



TUGAS AKHIR - RC 141501

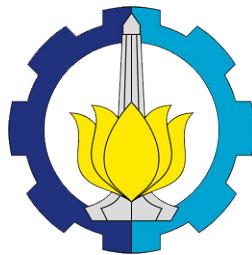
# **STUDI PEMODELAN STRUKTUR HALF SLAB PRECAST DENGAN PEMBEBANAN MOMEN DUA ARAH PADA STRUKTUR DERMAGA PT PETROKIMIA GRESIK DENGAN BANTUAN SOFTWARE FINITE ELEMENT**

**OKKY ARIANTI**  
**NRP. 3112106050**

**DOSEN PEMBIMBING I**  
**Ir. DJOKO IRAWAN, MS**

**DOSEN PEMBIMBING II**  
**BUDI SUSWANTO, ST., MT., PhD**

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



TUGAS AKHIR - RC 141501

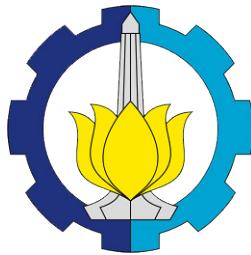
# STUDI PEMODELAN STRUKTUR HALF SLAB PRECAST DENGAN PEMBEBANAN MOMEN DUA ARAH PADA STRUKTUR DERMAGA PT PETROKIMIA GRESIK DENGAN BANTUAN SOFTWARE FINITE ELEMENT

OKKY ARIFIANTO  
NRP. 3112106050

DOSEN PEMBIMBING I  
Ir. DJOKO IRAWAN, MS

DOSEN PEMBIMBING II  
BUDI SUSWANTO, ST., MT., PhD

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



TUGAS AKHIR - RC 141501

**PRECAST HALF SLAB  
MODELING STUDY WITH  
MOMENT LOADING TO PT  
GRESIK DOCK STRUCTURE  
BY USING  
FINITE ELEMENT SOFTWARE**

**OKKY ARIANTO  
NRP. 3112106050**

**DOSEN PEMBIMBING I  
Ir. DJOKO IRAWAN, MS**

**DOSEN PEMBIMBING II  
BUDI SUSWANTO, ST., MT., PhD**

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



TUGAS AKHIR - RC 141501

**PRECAST HALF SLAB STRUCTURE  
MODELING STUDY WITH TWO WAY  
MOMENT LOADING TO PT PETROKIMIA  
GRESIK DOCK STRUCTURE BY USING  
FINITE ELEMENT SOFTWARE**

OKKY ARIANTO  
NRP. 3112106050

DOSEN PEMBIMBING I  
Ir. DJOKO IRAWAN, MS

DOSEN PEMBIMBING II  
BUDI SUSWANTO, ST., MT., PhD

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

# **STUDI PEMODELAN STRUKTUR HALF SLAB PRECAST DENGAN PEMBEBANAN MOMEN DUA ARAH PADA STRUKTUR DERMAGA PT PETROKIMIA GRESIK DENGAN BANTUAN SOFTWARE FINITE ELEMENT**

## **TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Program Sarjana Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Oleh :

**OKKY ARIFIANTO**  
NRP. 3112106050

**Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :**

**Ir. Djoko Irawan, MS..... (Pembimbing 1)**

**Budi Suswanto, ST., M.T., Ph.D..... (Pembimbing 2)**



# **STUDI PEMODELAN STRUKTUR HALF SLAB PRECAST DENGAN PEMBEBANAN MOMEN DUA ARAH PADA STRUKTUR DERMAGA PT PETROKIMIA GRESIK DENGAN BANTUAN SOFTWARE FINITE ELEMENT**

Nama	:	Okky Arifianto
NRP	:	3112106050
Jurusan	:	Teknik Sipil – FTSP - ITS
DosenPembimbing	:	Ir. Djoko Irawan, MS. Budi Suswanto, ST., MT., PhD.

## **ABSTRAK**

Pelat lantai pracetak adalah salah satu aplikasi dari teknologi beton pracetak. Beton pracetak adalah elemen beton struktur yang dicetak di tempat lain dari posisi akhirnya dalam struktur. Berdasarkan ketebalan dari pelat pracetak, pelat lantai pracetak dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu *full slab precast* dan *half slab precast*. *Full slab precast* adalah elemen atau komponen pelat lantai yang dibuat pracetak dengan ketebalan utuh sesuai dengan perencanaan, sedangkan *half slab precast* adalah elemen atau komponen pelat lantai yang dibuat pracetak dengan ketebalan tertentu, sehingga diperlukan pengecoran *cast in situ* (cor di tempat) untuk *overtoppingnya*.

Penggunaan pelat lantai dengan sistem *half slab precast* masih ditemukan kendala, diantaranya adalah terjadi keretakan pada komponen pelat pracetaknya. Hal ini diduga akibat perencanaan sistem *half slab precast* dimana pelat pracetak dengan tipe pelat satu arah mengalami pembebanan momen dua arah pada pelaksanaan di lapangan. Dan juga pembagian jumlah segmental pun hanya sebatas pada kemudahan proses pengangkutan dan pemasangan, akan tetapi tidak ditinjau terhadap pengaruh perbedaan tegangan yang ada jika pelat pracetak tersebut mengalami pembebanan momen dua arah.

Dalam penelitian ini akan membahas mengenai pemodelan struktur pelat lantai sistem half slab precast dengan model dibuat menjadi beberapa tipe dari jumlah segmen dan mutu beton yang digunakan dibandingkan dengan pelat lantai monolit. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perilaku dari struktur setelah mengalami pembebahan dua arah ditinjau dari pengaruh lendutan dan tegangan.

Dari hasil analisa perilaku struktur yang terjadi didapat bahwa pelat pracetak dengan lebar 2.5 m lebih efektif karena memiliki lendutan lebih kecil dibandingkan dengan pelat pracetak dengan lebar 2 m.

**Kata Kunci :** *Half Slab Precast, Finite Element, Momen Dua Arah*

# **PRECAST HALF SLAB STRUCTURE MODELING STUDY WITH TWO WAY MOMENT LOADING TO PT PETROKIMIA GRESIK DOCK STRUCTURE BY FINITE ELEMENT SOFTWARE AID**

Name of Student : Okky Arifianto  
Student Reg. Number : 3112106050  
Department : Civil Engineering – FTSP - ITS  
Supervisor : Ir. Djoko Irawan, MS.  
Budi Suswanto, ST., MT., PhD.

## **ABSTRACT**

Precast slabs is one of precast concrete technology application. Precast slabs is concrete structure element that builded on another place from the final position at the structure. Based on thickness of the slabs, precast concrete slabs divided into two types, such as full slabs precast and half slabs precast. Full slabs precast is the element of slabs that builded based on full of thickness of the slabs. Half slabs precast is element of slabs that builded for certain thickness and then do the overtopping concrete for total thickness need.

The use of floor slabs half precast slab system still found obstacles, such as cracking occurred at components precast plate. This is presumably due to the planning system in which half slab precast design with a plate type one-way direction but the plate two way loading experienced in the implementation in the field. And also the distribution of segmental was only in the ease of transportation and installation process, but not in terms of the effect of strain contradiction is there if the precast slab loading two-way moment experience.

In this research will discuss about the modeling of the structure of the floor half slabs precast system with a model made into some type of a number of segments and compressive strain of concrete are used and than comparison with monolith slab

system. It aims to determine the behavior of the structure after experiencing two-way moment loading in terms of the effect of deflection and stress.

From the analysis of the behavior of structures occurring obtained that precast slab width of 2.5 m is more effective because it has a smaller deflection compared with precast plates with a width of 2 m.

**Key Word : *Half Slab Precast, Finite Element, Two Way Moment***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat ALLAH SWT yang telah memberikan banyak nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "Studi Pemodelan Struktur Half Slab Precast dengan Pembebatan Momen Dua Arah pada Struktur Dermaga PT Petrokimia Gresik dengan Bantuan Software Finite Element". Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS.

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

1. Kedua Orang tua serta adik penulis yang selalu memberikan doa, dukungan serta menjadi motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Ir.Djoko Irawan, MS dan Budi Suswanto, ST.,MT., Ph.D yang telah meluangkan waktu dan perhatiannya untuk membimbing kami dalam memberikan ilmu serta motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Liendy Lisa Heradianti, yang selalu memberikan doa dan menjadi motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Teman-teman Lintas Jalur Teknik Sipil angkatan 2012 yang telah berbagi pengetahuan, pengalaman baik dalam hidup maupun akademis.
5. Seluruh Dosen dan Staf administrasi pengajaran Lintas Jalur Teknik Sipil ITS yang selalu membantu dari awal perkuliahan hingga selesai.
6. Seluruh pihak yang telah membantu kami sehingga tugas akhir ini dapat selesai.

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

Penyusun

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	iii
<b>ABSTRAK .....</b>	iv
<b>ABSTRACT .....</b>	vi
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	viii
<b>DAFTAR ISI .....</b>	x
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xii
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	xiv
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan .....	4
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Manfaat .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pelat Lantai .....	7
2.2. <i>Finite Element</i> Teori .....	12
2.3. <i>Half Slab Precast</i> .....	15
2.4. Lekatan Antara Beton Dan Tulangan .....	17
2.5. Lekatan Beton Pracetak Dengan Beton <i>Cast In Place</i> .....	18
<b>BAB III METODOLOGI</b>	
3.1. Umum .....	21
3.2. Diagram Alur .....	22
3.3. Perencanaan Dimensi Penampang .....	23
3.4. Pemodelan Dengan Software <i>Finite Element</i> .....	27
3.5. Analisa dan Studi Perilaku Struktur .....	30
3.6. Pembandingan Perilaku Struktur antara <i>Half Slab Precast</i> dengan Monolit .....	31

## **BAB IV PEMODELAN STRUKTUR DENGAN SOFTWARE FINITE ELEMENT**

4.1.	Parts .....	33
4.2.	Property .....	35
4.3.	Assembly .....	39
4.4.	Step .....	39
4.5.	Interaction .....	40
4.6.	Load .....	41
4.7.	Meshing .....	42
4.8.	Job .....	43
4.9.	Visualization .....	43

## **BAB V HASIL DAN ANALISA**

5.1.	Hasil Analisa Dengan Software Finite Element .....	45
5.2.	Pembandingan Tegangan Tarik .....	67

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

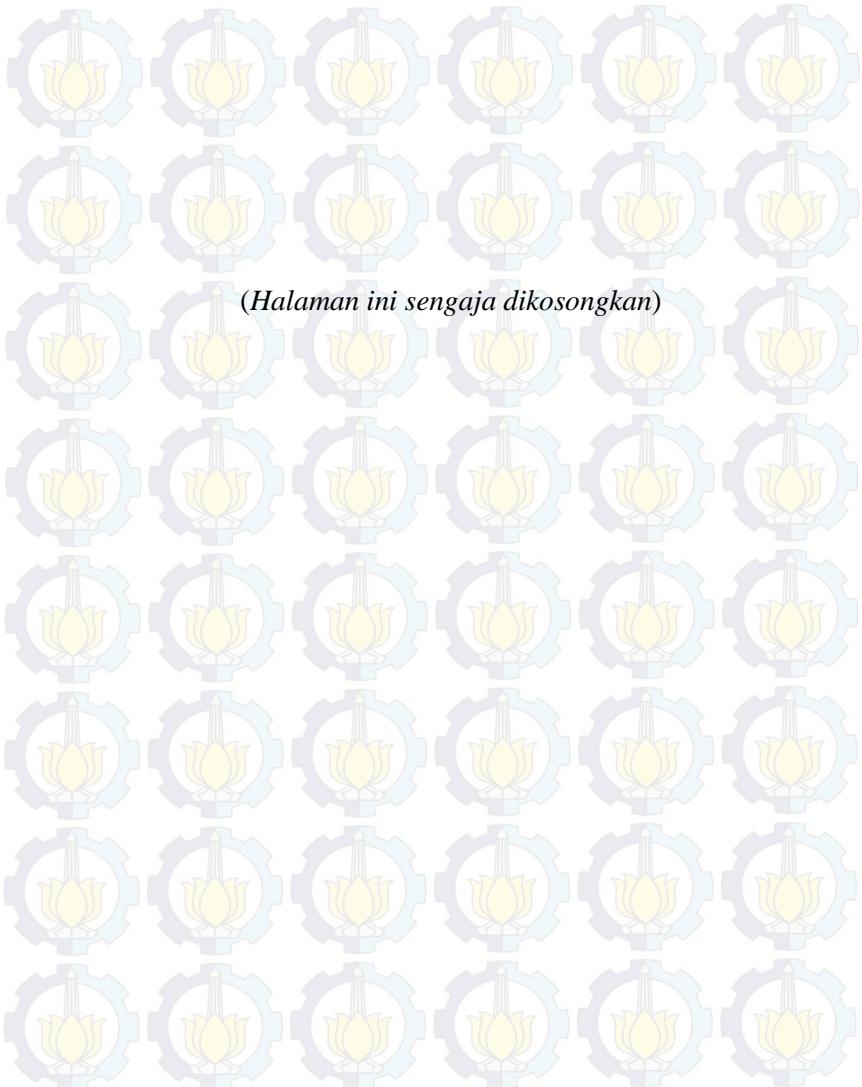
6.1.	Kesimpulan .....	71
6.2.	Saran .....	71

## **DAFTAR PUSTAKA**

xx

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hasil Perbandingan Lekatan Antara Beton Lama Dan Baru .....	18
Tabel 3.1	Parameter <i>Plasticity</i> .....	23
Tabel 3.2	Tegangan dan Regangan Mutu Beton K300 Kondisi Tertekan (kiri) dan Kondisi Tarik (Kanan) .....	24
Tabel 3.3	Tabel Konversi Mutu Beton .....	26
Tabel 3.4	Tabel Jenis Model .....	26
Tabel 4.1	Parameter <i>Plasticity</i> .....	35
Tabel 4.2	Parameter <i>Plasticity</i> .....	36
Tabel 4.3	Tahapan Pembebaan .....	39
Tabel 4.4	Matriks <i>Interaction</i> .....	40
Tabel 5.1	Tipe Model .....	45
Tabel 5.2	Tegangan Tarik Maksimum .....	67
Tabel 5.3	Tegangan Tarik Sepanjang Bentang dengan Lebar Pracetak 2 m .....	68
Tabel 5.4	Tegangan Tarik Sepanjang Bentang dengan Lebar Pracetak 2.5 m .....	68



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

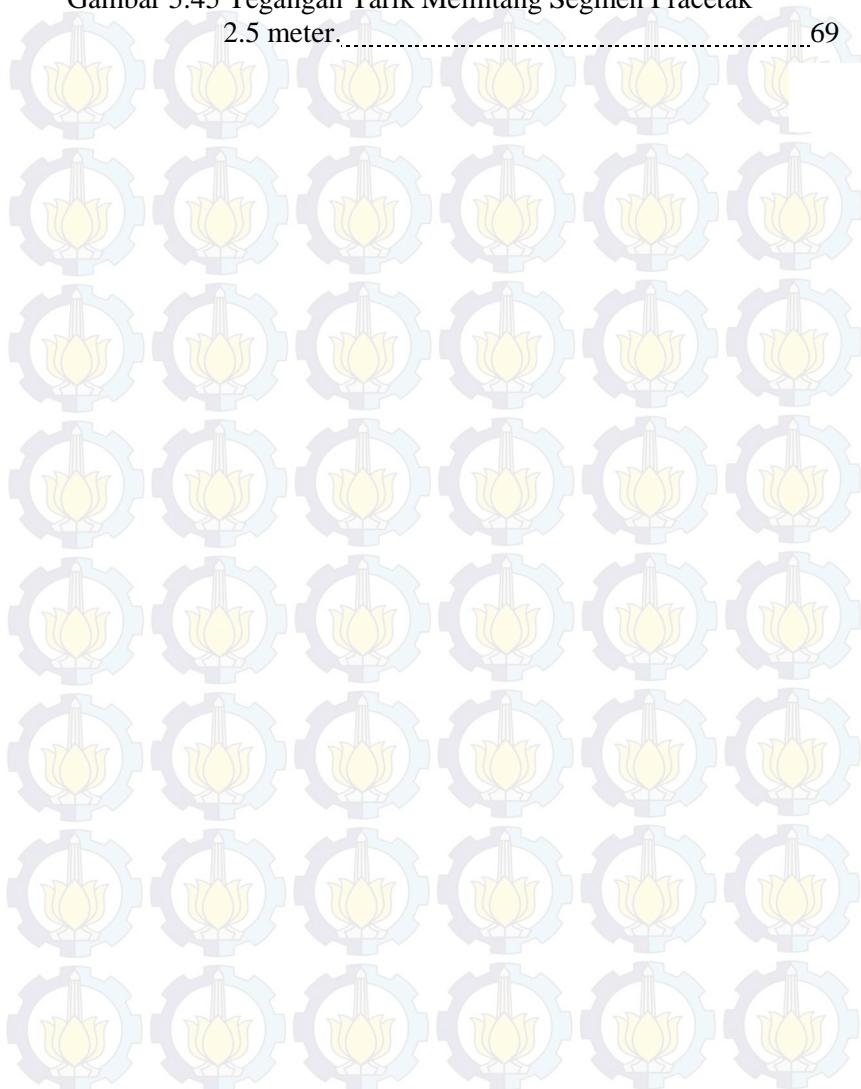
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Full Slab Precast</i> Dan <i>Half Slab Precast</i> .....	1
Gambar 1.2 Keretakan Pada Struktur <i>Half Slab Precast</i> .....	3
Gambar 2.1 Pelat Satu arah Dan Pelat Dua Arah .....	7
Gambar 2.2 Flat Plate .....	8
Gambar 2.3 Flat Slab .....	8
Gambar 2.4 Waffle Slab .....	9
Gambar 2.5 One Way Concrete Ribs Slab .....	9
Gambar 2.6 Band Beam Slab .....	10
Gambar 2.7 Hollow Core Slab .....	11
Gambar 2.8 Full Slab Precast .....	11
Gambar 2.9 Half Slab Precast .....	12
Gambar 2.10 Half Slab Precast pada proyek dermaga .....	16
Gambar 2.11 Sistem lantai komposit .....	17
Gambar 2.12 Struktur Konektor <i>Cast-In Plates</i> pada panel pracetak .....	18
Gambar 2.13 Grafik kekuatan geser dengan variasi kekasaran (atas) dan menggunakan epoxy resin (bawah) .....	19
Gambar 3.1 Layout Dermaga PT Petrokimia Gresik .....	21
Gambar 3.2 Pelat Lantai yang dianalisa .....	21
Gambar 3.3 Diagram Alur .....	22
Gambar 3.4 Grafik Tegangan Regangan Kondisi Beton Tertekan .....	25
Gambar 3.5 Grafik Tegangan Regangan Kondisi Beton Tarik .....	25
Gambar 3.6 Halaman Muka Software Abaqus .....	30
Gambar 4.1 Pelat Precast 2.5 m x 10m .....	33
Gambar 4.2 Pelat Overtopping 10 m x 10m .....	34
Gambar 4.3 Tulangan Overtopping dan Pelat Pracetak dengan Membran .....	34
Gambar 4.4 Material Manager .....	35
Gambar 4.5 Tegangan vs Regangan Beton Kondisi Tekan .....	36

Gambar 4.6 Tegangan vs Regangan Beton Kondisi Tarik .....	36
Gambar 4.7 Tegangan vs Regangan Beton Kondisi Tekan .....	37
Gambar 4.8 Tegangan vs Regangan Beton Kondisi Tarik .....	37
Gambar 4.9 <i>Section Manager</i> .....	38
Gambar 4.10 <i>Assign Rebar Reference</i> .....	38
Gambar 4.11 <i>Assembling</i> elemen pelat .....	39
Gambar 4.12 <i>Step</i> Pembebanan .....	40
Gambar 4.13 <i>Interaction</i> .....	41
Gambar 4.14 Pemberian Beban .....	41
Gambar 4.15 <i>Boundary Condition</i> .....	42
Gambar 4.16 <i>Meshering</i> .....	42
Gambar 4.17 <i>Job</i> .....	43
Gambar 4.18 Gambar tegangan maksimum yang terjadi .....	44
Gambar 4.19 Gambar lendutan maksimum yang terjadi .....	44
Gambar 5.1 Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tarik Beton .....	46
Gambar 5.2 Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tekan Beton .....	46
Gambar 5.3 Grafik Beban vs Lendutan .....	46
Gambar 5.4 Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tarik Beton .....	47
Gambar 5.5 Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tekan Beton .....	47
Gambar 5.6 Grafik Beban vs Lendutan .....	48
Gambar 5.7 Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tarik Beton .....	48
Gambar 5.8 Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tekan Beton .....	49
Gambar 5.9 Grafik Beban vs Lendutan .....	49
Gambar 5.10 Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tarik Beton .....	50
Gambar 5.11 Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tekan Beton .....	50

Gambar 5.12 Grafik Beban vs Lendutan .....	51
Gambar 5.13 Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tarik Beton .....	51
Gambar 5.14 Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tekan Beton .....	52
Gambar 5.15 Grafik Beban vs Lendutan .....	52
Gambar 5.16 Tegangan Tampak Atas Tipe M1 .....	53
Gambar 5.17 Tegangan Bawah Atas Tipe M1 .....	53
Gambar 5.18 Tegangan Tampak Atas Tipe M2 .....	54
Gambar 5.19 Tegangan Bawah Atas Tipe M2 .....	54
Gambar 5.20 Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.1 .....	55
Gambar 5.21 Tegangan Bawah Atas Tipe PCST 2.1 .....	55
Gambar 5.22 Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.2 .....	56
Gambar 5.23 Tegangan Bawah Atas Tipe PCST 2.2 .....	56
Gambar 5.24 Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.3 .....	57
Gambar 5.25 Tegangan Bawah Atas Tipe PCST 2.3 .....	57
Gambar 5.26 Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.4 .....	58
Gambar 5.27 Tegangan Bawah Atas Tipe PCST 2.4 .....	58
Gambar 5.28 Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.5 .....	59
Gambar 5.29 Tegangan Bawah Atas Tipe PCST 2.5 .....	59
Gambar 5.30 Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.6 .....	60
Gambar 5.31 Tegangan Bawah Atas Tipe PCST 2.6 .....	60
Gambar 5.32 Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.5.1 .....	61
Gambar 5.33 Tegangan Bawah Atas Tipe PCST 2.5.1 .....	61
Gambar 5.34 Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.5.2 .....	62
Gambar 5.35 Tegangan Bawah Atas Tipe PCST 2.5.2 .....	62
Gambar 5.36 Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.5.3 .....	63
Gambar 5.37 Tegangan Bawah Atas Tipe PCST 2.5.3 .....	63
Gambar 5.38 Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.5.4 .....	64
Gambar 5.39 Tegangan Bawah Atas Tipe PCST 2.5.4 .....	64
Gambar 5.40 Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.5.5 .....	65
Gambar 5.41 Tegangan Bawah Atas Tipe PCST 2.5.5 .....	65
Gambar 5.42 Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.5.6 .....	66
Gambar 5.43 Tegangan Bawah Atas Tipe PCST 2.5.6 .....	66
Gambar 5.44 Tegangan Tarik Melintang Segmen Pracetak .....	

