

**TUGAS AKHIR**

**STUDI PERFORMA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT  
KETIDAKBERATURAN TORSI BERDASARKAN PERENCANAAN URUTAN  
SENDI PLASTIS DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS***

**Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1)**



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**



Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, MS.

Disusun Oleh,

Nama : Dea Meillia Fransisca

NIM : 41112010071

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
TERAKREDITASI A BERDASARKAN BADAN AKREDITASI NASIONAL  
PERGURUAN TINGGI  
2016**

 MERCU BUANA	<b>LEMBAR PENGESAHAN SIDANG SARJANA  PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  FAKULTAS TEKNIK  UNIVERSITAS MERCUBUANA</b>	
--	--	---

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2015/2016

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

**Judul Tugas Akhir** : Studi Performa Struktur Gedung Bertingkat Ketidakberaturan Torsi Berdasarkan Perencanaan Urutan Sendi Plastis dengan *Pushover Analysis*

Disusun Oleh :

**Nama** : Dea Meillia Fransisca

**NIM** : 41112010071

**Jurusan/Program Studi** : Teknik Sipil

Telah diajukan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana tanggal 5 Agustus 2016 :

**Pembimbing Tugas Akhir**



**Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, MS.**

Jakarta, 12 Agustus 2016

Mengetahui,

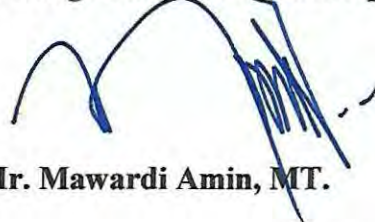
**Ketua Penguji**



**Ika Sari Damayanthi S., ST., MT.**

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Sipil**



**Ir. Mawardi Amin, MT.**

**LEMBAR PERNYATAAN  
SIDANG SARJANA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dea Meillia Fransisca  
Nomor Induk Mahasiswa : 41112010071  
Program Studi/Jurusan : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 12 Agustus 2016



**Dea Meillia Fransisca**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “STUDI PERFORMA STRUKTUR KETIDAKBERATURAN TORSI BERDASARKAN PERENCANAAN URUTAN SENDI PLASTIS DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS*” yang merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini menemui banyak kendala yang harus dihadapi. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Resmi Bestari Muin MS., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang dengan sabar telah meluangkan waktunya dalam membimbing serta memberikan masukan dan saran yang berguna bagi saya dalam menyusun Tugas Akhir ini.
2. Prof. Dr. Chandrasa Soekardi, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Ir. Mawardi Amin, MT., selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.
4. Acep Hidayat, ST. MT., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan juga Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana
5. Semua Dosen dan Staff Jurusan Teknik Sipil, yang tidak bisa

disebutkan satu-persatu namanya, mudah-mudahan tidak mengurangi rasa hormat saya.

6. Orang tua beserta keluarga besar yang telah memberikan dukungan dan doa yang tak henti dalam hidup saya.
7. *Pushover Squad*, Achmad Sukoco, Ghivary Alkindi, Siti Putri Hasanah, loyalitas dan kesabaran tanpa batas untuk bersama-sama memecahkan teori, pendekatan, dan analisis dalam Tugas Akhir ini. Kita team terhebat.
8. Fabian Sabogi, kekasih yang selalu memberi semangat, motivasi, serta doa yang tulus.
9. *KSTS Group*, Dian Puspita Sari, Carolina Sitompul, Indriani Eka, Melinda Dewanti, Alpiah, Amalia, untuk canda, tawa dan persahabatan yang selalu diingat.
10. Dan seluruh teman – teman Mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2012 (Danang, Hamdan, Sendy, Imam, Zein, Ayomi, serta teman – teman yang lain).

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh untuk dikatakan sempurna. Oleh karena itu kritik serta saran yang membangun akan sangat membantu Tugas Akhir ini dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam bagian dari perkembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 29 Juli 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>COVER .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>xxiii</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah .....	I-3
1.3 Rumusan Permasalahan .....	I-3
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-4
1.6 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah .....	I-5
1.7 Sistematika Penulisan .....	I-6
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pendahuluan .....	II-1
2.2 Prarencana ( <i>Preliminary Design</i> ).....	II-1
2.2.1. Prarencana Pelat .....	II-1

