

## **TUGAS AKHIR**

# **DESAIN STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT BETON BERTULANG DENGAN BENTANG BALOK PANJANG MENGUNAKAN ANALISIS *PUSHOVER***

*Diajukan Sebagai Salah Satu untuk Menyelesaikan  
Program Studi Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Mercu Buana*

Disusun Oleh :

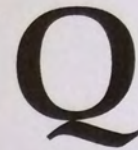
**DHEA HARISMAYA SANTOSA  
NIM. 41115120130**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
2017**



LEMBAR PENGESAHAN SIDANG TUGAS AKHIR  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA



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

Judul Tugas Akhir : **Desain Struktur Gedung Bertingkat Beton Bertulang Dengan Balok Bentang Panjang Menggunakan Analisis *Pushover***

Disusun oleh :

**N a m a** : Dhea Harismaya Santosa  
**N I M** : 41115120130  
**Jurusan/Program Studi** : Teknik Sipil

Telah diajukan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana Tanggal 04 November 2017

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
Pembimbing Tugas akhir

( Zainal Abidin Shahab, Ir. MT. )

Ketua Penguji

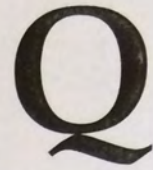
( Acep Hidayat, ST, MT. )

Ketua Program Studi

( Acep Hidayat, ST, MT )



LEMBAR PERNYATAAN SIDANG SARJANA  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA



Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dhea Harismaya Santosa

Nomor Induk Mahasiswa : 41115120130

Program Studi : 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 kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat dipertanggungjawabkan sepenuhnya.

Jakarta, Agustus 2017

**Yang membuat pernyataan**



Dhea Harismaya Santosa

## ABSTRAK

Indonesia merupakan daerah rawan gempa, untuk mengurangi resiko bencana yang terjadi diperlukan konstruksi bangunan tahan gempa. Perencanaan tahan gempa umumnya didasarkan pada analisa struktur elastis yang kemudian diberi faktor beban untuk mensimulasi kondisi *ultimate* (batas). Kenyataannya bahwa perilaku keruntuhan bangunan saat gempa adalah inelastis. Evaluasi yang dapat memperkirakan kondisi inelastis bangunan saat gempa perlu untuk mendapatkan jaminan bahwa kinerjanya memuaskan saat gempa. Analisa dan evaluasi kinerja dapat dilakukan dengan analisa pushover yang built-in pada program ETABS, sedangkan titik kinerja untuk evaluasi masih harus ditentukan tersendiri dengan berbagai metoda (kecuali metode Spektrum Kapasitas). Analisa *pushover* (beban dorong statik) adalah analisa statik nonlinier perilaku keruntuhan struktur terhadap gempa, sedangkan titik kinerja adalah besarnya perpindahan maksimum struktur saat gempa rencana.

Hasil studi kasus pada portal 3D menyimpulkan bahwa titik kinerja yang menentukan adalah metode Koefisien Perpindahan FEMA-356 (ASCE, 2000) , sedangkan metode Spektrum Kapasitas (*built-in*) yang mengacu ATC-40 (ATC, 1996) memberikan nilai paling kecil (tidak konservatif). Analisa *pushover* juga menunjukkan bahwa daktilitas portal berbeda dalam arah saling tegak lurus, masukan penting untuk antisipasi gempa besar yang mungkin terjadi diluar gempa rencana.

*Kata kunci: SRPMK, gempa, titik kinerja, daktail, analisa pushover*

## **ABSTRACT**

*Indonesia is an area prone to earthquakes, to reduce the risk of disasters that occur required earthquake-resistant building construction. Earthquake resistant planning is generally based on elastic structure analysis which is then given a load factor to simulate the ultimate condition (limit). The fact that the building collapse behavior of the earthquake is inelastic. Evaluations that can estimate the inelastic condition of buildings in an earthquake need to be assured that their performance is satisfactory in the event of an earthquake. Performance analysis and evaluation can be performed with built-in pushover analysis in the ETABS program, while performance points for evaluation should still be determined separately by various methods (except the Spectrum Capacity method). Pushover analysis (static thrust load) is a nonlinear static analysis of structural collapse behavior against earthquakes, whereas the performance point is the maximum displacement of structures during the earthquake plan.*