2 meter .....	69
Gambar 5.45 Tegangan Tarik Melintang Segmen Pracetak	
2.5 meter .....	69



## DAFTAR NOTASI

$D_L$	= Beban mati
$E_c$	= Modulus elastisitas beton, MPa
$E_s$	= Modulus elastisitas beton, MPa
$f_c$	= Tegangan tekan atau tarik beton, MPa
$f_c'$	= Kuat tekan beton, MPa
$f_{cr}$	= Tegangan retak beton, MPa
$f_y$	= Kuat leleh tulangan, MPa
$f_u$	= Kuat hancur tulangan, MPa
$k$	= Faktor modifikasi Collins
$L_L$	= Beban hidup
$n$	= Faktor modifikasi Collins
$w_c$	= Berat jenis beton, kg/m <sup>3</sup>
$\varepsilon_c$	= Regangan beton, mm
$\varepsilon_c'$	= Regangan tekan beton kondisi tegangan puncak, mm
$\varepsilon_t$	= Regangan tarik beton, mm
$\lambda$	= Faktor modifikasi yang merefleksikan properti mekanis tereduksi dari beton ringan, semuanya relatif terhadap beton normal dengan kuat tekan yang sama



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

ABAQUS, 2004, “*ABAQUS Analysis User’s Manual*”, ABAQUS Inc.

FHWA, 2006, “*Optimized Sections for High-Strength Concrete Bridge Girders — Effect of Deck Concrete Strength*”, US Departement Transportation.

Frank J.V, dan Michael P. Collins, 1986, “*The Modified Compression-Field Theory for Reinforced Concrete Elements Subjected To Shear*”, ACI Journal.

Júlio, E.N.B.S, Silva V.D., F.A.B. Branco, 2005, “*Concrete to Concrete Bond Strength: Influence of Epoxy Based Bonding Agent On a Roughened Substrate Surface* ”, Magazine Of Concrete Research.

Lee Y.L, A.Tarmizi.A.K., Ismail A.R.,Chai T.J., Koh H.B., Nagapan S., Yeoh D., 2013, “*Deflection Of Reinforced Concrete Half-Slab* ”, University Tun Hussein Onn Malaysia.

Logan, Daryl L., 2007, “*A First Course in The Finite Element Method Fourth Edition* ”, University of Wisconsin Platteville.

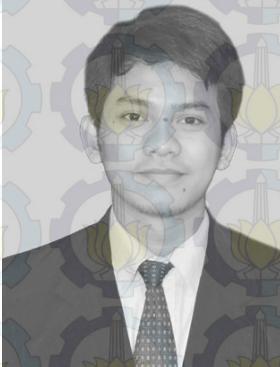
Mohsen, Shahawy, 2001, “*Review and Structural Investigation of Cracked Bridge Decks* ”, Florida Department of Transportation .

Nuroji, Oktober 2004, “*Studi Eksperimental Lekatan antara Beton dan Tulangan pada Beton Mutu Tinggi*”, Media Komunikasi Teknik Sipil, Volume 12, No. 3, Edisi XXX.

P. Kmiecik dan M.Kaminski (2011), “*Modelling of reinforced concrete structures and composite structures with concrete strength degradation taken into consideration*”, Wrocław University of Technology.

Standar Nasional Indonesia (SNI 2847-2013), 2013, “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung”, Badan Standarisasi Nasional.

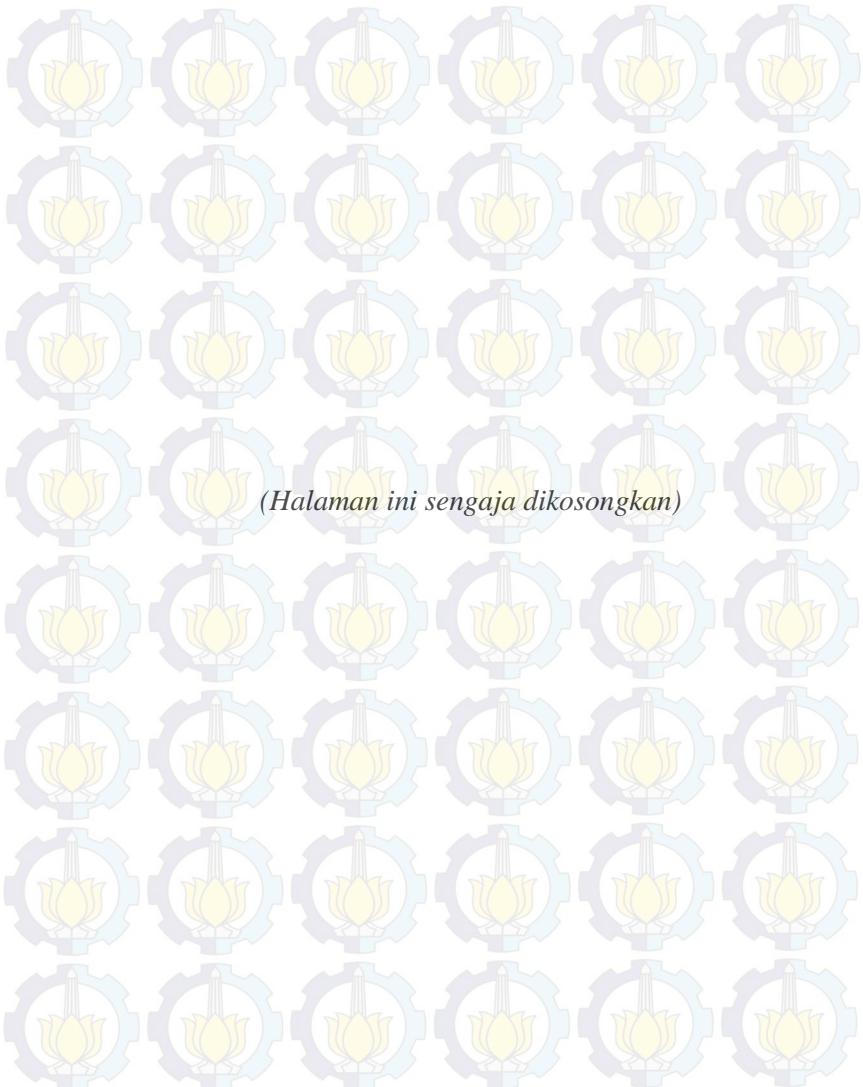
## BIODATA PENULIS



### **Okky Arifianto,**

Penulis dilahirkan di Jakarta, 30 Oktober 1991, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Nurul Janah Jakarta, SDN Pondok Labu 15 Pagi Jakarta, SMP Negeri 96 Jakarta, SMA Negeri 66 Jakarta. Setelah lulus dari SMA Negeri 66 Jakarta tahun 2009, Penulis melanjutkan jenjang pendidikan yang lebih tinggi di Politeknik

Negeri Jakarta (PNJ) Program Diploma III pada Jurusan Teknik Sipil Program Studi Teknik Konstruksi Gedung. Penulis aktif dalam beberapa kegiatan organisasi di kampus PNJ, diantaranya yaitu sebagai Ketua Umum Himpunan Mahasiswa Sipil Periode 2010-2011 dan kepanitiaan kampus seperti KJI dan KBGI serta kegiatan lainnya. Setelah menyelesaikan Program Diploma di PNJ tahun 2012, selanjutnya penulis bekerja pada salah satu perusahaan swasta di Jakarta sampai dengan awal 2013. Pada awal tahun 2013 Penulis melanjutkan jenjang pendidikannya pada program Sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Seiring dengan perkuliahan di ITS, penulis bekerja pada salah satu perusahaan BUMN Konstruksi.



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

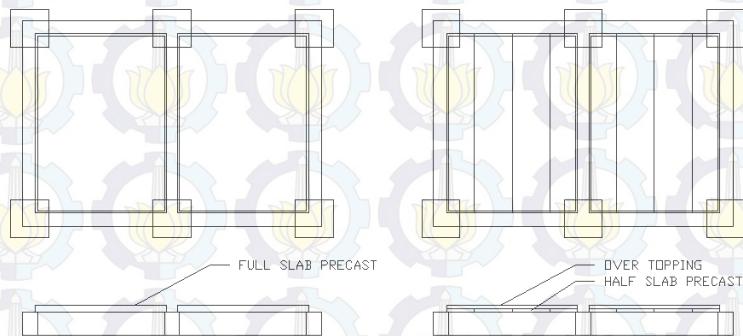
# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pelat lantai pracetak adalah salah satu aplikasi dari teknologi beton pracetak. Beton pracetak adalah elemen beton struktur yang dicetak di tempat lain dari posisi akhirnya dalam struktur (SNI 2847, 2013). Pelat lantai memiliki berbagai tipe disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan, adapun semua jenis dari pelat lantai tersebut dapat dibuat pracetak.

Berdasarkan ketebalan dari pelat pracetak, pelat lantai pracetak dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu *full slab precast* dan *half slab precast*. *Full slab precast* adalah elemen atau komponen pelat lantai yang dibuat pracetak dengan ketebalan utuh sesuai dengan perencanaan, sedangkan *half slab precast* adalah elemen atau komponen pelat lantai yang dibuat pracetak dengan ketebalan tertentu, sehingga diperlukan pengecoran *cast in situ* (cor di tempat) untuk *overtoppingnya*.



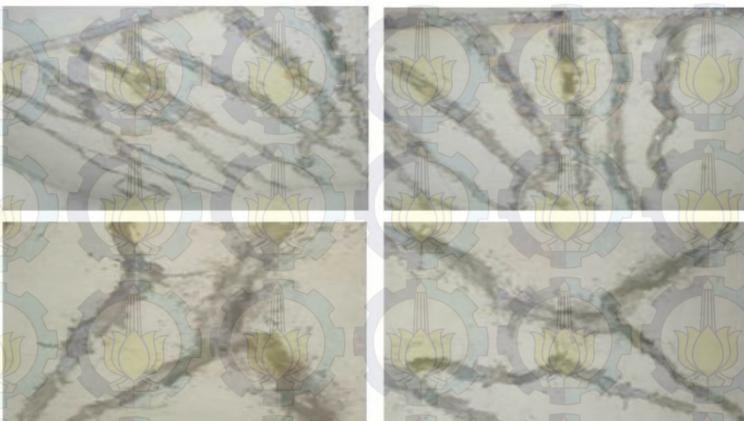
Gambar 1.1. *Full slab precast* dan *half slab precast*

Penggunaan pelat lantai pracetak akhir-akhir ini sedang marak digunakan, dikarenakan proses pekerjaan pelat lantai menjadi lebih cepat dan lebih mudah karena tidak membutuhkan bekisting atau perancah yang banyak saat konstruksi, akan tetapi dapat dibuat secara masal baik di lokasi proyek maupun di pabrik beton. Adapun proses produksi pelat lantai pracetak saat ini banyak dilakukan di pabrik beton, hal ini dikarenakan kondisi lokasi proyek yang kecil.

Oleh karena itu, dalam mendesain pelat lantai pracetak perlu memperhatikan kemampuan alat angkut dan alat angkat yang digunakan, hal ini membuat *half slab precast* menjadi pilihan yang tepat dibandingkan *full slab precast*, karena *half slab precast* cenderung memiliki berat yang lebih ringan.

Penggunaan pelat lantai dengan sistem *half slab precast* masih ditemukan kendala, diantaranya adalah terjadi keretakan pada komponen pelat pracetaknya. Hal ini diduga akibat perencanaan sistem *half slab precast* dimana pelat pracetak dengan tipe pelat satu arah mengalami pembebanan momen dua arah pada pelaksanaan di lapangan. Dan juga pembagian jumlah segmental pun hanya sebatas pada kemudahan proses pengangkutan dan pemasangan, akan tetapi tidak ditinjau terhadap pengaruh perbedaan tegangan yang ada jika pelat pracetak tersebut mengalami pembebanan dua arah.

*Half slab precast* harus dikontrol secara ketat mengenai *concrete bonding* karena jika lekatan antar pelat precast dan *overtoppingnya (cast in situ)* tidak baik, maka akan terjadi perbedaan susut yang menyebabkan timbulnya retak (Mohsen Shahawy, Ph.D, P.E., 2011).



Gambar 1.2. Keretakan pada struktur *half slab precast*

Hal tersebut yang salah satunya terjadi pada Proyek dermaga PT Petrokimia Gresik. Proyek tersebut menggunakan sistem *half slab precast* untuk diaplikasikan pada pelat lantai dermaganya. Dengan retaknya *half slab precast* tersebut membuat kekhawatiran dari pihak owner akan resiko-resiko yang mungkin terjadi seperti runtuhnya struktur.

Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini penulis ingin menganalisa mengenai permasalahan tersebut dengan judul "*Studi Pemodelan Struktur Half Slab Precast dengan pembebanan momen dua arah pada Struktur Dermaga PT Petrokimia Gresik dengan bantuan software finite element*" guna memberikan rekomendasi dalam mendesain pelat lantai sistem *half slab precast* dengan pembebanan momen dua arah, sehingga permasalahan tersebut tidak terjadi lagi dikemudian hari.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, ada beberapa permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini, antara lain:

1. Bagaimana membuat pemodelan struktur sistem *half slab precast* dengan tipe pembebanan momen dua arah dimana model dibuat beberapa tipe dari jumlah segmen dan mutu beton yang digunakan dengan bantuan *software finite element*?
2. Bagaimana perilaku sistem *half slab precast* setelah mendapatkan tipe pembebanan momen dua arah ditinjau dari pengaruh lendutan dan tegangan dibandingkan dengan sistem pelat lantai monolit?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini, antara lain:

1. Mendapatkan cara membuat pemodelan struktur sistem *half slab precast* dengan tipe pembebanan momen dua arah dimana model dibuat beberapa tipe dari jumlah segmen dan mutu beton yang digunakan dengan bantuan *software finite element*.
2. Mendapatkan perilaku sistem *half slab precast* dengan tipe pembebanan momen dua arah ditinjau dari pengaruh lendutan dan tegangan dibandingkan dengan sistem pelat lantai monolit.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan pembahasan yang akan dianalisa mencakup :

1. Tidak melakukan pengujian perancangan, namun hanya menganalisa struktur dengan bantuan *software Finite Element Analysis* dan perhitungan analitik/manual dimana model dibuat dengan ukuran 10 m x 10 m.
2. Ketebalan pelat pracetak dan overtopping mengacu pada proyek dermaga PT Petrokimia Gresik.
3. Analisa mengacu pada aplikasi sistem pelat lantai *half slab precast* pada proyek dermaga PT Petrokimia Gresik.

4. Lebar pelat pracetak yang digunakan adalah 2 m dan 2.5 m, mengacu kepada kapasitas alat angkut dan alat angkat.

## 1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- Sebagai bahan masukan dan pertimbangan dalam perencanaan pelat lantai sistem *half slab precast* dengan pembebanan momen dua arah.
- Sebagai bahan pertimbangan terhadap hal-hal yang harus diperhatikan pada saat perencanaan pelat lantai sistem *half slab precast* dengan pembebanan momen dua arah sehingga kegagalan struktur dapat diminimalisir.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB II

### TINJAUAN PUSATAKA

#### 2.1 Pelat Lantai

Pelat lantai adalah elemen atau komponen struktur yang menyalurkan beban secara langsung, baik itu beban mati maupun beban hidup ke struktur vertikal dibawahnya. Pelat lantai berfungsi juga sebagai diafragma atau pengaku lateral daripada struktur. Pelat lantai dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, diantaranya sebagai berikut :

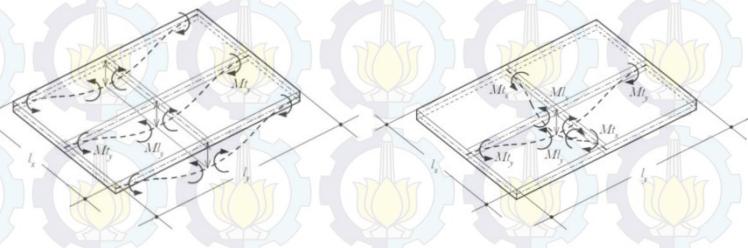
2.1.1. Berdasarkan arah deformasi struktur, pelat lantai dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

1. Pelat lantai satu arah (one way slab)

Pelat lantai satu arah adalah pelat lantai yang saat dibebani oleh beban eksternal, akan terjadi deformasi satu arah saja kearah memanjang pelat lantai.

2. Pelat lantai dua arah (two way slab)

Pelat lantai dua arah adalah pelat lantai yang saat dibebani oleh beban eksternal, akan terjadi deformasi untuk kedua arahnya.



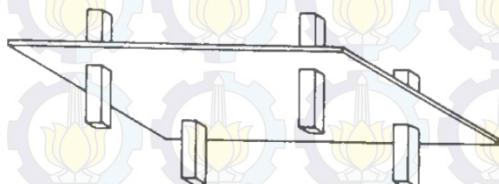
Gambar 2.1. Pelat satu arah dan Pelat dua arah

2.1.2. Berdasarkan sistem pendistribusian beban dari pelat ke kolom, pelat lantai dibedakan sebagai berikut, yaitu :

1. Pelat tanpa balok, diantaranya adalah sebagai berikut:

*a. Flat Plate*

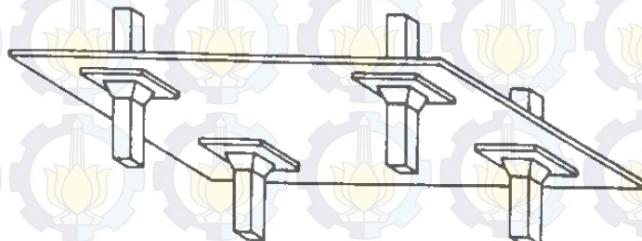
*Flat Plate* adalah komponen pelat lantai yang tidak memiliki balok atau drop panel, sehingga pendistribusian beban langsung menuju kolom. Biasanya *flat plate* terbatas pada beban yang ringan.



Gambar 2.2. *Flat plate*

*b. Flat slab*

*Flat slab* adalah komponen pelat lantai yang tidak memiliki balok akan tetapi memiliki drop panel yang dapat membantu meningkatkan kemampuan menahan momen lentur dan juga meningkatkan kemampuan gaya geser pelat.

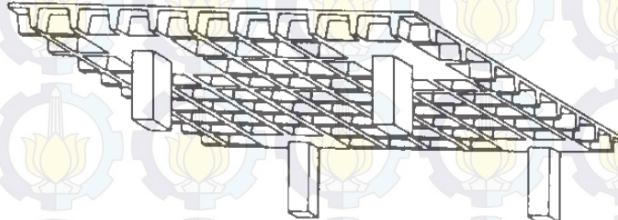


Gambar 2.3. *Flat slab*

*c. Waffle slab*

*Waffle slab* adalah komponen pelat lantai dua arah, yang memiliki kubah-kubah menyerupai waffle yang berfungsi

menambah kemampuan menahan momen lentur. *Waffle slab* dapat digunakan dengan panjang 9 m sampai dengan 12 m.