2.2.2.	Prarencana Balok .....	II-5
2.2.3.	Prarencana Kolom .....	II-6
2.3	Perencanaan Struktur Tahan Gempa .....	II-6
2.3.1	Kategori Resiko Bangunan Gedung Dan Faktor Keutamaan .....	II-8
2.3.2	Parameter Percepatan Tanah .....	II-10
2.3.3	Klasifikasi Situs (SA-SF) .....	II-12
2.3.4	Koefisien Situs .....	II-13
2.3.5	Parameter Percepatan Spektral Desain (SDS. SD1) .....	II-14
2.3.6	Perencanaan Respon Spektrum .....	II-14
2.3.7	Kategori Desain Seismik .....	II-16
2.3.8	Evaluasi Sistem Struktur Terkait dengan Ketidakberaturan Konfigurasi .....	II-17
2.3.9	Batasan Simpangan Izin Antar Lantai .....	II-21
2.4	<i>Pushover Analysis</i> .....	II-22
2.4.1	Kurva Kapasitas .....	II-22
2.4.2	Tahapan <i>Pushover Analysis</i> .....	II-23
2.5	Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	II-25
2.6	Perencanaan Urutan Sendi Plastis .....	II-26
2.7	Indeks Redundansi .....	II-31
2.8	Evaluasi Berbasis Kinerja .....	II-32

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Prosedur Analisis .....	III-1
3.2	Diagram Alir .....	III-3
3.3	Informasi Perencanaan .....	III-4

3.3.1	Desain Perencanaan Struktur .....	III-6
3.3.2	Properti Material Struktur .....	III-8
3.4	Perencanaan Awal ( <i>Preliminary Design</i> ) .....	III-8
3.5	Pembebanan .....	III-9
3.5.1	Asumsi Dan Perancangan .....	III-9
3.5.2	Analisis Beban .....	III-9
3.5.3	Kombinasi Beban Gempa .....	III-10
3.5.4	Lokasi Parameter Gempa .....	III-11
3.6	<i>Pushover Analysis</i> .....	III-12

#### **BAB IV STUDI KASUS DAN HASIL ANALISIS**

4.1	Denah Struktur .....	IV-1
4.2	Perencanaan Awal .....	IV-2
4.2.1	Perencanaan Pelat .....	IV-2
4.2.2	Perencanaan Balok .....	IV-7
4.2.3	Prarencanaan Kolom .....	IV-10
4.3	Perhitungan Beban Gravitasi .....	IV-17
4.4	Beban Gempa .....	IV-18
4.4.1	Data Gedung .....	IV-18
4.4.2	Nilai Parameter Gempa .....	IV-18
4.4.3	Respons Spektrum Desain .....	IV-19
4.4.4	Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS) .....	IV-21
4.4.5	Pemilihan Sistem dan Parameter Struktur ( $R$ , $C_d$ , $\rho$ ) .....	IV-21
4.5	Analisis Gempa Struktur Beraturan .....	IV-22
4.5.1	Analisis Periode Struktur .....	IV-23
4.5.2	Berat Struktur .....	IV-26



4.5.3	Koefisien Respon Seismik .....	IV-29
4.5.4	Kombinasi Beban .....	IV-30
4.5.5	Gaya Geser Dalam .....	IV-31
4.5.6	Distribusi Beban Gempa .....	IV-31
4.5.7	Menentukan Eksentrisitas Rencana (ed).....	IV-33
4.5.8	Input Beban Gempa .....	IV-34
4.5.9	Input Respon Spektrum Gempa Rencana .....	IV-35
4.5.10	Input <i>Respon Spectrum Case</i> .....	IV-36
4.5.11	Gaya Geser Dasar Nominal .....	IV-37
4.5.12	Simpangan Struktur .....	IV-39
4.6	Analisis Gempa Struktur Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-43
4.6.1	Analisis Periode Struktur .....	IV-43
4.6.2	Berat Struktur .....	IV-46
4.6.3	Koefisien Respon Seismik .....	IV-49
4.6.4	Gaya Geser Dalam .....	IV-50
4.6.5	Distribusi Beban Gempa .....	IV-51
4.6.6	Menentukan Eksentrisitas Rencana .....	IV-52
4.6.7	Gaya Geser Dasar Nominal .....	IV-52
4.6.8	Simpangan Struktur .....	IV-54
4.6.9	Evaluasi Sistem Struktur Dengan Ketidakberaturan Torsi .....	IV-58
4.7	Analisis <i>Pushover</i> .....	IV-60
4.8	Analisis <i>Pushover</i> dengan Perencanaan Urutan Sendi Plastis .....	IV-65
4.8.1	Perencanaan Urutan Sendi Plastis pada Balok .....	IV-65
4.8.2	Perencanaan Urutan Sendi Plastis pada Kolom .....	IV-72