*The case study results on the 3D portal concluding that the determining performance point is the FEMA-356 Movement Coefficient Method (ASCE, 2000), whereas the built-in Spectrum Capacity (ATC-40 (ATC 1996) provides the smallest value ( Not conservative). Pushover analysis also shows that portal ductility differs in direction of perpendicularity, an important input to anticipate major earthquakes that may occur outside the earthquake plan.*

*Keyword : SRPMK, point performance, ductail, analysis.*

## PERSEMBAHAN

**Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :**

**Ibunda dan Ayahanda Tercinta, juga Keluarga yang selalu menyertai dengan do'a, Terimakasih.**



“ Bukanlah suatu aib jika kamu gagal dalam suatu usaha, yang merupakan aib adalah jika kamu tidak bangkit dari kegagalan itu “. (Ali bin Abu Thalib)

Sesungguhnya urusan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu Dia hanya berkata kepadanya, ”Jadilah!” Maka jadilah sesuatu itu. (QS Yasin : 82)

Alhamdulillahrabill'alamin puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, berkat hidayah-nya laporan Tugas Akhir ini telah selesai disusun. Shalawat beserta salam tetap tercurah limpahkan kepada nabi besar Muhammad SAW, kepada keluarganya dan para sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya tercinta, ayah dan ibu yang selalu mendoakan, memberikan semangat, dukungan, tenaga, dan fikiran serta nasihat beliau kepada saya setiap saat. Terimakasih banyak atas semua pengorbanannya, semoga selalu dalam lindungan Allah SWT. Amien..

Atas nama pribadi, mengucapkan terimakasih banyak kepada pembimbing Tugas Akhir saya kepada bapak Zainal Abidin Shahab, Ir. MT. yang senantiasa membimbing saya dalam menyelesaikan dan menyusun laporan Tugas Akhir ini.

Penulis : Jakarta

## KATA PENGANTAR

Laporan perencanaan “**Desain Struktur Gedung Bertingkat Beton Bertulang Dengan Balok Bentang Panjang Menggunakan Analisis *Pushover***” yang berisikan tentang gambaran umum mengenai perilaku, analisis, dan desain struktur secara keseluruhan. Perencanaan struktur mengikuti peraturan yang ditetapkan pemerintah Indonesia yang berlaku, analisis struktur mempertimbangkan beban-beban yang bekerja pada bangunan yang meliputi beban mati (*Dead*), beban hidup (*Live*), beban mati tambahan akibat material-material yang menempel pada struktur bangunan dan beban akibat gempa bumi (*Eartkuaqe*). Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan wilayah yang memiliki tingkat kerawanan yang tinggi terhadap gempa, oleh sebab itu analisis struktur terhadap beban gempa menjadi suatu keharusan yang harus terpenuhi dan pemilihan sistem struktur yang sesuai dengan kondisi dimana bangunan tersebut akan berdiri. Sistem struktur tahan gempa berdasarkan SNI 2847-2013, secara umum dapat dibedakan atas Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM).

Dalam prosedur perencanaan berdasarkan SNI Gempa, struktur bangunan tahan gempa pada prinsipnya boleh di rencanakan terhadap beban gempa yang direduksi dengan suatu faktor modifikasi respons struktur (Faktor ‘R’). Dengan penerapan konsep ini, pada saat gempa kuat terjadi, elemen-elemen struktur bangunan tertentu yang dipilih diperbolehkan mengalami plastisifikasi (Kerusakan) sebagai sarana untuk pendisipasian energi gempa yang diterima struktur.

Jakarta, Oktober 2017

Penyusun

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah .....	I-4
1.3 Perumusan Masalah .....	I-4
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-4
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-4
1.6 Pembatasan Masalah dan Ruang Lingkup .....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan .....	I-5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pedoman Perencanaan.....	II-1
2.2 Tinjauan Umum Struktur Gedung Bertingkat .....	II-1
2.3 Perencanaan Elemen Struktur ( <i>Preliminary Design</i> ).....	II-1
2.3.1 Perencanaan Dimensi Kolom .....	II-1
2.3.2 Perencanaan Dimensi Balok.....	II-3
2.3.3 Perencanaan Dimensi Pelat Lantai .....	II-3
2.4 Perencanaan Struktur Tahan Gempa.....	II-4
2.4.1 Kategori Resiko Bangunan Gedung & Faktor Keutamaan Gempa.....	II-6
2.4.2 Parameter Percepatan Tanah ( $S_s, S_l$ ) .....	II-9
2.4.3 Klasifikasi Situs ( $S_A, S_F$ ) .....	II-10
2.4.4 Koefisien Situs ( $F_a, F_V$ ).....	II-11
2.4.5 Parameter Percepatan Spektra Desain ( $S_{DS}, S_{DI}$ ) .....	II-12