Gambar 2.4. *Waffle slab*

2. Pelat dengan balok, dapat dibedakan sebagai berikut :

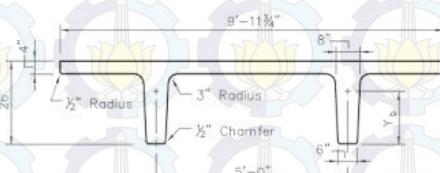
a. Pelat lantai satu arah (one way slab)

Pelat lantai satu arah adalah pelat yang memiliki panjang dua kali lebih besar atau lebih dari lebarnya (perbandingan antara Lx dan Ly lebih besar sama dengan dua).

Sistem pelat lantai satu arah terbagi menjadi 3 jenis, yaitu :

a.1. One way concrete ribs slab

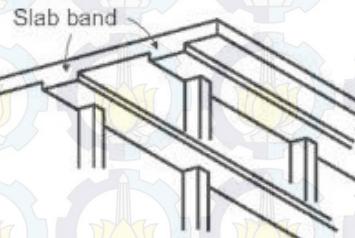
Merupakan sistem satu arah yang menggunakan balok T untuk membantu menahan beban momen.



Gambar 2.5. *One way concrete ribs slab*

### *a.2. Band beam slab system*

Merupakan sistem pelat satu arah dengan penebalan slab seperti balok yang berfungsi membuat pelat lantai mampu menahan bentangan yang lebih besar.



Gambar 2.6. *Band beam slab system*

### *a.3. Haunch girder dan Joist system*

Apabila kita menggunakan sistem pelat dan balok standar, seringkali kita mendapat permasalahan mengenai efektifitas ruangan, maka untuk mendapatkan luas ruangan yang cukup luas kita bisa menggunakan *haunch girder* dan *joist system*.

- 2.1.3. Berdasarkan metode pembuatan, pelat lantai dibedakan sebagai berikut, yaitu :

1. Pelat lantai cor di tempat

Pelat lantai cor di tempat adalah pelat lantai dimana pembuatannya dimulai dari pekerjaan pemasangan perancah, pekerjaan pemasangan sampai dengan pengecoran dilakukan langsung pada struktur bangunannya.

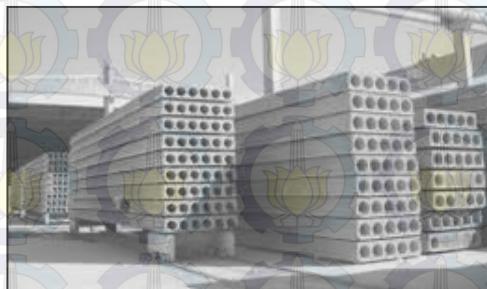
2. Pelat lantai pracetak

Pelat lantai pracetak adalah pelat lantai yang dibuat telebih dahulu (pracetak), kemudian dierection/ dipasang pada lokasi sesuai jenisnya, dimana pembuatannya

dilakukan secara masal baik di lokasi maupun pabrik beton. Semua jenis pelat lantai yang telah dijelaskan diatas dapat dibuat pracetak, akan tetapi yang biasa dibuat pracetak adalah sebagai berikut :

a. Hollow core slab (Pelat Pracetak Berlubang)

Pelat pracetak berlubang adalah pelat lantai yang memiliki lubang dibagian tengah ketebalannya, yang berguna untuk membuat pelat lantai menjadi lebih ringan. Biasanya pelat lantai jenis ini menggunakan kabel pratekan.



Gambar 2.7. *Hollow Core Slab*

b. Full slab precast

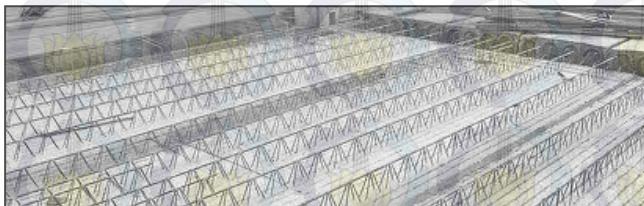
*Full slab precast* adalah elemen atau komponen pelat lantai yang dibuat pracetak dengan ketebalan utuh sesuai dengan perencanaan.



Gambar 2.8. *Full Slab precast*

*c. Half slab precast*

*Half slab precast* adalah elemen atau komponen pelat lantai yang dibuat pracetak dan dibuat menjadi segmen-segmen dengan ketebalan tertentu, sehingga diperlukan pengecoran cast in situ (cor ditempat) untuk overtoppingnya



Gambar 2.9. *Half Slab precast*

## 2.2. *Finite Element Theory*

Daryl L. Logan (2007) mendefinisikan *Finite element* adalah metode numerik untuk memecahkan masalah teknik. Masalah khas yang menarik di bidang teknik yang dapat dipecahkan dengan menggunakan metode elemen hingga meliputi struktural analisis, perpindahan panas, aliran fluida, transportasi massal, dan potensi elektromagnetik.

Metode elemen hingga dapat digunakan untuk menganalisa permasalahan baik struktural maupun nonstruktural. Untuk permasalahan struktural diantaranya sebagai berikut :

1. Analisa tegangan, diantaranya pada truss (rangka batang) dan frame (portal), dan konsentrasi tegangan akibat adanya lubang.
2. Tekuk.
3. Analisis Getaran.

Untuk permasalahan nonstruktural diantaranya sebagai berikut:

1. Perpindahan panas.
2. Aliran fluida, termasuk rembesan melalui media berpori.
3. Distribusi potensial listrik atau magnet.

Metode Matrix adalah alat yang penting digunakan dalam metode elemen hingga yang bertujuan menyederhanakan perumusan persamaan kekakuan elemen, Dimana persamaan kekakuan elemen tersebut yaitu :

$$\{f\} = \{k\}\{d\} \quad (2.1)$$

$\{f\}$  = elemen matriks vektor gaya

$\{k\}$  = elemen matriks koefisien kekakuan

$\{d\}$  = elemen matriks vektor degree of freedom (dof) atau perpindahan titik simpul yang tidak diketahui

Suatu elemen sederhana dapat kita selesaikan dengan menggunakan analisa matriks dengan persamaan dasar seperti diatas, akan tetapi untuk melakukan perhitungan dengan ketelitian yang besar dibutuhkan alat bantu *software* sehingga perhitungan dapat lebih mudah. Salah satu *software finite element* tersebut adalah *Abaqus*.

*Software* tersebut memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Dapat menganalisa dengan bentuk 2 (dua) dimensi maupun 3 (dimensi).
2. Dapat menganalisa secara statis maupun dinamis.
3. Memiliki beberapa tipe pembebanan, diantaranya beban terpusat, beban merata, beban *thermal*, dan penurunan.
4. Memiliki data propertis dari struktur yang dibuat seperti *nodes*, *elements* dan *restrains*.
5. Dapat menghasilkan gambar kontur tegangan dan juga bentuk deformasi yang terjadi.

Sebelum melakukan perhitungan menggunakan software finite element, kita harus mendefinisikan data properti dari material yang digunakan. Untuk membuat material menjadi sesuai dengan kondisi nyata maka dibutuhkan data material yang spesifik. Pada material beton kita perlu membuat beton pada kondisi plastis menjadi Concrete Damaged Plasticity (CDP). Dengan memasukan curva tegangan dan regangan material diharapkan perilaku struktur menjadi lebih nyata.

Kurva tegangan dan regangan merupakan penjabaran dari modulus elastisitas beton. Modulus Elastisitas adalah rasio tegangan normal terhadap regangan terkait untuk tegangan tarik atau tekan dibawah batas proporsional material (SNI 2847, 2013). Selanjutnya untuk nilai berat jenis ( $w_c$ ) beton diantara 1440 Kg/m<sup>3</sup> dan 2560 Kg/m<sup>3</sup> nilai modulus elastisitas (Ec) dapat diambil sebesar :

$$E_c = (w_c)^{1.5} 0.043 \sqrt{f_c} \quad (2.2)$$

Apabila data pengujian beton tidak tersedia, FHWA (2006) mendefinisikan persamaan tegangan dan regangan beton pada kondisi tekan sebagai berikut :

$$\frac{f_c}{f_c} = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c} \times \frac{n}{(n-1) + \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c}\right)^{nk}} \quad (2.3)$$

dengan,

$$n = 0.8 + \frac{f_c}{17} \quad (\text{satuan MPa}) \quad (2.4)$$

$$k = 0.67 + \frac{f_c}{62} \quad (\text{satuan MPa}) \quad (2.5)$$

$$\varepsilon'_{c'} = \frac{f'_c}{E_c} \times \frac{n}{n-1} \quad (2.6)$$

dimana,

$f_c$  = Tegangan Tekan

$f'_c$  = Kuat Tekan Beton

$\varepsilon'_{c'}$  = Regangan Tekan Saat Tegangan Puncak

$\varepsilon_c$  = Regangan Tekan

Frank J.V, dan Michael P. Collins (1986) mendefinisikan persamaan tegangan dan regangan beton pada kondisi tarik sebagai berikut :

$$f_c = \frac{f_{cr}}{1 + \sqrt{200\varepsilon_1}} \quad (2.7)$$

SNI 2847 (2013) mendefinisikan persamaan modulus hancur (rupture) beton sebagai berikut :

$$f_{cr} = 0.62\lambda\sqrt{f'_c} \quad (2.8)$$

dimana,

$f_c$  = Tegangan Tarik

$f_{cr}$  = Tegangan Retak Beton

$\varepsilon_1$  = Regangan Tarik

$\lambda$  = Faktor Modifikasi (Beton normal = 1)

### 2.3. Half Slab Precast

*Half slab precast* adalah sistem pelat lantai dimana menggunakan beton pracetak untuk bagian bawah pelat dan pada bagian atas pelat dilakukan pengecoran *cast in place* untuk

*overtoppingnya*. Penggunaan *half slab precast* sangat membantu dalam suatu konstruksi dimana bekisting akan sulit digunakan pada konstruksi tersebut, seperti diantaranya adalah konstruksi dermaga maupun jembatan.



Gambar 2.10. *Half slab precast* pada proyek dermaga

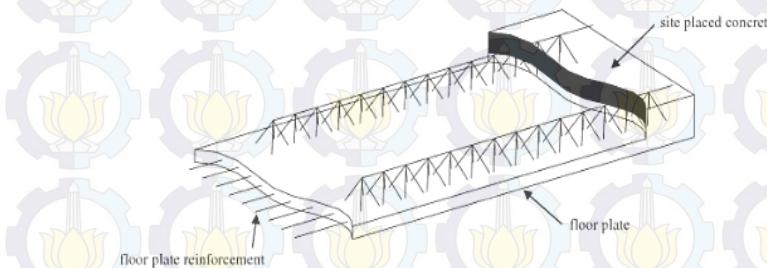
Penggunaan *half slab precast* memiliki beberapa keuntungan, diantaranya sebagai berikut :

- a. Metode kerja yang efektif, dimana pada konstruksi dermaga maupun jembatan dengan adanya *half slab precast* kita tidak perlu membuat bekisting dan melakukan pengecoran cast in site yang sangat berbahaya bagi keselamatan pekerja.
- b. Efisiensi waktu dan biaya, dimana dengan *half slab precast* kita dapat menghemat biaya bekisting dan waktu pekerjaan karena kita menggunakan beton pracetak.

Mutu beton mempengaruhi peningkatan kemampuan lentur pada *half slab*. Dengan penambahan *steel fiber* dan *silica fume* pada beton meningkatkan kekuatan tekan dan tarik dari

beton, sehingga saat menjadi kesatuan struktur *half slab* dapat mengurangi lendutan yang terjadi.(Lee, dkk., 2013)

Lantai plat lantai komposit (juga dikenal sebagai *half-slab*), beton pracetak digunakan sebagai bekisting untuk bagian *overtopping* dan tetap terintegrasi di bagian lantai komposit, seperti gambar 2.9. Aksi komposit tergantung pada transfer geser di sendi horizontal antara pelat pracetak dan cor insitu bagian beton.



Gambar 2.11. Sistem lantai komposit

## 2.4. Lekatan Antara Beton dengan Tulangan

Beton bertulang harus menjadi suatu struktur komposit yang efektif, oleh karena itu harus ada lekatan antara baja dan beton. Anggapan awal kuat lekat antara baja dan beton disebabkan geseran dan lekatan antara beton dan tulangan, adhesi kimia serta hubungan mekanis antara beton dan baja. Walaupun demikian, lekatan sulit untuk diukur karena mempunyai banyak variabel yang mempengaruhi (Afifuddin dan Abdullah,2013)

Dalam beberapa peraturan bangunan yang ada, *bond* antara beton dan tulangan ditentukan oleh diameter tulangan dan faktor akar kuadrat kuat tekan beton  $\sqrt{f'c}$ . Dilain pihak hasil dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tarik beton berbanding lurus dengan  $\sqrt{f'c}$ . Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kapasitas bond antara beton dan

tulangan merupakan fungsi dari nilai kuat tarik betonnya (Nuroji, 2004)



Gambar 2.12 Struktur Konektor *Cast-In Plates* pada panel pracetak

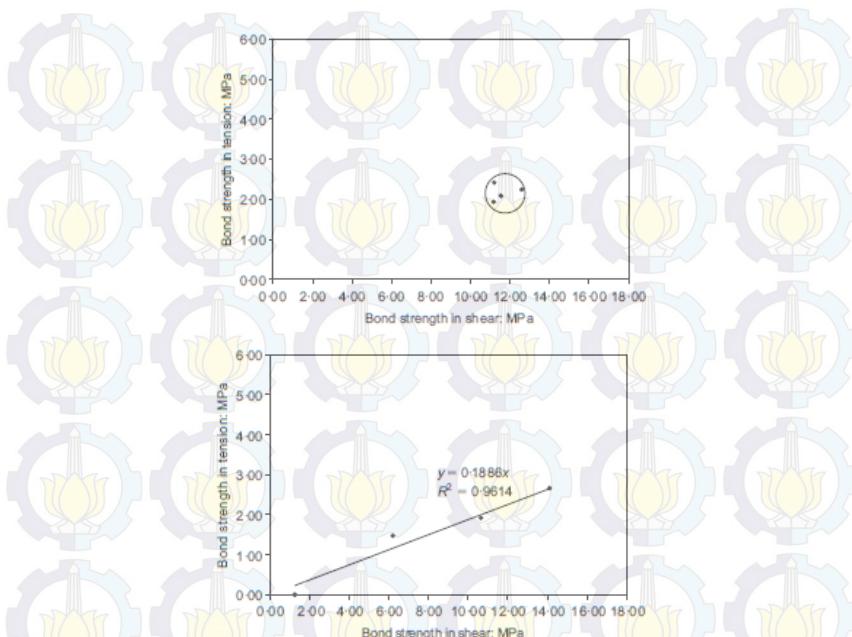
## 2.5. Lekatan Beton Pracetak dengan Beton Cast In Place

Sistem pelat lantai *half slab precast* adalah sistem pelat lantai yang memadukan antara beton pracetak dan beton cor di tempat (cast in place), sehingga hubungan lekatan antara beton lama (pracetak) dengan beton baru pengecoran di tempat menjadi sangat penting.

*E.N.B.S Julio, dkk (2005)* menyatakan bahwa lekatan antara beton lama dan baru sangat penting, karena keduanya akan bekerja bersama-sama dalam memikul bebananya. Dalam penelitiannya disebutkan bahwa kekasaran penampang beton berpengaruh terhadap lekatan beton tersebut, akan tetapi jika menggunakan epoxy tambahan saat pengecoran beton baru di atas beton lama kekuatan gesernya mendekati sama.

Tabel 2.1. Hasil perbandingan lekatan antara beton lama dan baru

Situations considered	Substrate surface treatment	Epoxy resin application	Compressive strength		Tensile strength	Pull-off test		Slant shear test	
			Original concrete: MPa	Added concrete: MPa		Bond strength in tension, MPa	Variation coefficient, %	Bond strength in shear, MPa	Variation coefficient, %
1r	As-cast against	No	50.95	47.42	3.81			1.30	33.85
1		Yes	50.08	45.22	3.75	240	14.17	11.20	7.95
2r	Wire-brushing	No	49.66	46.11	3.78	1.92	13.54	10.67	8.90
2		Yes	50.88	49.38	3.97	224	12.05	12.63	15.44
3r	Partially chipped	No	51.40	45.46	3.69	147	7.48	6.24	20.67
3		Yes	49.69	46.61	3.46	193	19.69	11.16	11.47
4r	Sand-blasting	No	50.60	45.14	3.58	265	6.42	14.13	8.56
4		Yes	50.80	45.30	3.64	208	21.63	11.57	2.59

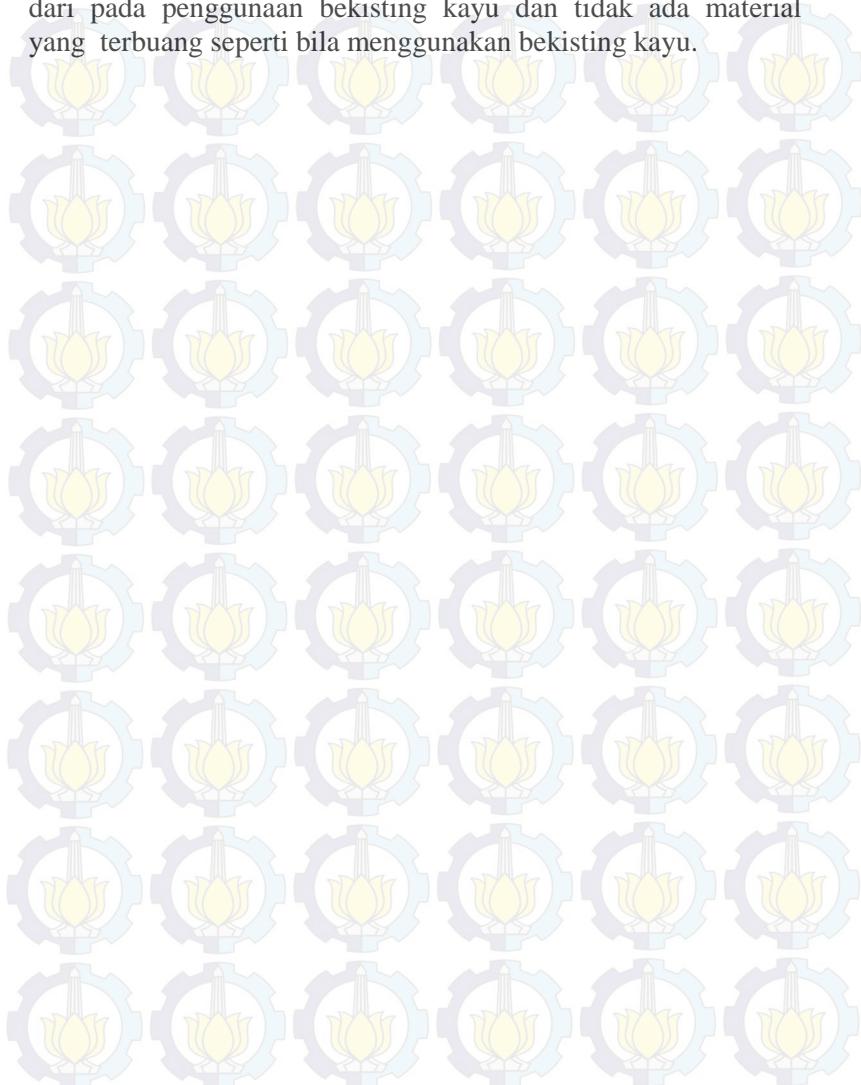


Gambar 2.13. Grafik kekuatan geser dengan variasi kekasaran (atas) dan menggunakan epoxy resin (bawah)

*Siswosukarto* (2013) telah meneliti perilaku sistem semi precast yang terdiri dari dua lapisan, yaitu beton pracetak bagian bawah dan *cast in situ* bagian atas. Namun ukuran panel pelat yang diteliti adalah untuk pelat satu arah karena komponen pracetaknya dibuat lebar 200 mm, 400 mm dan 600 mm, sedangkan panjangnya 3000 mm. Pada permukaan komponen pracetak bagian atas diberikan *shear connector* berupa besi beton polos.

Komponen pracetak ini adalah untuk struktur pelat sistem satu arah. Hasil dari penelitian ini menyebutkan bahwa karakteristik dari pelat sistem semi *precast* dapat

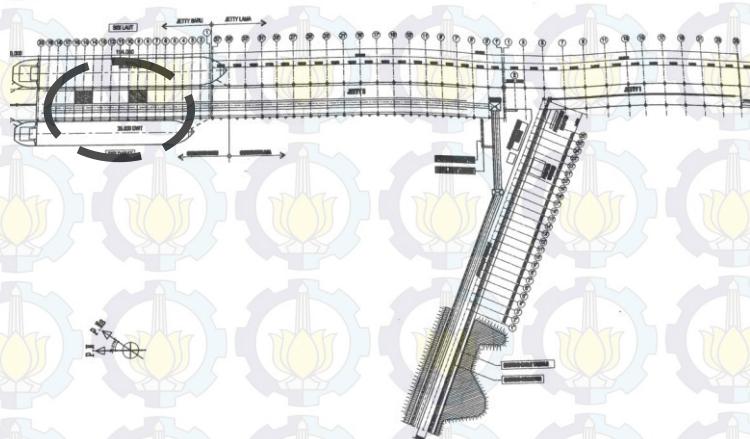
menyerupai sistem *cast in situ*. Pelaksanannya bisa lebih cepat dari pada penggunaan bekisting kayu dan tidak ada material yang terbuang seperti bila menggunakan bekisting kayu.