4.9	Kurva Kapasitas dan Titik Kinerja Analisis <i>Pushover</i> .....	IV-77
4.9.1	Kurva Kapasitas dan Titik Kinerja Arah X Struktur Beraturan .....	IV-77
4.9.2	Kurva Kapasitas dan Titik Kinerja Arah Y Struktur Beraturan .....	IV-79
4.9.3	Kurva Kapasitas dan Titik Kinerja Arah X Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	IV-81
4.9.4	Kurva Kapasitas dan Titik Kinerja Arah Y Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	IV-82
4.9.5	Kurva Kapasitas dan Titik Kinerja Arah X Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	IV-81
4.9.6	Kurva Kapasitas dan Titik Kinerja Arah Y Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	IV-82
4.9.7	Indeks Redundansi Optimal .....	IV-85
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Simpulan .....	V-1
5.2	Saran .....	V-3
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>xxvi</b>
<b>LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penampang Pelat Tinjauan .....	II-5
Gambar 2.2 Koefisien Jepit Pelat Balok T .....	II-4
Gambar 2.3 Koefisien Jepit Pelat Balok L .....	II-4
Gambar 2.4 Peta untuk SS.....	II-11
Gambar 2.5.. Peta untuk S1 .....	II-11
Gambar 2.6 Respon Spektrum Rencana.....	II-15
Gambar 2.7 Langkah Utama untuk <i>Pushover Analysis</i> .....	II-23
Gambar 2.8 Skema Ketidakberaturan Torsi .....	II-25
Gambar 2.9 Pembentukan Sendi Plastis Pada Struktur .....	II-26
Gambar 2.10 Perencanaan Sendi Plastis .....	II-29
Gambar 2.11 Sendi Plastis Serentak.....	II-30
Gambar 2.12 Grafik Perbandingan Urutan Sendi Plastis .....	II-30
Gambar 2.13 Kriteria Kinerja Struktur.....	II-32
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	III-4
Gambar 3.2 Denah Struktur Beraturan.....	III-6
Gambar 3.3 Denah Struktur Ketidakberaturan Horizontal.....	III-7
Gambar 3.4 Tahap Pertama <i>Pushover Analysis</i> .....	III-12
Gambar 3.5 Tahap Kedua <i>Pushover Analysis</i> .....	III-13
Gambar 3.6 Tahap Ketiga A. Menetapkan Beban Gravitasi <i>Pushover</i> <i>Analysis</i> .....	III-14
Gambar 3.7 Tahap Ketiga B. Menetapkan Beban Lateral <i>Pushover</i> <i>Analysis</i> .....	III-14

Gambar 3.8 Tahap Keempat <i>Pushover Analysis</i> .....	III-15
Gambar 3.9 Tahap Kelima <i>Review Output 1 Pushover Analysis</i> .....	III-15
Gambar 3.10 Tahap Kelima <i>Review Output 3 Pushover Analysis</i> .....	III-16
Gambar 3.11 Tahap Kelima <i>Review Output 4 Pushover Analysis</i> .....	III-16
Gambar 3.12 Tahap Kelima <i>Review Output 5 Pushover Analysis</i> .....	III-17
Gambar 3.13 Tahap Keenam <i>Deformed Shape Pushover Analysis</i> .....	III-17
Gambar 3.14 Skema Kesatu Distribusi Sendi Plastis dari <i>Pushover Analysis</i> ....	III-18
Gambar 3.15 Skema Kedua Distribusi Sendi Plastis dari <i>Pushover Analysis</i> .....	III-18
Gambar 3.16 Skema Ketiga Distribusi Sendi Plastis dari <i>Pushover Analysis</i> ....	III-19
Gambar 3.17 Skema Keempat Distribusi Sendi Plastis dari <i>Pushover Analysis</i> .III-19	
Gambar 4.1 Denah Struktur Yang Ditinjau.....	IV-2
Gambar 4.2 Denah Tinjau Plat .....	IV-3
Gambar 4.3 Penampang Pelat Tinjauan .....	IV-4
Gambar 4.4 Koefisien Jepit Pelat Balok T .....	IV-4
Gambar 4.5 Koefisien Jepit Pelat Balok L .....	IV-5
Gambar 4.6 Denah Tinjau Kolom .....	IV-10
Gambar 4.7 Tinjauan Area Pembebanan Pada Kolom Tengah.....	IV-11
Gambar 4.8 Grafik Respons Spektrum Desain .....	IV-20
Gambar 4.9 Pemodelan Struktur Beraturan .....	IV-22
Gambar 4.10 Periode Getar Alami ( $T_{cy}$ ) untuk Struktur Gedung Beraturan .....	IV-24
Gambar 4.11 Periode Getar Alami ( $T_{cx}$ ) untuk Struktur Gedung Beraturan .....	IV-24
Gambar 4.12 Modifikasi <i>User Load</i> $EQ_x$ dan $EQ_y$ .....	IV-34
Gambar 4.13 Input Beban Gempa $EQ_x$ untuk Struktur Gedung Beraturan.....	IV-34
Gambar 4.14 Input Beban Gempa $EQ_y$ untuk Struktur Gedung Beraturan.....	IV-35
Gambar 4.15 <i>Response Spectrum Function</i> .....	IV-36