2.4.6 Perencanaan Respons Spektrum.....	II-12
2.4.7 Kategori Desain Seismik .....	II-14
2.4.8 Perencanaan Bangunan Tahan Gempa .....	II-14
2.5 Analisa Statik <i>Nonlinear Pushover</i> .....	II-16
2.5.1 Kurva Kapasitas <i>Pushover</i> .....	II-17
2.5.2 Tahapan <i>Pushover</i> Analisis .....	II-20
2.5.3 Struktur Dengan Ketidakberaturan Torsi.....	II-21
2.5.4 Perencanaan Urutan Sendi Plastis .....	II-22
2.6 Indeks Redudansi .....	II-26

### **BAB III METODOLOGI**

3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian .....	III-1
3.2 Prosedur Penelitian .....	III-2
3.3 Desain Struktur .....	III-2
3.3.1 Material Struktur .....	III-3
3.3.2 Geometri Struktur.....	III-3
3.4 <i>Preliminary Design</i> .....	III-3
3.5 Pembebanan .....	III-4
3.5.1 Asumsi dan Perancangan.....	III-4
3.5.2 Analisis Beban.....	III-4
3.5.3 Kombinasi Beban.....	III-5
3.5.4 Lokasi Parameter Percepatan Gempa .....	III-5

### **BAB IV PERENCANAAN DAN ANALISIS STRUKTUR**

4.1 Perencanaan dan Analisis Struktur .....	IV-1
4.1.1 Material Struktur .....	IV-1
4.1.2 Geometri Struktur .....	IV-2
4.2 <i>Preliminary Design</i> .....	IV-2
4.2.1 Perencanaan Balok.....	IV-3
4.2.2 Perencanaan Pelat .....	IV-4
4.2.3 Perencanaan Kolom .....	IV-6
4.3 Pemodelan Struktur.....	IV-7

4.4 Perencanaan Beban Struktur .....	IV-8
4.5 Beban Mati ( <i>Dead Load</i> ) .....	IV-8
4.6 Beban Hidup ( <i>Live Load</i> ) .....	IV-9
4.7 Perhitungan Beban Gravitasi .....	IV-9
4.8 Beban Gempa ( <i>Earthquake Load</i> ) .....	IV-13
4.8.1 Faktor Keutamaan Gempa .....	IV-14
4.8.2 Klasifikasi Situs .....	IV-15
4.8.3 Parameter Terpetakan .....	IV-15
4.8.4 Pemilihan Sistem Penahan Gaya Gempa .....	IV-16
4.8.5 Koefisien Situs .....	IV-16
4.8.6 Parameter Percepatan Spektra Desain .....	IV-17
4.8.7 Kategori Desain Seismik.....	IV-17
4.8.8 Kontrol Analisis .....	IV-18
4.8.9 Distribusi Gaya Lateral Ekuivalen.....	IV-19
4.9 Efektivitas Penampang .....	IV-23
4.9.1 Input Parameter Desain Struktur Beton .....	IV-23
4.9.2 Input Kombinasi Beban Untuk Perancangan.....	IV-24
4.9.3 Pusat Gempa Bangunan.....	IV-24
4.9.4 Cek Ketersediaan Penulangan.....	IV-26
4.9.5 Input Respons Spektrum Gempa Rencana.....	IV-27
4.9.6 Menghitung Berat Struktur.....	IV-28
4.9.7 Menghitung Distribusi Beban Gempa .....	IV-28
4.9.8 Menentukan Eksentrisitas Rencana .....	IV-30
4.9.9 Input Beban Gempa Statik.....	IV-33
4.9.10 Gaya Geser Dasar Nominal, $V$ ( <i>Base Shear</i> ).....	IV-35
4.9.11 Simpangan Antar Lantai .....	IV-37
4.10 Kontrol Pengaruh P-Delta .....	IV-39
4.11 Desain Tulangan .....	IV-41
4.11.1 Desain Tulangan Balok.....	IV-42
4.11.2 Desain Tulangan Kolom .....	IV-44
4.12 Analisis Non-linear <i>Pushover</i> Simultan .....	IV-45
4.12.1 Sendi Plastis Simultan.....	IV-45