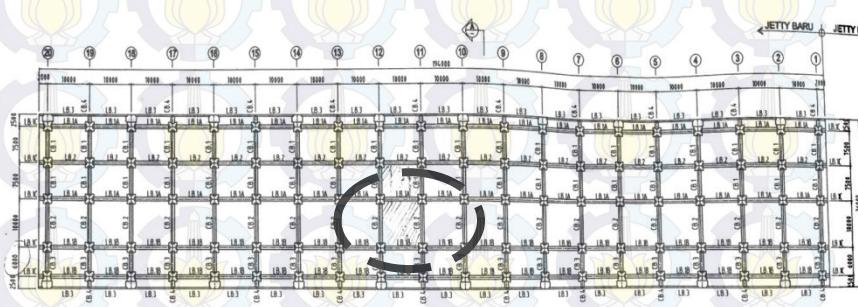
### BAB III METODOLOGI

#### 3.1 Umum

Metodologi ini akan membahas sistematika perhitungan dan metode yang akan digunakan dalam penyelesaian Pemodelan Struktur *Half Slab Precast* dengan pembebasan momen dua arah pada Struktur Dermaga PT Petrokimia Gresik dengan bantuan *software finite element*.



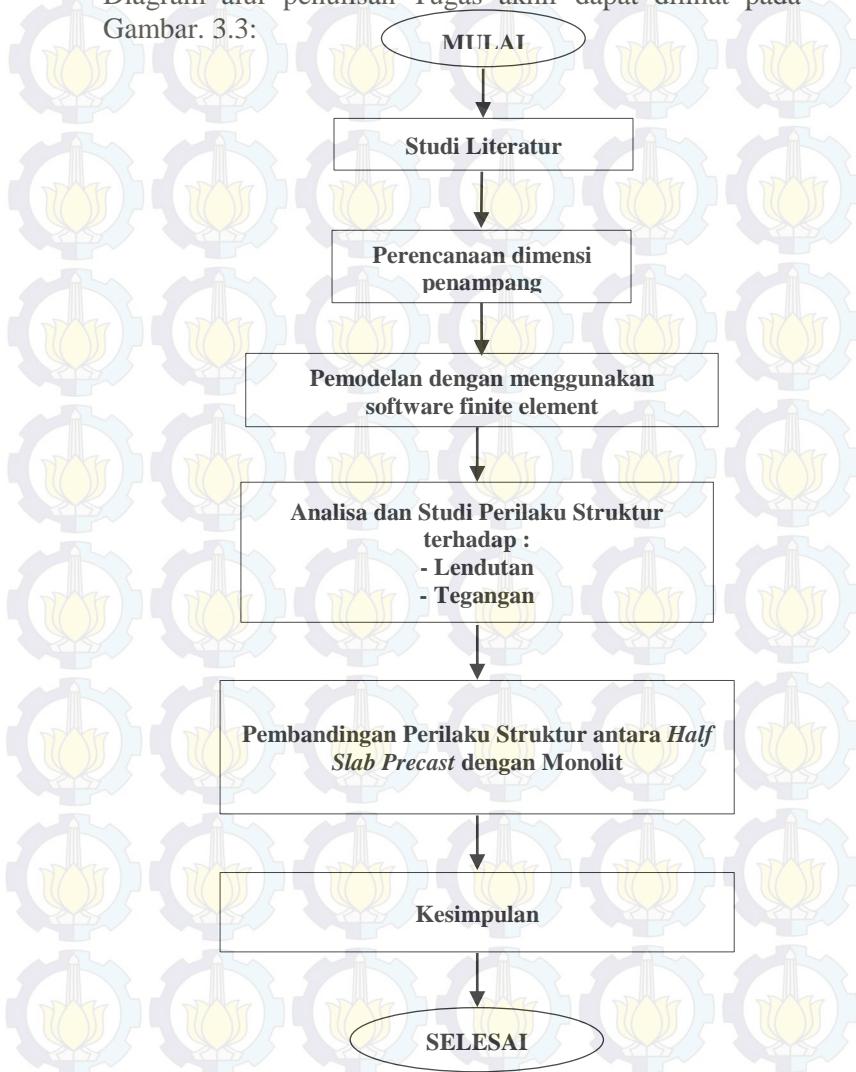
Gambar 3. 1. Layout Dermaga PT Petrokimia Gresik



Gambar 3. 2. Pelat Lantai yang dianalisa

### 3.2 Diagram Alur

Diagram alur penulisan Tugas akhir dapat dilihat pada Gambar. 3.3:



Gambar 3. 3. Diagram Alur

### 3.3 Perencanaan dimensi penampang

Dalam Tugas Akhir ini material yang digunakan adalah Beton dan Baja Tulangan, dimana data perencanaannya adalah sebagai berikut :

#### 1. Beton

Sebelum kita melakukan pemodelan dengan bantuan *software finite element*, maka kita harus mendefinisikan material sedetail mungkin yang mencerminkan kondisi di lapangan. Material Beton yang digunakan menggunakan konsep *Concrete Damaged Plasticity* (CDP) dengan mengacu jurnal pada penelitian sejenis. P. Kmiecik dan M.Kaminski (2011) mendefinisikan parameter *plasticity* pada tabel berikut :

Tabel 3.1. Parameter Plasticity

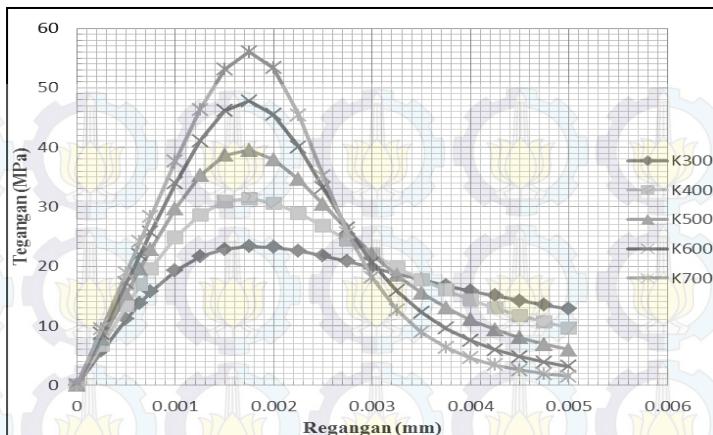
Dilatation Angle	Eccentricity	fbo/fco	K	Viscosity Parameter
36	0,1	1,16	0,6667	0

Saat kondisi plastis beton mengalami kondisi tertekan dan tertarik, sehingga diperlukan parameter tegangan dan regangan beton saat kondisi tekan dan kondisi tarik. Adapun untuk mendapatkan nilai tegangan tersebut kita dapat menggunakan persamaan 2.3 dan 2.7 pada BAB II.

Dengan menetapkan angka regangan, kita akan mendapatkan tegangan dari kondisi elastis sampai dengan kondisi plastis. Adapun tegangan beton untuk salah satu mutu beton tertuang pada tabel sebagai berikut :

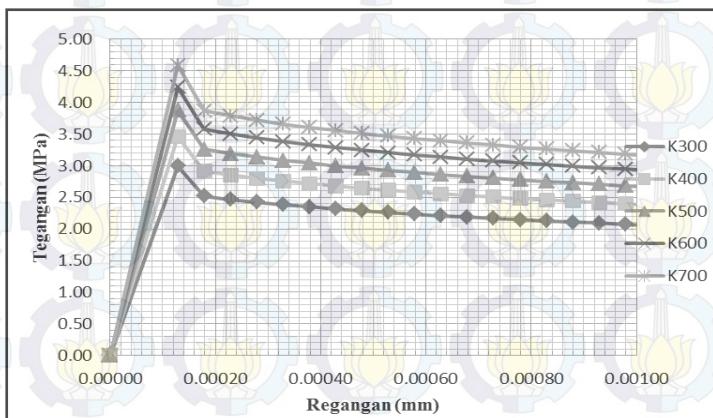
Tabel 3.2. Tegangan dan Regangan Mutu Beton K300 Kondisi Tertekan (kiri) dan Kondisi Tarik (Kanan)

Tegangan kondisi tekan			Tegangan kondisi tarik		
Tegangan (Mpa)	Regangan (mm)	Regangan Inelastik (mm)	Tegangan (Mpa)	Regangan (mm)	Regangan Inelastik (mm)
0	0		0.00	0.00000	
5.75237833	0.00025		3.00	0.00013	0.00000
11.1296785	0.00050		2.52	0.00018	0.00005
13.7909246	0.00064	0.00000	2.47	0.00023	0.00010
15.7164323	0.00075	0.00011	2.42	0.00027903	0.00015
19.2279245	0.00100	0.00036	2.38	0.00032903	0.00020
21.5854914	0.00125	0.00061	2.35	0.00037903	0.00025
22.8910339	0.00150	0.00086	2.32	0.00042903	0.00030
23.3483839	0.00175	0.00111	2.29	0.00047903	0.00035
23.1860519	0.00200	0.00136	2.26	0.00052903	0.00040
22.6086524	0.00225	0.00161	2.23	0.00057903	0.00045
21.7774251	0.00250	0.00186	2.21	0.00062903	0.00050
20.809221	0.00275	0.00211	2.19	0.00067903	0.00055
19.78371	0.00300	0.00236	2.17	0.00072903	0.00060
18.752515	0.00325	0.00261	2.15	0.00077903	0.00065
17.7474086	0.00350	0.00286	2.13	0.00082903	0.00070
16.7867036	0.00375	0.00311	2.11	0.00087903	0.00075
15.8798761	0.00400	0.00336	2.09	0.00092903	0.00080
15.0307647	0.00425	0.00361	2.08	0.00097903	0.00085
14.2397188	0.00450	0.00386	2.06	0.00102903	0.00090
13.505014	0.00475	0.00411	2.05	0.00107903	0.00095
12.8237668	0.00500	0.00436	2.03	0.00112903	0.00100



Gambar 3. 4. Grafik Tegangan Regangan Kondisi Beton Tertekan

Grafik tegangan regangan diatas didapatkan dengan menggunakan persamaan 2.3 dengan cara menetapkan nilai regangan kemudian didapatkan nilai tegangan yang terjadi.



Gambar 3. 5. Grafik Tegangan Regangan Kondisi Beton Tertarik

Grafik tegangan regangan diatas didapatkan dengan menggunakan persamaan 2.7 dengan cara menetapkan

nilai regangan kemudian didapatkan nilai tegangan yang terjadi.

Dalam menggunakan software finite element kita akan menggunakan satuan dalam Newton dan millimeter, oleh karena itu mutu beton yang digunakan juga perlu dikonversi dalam satuan MPa ( $N/mm^2$ ), dimana konversi tersebut terdapat pada tabel 3.3. sebagai berikut :

Tabel 3.3. Tabel Konversi Mutu Beton

K	$f'_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_c$ (MPa)
300	237.9	23.3
400	317.9	31.2
500	398.0	39.0
600	478.2	46.9
700	558.6	54.8

Dalam tugas akhir ini model pelat dibuat dengan ketebalan total pelat 500 mm untuk pelat monolit, sedangkan untuk *half slab precast* menggunakan ketebalan pelat pracetak 350 mm dan *overtopping* 150 mm. Kemudian model tersebut dibuat beberapa tipe dari mutu beton dan lebar pelat pracetak yang terangkum pada table 3.4. sebagai berikut :

Tabel 3.4. Tabel Jenis Model

No.	TYPE PELAT	LETAK	DIMENSI	MUTU BETON	KETERANGAN
1	M1		10 m x 10 m	K300	PELAT MONOLIT
2	M2		10 m x 10 m	K400	PELAT MONOLIT
3	PCST 2-1	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB PRECAST
		Pelat Pracetak	10 m x 2 m	K500	
4	PCST 2-2	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB PRECAST
		Pelat Pracetak	10 m x 2 m	K600	
5	PCST 2-3	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB PRECAST
		Pelat Pracetak	10 m x 2 m	K700	
6	PCST 2-4	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB PRECAST
		Pelat Pracetak	10 m x 2 m	K300	
7	PCST 2-5	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB PRECAST
		Pelat Pracetak	10 m x 2 m	K400	

8	PCST 2-6	Overtopping	10 m x 10 m	K400	HALF SLAB PRECAST
		Pelat Pracetak	10 m x 2 m	K400	
9	PCST 2.5-1	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB PRECAST
		Pelat Pracetak	10 m x 2.5 m	K500	
10	PCST 2.5-2	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB PRECAST
		Pelat Pracetak	10 m x 2.5 m	K600	
11	PCST 2.5-3	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB PRECAST
		Pelat Pracetak	10 m x 2.5 m	K700	
12	PCST 2.5-4	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB PRECAST
		Pelat Pracetak	10 m x 2.5 m	K300	
13	PCST 2.5-5	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB PRECAST
		Pelat Pracetak	10 m x 2.5 m	K400	
14	PCST 2.5-6	Overtopping	10 m x 10 m	K400	HALF SLAB PRECAST
		Pelat Pracetak	10 m x 2.5 m	K400	

## 2. Baja

Pada penelitian ini menggunakan Baja BJ 37 dimana nilainilainya sebagai berikut :

- $F_y$  : 240 MPa
- $F_u$  : 370 MPa
- $E_s$  : 200.000 MPa
- Poisson Ratio : 0.3

## 3.4 Pemodelan dengan menggunakan software finite element

Pemodelan dengan menggunakan *software finite element* terdiri dari beberapa langkah, yaitu sebagai berikut :

- 1.) *Parts*
- 2.) *Property*
- 3.) *Assembly*
- 4.) *Step*
- 5.) *Interaction*

- 6.) Load
- 7.) Mesh
- 8.) Job
- 9.) Visualization

Pembebatan pada pemodelan struktur didapat dari gaya-gaya yang bekerja sebagai berikut :

1.) Pembebatan merata  $3000 \text{ Kg/m}^2$

Beban Mati (DL) :

<u>Beban Pelat lantai</u>	=	$1200 \text{ Kg/m}^2$
		$1200 \text{ Kg/m}^2$

Beban Hidup (LL) :

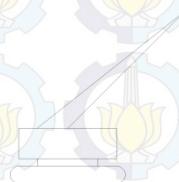
$\text{Air hujan tebal } 5 \text{ cm} = 0.05 \times 1000$	=	$50 \text{ Kg/m}^2$
---	---	---------------------

<u>Beban Merata</u>	=	$3000 \text{ Kg/m}^2$
---------------------	---	-----------------------

	=	$3050 \text{ Kg/m}^2$
--	---	-----------------------

<u>Beban Terfaktor <math>1.2_{DL} + 1.6_{LL}</math></u>	=	$6320 \text{ Kg/m}^2$
---	---	-----------------------

2.) Beban Crawler Crane 215 Ton



Beban Mati (DL) :

<u>Beban Pelat lantai</u>	=	$1200 \text{ Kg/m}^2$
	=	$1200 \text{ Kg/m}^2$

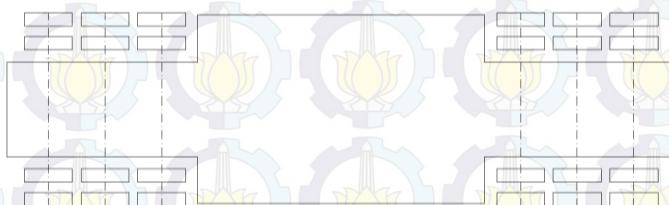
Beban Hidup (LL) :

$\text{Air hujan tebal } 5 \text{ cm} = 0.05 \times 1000$	=	$50 \text{ Kg/m}^2$
---	---	---------------------

<u>Beban Merata</u>	=	$15950 \text{ Kg/m}^2$
	=	$16000 \text{ Kg/m}^2$

<u>Beban Terfaktor <math>1.2_{DL} + 1.6_{LL}</math></u>	=	$27040 \text{ Kg/m}^2$
---	---	------------------------

### 3.) Beban Trailler 135 Ton



$$T = 135000 / 24 =$$

$$5625 \text{ Kg}$$

$$a = 20 \text{ cm}$$

$$b = 50 \text{ cm}$$

$$a_0 = 70 \text{ cm}$$

$$b_0 = 85 \text{ cm}$$

$$a_0 \times b_0 = 5950 \text{ cm}^2$$

Beban Mati (DL) :

---

Beban Pelat lantai	=	1200 Kg/m <sup>2</sup>
--------------------	---	------------------------

---

	=	1200 Kg/m <sup>2</sup>
--	---	------------------------

Beban Hidup (LL) :

---

Air hujan tebal 5 cm = 0.05 x 1000	=	50 Kg/m <sup>2</sup>
------------------------------------	---	----------------------

---

Beban Merata	=	5357.14 Kg/m <sup>2</sup>
--------------	---	---------------------------

---

	=	5407.14 Kg/m <sup>2</sup>
--	---	---------------------------

---

Beban Terfaktor 1.2 <sub>DL</sub> + 1.6 <sub>LL</sub>	=	10091.43 Kg/m <sup>2</sup>
---	---	----------------------------

### 4.) Beban Truk 13000 Kg

$$T = 13000 \text{ Kg}$$

$$a = 20 \text{ cm}$$

$$b = 50 \text{ cm}$$

$$a_0 = 70 \text{ cm}$$

$$b_0 = 85 \text{ cm}$$

$$a_0 \times b_0 = 5950 \text{ cm}^2$$

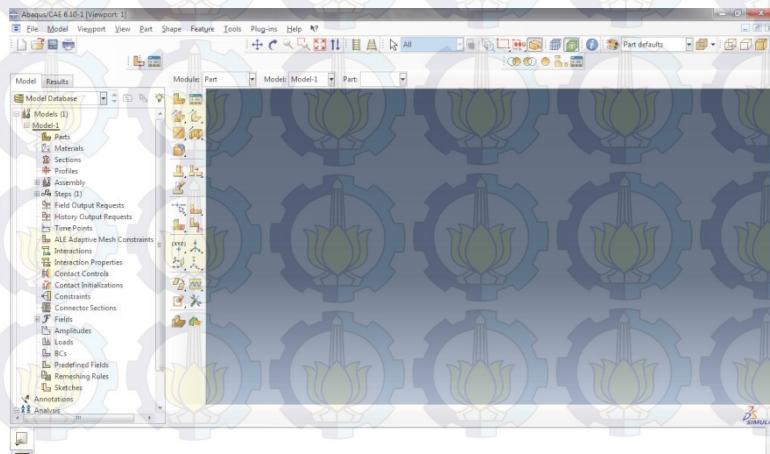
Beban Mati (DL) :

Beban Pelat lantai	=	1200 Kg/m <sup>2</sup>
	=	1200 Kg/m <sup>2</sup>
<b>Beban Hidup (LL) :</b>		
Air hujan tebal 5 cm = 0.05 x 1000	=	50 Kg/m <sup>2</sup>
Beban Merata	=	6190.48 Kg/m <sup>2</sup>
	=	6240.48 Kg/m <sup>2</sup>
Beban Terfaktor 1.2 DL + 1.6 LL	=	11424.76 Kg/m <sup>2</sup>

Dari hasil perhitungan tersebut, didapat beban terfaktor terbesar yaitu 27.040 Kg/m<sup>2</sup> atau sama dengan 0.2704 N/mm<sup>2</sup>.

### 3.5 Analisa dan Studi Perilaku Struktur

Setelah dilakukan pemodelan dengan menggunakan Software Finite Element, dilakukan analisa terhadap perilaku struktur yang ditinjau terhadap lendutan dan tegangan yang terjadi. Adapun untuk mendapatkan kesimpulan, titik peninjauan dipilih pada bentang tengah terhadap keseluruhan tipe model.



Gambar 3. 6. Halaman Muka Software Abaqus

Hasil tegangan dan lendutan tersebut selanjutnya di analisa dengan membuat grafik ditinjau terhadap step pembebanan yang ada, kemudian dibandingkan dengan tipe model yang ada.

### 3.6 Pembandingan Perilaku Struktur antara *Half Slab Precast* dengan Monolit

Setelah tegangan dan regangan didapatkan, langkah selanjutnya adalah mengevaluasi perilaku struktur yang terjadi pada *Half Slab Precast* dengan dibandingkan pada pelat monolit (konvensional).