Gambar 4.16	<i>Response Spectrum Data RSP<sub>x</sub> dan RSP<sub>y</sub></i> .....	IV-37
Gambar 4.17	Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X .....	IV-42
Gambar 4.18	Grafik Simpangan Antar Lantai Arah Y .....	IV-42
Gambar 4.19	Pemodelan Struktur Gedung Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-43
Gambar 4.20	Periode Getar Alami (T <sub>cy</sub> ) Mode 1 Struktur Gedung Ketidakberaturan Horizontal.....	IV-44
Gambar 4.21	Periode Getar Alami (T <sub>cx</sub> ) Mode 2 Struktur Gedung Ketidakberaturan Horizontal.....	IV-44
Gambar 4.22	Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X Struktur Ketidakberaturan Horizontal.....	IV-57
Gambar 4.23	Grafik Simpangan Antar Lantai Arah Y Struktur Ketidakberaturan Horizontal.....	IV-57
Gambar 4.24	Skema Ketidakberaturan Torsi Akibat Pembebanan Arah X.....	IV-58
Gambar 4.25	Skema Ketidakberaturan Torsi Akibat Pembebanan Arah Y.....	IV-59
Gambar 4.26	<i>Assign Frame Hinge</i> Elemen Balok .....	IV-61
Gambar 4.27	<i>Assign Frame Hinge</i> Elemen Kolom .....	IV-61
Gambar 4.28	<i>Nonlinear Hinges</i> pada Struktur Beraturan.....	IV-62
Gambar 4.29	<i>Nonlinear Hinges</i> pada Struktur Ketidakberaturan.....	IV-62
Gambar 4.30	Menentukan <i>Static Nonlinear Load Cases</i> pada Struktur Ketidakberaturan .....	IV-63
Gambar 4.31	Input Pembeban Push 2 Arah-X.....	IV-64
Gambar 4.32	Input Pembeban Push 2 Arah-Y.....	IV-64
Gambar 4.33	<i>Run Static Nonlinear Analysis Command</i> .....	IV-65

Gambar 4.34	Pola Penambahan Tulangan pada Elemen Balok Arah X Elevasi 1-12 Struktur Beraturan .....	IV-66
Gambar 4.35	Pola Penambahan Tulangan pada Elemen Balok Arah Y Elevasi A-G Struktur Beraturan .....	IV-66
Gambar 4.36	Pola Penambahan Tulangan pada Elemen Balok Arah X Elevasi 1-4; 9-12 Struktur Beraturan .....	IV-67
Gambar 4.37	Pola Penambahan Tulangan pada Elemen Balok Arah X Elevasi 5-8 Struktur Beraturan .....	IV-67
Gambar 4.38	Pola Penambahan Tulangan pada Elemen Balok Arah Y Elevasi E-G Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	IV-68
Gambar 4.39	Pola Penambahan Tulangan pada Elemen Balok Arah Y Elevasi A-D Struktur Ketidakberaturan Torsi.....	IV-68
Gambar 4.40	Input As Baru Penambahan Tulangan pada Elemen Balok .....	IV-70
Gambar 4.41	Input As Baru Penambahan Tulangan pada Elemen Kolom.....	IV-73
Gambar 4.42	Kurva Kapasitas Analisis <i>Pushover</i> Arah X Struktur Beraturan .....	IV-79
Gambar 4.43	Kurva Kapasitas Analisis <i>Pushover</i> Arah Y Struktur Beraturan .....	IV-80
Gambar 4.44	Kurva Kapasitas Analisis <i>Pushover</i> Arah X Struktur Ketidakberaturan Torsi.....	IV-82
Gambar 4.45	Kurva Kapasitas Analisis <i>Pushover</i> Arah Y Struktur Ketidakberaturan Torsi.....	IV-83
Gambar 4.46	Indeks Redundansi pada Struktur Beraturan.....	IV-86
Gambar 4.47	Indeks Redundansi pada Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	IV-88