4.12.2 Pembebanan Akibat Beban Gravitasi ( <i>Push 1</i> ).....	IV-46
4.12.3 Pembebanan Akibat Beban Lateral ( <i>Push 2</i> ).....	IV-46
4.12.4 Perilaku Struktur Non-Linear <i>Pushover</i> Simultan.....	IV-48
4.13 Analisis Non-linear <i>Pushover</i> Dengan Perencanaan Sendi Plastis .....	IV-52
4.14 Kurva Analisis <i>Pushover</i> .....	IV-52
4.14.1 Kurva <i>Pushover</i> Pada Struktur.....	IV-53
4.14.2 Persentase <i>Base Force</i> .....	IV-55

## **BAB V SIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Simpulan .....	V-1
5.2 Saran.....	V-2

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	xxv
-----------------------------	-----

## **LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Ilustrasi Keruntuhan Gedung .....	II-7
Gambar 2.1	Perioda Respons Spektral 0,2 detik.....	II-9
Gambar 2.2	Periode Respons Spektral 1 detik.....	II-9
Gambar 2.3	Respons Spektrum Rencana.....	II-13
Gambar 2.4	Ilustrasi Keruntuhan Bangunan.....	II-15
Gambar 2.5	Perilaku Pasca Leleh Struktur .....	II-18
Gambar 2.6	Modifikasi <i>Capacity Curve</i> menjadi <i>Capacity Spectrum</i> .....	II-20
Gambar 2.7	Langkah Utama Untuk <i>Pushover Analysis</i> .....	II-20
Gambar 2.8	Skema Ketidakberaturan Torsi.....	II-21
Gambar 2.9	Properti Sendi Plastis .....	II-22
Gambar 2.10	Sendi Plastis yang Terjadi Pada Balok dan Kolom.....	II-23
Gambar 2.11	Perencanaan Sendi Plastis .....	II-25
Gambar 2.12	Perencanaan Sendi Serentak .....	II-25
Gambar 2.13	Grafik Perbandingan Urutan Sendi Plastis.....	II-26
Gambar 3.1	Flowchart Penelitian.....	III-1
Gambar 3.2	Penentuan Desain Spektra Wilayah Bandung.....	III-6
Gambar 4.1	Material Beton dan Baja Tulangan .....	IV-1
Gambar 4.2	Model 3D Struktur.....	IV-2
Gambar 4.3	Denah Struktur.....	IV-3
Gambar 4.4	Denah Pembalokan Arah Horizontal .....	IV-3
Gambar 4.5	Denah Pembalokan Arah Vertikal .....	IV-3
Gambar 4.6	Denah Pelat Lantai .....	IV-5
Gambar 4.7	Denah Pelat Lantai yang Ditinjau .....	IV-5
Gambar 4.8	Penerimaan Beban Kolom .....	IV-6
Gambar 4.9	Pemodelan Struktur Horizontal.....	IV-7
Gambar 4.10	Pemodelan Struktur Vertikal.....	IV-8
Gambar 4.11	<i>Static Load Case</i> pada Etabs.....	IV-8
Gambar 4.12	Beban Mati Tambahan ( <i>Dead Load</i> ) pada Pelat .....	IV-11
Gambar 4.13	Beban Mati Tambahan ( <i>Dead Load</i> ) pada Balok .....	IV-11
Gambar 4.14	Beban Mati Tambahan ( <i>Dead Load</i> ) pada Lantai Atap .....	IV-12
Gambar 4.15	Beban Hidup ( <i>Live Load</i> ) pada Pelat .....	IV-12
Gambar 4.16	Beban Hidup ( <i>Live Load</i> ) pada Lantai Atap .....	IV-13