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

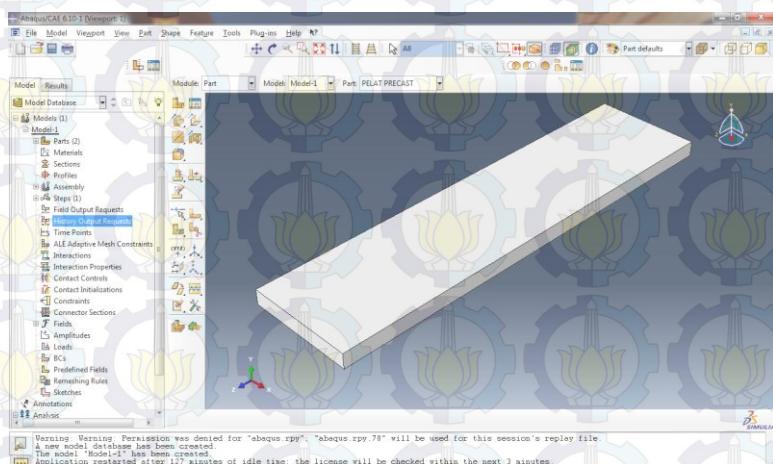
## BAB IV

# PEMODELAN STRUKTUR DENGAN SOFTWARE FINITE ELEMENT

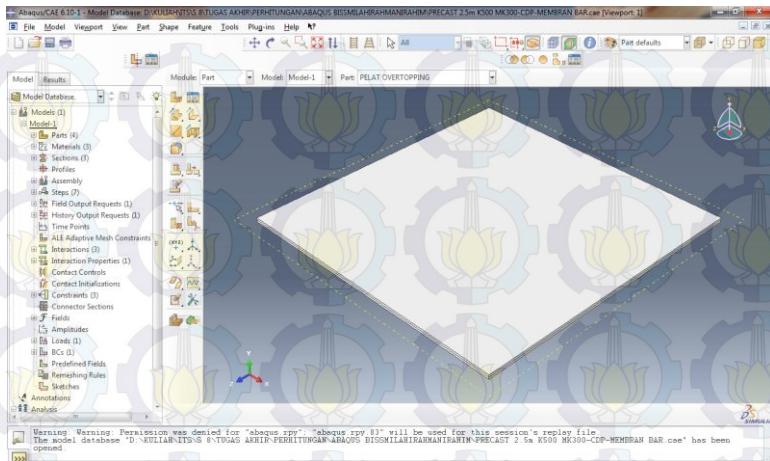
Pada bab ini akan membahas sistematika pemodelan dengan menggunakan *software finite element* pada salah satu model dengan tahapan sebagai berikut :

### 4.1. Parts

Langkah ini merupakan tahapan awal pembentukan geometrik elemen dengan menggunakan titik-titik koordinat untuk masing-masing elemen pada tipe PCST 2.5.1 dengan mutu beton pelat pracetak K500 dan mutu beton pelat *overtopping* K300.



Gambar 4.1. Pelat Precast 2.5 m x 10m



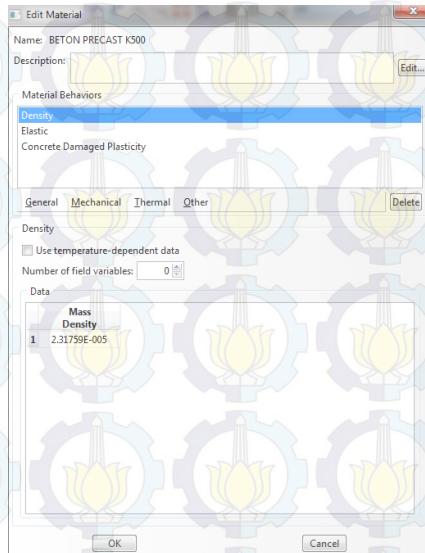
Gambar 4. 2. Pelat Overtopping 10 m x 10m



Gambar 4. 3. Tulangan Overtopping dan Pelat Pracetak dengan Membran

## 4.2. Property

Langkah ini merupakan penentuan jenis material yang digunakan untuk masing-masing elemen. Dengan mengisi *mass density*, *elastisitas material*, *concrete damaged plasticity* (beton) dan *plasticity* (baja).



Gambar 4. 4. Material Manager

### a. Baja Tulangan

Menggunakan Baja BJ 37 dengan,

- Modulus Elastisitas ( $E$ ) = 200.000 MPa
- Poisson's Rasio = 0.3

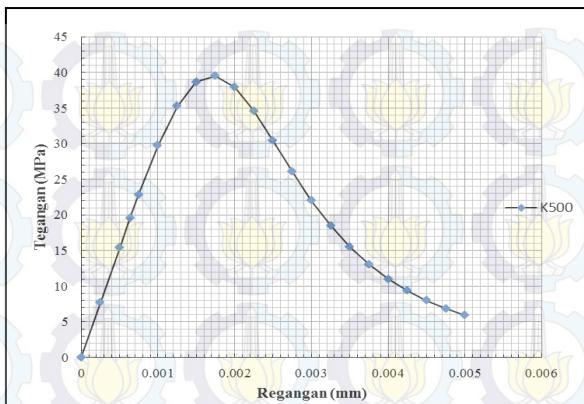
### b. Beton Pracetak K500

Menggunakan Beton K500 setara dengan 39 MPa dengan,

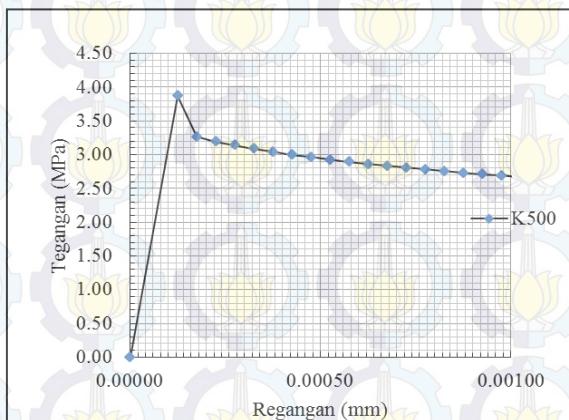
- Modulus Elastisitas ( $E$ ) = 30.852,56 MPa
- Poisson's Rasio = 0.2

Tabel 4.1. Parameter Plasticity

Dilatation Angle	Eccentricity	fbo/fco	K	Viscosity Parameter
36	0,1	1,16	0,6667	0



Gambar 4.5. Tegangan vs Regangan Beton Kondisi Tekan



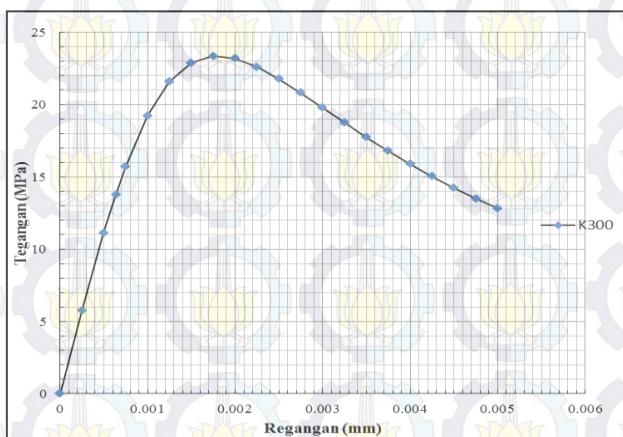
Gambar 4.6. Tegangan vs Regangan Beton Kondisi Tarik

c. Beton Overtopping K300

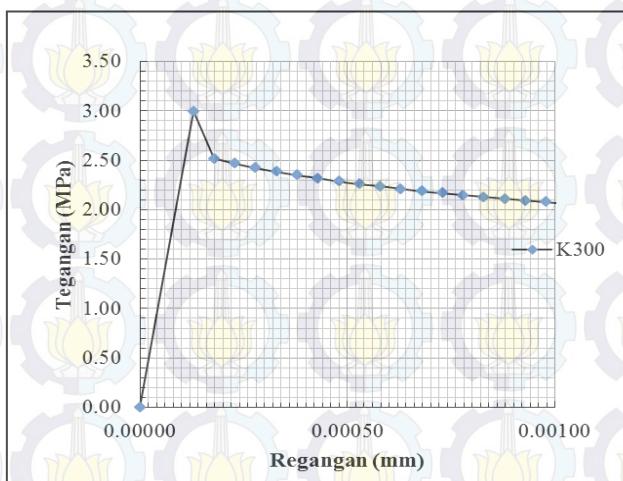
Menggunakan Beton K300 setara dengan 23.3 MPa dengan,  
 -Modulus Elastisitas ( $E$ ) = 23.213,46 MPa  
 -Poisson's Rasio = 0.2

Tabel 4.2. Parameter Plasticity

Dilatation Angle	Eccentricity	fbo/fco	K	Viscosity Parameter
36	0,1	1,16	0,6667	0

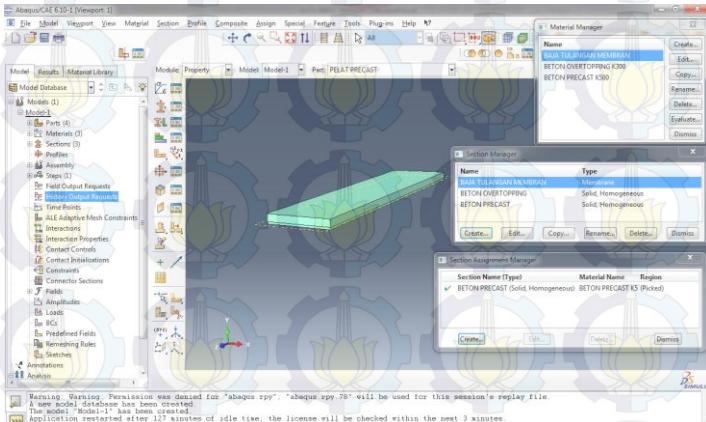


Gambar 4. 7. Tegangan vs Regangan Beton Kondisi Tekan

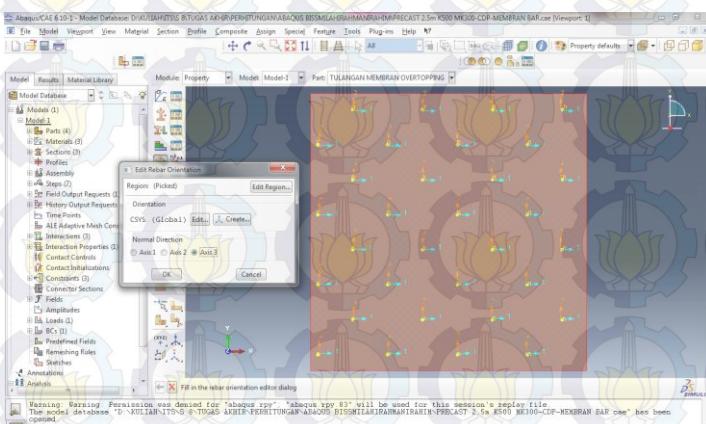


Gambar 4. 8. Tegangan vs Regangan Beton Kondisi Tarik

Setelah data properti material dimasukan, selanjutnya adalah menetapkan elemen yang sudah dibuat pada *section assignment manager* sesuai dengan materialnya.



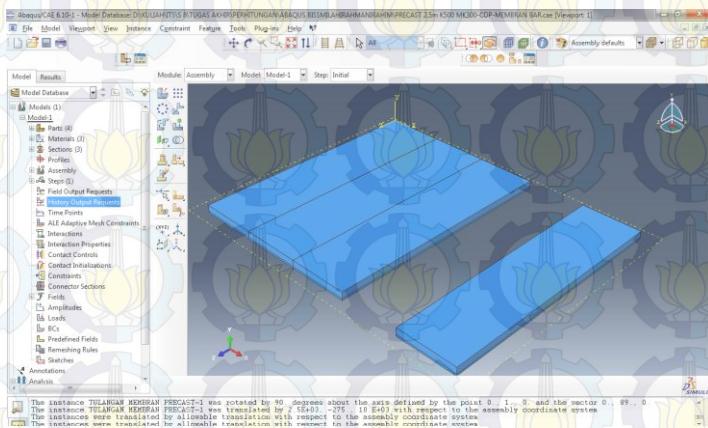
Gambar 4. 9. *Section Manager*



Gambar 4. 10. *Assign Rebar Reference*

### 4.3. Assembly

Assembly merupakan penggabungan elemen-elemen menjadi satu kesatuan.



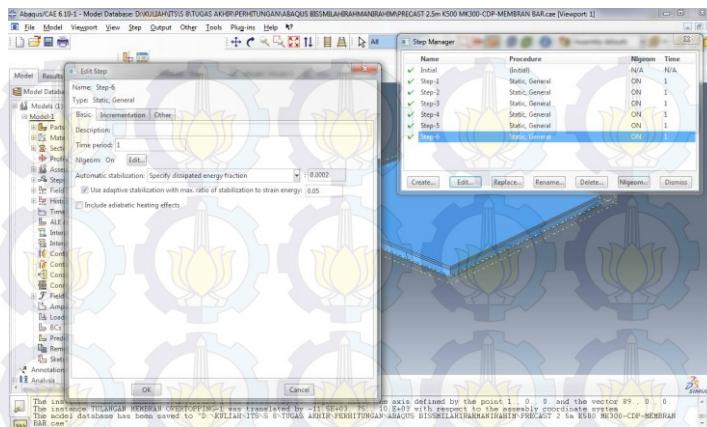
Gambar 4.11. Assembling elemen pelat

### 4.4. Step

Step merupakan tahapan pengaturan pemberian beban. Pada Tugas Akhir ini digunakan 6 step dengan pembebanan bertahap. Adapun tahapan pembebanannya terdapat pada tabel 4.3. sebagai berikut :

Tabel 4.3. Tahapan Pembebaan

Step	Beban (Mpa)	Penambahan Beban (Mpa)	Total Beban (Mpa)
1	0.0451	0.0000	0.0451
2	0.0451	0.0451	0.0901
3	0.0901	0.0451	0.1352
4	0.1352	0.0451	0.1803
5	0.1803	0.0451	0.2253
6	0.2253	0.0451	0.2704



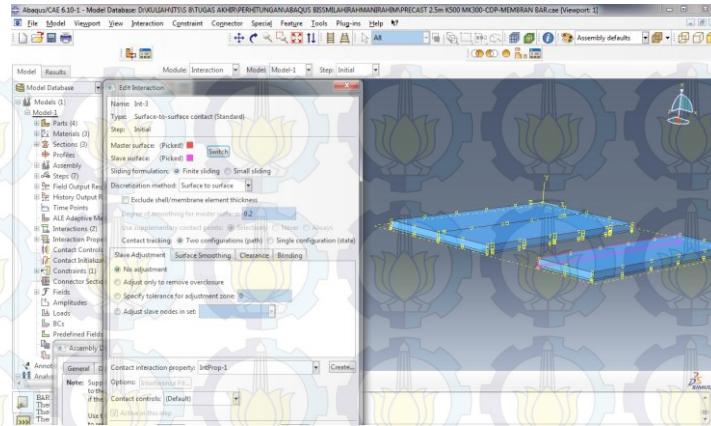
Gambar 4.12. Step Pembebanan

#### 4.5. Interaction

*Interaction* merupakan tahapan pengaturan hubungan antar elemen. Pada Tugas Akhir ini digunakan 3 jenis hubungan antar elemen yang tertuang pada tabel sebagai berikut :

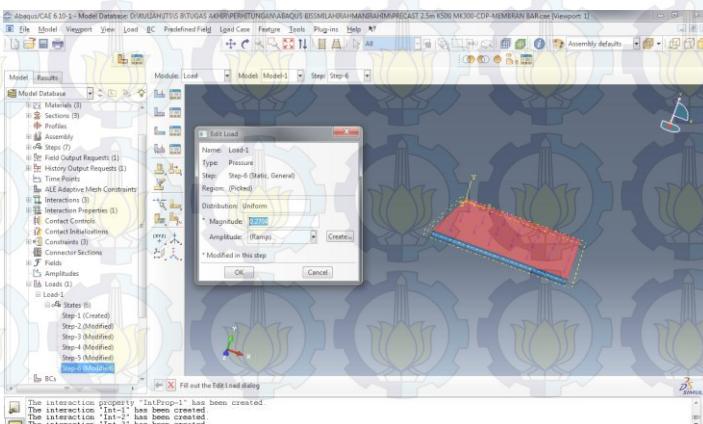
Tabel 4.4. Matriks *Interaction*

	PELAT PRACETAK	OVERTOPPING	BESI TULANGAN
PELAT PRACETAK	SURFACE TO SURFACE	TIE	EMBEDED

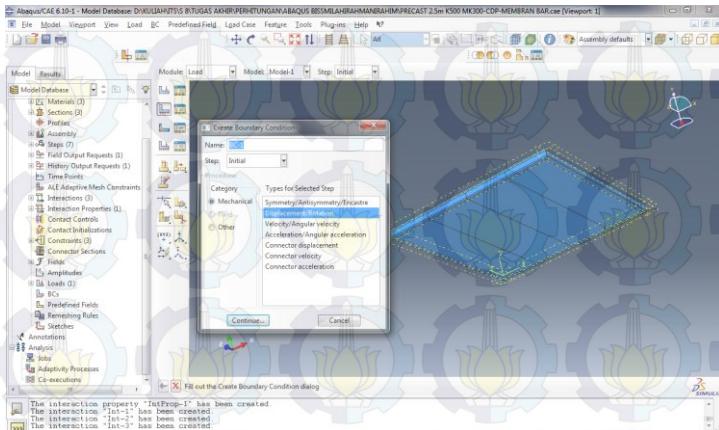
Gambar 4.13. *Interaction*

#### 4.6. Load

*Load* merupakan tahapan pemberian beban dan juga mendefinisikan *boundary condition* dari elemen yang sudah di *assembly*. Pada Tugas Akhir ini menggunakan perletakan sendi pada keempat sisi mengacu kepada kondisi di lapangan.



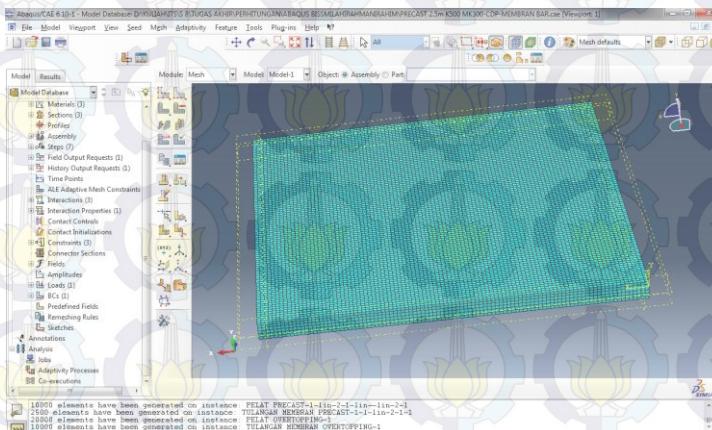
Gambar 4.14. Pemberian Beban



Gambar 4.15. *Boundary Condition*

## 4.7. Meshing

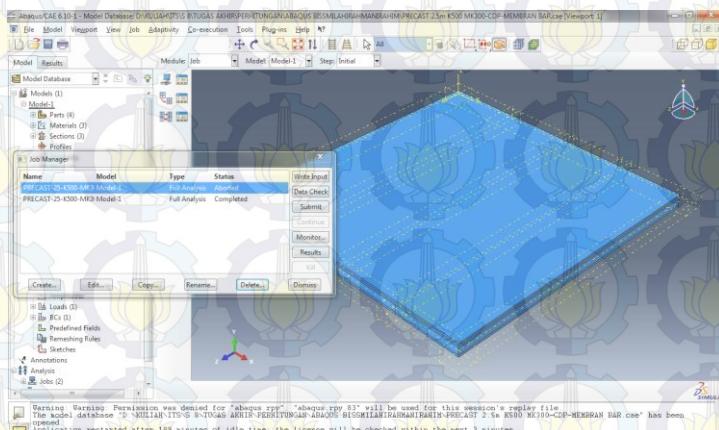
*Mesher* merupakan tahapan membagi elemen menjadi elemen yang kecil sehingga bisa didapatkan hasil yang mendalam.



Gambar 4.16. *Meshing*

#### 4.8. Job

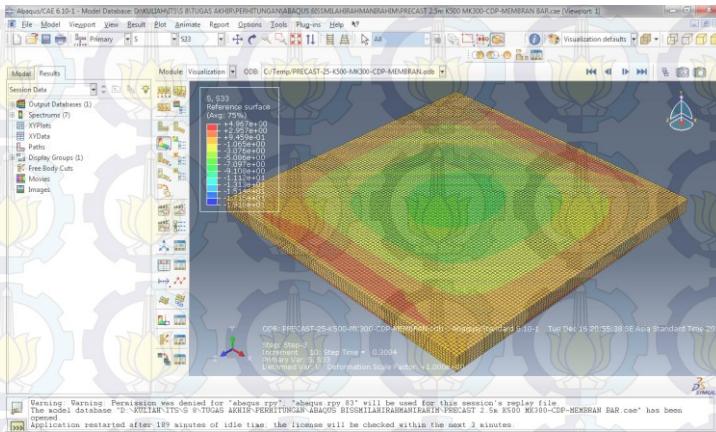
*Job* merupakan tahapan terakhir sebelum analisa didapatkan. Pada tahap ini software akan menghitung struktur yang kita analisa.