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tebal Minimum Balok .....	II-2
Tabel 2.2	Tebal Minimum Pelat .....	II-5
Tabel 2.3	Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung .....	II-8
Tabel 2.4	Faktor Keutamaan Gempa .....	II-10
Tabel 2.5	Klasifikasi Situs .....	II-12
Tabel 2.6	Koefisien Situs ( $F_a$ ) .....	II-13
Tabel 2.7	Koefisien Situs ( $F_v$ ).....	II-13
Tabel 2.8	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode Pendek .....	II-19
Tabel 2.9	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode 1 Detik .....	II-17
Tabel 2.10	Ketidakteraturan Horizontal Pada Struktur .....	II-19
Tabel 2.11	Ketidakteraturan Vertikal Pada Struktur .....	II-20
Tabel 2.12	Batasan Simpangan Ijin Antar Lantai.....	II-21
Tabel 3.1	Spesifikasi Struktur .....	III-5
Tabel 3.2	Properti material Struktur .....	III-8
Tabel 4.1	<i>Summary</i> Dimensi Tebal Pelat .....	IV-7
Tabel 4.2	Input Beban Bentang 12-11 ; 2-1 (1 Ujung Menuerus) Pada SAP 2000 .....	IV-3
Tabel 4.3	Input Beban Bentang 11-10 ; 10-9 ; 9-8 ; 8-7 ; 7-6 ; 6-5 ; 5-4 ; 4-3 ; 3-2 (2 Ujung Menuerus) Pada SAP 2000.....	IV-8
Tabel 4.4	Hasil Tinjauan Perhitungan Dimensi Balok Pinggir .....	IV-9

Tabel 4.5	Hasil Tinjauan Perhitungan Dimensi Balok Tengah .....	IV-9
Tabel 4.6	Keterangan Material .....	IV-11
Tabel 4.7	Jenis Beban .....	IV-11
Tabel 4.8	<i>Summary</i> Dimensi Kolom Tengah .....	IV-16
Tabel 4.9	<i>Summary</i> Dimensi Kolom Pinggir.....	IV-16
Tabel 4.10	<i>Summary</i> Dimensi Kolom Sudut .....	IV-16
Tabel 4.11	Nilai Parameter Gempa .....	IV-19
Tabel 4.12	Nilai Percepatan Respon Spektrum Desain .....	IV-20
Tabel 4.13	Pemilihan Sistem Struktur Berdasarkan Tingkat Resiko Gempa..	IV-21
Tabel 4.14	Faktor $R$ , $C_d$ , $\rho$ untuk Sistem Penahan Gempa Rangka Pemikul Momen Khusus.....	IV-22
Tabel 4.15	Nilai Parameter Pendekatan $C_t$ dan $X$ .....	IV-23
Tabel 4.16	Periode Getar Alami $T_{cx}$ Dan $T_{cy}$ Struktur Gedung Beraturan .	IV-24
Tabel 4.17	Koefisien Batasan Atas Untuk Periode Yang Dihitung .....	IV-25
Tabel 4.18	Perhitungan Selisih Periode ( $\Delta T$ ) Setiap Mode Untuk Struktur Gedung Beraturan .....	IV-25
Tabel 4.19	Berat Gedung Masing-masing Lantai Struktur Gedung Beraturan .....	IV-26
Tabel 4.20	Daftar Beban Mati Pada Pelat Per $1m^2$ .....	IV-27
Tabel 4.21	Total Beban Mati Pada Pelat Tiap Lantai .....	IV-27
Tabel 4.22	Beban Tambahan Dan Beban Total Struktur Beraturan .....	IV-28
Tabel 4.23	Kombinasi <i>Default</i> .....	IV-30
Tabel 4.24	Kombinasi Dengan Faktor Redundansi ( $\gamma = 1.3$ ) Untuk KDS D..	IV-31
Tabel 4.25	Perhitungan Gaya Gempa Tiap Lantai Struktur Gedung Beraturan .....	IV-32