Gambar 4.17	Input Data Massa Struktur .....	IV-13
Gambar 4.18	Input Diagfragma pada Masing-masing Lantai.....	IV-14
Gambar 4.19	Respons Gempa Percepatan 0.2 detik (SS) Untuk Probabilitas 2% dalam 50 tahun.....	IV-15
Gambar 4.20	Respons Gempa Percepatan 1 detik (SS) Untuk Probabilitas 2% dalam 50 tahun .....	IV-15
Gambar 4.21	Waktu Getar Struktur Mode 1 (Arah X) ; $T_1=1,558$ detik .....	IV-20
Gambar 4.22	Waktu Getar Struktur Mode 1 (Arah Y) ; $T_1=1,524$ detik .....	IV-20
Gambar 4.23	Input Nilai Prosentase Efektifitas Penampang Balok .....	IV-23
Gambar 4.24	Input Nilai Prosentase Efektifitas Penampang Kolom.....	IV-23
Gambar 4.25	Input Parameter Desain Struktur.....	IV-24
Gambar 4.26	Input Kombinasi Beban Untuk Perancangan .....	IV-24
Gambar 4.27	Pusat Massa Struktur.....	IV-25
Gambar 4.28	Pusat Rotasi Struktur.....	IV-26
Gambar 4.29	Output Ketersediaan Penulangan pada Etabs.....	IV-26
Gambar 4.30	<i>Response Spectrum Function</i> .....	IV-27
Gambar 4.31	<i>Response Spectrum Function</i> .....	IV-27
Gambar 4.32	Input Massa Beban Mati Tambahan dan Beban Hidup Tereduksi ....	IV-28
Gambar 4.33	Diaphragms Struktur .....	IV-30
Gambar 4.34	Input Kordinat Pusat Massa Baru ke Grid .....	IV-33
Gambar 4.35	Hasil Input Kordinat Pusat Massa.....	IV-33
Gambar 4.36	Input Beban Gempa Statik <i>Load Case EQx</i> .....	IV-34
Gambar 4.37	Input Beban Gempa Statik <i>Load Case EQy</i> .....	IV-34
Gambar 4.38	Penyatuan Beban Gempa pada Diaphragms .....	IV-35
Gambar 4.39	Modifikasi Skala Faktor <i>Response Spectrum Case</i> Struktur.....	IV-37
Gambar 4.40	Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X .....	IV-39
Gambar 4.41	Grafik Koefisien Stabilitas P-delta Arah X & Y .....	IV-42
Gambar 4.42	Hasil Output As Minimum pada Struktur Beraturan .....	IV-43
Gambar 4.43	As Minimum Balok Pinggir As 1 pada Story 1 .....	IV-43
Gambar 4.44	Tulangan Longitudinal .....	IV-44
Gambar 4.45	Tulangan Longitudinal Balok (Tumpuan) .....	IV-45
Gambar 4.46	Tulangan Longitudinal Balok (Lapangan) .....	IV-45
Gambar 4.47	Tulangan Longitudinal Kolom (Lapangan) .....	IV-46
Gambar 4.48	Memasukkan Sendi Plastis pada Balok dan Kolom.....	IV-47