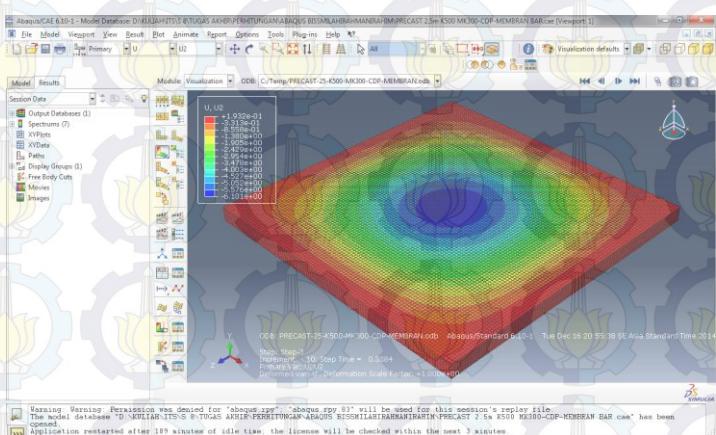
Gambar 4.17. Job

#### 4.9. Visualization

*Visualization* merupakan hasil dari serangkaian tahapan yang telah kita kerjakan. Pada tahap ini kita dapat mengetahui nilai lendutan, nilai tegangan, dan kontur deformasi yang terjadi. Nilai-nilai tersebut ditinjau pada arah melintang pelat pracetak.



Gambar 4.18. Gambar tegangan maksimum yang terjadi



Gambar 4.19. Gambar lendutan maksimum yang terjadi

## BAB V

### HASIL DAN ANALISA

#### 5.1. Hasil Analisa dengan Software Finite Element

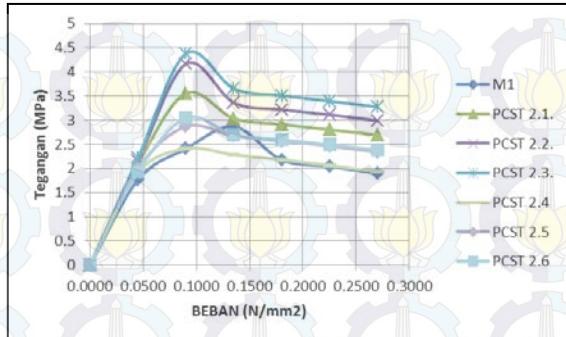
Dengan menggunakan software finite element yang telah dijelaskan pada BAB III dan BAB IV, maka didapatkan tegangan dan lendutan yang terjadi pada berbagai tipe model sebagai berikut:

Tabel 5.1. Tipe Model

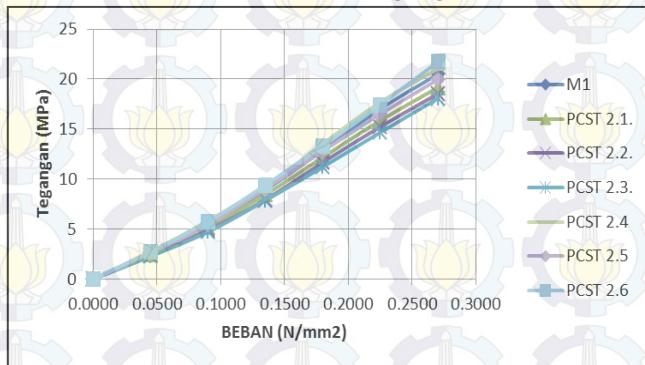
No.	TYPE PELAT	LETAK	DIMENSI	MUTU BETON	KETERANGAN
1	M1		10 m x 10 m	K300	PELAT MONOLIT
2	M2		10 m x 10 m	K400	PELAT MONOLIT
3	PCST 2-1	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB
		Pelat Pracetak	10 m x 2 m	K500	PRECAST
4	PCST 2-2	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB
		Pelat Pracetak	10 m x 2 m	K600	PRECAST
5	PCST 2-3	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB
		Pelat Pracetak	10 m x 2 m	K700	PRECAST
6	PCST 2-4	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB
		Pelat Pracetak	10 m x 2 m	K300	PRECAST
7	PCST 2-5	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB
		Pelat Pracetak	10 m x 2 m	K400	PRECAST
8	PCST 2-6	Overtopping	10 m x 10 m	K400	HALF SLAB
		Pelat Pracetak	10 m x 2 m	K400	PRECAST
9	PCST 2.5-1	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB
		Pelat Pracetak	10 m x 2.5 m	K500	PRECAST
10	PCST 2.5-2	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB
		Pelat Pracetak	10 m x 2.5 m	K600	PRECAST
11	PCST 2.5-3	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB
		Pelat Pracetak	10 m x 2.5 m	K700	PRECAST
12	PCST 2.5-4	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB
		Pelat Pracetak	10 m x 2.5 m	K300	PRECAST
13	PCST 2.5-5	Overtopping	10 m x 10 m	K300	HALF SLAB
		Pelat Pracetak	10 m x 2.5 m	K400	PRECAST
14	PCST 2.5-6	Overtopping	10 m x 10 m	K400	HALF SLAB
		Pelat Pracetak	10 m x 2.5 m	K400	PRECAST

Untuk mendapatkan perilaku dari masing-masing struktur maka dibuat grafik perbandingan sebagai berikut :

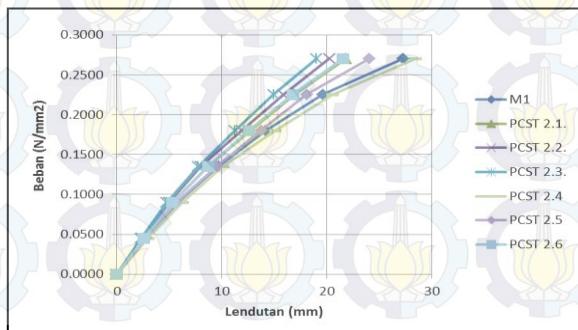
## a. PCST 2 vs M1



Gambar 5. 1. Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tarik Beton



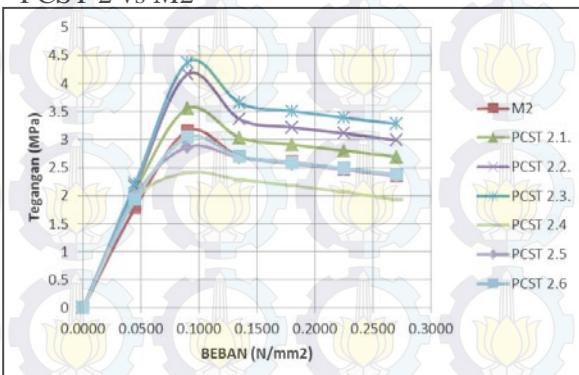
Gambar 5. 2. Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tekan Beton



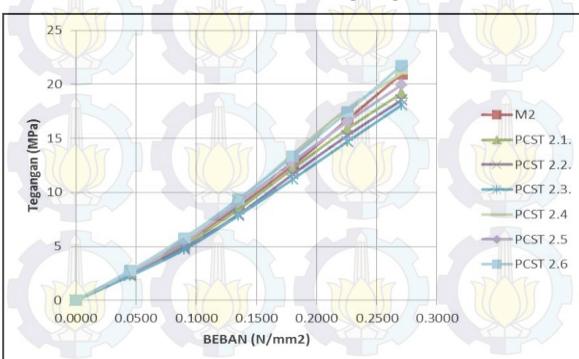
Gambar 5. 3. Grafik Beban vs Lendutan

Berdasarkan perbandingan hasil analisa pada model PCST 2.1, PCST 2.2, PCST 2.3, PCST 2.4, PCST 2.5 dan PCST 2.6 dengan model M1, didapatkan bahwa lendutan terbesar terjadi pada model PCST 2.4 dengan nilai 28.4 mm, tegangan lentur tarik yang terbesar terdapat pada model PCST 2.3 dengan nilai 4.374 MPa dan tegangan lentur tekan yang terbesar terdapat pada model PCST 2.6 dengan nilai 21.733 MPa.

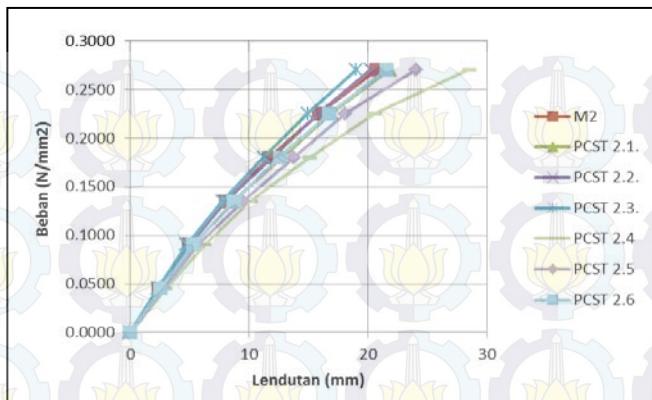
#### b. PCST 2 vs M2



Gambar 5. 4. Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tarik Beton



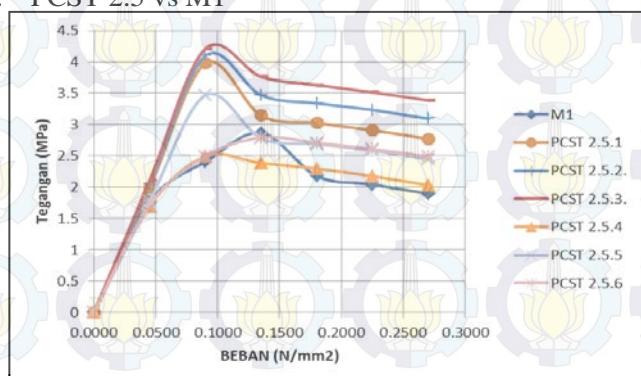
Gambar 5. 5. Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tekan Beton



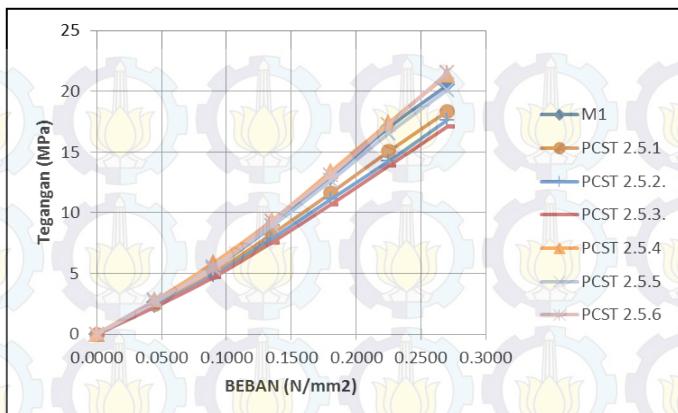
Gambar 5. 6. Grafik Beban vs Lendutan

Berdasarkan perbandingan hasil analisa pada model PCST 2.1, PCST 2.2, PCST 2.3, PCST 2.4, PCST 2.5 dan PCST 2.6 dengan model M2, didapatkan bahwa lendutan terbesar terjadi pada model PCST 2.4 dengan nilai 28.4 mm, tegangan lentur tarik yang terbesar terdapat pada model PCST 2.3 dengan nilai 4.374 MPa dan tegangan lentur tekan yang terbesar terdapat pada model PCST 2.6 dengan nilai 21.733 MPa.

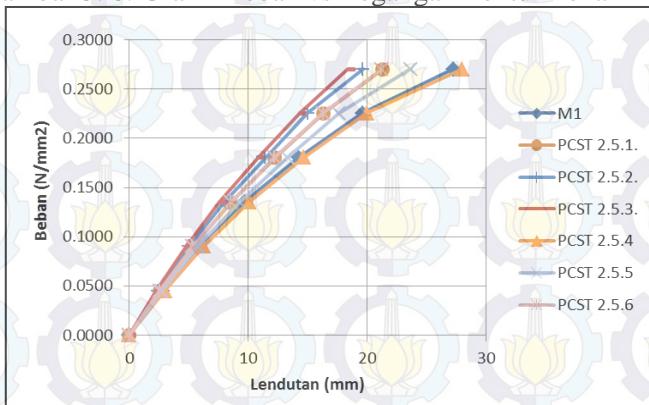
## c. PCST 2.5 vs M1



Gambar 5. 7. Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tarik Beton



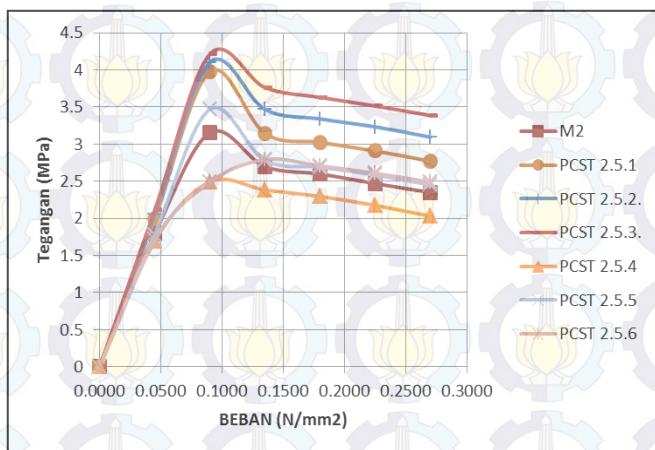
Gambar 5. 8. Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tekan Beton



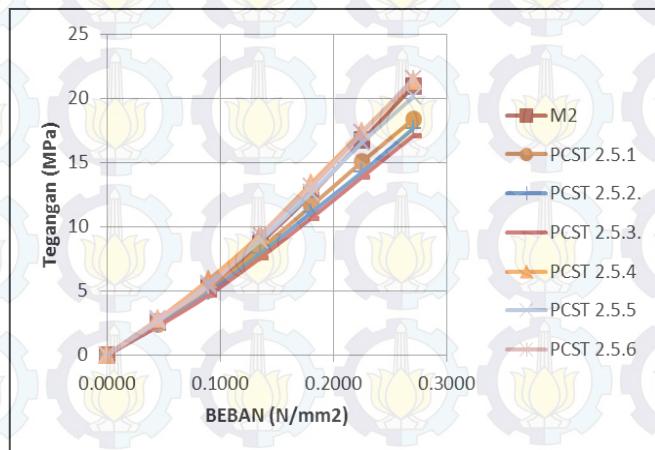
Gambar 5. 9. Grafik Beban vs Lendutan

Berdasarkan perbandingan hasil analisa pada model PCST 2.5.1, PCST 2.5.2, PCST 2.5.3, PCST 2.5.4, PCST 2.5.5, dan PCST 2.5.6 dengan model M1, didapatkan bahwa lendutan terbesar terjadi pada model PCST 2.5.4 dengan nilai 27.9 mm, tegangan lentur tarik yang terbesar terdapat pada model PCST 2.5.3 dengan nilai 4.212 MPa dan tegangan lentur tekan yang terbesar terdapat pada model PCST 2.5.6 dengan nilai 21.522 MPa.

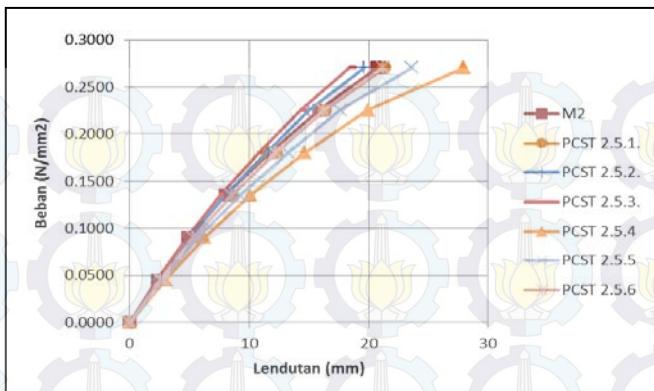
## d. PCST 2.5 vs M2



Gambar 5.10.Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tarik Beton



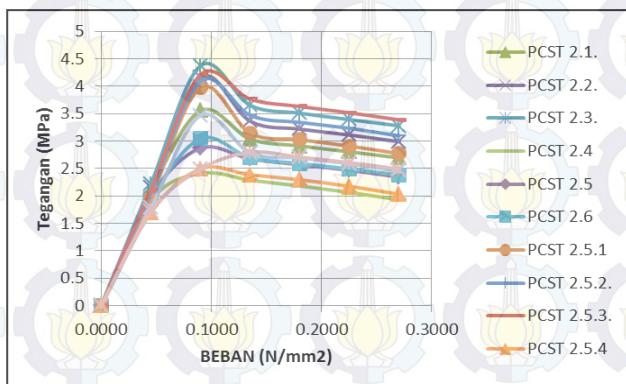
Gambar 5.11.Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tekan Beton



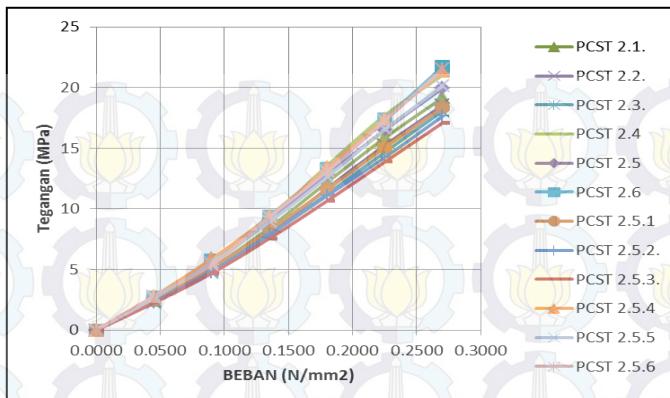
Gambar 5. 12. Grafik Beban vs Lendutan

Berdasarkan perbandingan hasil analisa pada model PCST 2.5.1, PCST 2.5.2, PCST 2.5.3, PCST 2.5.4, PCST 2.5.5, dan PCST 2.5.6 dengan model M2, didapatkan bahwa lendutan terbesar terjadi pada model PCST 2.5.4 dengan nilai 27.9 mm, tegangan lentur tarik yang terbesar terdapat pada model PCST 2.5.3 dengan nilai 4.212 MPa dan tegangan lentur tekan yang terbesar terdapat pada model PCST 2.5.6 dengan nilai 21.522 MPa.

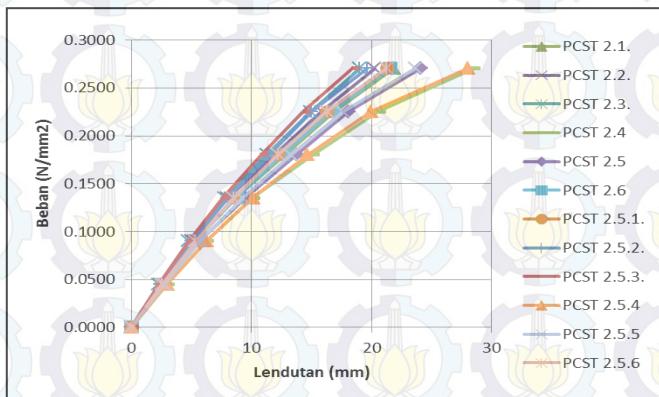
#### e. PCST 2 vs PCST 2.5



Gambar 5.13.Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tarik Beton

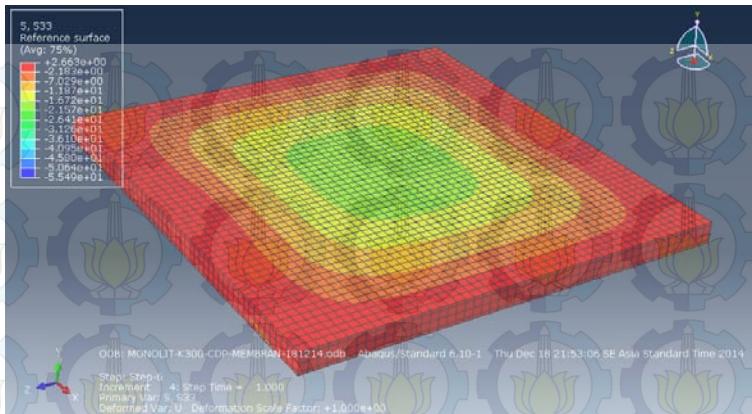


Gambar 5.14. Grafik Beban vs Tegangan Lentur Tarik Beton

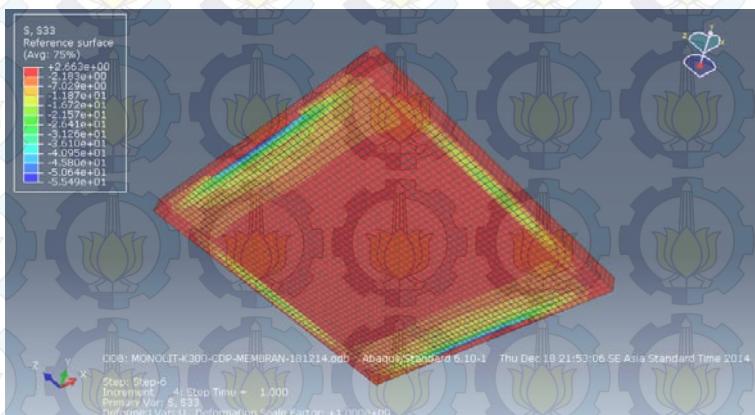


Gambar 5. 15. Grafik Beban vs Lendutan

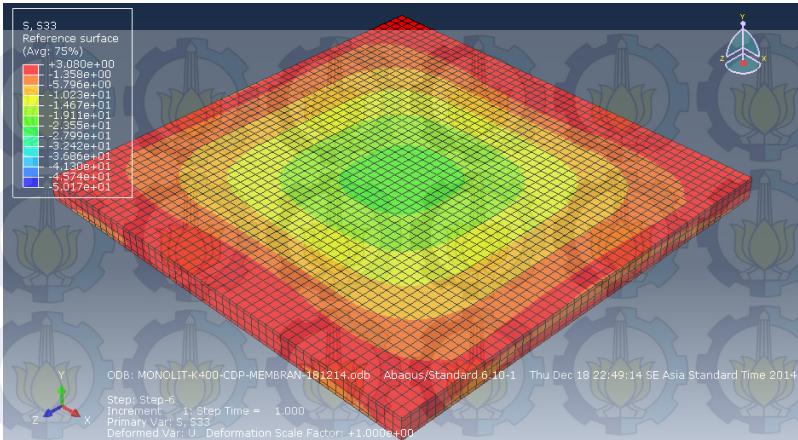
Berdasarkan perbandingan hasil analisa pada model PCST 2.1, PCST 2.2, PCST 2.3, PCST 2.4, PCST 2.5 dan PCST 2.6 dengan model PCST 2.5.1, PCST 2.5.2, PCST 2.5.3, PCST 2.5.4, PCST 2.5.5, dan PCST 2.5.6 didapatkan bahwa lendutan terbesar terjadi pada model PCST 2.4 dengan nilai 28.4 mm, tegangan lentur tarik yang terbesar terdapat pada model PCST 2.3 dengan nilai 4.374 MPa dan tegangan lentur tekan yang terbesar terdapat pada model PCST 2.6 dengan nilai 21.54 MPa.