Tabel 4.26	Perhitungan Gaya Gempa Arah Y .....	IV-32
Tabel 4.27	Pusat Massa, Pusat Rotasi dan Eksentrisitas Struktur Gedung Beraturan .....	IV-33
Tabel 4.28	<i>Base Shear</i> Nominal Untuk Masing-masing Gempa Struktur Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-38
Tabel 4.29	Simpangan Antar Lantai Arah X Untuk Struktur Beraturan .....	IV-40
Tabel 4.30	Simpangan Antar Lantai Arah Y Untuk Struktur Beraturan.....	IV-40
Tabel 4.31	Simpangan Antar Lantai Arah X Dengan Faktor Redundansi =1.3 Untuk Struktur Beraturan .....	IV-41
Tabel 4.32	Simpangan Antar Lantai Arah Y Dengan Faktor Redundansi =1.3 Untuk Struktur Beraturan .....	IV-41
Tabel 4.33	Periode Getar Alami Struktur Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-44
Tabel 4.34	Koefisien Batasan Atas Untuk Periode Yang Dihitung .....	IV-45
Tabel 4.35	Perhitungan Selisih Periode ( $T$ ) Setiap Mode Untuk Struktur Gedung Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-46
Tabel 4.36	Berat Gedung Masing-masing Lantai Gedung Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-46
Tabel 4.37	Daftar Beban Mati Pada Pelat Per 1 m <sup>2</sup> .....	IV-47
Tabel 4.38	Total Beban Mati Pada Balok Struktur Ketidakberaturan Torsi .	IV-48
Tabel 4.39	Beban Tambahan Dan Beban Total Struktur Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-49
Tabel 4.40	Perhitungan Gaya Gempa Tiap Lantai Struktur Gedung Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-51
Tabel 4.41	Perhitungan Gaya Gempa Struktur Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-51

Tabel 4.42	Pusat Massa, Pusat Rotasi dan Eksentrisitas Struktur Gedung Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-52
Tabel 4.43	Gaya Geser Dasar Nominal Masing-masing Gempa Struktur Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-53
Tabel 4.44	Simpangan Antar Lantai Arah X Untuk Struktur Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-55
Tabel 4.45	Simpangan Antar Lantai Arah Y Untuk Struktur Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-55
Tabel 4.46	Simpangan Antar Lantai Arah X Dengan Faktor Redundansi =1.3 Untuk Struktur Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-56
Tabel 4.47	Simpangan Antar Lantai Arah X Dengan Faktor Redundansi =1.3 Untuk Struktur Ketidakberaturan Horizontal .....	IV-56
Tabel 4.48	Evaluasi Sistem Struktur terkait Dengan Ketidakberaturan Torsi Akibat Pembebanan Gempa Arah X .....	IV-59
Tabel 4.49	Evaluasi Sistem Struktur terkait Dengan Ketidakberaturan Torsi Akibat Pembebanan Gempa Arah Y .....	IV-60
Tabel 4.50	Peningkatan Tulangan Balok <i>Pushover</i> Arah X Struktur Beraturan .....	IV-70
Tabel 4.51	Peningkatan Tulangan Balok <i>Pushover</i> Arah Y Struktur Beraturan .....	IV-71
Tabel 4.52	Peningkatan Tulangan Balok <i>Pushover</i> Arah X Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	IV-71
Tabel 4.53	Peningkatan Tulangan Balok <i>Pushover</i> Arah Y Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	IV-71
Tabel 4.54	Peningkatan Tulangan Kolom Pinggir Struktur Beraturan .....	IV-74

