjana Teknik Sipil ini penulis mengambil Bidang Studi Struktur.

E-mail : [gema.azmi46@gmail.com](mailto:gema.azmi46@gmail.com)