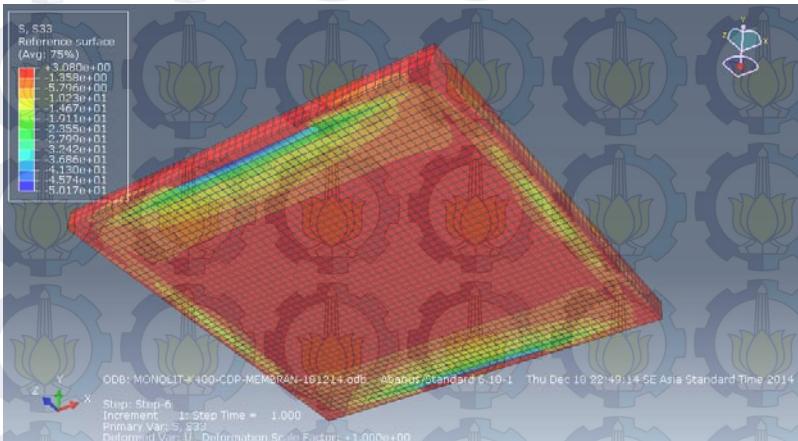
Gambar 5. 16. Tegangan Tampak Atas Tipe M1



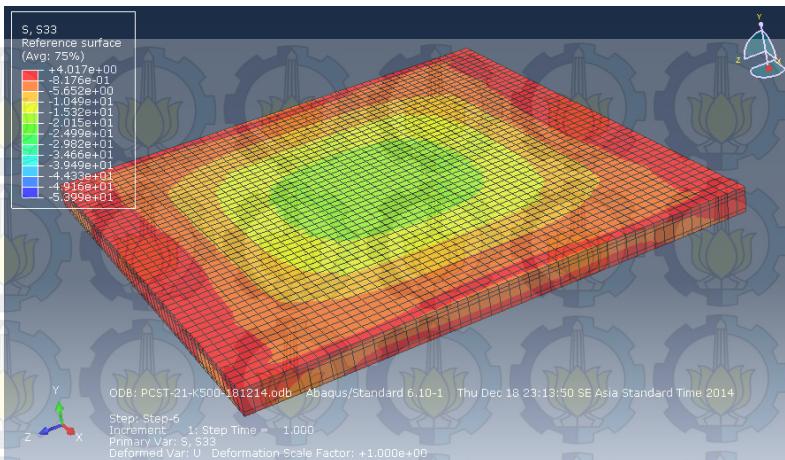
Gambar 5. 17. Tegangan Tampak Bawah Tipe M1



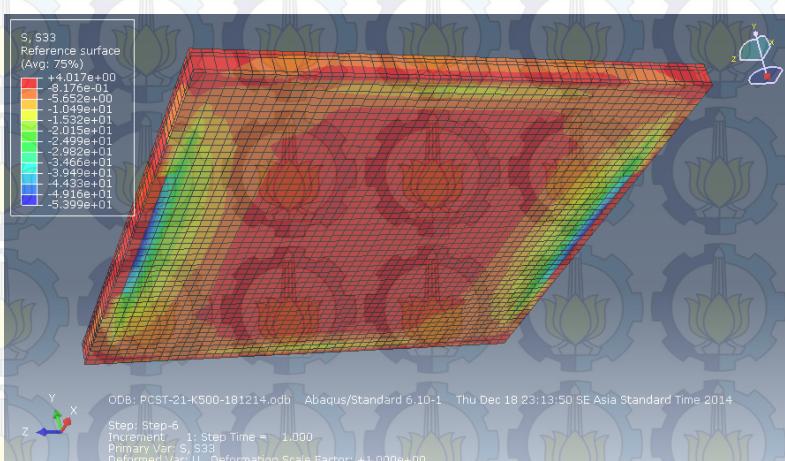
Gambar 5. 18. Tegangan Tampak Atas Tipe M2



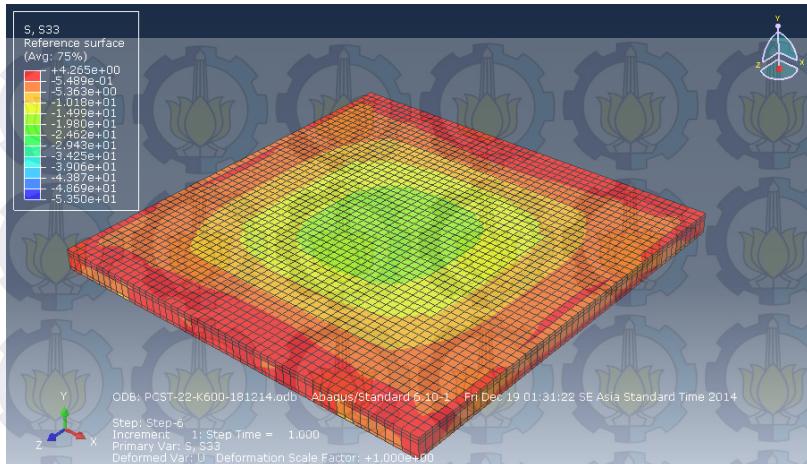
Gambar 5. 19. Tegangan Tampak Bawah Tipe M2



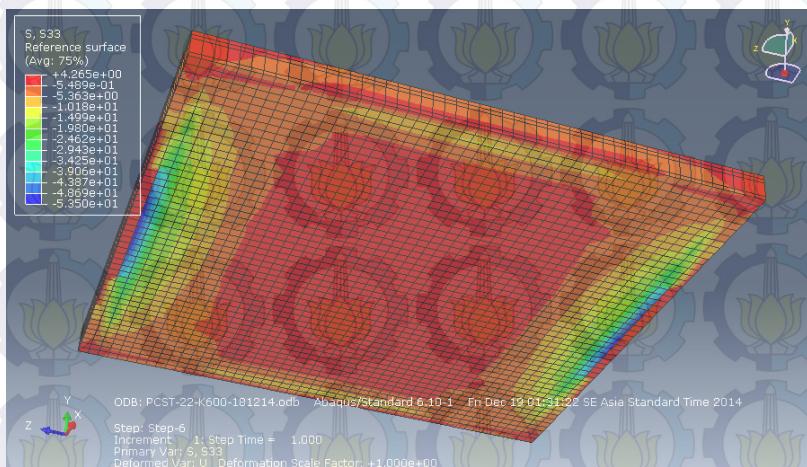
Gambar 5. 20. Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2-1



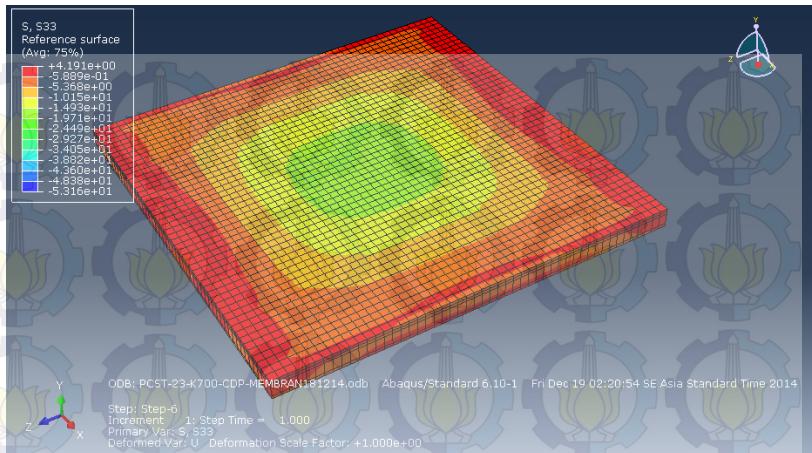
Gambar 5. 21. Tegangan Tampak Bawah Tipe PCST 2-1



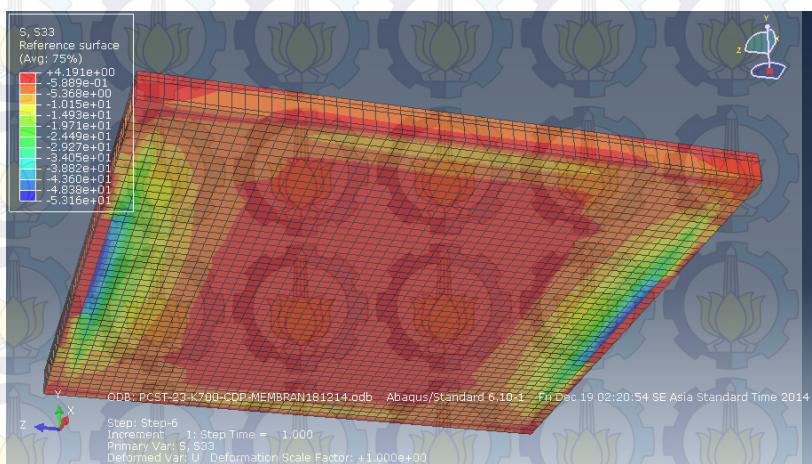
Gambar 5. 22. Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2-2



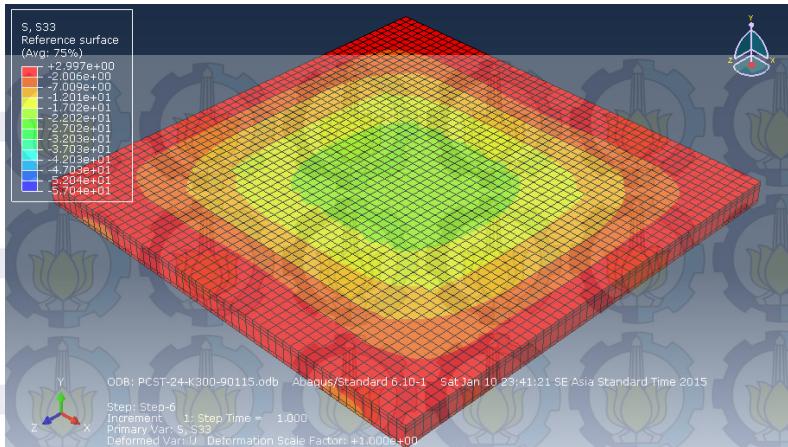
Gambar 5. 23. Tegangan Tampak Bawah Tipe PCST 2-2



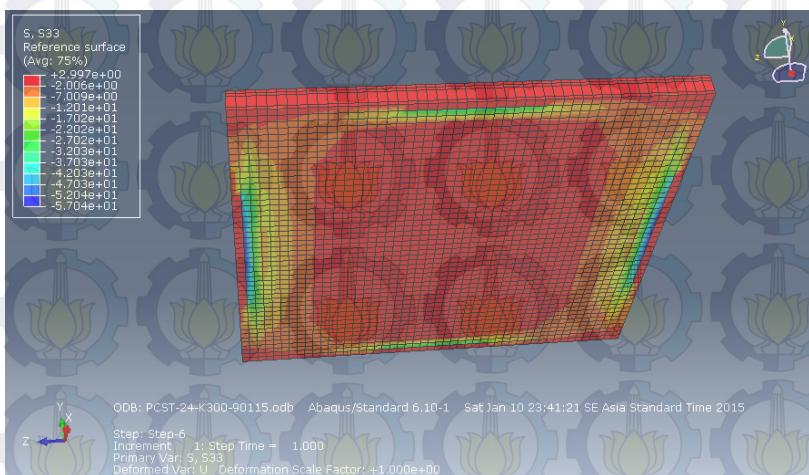
Gambar 5. 24. Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2-3



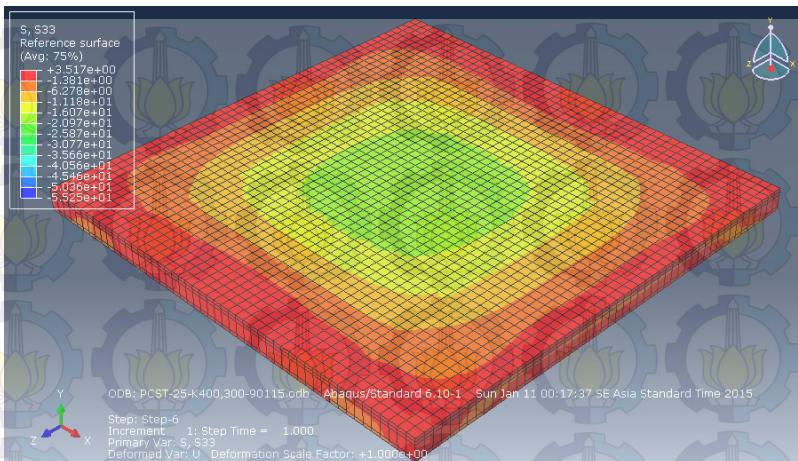
Gambar 5. 25. Tegangan Tampak Bawah Tipe PCST 2-3



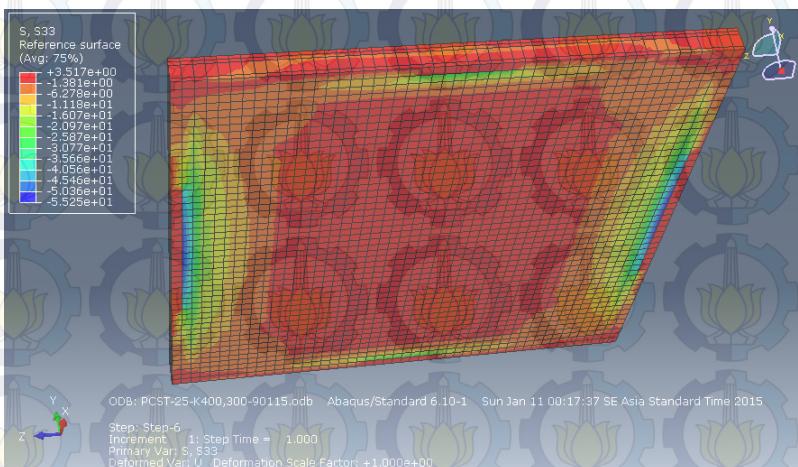
Gambar 5. 26. Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2-4



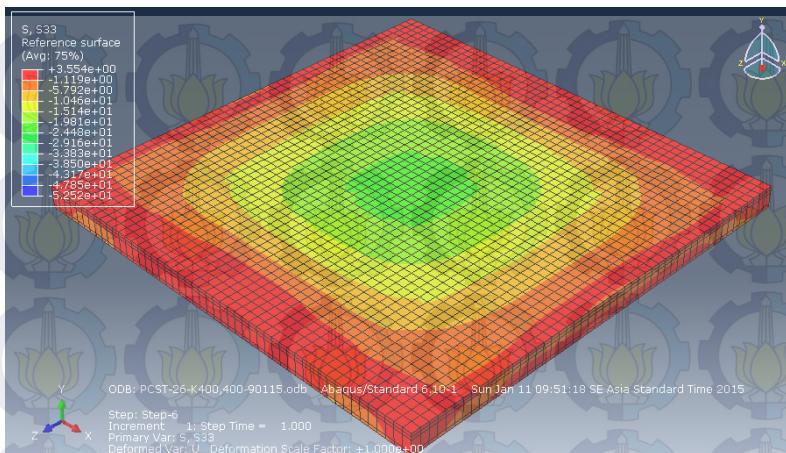
Gambar 5. 27. Tegangan Tampak Bawah Tipe PCST 2-4



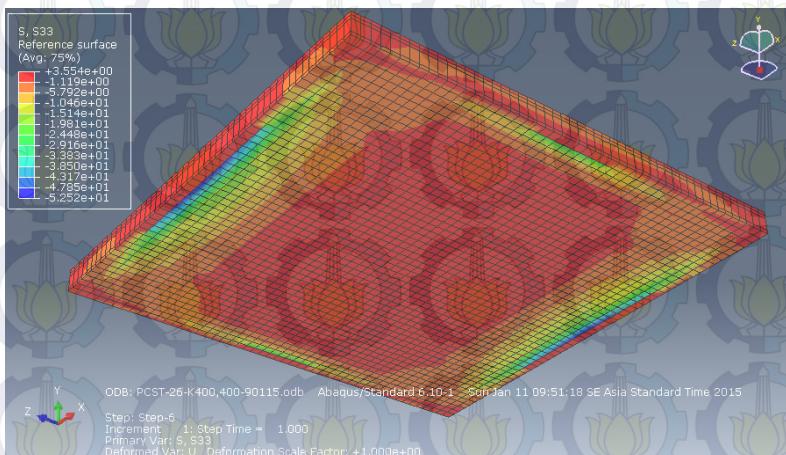
Gambar 5. 28. Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2-5



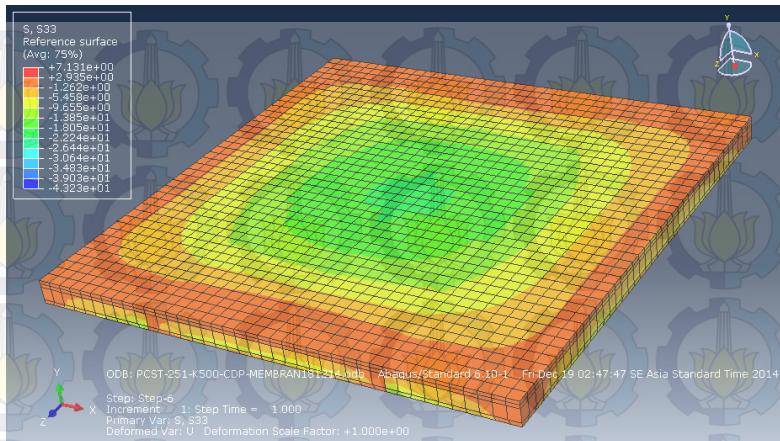
Gambar 5. 29. Tegangan Tampak Bawah Tipe PCST 2-5



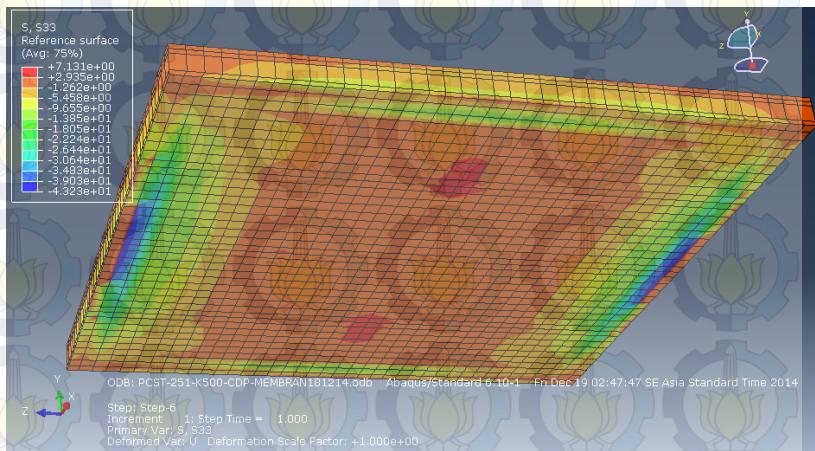
Gambar 5. 30. Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2-6