Gambar 4.49	Sendi Plastis pada Struktur.....	IV-47
Gambar 4.50	<i>Pushover Case</i> untuk Beban Gravitasi.....	IV-48
Gambar 4.51	<i>Pushover Case</i> untuk Beban Lateral Arah X .....	IV-49
Gambar 4.52	<i>Pushover Case</i> untuk Beban Lateral Arah Y .....	IV-49
Gambar 4.53	Hasil <i>Running Push X Step 1</i> .....	IV-50
Gambar 4.54	Hasil <i>Running Push X Step 2</i> .....	IV-50
Gambar 4.55	Hasil <i>Running Push X Step 3</i> .....	IV-51
Gambar 4.56	Hasil <i>Running Push X Step 4</i> .....	IV-51
Gambar 4.57	Hasil <i>Running Push X Step 5</i> .....	IV-51
Gambar 4.58	Hasil <i>Running Push X Step 6</i> .....	IV-52
Gambar 4.59	Hasil <i>Running Push Y Step 1</i> .....	IV-52
Gambar 4.60	Hasil <i>Running Push Y Step 2</i> .....	IV-52
Gambar 4.61	Hasil <i>Running Push Y Step 3</i> .....	IV-53
Gambar 4.62	Hasil <i>Running Push Y Step 4</i> .....	IV-53
Gambar 4.63	Hasil <i>Running Push Y Step 5</i> .....	IV-53
Gambar 4.64	Hasil <i>Running Push Y Step 6</i> .....	IV-54
Gambar 4.65	Hasil <i>Running Push Y Step 7</i> .....	IV-54
Gambar 4.66	Hasil <i>Running Push Y Step 8</i> .....	IV-54
Gambar 4.67	Hasil <i>Running Push Y Step 9</i> .....	IV-55
Gambar 4.68	Hasil <i>Running Push Y Step 10</i> .....	IV-55
Gambar 4.69	<i>Pushover Case Push 2x</i> .....	IV-56
Gambar 4.70	<i>Pushover Case Push 2Y</i> .....	IV-57
Gambar 4.71	Kurva <i>Pushover Case Push 2x</i> .....	IV-59
Gambar 4.72	Kurva <i>Pushover Case Push 2Y</i> .....	IV-59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Minimum Balok.....	II-3
Tabel 2.2 Tabel Pelat Minimum Tanpa Balok Interior.....	II-3
Tabel 2.3 Hubungan Antara Magnitude dan Intensitas Gempa.....	II-4
Tabel 2.4 Simpangan Antar Lantai Ijin .....	II-6
Tabel 2.5 Kategori Resiko Gempa.....	II-7
Tabel 2.6 Faktor Keutamaan Gempa .....	II-8
Tabel 2.7 Klasifikasi Situs .....	II-10
Tabel 2.8 Koefisien Situs $F_v$ Untuk Menentukan Nilai $S_I$ .....	II-11
Tabel 2.9 Koefisien Situs $F_a$ Untuk Menentukan Nilai $S_S$ .....	II-11
Tabel 2.10 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek .....	II-14
Tabel 2.11 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik berdasarkan SNI 1726-2012.....	II-14
Tabel 3.1 Material Struktur yang Digunakan .....	III-3
Tabel 3.2 Geometri Struktur yang Ditentukan .....	III-3
Tabel 4.1 Pembebanan Struktur Gedung .....	IV-7
Tabel 4.2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non-gedung Untuk Beban Gempa.....	IV-14
Tabel 4.3 Faktor Keutamaan Gempa .....	IV-14
Tabel 4.4 Klasifikasi Situs .....	IV-15
Tabel 4.5 Pemilihan Sistem Struktur Berdasarkan Tingkat Resiko Gempa.....	IV-16
Tabel 4.6 Faktor $R$ , $C_d$ , $\Omega_0$ untuk Sistem Penahan Gempa .....	IV-16
Tabel 4.7 Koefisien Situs $F_a$ .....	IV-17
Tabel 4.8 Koefisien Situs $F_v$ .....	IV-17
Tabel 4.9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek Berdasarkan SNI 1726-2012 .....	IV-18
Tabel 4.10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 detik Berdasarkan SNI 1726-2012.....	IV-18
Tabel 4.11 Nilai Parameter Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	IV-19
Tabel 4.12 Koefisien Batas Atas pada Periode yang Dihitung.....	IV-19

Tabel 4.13 Perhitungan Periode $\Delta T$ .....	IV-21
Tabel 4.14 Pusat Massa Bangunan .....	IV-25
Tabel 4.15 Pusat Rotasi Bangunan .....	IV-25
Tabel 4.16 Berat Sendiri Gedung pada Setiap Lantai Struktur.....	IV-28
Tabel 4.17 Perhitungan Gaya Gempa Setiap Lantai Arah X.....	IV-29
Tabel 4.18 Perhitungan Gaya Gempa Setiap Lantai Arah Y .....	IV-29
Tabel 4.19 Cek Waktu Getar Struktur .....	IV-30
Tabel 4.20 Faktor Pembesaran Torsi Tak Terduga.....	IV-31
Tabel 4.21 Perhitungan Eksentrisitas Torsi Bawaan ( $e_0$ ) .....	IV-31
Tabel 4.22 Perhitungan Eksentrisitas Renacana Arah X ( $e_d$ ) .....	IV-32
Tabel 4.23 Perhitungan Eksentrisitas Renacana Arah Y ( $e_d$ ) .....	IV-32
Tabel 4.24 Nilai Base Shear Dinamik Arah X.....	IV-35
Tabel 4.25 Nilai Base Shear Dinamik Arah Y.....	IV-36
Tabel 4.26 Simpangan Struktur Arah X .....	IV-38
Tabel 4.27 Simpangan Struktur Arah Y .....	IV-39
Tabel 4.28 Values for Effective Mass Factor $C_m^1$ .....	IV-40
Tabel 4.29 Values for Modification Factor $C_0^1$ .....	IV-40
Tabel 4.30 Values for Modification Factor $C_0^1$ .....	IV-40
Tabel 4.31 Pengaruh P-Delta Arah X .....	IV-42
Tabel 4.32 Pengaruh P-Delta Arah Y .....	IV-42
Tabel 4.33 Evaluasi Kinerja Struktur .....	IV-56
Tabel 4.34 Dimensi Balok .....	IV-58
Tabel 4.35 Dimensi Kolom.....	IV-58