Tabel 4.55	Peningkatan Tulangan Kolom Tengah Struktur Beraturan .....	IV-74
Tabel 4.56	Peningkatan Tulangan Kolom Sudut Struktur Beraturan .....	IV-75
Tabel 4.57	Peningkatan Tulangan Kolom Pinggir Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	IV-75
Tabel 4.58	Peningkatan Tulangan Kolom Tengah Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	IV-75
Tabel 4.59	Peningkatan Tulangan Kolom Sudut Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	IV-76
Tabel 4.60	Prosentase Peningkatan Tulangan Kolom <i>Pushover</i> Arah X Struktur Beraturan .....	IV-76
Tabel 4.61	Prosentase Peningkatan Tulangan Kolom <i>Pushover</i> Arah Y Struktur Beraturan .....	IV-76
Tabel 4.62	Prosentase Peningkatan Tulangan Kolom <i>Pushover</i> Arah X Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	IV-76
Tabel 4.63	Prosentase Peningkatan Tulangan Kolom <i>Pushover</i> Arah Y Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	IV-76
Tabel 4.64	Target Perpindahan Arah X Struktur Beraturan .....	IV-77
Tabel 4.65	Target Perpindahan Arah Y Struktur Beraturan .....	IV-79
Tabel 4.66	Target Perpindahan Arah X Struktur Ketidakberaturan Torsi ...	IV-81
Tabel 4.67	Target Perpindahan Arah Y Struktur Ketidakberaturan Torsi ...	IV-82
Tabel 4.68	Titik Kinerja Pada Struktur Beraturan <i>Pushover</i> Arah X .....	IV-84
Tabel 4.69	Titik Kinerja Pada Struktur Beraturan <i>Pushover</i> Arah Y .....	IV-84
Tabel 4.70	Titik Kinerja Pada Struktur Ketidakberaturan Torsi <i>Pushover</i> Arah X .....	IV-84
Tabel 4.71	Titik Kinerja Pada Struktur Ketidakberaturan Torsi	

	<i>Pushover Arah Y</i> .....	IV-84
Tabel 4.72	Indeks Redundansi Pada Struktur Beraturan .....	IV-86
Tabel 4.73	Indeks Redundansi Pada Struktur Ketidakberaturan Torsi .....	IV-87



## DAFTAR NOTASI

a	= Titik awal dari sendi plastis
	= Perbandingan kekakuan balok dengan pelat pada sisi yang ditinjau
Ag	= Luas penampang kolom yang diperlukan
m	= Nilai rata-rata a (kekakuan balok dengan pelat)
b	= Titik akhir dari sendi plastis
D	= Dead Load (Beban Mati)
E	= Earthquake Load (Beban Gempa)
E	= Kekakuan
Fc'	= mutu beton
Fa	= Koefisien situs untuk perioda pendek (0.2 detik)
Fv	= Koefisien situs untuk perioda panjang (1 detik)
Fy	= Mutu baja tulangan
Fys	= Mutu baja tulangan sengkang
h	= Ketebalan pelat
Ib	= Momen inersia penampang (Ix) total
Ie	= Faktor keutamaan
L	= Live Load (Beban Hidup)
ln	= Bentang bersih pelat
L <sub>r</sub>	= Beban hidup atap tereduksi dari proyeksi horisontal
I <sub>p</sub>	= Panjang sendi plastis
Lx	= Dimensi denah struktur arah sumbu X
lx	= Panjang bentang pelat arah x
Ly	= Dimensi denah struktur arah sumbu Y

- $l_y$  = Panjang bentang pelat arah y  
 $M$  = Momen  
 $MCE$  = Gempa tertimbang maksimum (Maximum Considered Earthquake)  
 $MCE_R$  = Gempa tertimbang maksimum risiko tertargetkan  
 $P_u$  = Gaya aksial konsentrik terfaktor pada kolom  
 $P_y$  = Proyeksi denah struktur arah Y  
 $P_x$  = Proyeksi denah struktur arah X  
 $R$  = Faktor Reduksi  
 $R_s$  = Indeks kekuatan redudansi  
 $R_v$  = Indeks variasi redudansi  
 $S$  = Beban Salju  
 $SDS$  = Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek  
 $SD1$  = Parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik  
 $SMS$  = Parameter Percepatan respon spektral MCE pada perioda pendek  
 $SM1$  = Parameter Percepatan respon spektral MCE pada perioda 1 detik  
 $S_s$  = Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek  
 $S1$  = Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik  
 $S_u$  = Kekuatan Ultimate dari perlawanan maksimum struktur  
 $S_{nr}$  = Kekuatan sistem struktur saat nonredundan  
 $T$  = Perioda getar fundamental struktur  
 $W$  = Beban Angin  

$$= \frac{p_s t}{p_s t}$$

$$= \frac{p_s t}{p_s t}$$
- = Nilai kurvatur

= Nilai rotasi