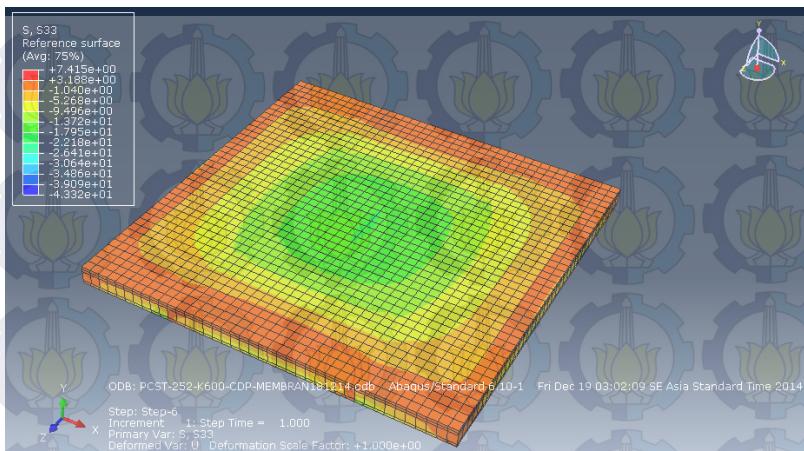
Gambar 5. 31. Tegangan Tampak Bawah Tipe PCST 2-6



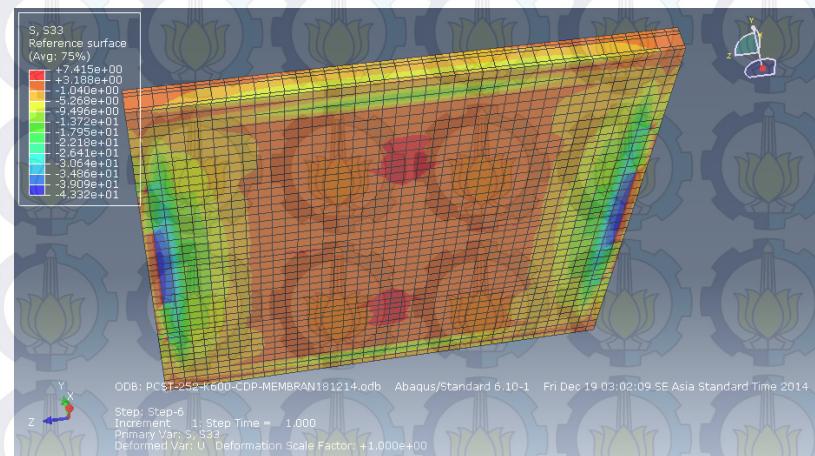
Gambar 5. 32. Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.5-1



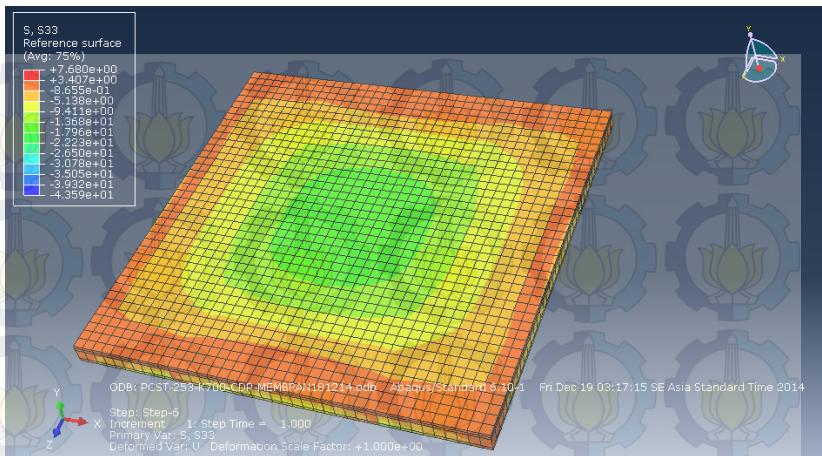
Gambar 5. 33. Tegangan Tampak Bawah Tipe PCST 2.5-1



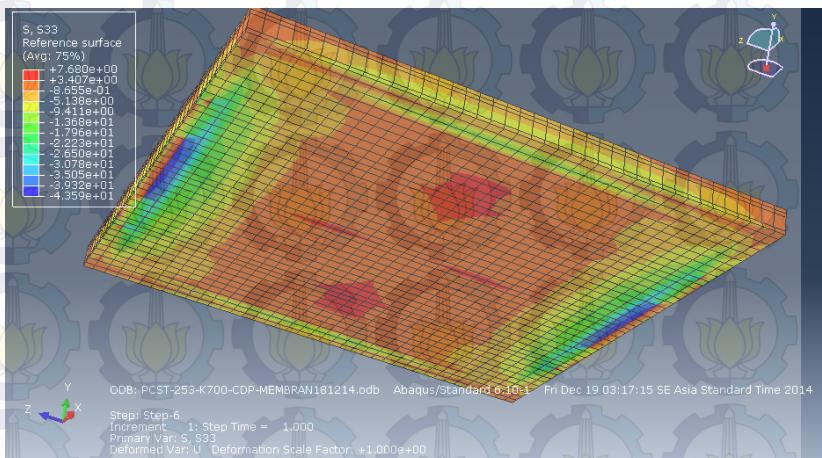
Gambar 5. 34. Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.5-2



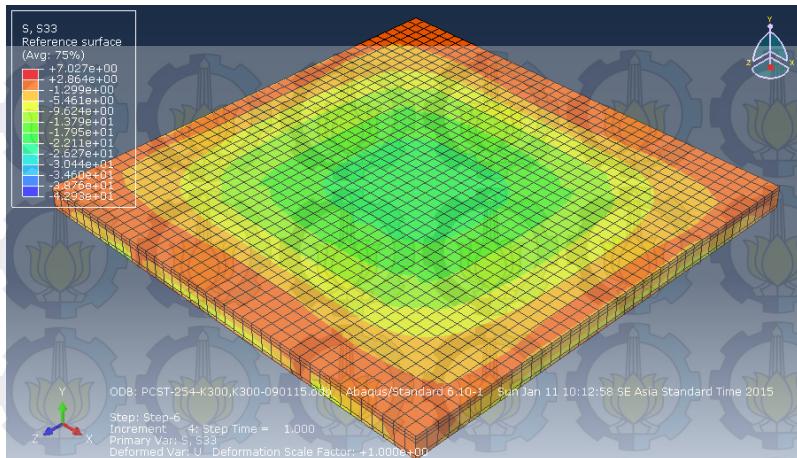
Gambar 5. 35. Tegangan Tampak Bawah Tipe PCST 2.5-2



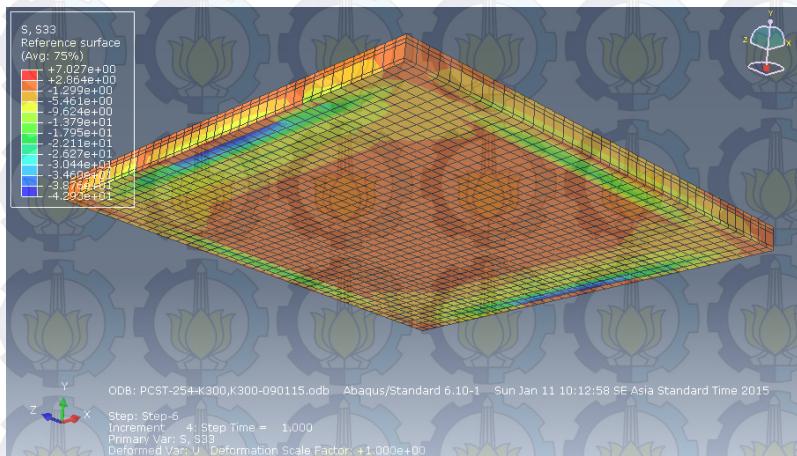
Gambar 5. 36. Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.5-3



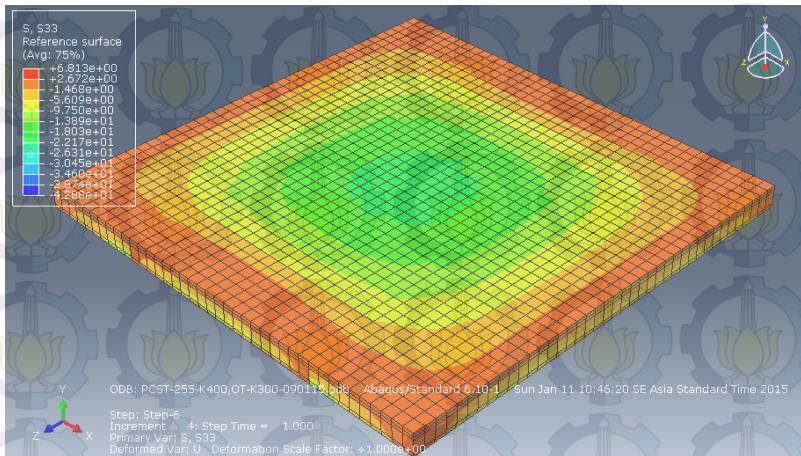
Gambar 5. 37. Tegangan Tampak Bawah Tipe PCST 2.5-3



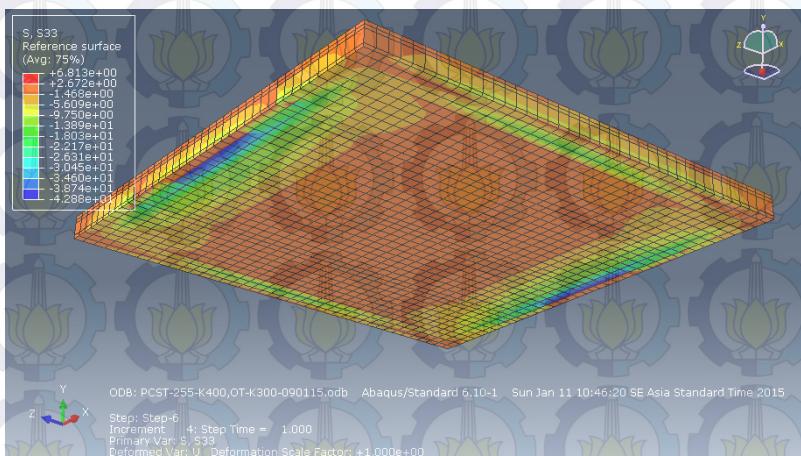
Gambar 5. 38. Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.5-4



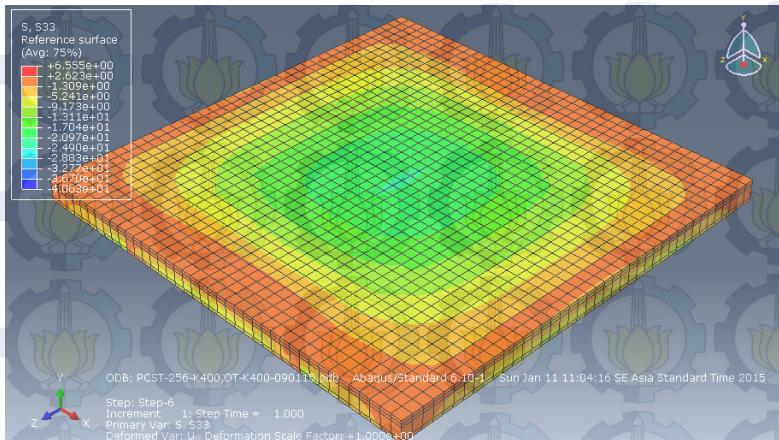
Gambar 5. 39. Tegangan Tampak Bawah Tipe PCST 2.5-4



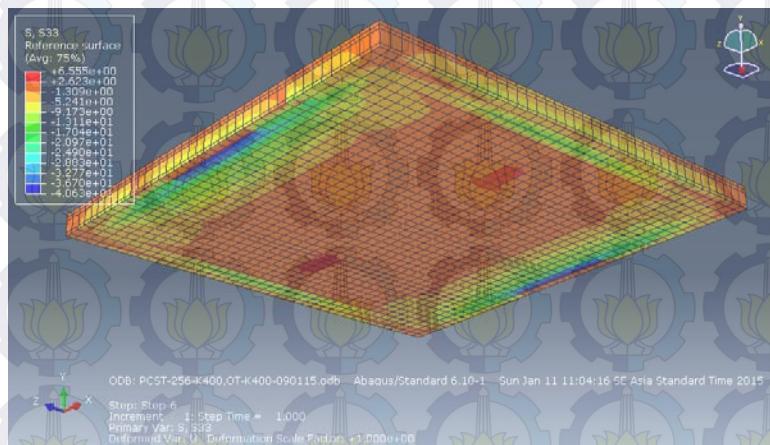
Gambar 5. 40. Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.5-5



Gambar 5. 41. Tegangan Tampak Bawah Tipe PCST 2.5-5



Gambar 5. 42. Tegangan Tampak Atas Tipe PCST 2.5-6



Gambar 5. 43. Tegangan Tampak Bawah Tipe PCST 2.5-6

## 5.2. Pembandingan Tegangan Tarik

Tabel 5.2. Tegangan Tarik Maksimum

TIPE MODEL	TEGANGAN TARIK MAKSIMUM (MPa)
M1	2.866
M2	3.154
PCST 2.1	3.553
PCST 2.2	4.164
PCST 2.3	4.374
PCST 2.4	2.410
PCST 2.5	2.868
PCST 2.6	3.043
PCST 2.5.1	2.908
PCST 2.5.2	3.233
PCST 2.5.3	3.515
PCST 2.5.4	2.494
PCST 2.5.5	3.470
PCST 2.5.6	2.793

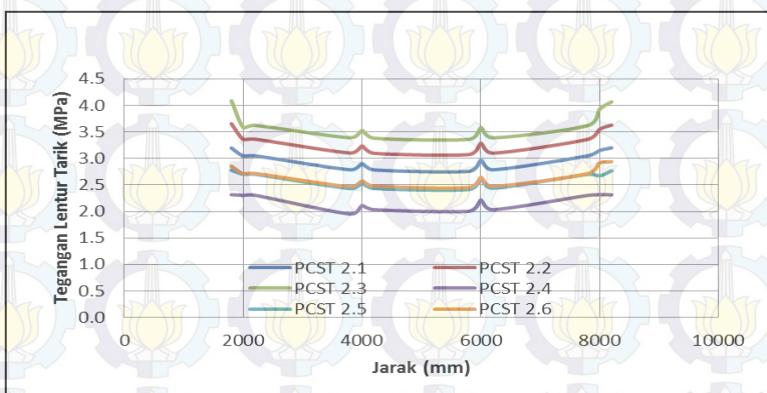
Dari hasil Grafik tersebut, perilaku struktur yang terjadi sudah mendekati nilai teoritis yaitu pada model M1 memiliki nilai perbedaan tegangan tarik beton sebesar 0.129 MPa atau 4.3 % dari nilai teoritisnya yaitu 2.995 MPa dan model M2 memiliki nilai perbedaan sebesar 0.3079 atau 8.89% dari nilai teoritisnya yaitu 3.462 MPa, sedangkan untuk model *half slab precast* tidak dapat dibandingkan karena memiliki perbedaan mutu beton antara pelat pracetak dengan overtoppingnya.

Tabel 5.3. Tegangan Tarik Sepanjang Bentang dengan Lebar Pracetak 2 m

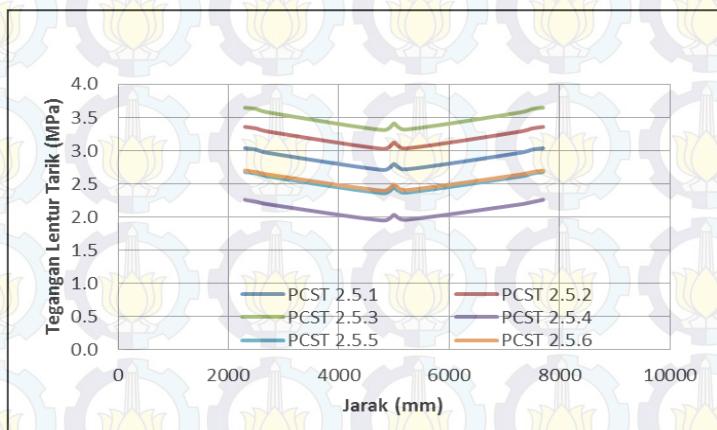
<b>JARAK</b>	<b>NODES</b>	<b>PCST 2.1</b>	<b>PCST 2.2</b>	<b>PCST 2.3</b>	<b>PCST 2.4</b>	<b>PCST 2.5</b>	<b>PCST 2.6</b>
1800	778	3.197	3.655	4.087	2.316	2.779	2.855
2000	90	3.046	3.359	3.583	2.304	2.701	2.712
2200	1027	3.049	3.363	3.623	2.305	2.701	2.717
3800	1035	2.787	3.103	3.391	1.952	2.433	2.466
4000	90	2.902	3.235	3.529	2.111	2.537	2.575
4200	1027	2.785	3.098	3.383	2.034	2.433	2.479
5800	1035	2.757	3.074	3.360	2.004	2.413	2.452
6000	90	2.966	3.287	3.576	2.215	2.612	2.644
6200	1027	2.787	3.100	3.389	2.033	2.439	2.473
7800	1035	3.049	3.360	3.619	2.303	2.699	2.714
8000	90	3.150	3.550	3.928	2.315	2.670	2.914
8200	778	3.200	3.630	4.069	2.313	2.770	2.937

Tabel 5.4. Tegangan Tarik Sepanjang Bentang dengan Lebar Pracetak 2.5 m

<b>JARAK</b>	<b>NODES</b>	<b>PCST 2.5.1</b>	<b>PCST 2.5.2</b>	<b>PCST 2.5.3</b>	<b>PCST 2.5.4</b>	<b>PCST 2.5.5</b>	<b>PCST 2.5.6</b>
2300	131	3.038	3.359	3.647	2.259	2.678	2.701
2500	80	3.016	3.336	3.629	2.228	2.657	2.678
2700	43	2.968	3.290	3.579	2.194	2.613	2.643
4800	131	2.709	3.027	3.311	1.947	2.358	2.397
5000	80	2.800	3.124	3.412	2.033	2.450	2.490
5200	43	2.717	3.033	3.318	1.958	2.367	2.404
7300	131	2.970	3.289	3.578	2.192	2.612	2.642
7500	80	3.015	3.335	3.628	2.225	2.655	2.677
7700	43	3.037	3.358	3.648	2.259	2.678	2.700



Gambar 5. 44. Tegangan Tarik Melintang Segmen Pracetak 2 meter



Gambar 5. 45. Tegangan Tarik Melintang Segmen Pracetak 2.5 meter

Grafik tegangan pada gambar 5.41 dan 5.42 merupakan grafik tegangan lentur tarik yang terjadi sepanjang bentang pelat lantai, melintang dari tiap-tiap segmen pracetak. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa terjadi lompatan tegangan pada posisi sambungan antar segmen pracetak, dimana lompatan tegangan tersebut terjadi pada posisi di tengah bentang.

Dari Tabel 5.3. dapat dilihat bahwa terjadi lompatan tegangan pada area sambungan antar pelat pracetak dengan model PCST 2.1. sebesar 0.117 MPa atau 4%, model PCST 2.2. sebesar 0.137 MPa atau 4.3%, model PCST 2.3. sebesar 0.146 MPa atau 4.1%, model PCST 2.4. sebesar 0.077 MPa atau 3.6%, model PCST 2.5. sebesar 0.104 MPa atau 4.1%, dan model PCST 2.6 sebesar 0.096 MPa atau 3.7%.

Dari Tabel 5.4. dapat dilihat bahwa terjadi lompatan tegangan pada area sambungan antar pelat pracetak dengan model PCST 2.5.1. sebesar 0.091 MPa atau 3.2%, model PCST 2.5.2. sebesar 0.097 MPa atau 3.1%, model PCST 2.5.3. sebesar 0.101 MPa atau 3%, model PCST 2.5.4. sebesar 0.086 MPa atau 4.2%, model PCST 2.5.5. sebesar 0.092 atau 3.8%, dan model PCST 2.5.6. sebesar 0.093 atau 3.7%.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berikut ini adalah hasil yang dapat disimpulkan berdasarkan pemodelan *half slab precast* dengan dibandingkan terhadap pelat monolit :

1. Dari dua model monolit dan dua belas model *half slab precast* dengan beban merata didapatkan tegangan lentur daerah tarik terbesar terjadi pada tipe PCST 2.3 sebesar 4.374 MPa.
2. Dari dua model monolit dan dua belas model *half slab precast* dengan beban merata didapatkan lendutan terbesar terjadi pada pelat PCST 2.4 sebesar 28.4 mm.
3. Lendutan *half slab precast* dengan lebar segmen pracetak 2.5 meter lebih kecil dibandingkan dengan *half slab precast* lebar 2 meter, oleh karena itu *half slab precast* dengan lebar segmen praktak 2.5 meter lebih efektif.
4. Hasil bandingan pelat monolit dan *half slab precast* dengan mutu beton yang sama, didapatkan bahwa *half slab precast* memiliki lendutan lebih besar. Akan tetapi jika kita naikan mutu beton pelat pracetak satu tingkat diatasnya, *half slab precast* mengalami penurunan lendutan sebesar 4.4 mm atau 15.5%.

#### **6.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan sesuai dengan Tugas Akhir ini adalah :

1. Pemodelan menggunakan sambungan tarik antar pelat pracetak, dikarenakan terjadi lompatan tegangan pada area sambungan antar pelat.
2. Perlu dilakukan pengujian laboratorium terhadap pemodelan yang telah dilakukan.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*