## DAFTAR NOTASI

### A

$a$	Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen
$A_{ch}$	Luas penampang komponen struktur dari sisi luar ke sisi luar tulangan transversal
$A_g$	Luas bruto penampang
$A_s$	Luas tulangan tarik
$A_s'$	Luas tulangan tekan
$A_{sh}$	Luas sengkang tulangan hubungan balok-kolom
$A_v$	Luas tulangan sengkang
$A_{vmin}$	Luas tulangan sengkang minimum

### B

$b$	Ukuran horisontal terbesar denah struktur gedung yang diukur tegak lurus pada arah pembebanan gempa (pada perancangan gempa)
$b$	Lebar muka tekan pada komponen struktur
$\beta_l$	Faktor yang didefinisikan dalam pasal 12.2(7(3)) SNI 03-2847-2002
$\beta_d$	Rasio dari beban tetap aksial terfaktor maksimum terhadap beban aksial terfaktor maksimum dari kombinasi beban yang sama.

### C

$C$	Letak garis netral
$C$	Faktor respons gempa
$C_1$	Ukuran kolom persegi atau persegi ekuivalen, kepala kolom. Atau konsol pendek diukur dalam arah bentang dimana momen dihitung
$C_2$	Ukuran kolom persegi atau persegi ekuivalen, kepala kolom. Atau konsol pendek diukur dalam arah tegak lurus terhadap bentang dimana momen dihitung

$C_c$	Gaya pada beton
$C_m$	Faktor yang menghubungkan diagram momen aktual dengan suatu diagram momen merata ekuivalen.
$C_s$	Gaya pada tulangan baja
<b>D</b>	
$d$	Tinggi efektif penampang, ditentukan dari serat tekan terluar sampai dengan titik berat tulangan tarik
$d'$	Jarak serat tekan terluar ke titik berat tulangan tekan
$d_i$	<i>Displacement</i> lantai ke- $i$ akibat gempa
DL	Beban mati
$\Delta_0$	Simpangan relatif antar tingkat orde-pertama pada tingkat yang ditinjau akibat $V_u$
$\delta_{ns}$	Faktor pembesar momen untuk rangka yang ditahan terhadap goyangan ke samping, untuk menggambarkan pengaruh kelengkungan komponen struktur antara ujung-ujung komponen struktur tekan.
$\delta_s$	faktor pembesar momen untuk rangka yang tidak ditahan terhadap goyangan ke samping, untuk menggambarkan penyimpangan lateral akibat beban lateral dan gravitasi.
<b>E</b>	
$e$	Eksentrisitas toritis antara pusat rotasi dan pusat massa
E	Beban gempa
$E_a$	
$E_c$	Modulus elastisitas beton
$E_d$	Eksentrisitas desain
EI	Kekakuan lentur komponen struktur tekan
$E_s$	Modulus elastisitas tulangan
$e_x$	Eksentrisitas arah X

$e_y$	Elsentrisitas arah Y
$\epsilon_s$	Regangan tulangan tarik
$\epsilon_s'$	Regangan tulangan tekan
<b>F</b>	
$F_l$	
$f_c'$	Kuat Karakteristik Beton
$F_i$	Beban geser pada lantai ke-i akibat gempa
$f_s'$	Tegangan leleh tulangan baja yang tertarik
$F_x$	Beban gempa arah X
$F_y$	Beban gempa arah Y
$F_{yh}$	Tulangan yang disyaratkan untuk tulangan sengkang cincin, sengkang tertutup atau spiral
<b>G</b>	
$g$	Percepatan gravitasi
<b>H</b>	
$H$	Tinggi bangunan
$h$	Tinggi penampang komponen
$h_c$	Dimensi penampanginti kolom diukur dari sumbu ke sumbu tulangan pengejang
<b>I</b>	
$I$	Faktor keutamaan bangunan
$I_a$	Momen Inersia pada kolom 'a'
$I_b$	Momen Inersia pada kolom 'b'
$I_b$	Momen inersia balok
<b>K</b>	
$k$	Faktor panjang efektif

## **L**

$l_a$	Panjang penjangkaran tambahan pada daerah tumpuan atau pada titik blok garis elastis
$l_c$	Jarak vertical antara dua tumpuan
LL	Beban hidup
$L_n$	Jarak bersih
$l_o$	panjang bentang dari komponen struktur tekan yang diukur dari sumbu ke sumbu joint.
$l_u$	Panjang efektif kolom

## **M**

$M_1$	Momen ujung terfaktor yang lebih kecil pada kolom
$M_{1ns}$	nilai yang lebih kecil dari momen-momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan akibat beban yang tidak menimbulkan goyangan ke samping yang berarti pada struktur.
$M_{1s}$	nilai yang lebih kecil dari momen-momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan akibat beban yang menimbulkan goyangan ke samping yang berarti pada struktur
$M_2$	Momen ujung terfaktor yang lebih besar pada kolom, selalu bernilai positif.
$M_{2ns}$	nilai yang lebih besar dari momen-momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan akibat beban yang tidak menimbulkan goyangan ke samping yang berarti pada struktur.
$M_{2s}$	nilai yang lebih besar dari momen-momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan akibat beban yang menimbulkan goyangan ke samping yang berarti pada struktur
$M_{cx}$	Momen terfaktor pada kolom arah X
$M_{cy}$	Momen terfaktor pada kolom arah Y
$M_{nb}$	Momen nominal penampang

$M_n^+$	Momen nominal tumpuan positif
$M_n^-$	Momen nominal tumpuan negative
$M_{n \max}$	Momen nominal tumpuan maksimum
$M_{pr}$	Momen plastis ( $1,25 f_y$ )
$M_s$	momen akibat beban yang menimbulkan goyangan ke samping yang berarti pada struktur.
$M_u^+$	Momen terfaktor tumpuan positif
$M_u^-$	Momen terfaktor tumpuan positif
<b>N</b>	
$n$	Jumlah tingkat bangunan
<b>P</b>	
$\emptyset$	Konstanta 0.8
$\pi$	Konstanta 3.14
$P$	Tekanan tiup ( $\text{kg/m}^2$ )
$P_c$	rasio dari beban tetap aksial terfaktor maksimum terhadap beban aksial terfaktor maksimum dari kombinasi beban yang sama.
$P_n$	Beban aksial nominal
$P_{nb}$	Kuat beban aksial nominal pada kondisi regangan seimbang
$P_{n \max}$	Beban aksial nominal maksimal
$P_u$	Beban aksial
<b>Q</b>	
$Q$	Indeks stabilitas
<b>R</b>	
$r$	Radius girasi penampang kolom

<b>R</b>	Faktor reduksi gempa (Perhitungan beban gempa)
$\rho$	Rasio tulangan tarik non-prategang
$\rho'$	Rasio tulangan tekan
$\rho_{\max}$	Rasio tulangan maksimum
$\rho_{\min}$	Rasio tulangan minimum
<b>S</b>	
s	Jarak antar sengkang
<b>T</b>	
$T_1$	Waktu getar alami Fundamental
<b>V</b>	
V	Beban Geser Dasar Nominal Statik Ekuivalen
$V_c$	Gaya geser akibat beton
$V_e$	Gaya geser pada kondisi SRPMK
$\Sigma V_{eb}$	Jumlah kumulatif gaya geser pada balok
$V_{el}$	Gaya geser pada kondisi SRPMK balok sebelah kiri
$V_{er}$	Gaya geser pada kondisi SRPMK balok sebelah kanan
$V_{jh}$	Gaya horizontal pada hubungan balok-kolom
$V_{jv}$	Gaya vertikal pada hubungan balok-kolom
$V_s$	Gaya geser akibat tulangan
$V_u$	Gaya geser terfaktor pada penampang
<b>W</b>	
W	Beban angin
$W_i$	Berat lantai ke-i
$W_t$	Berat total bangunan

**Y**

**Ψ**

rasio  $\Sigma\left(\frac{EI}{l_c}\right)$  dari komponen struktur tekan terhadap  $\Sigma\left(\frac{EI}{l}\right)$  dari komponen struktur lentur pada salah satu ujung komponen struktur tekan yang dihitung dalam bidang rangka yang ditinjau.

**Z**

**Z**

Tinggi lantai dihitung dari taraf penjepitan lateral

**ΣP<sub>u</sub>**

Beban vertikal total pada tingkat yang ditinjau

**ζ**

Koefisien yang membatasi waktu getar alami Fundamental struktur gedung

