

PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG DENGAN MENGGUNAKAN PETA GEMPA SNI 1726-2002 DAN PETA GEMPA INDONESIA 2010

Yulius Tandi

NRP : 0521024

Pembimbing : Yosafat Aji Pranata, S.T., M.T.

ABSTRAK

Indonesia berada pada pertemuan 3 lempengan tektonik, yaitu Lempengan Indo-Australia, Lempengan Eurasia dan Lempengan Pasifik dan karena posisi ini maka tidak heran beberapa daerah Indonesia khususnya daerah selatan merupakan daerah rawan gempa.

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah merencanakan struktur beton bertulang menggunakan Peta Gempa SNI 1726-2002 dan Peta Gempa Indonesia 2010 dan pembahasannya melakukan analisis statik ekivalen terhadap sistem rangka beton bertulang dan juga mempelajari hasil peralihan dan *drift* hasil analisis statik ekivalen.

Dari hasil analisis gedung dengan menggunakan dua peta gempa yang berbeda memberikan hasil yang berbeda. Nilai gaya geser nominal (V) yang mempunyai perbedaan sebesar 43,5%, dan juga hasil *displacement* berkisar antara 40,91 – 44,00 % di *point* 1 perbedaan *drift* berkisar antara 43,46 - 43,51%. Secara umum, hasil penulangan balok dan kolom gedung yg didesain dgn Peta Gempa 2002 dan Peta Gempa 2010 hasilnya sama.

Kata kunci : Gedung Beton Bertulang, Peta Gempa 2002, Peta Gempa 2010, *Displacement, Drift*.

DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES REINFORCED BY USING SNI 1726-2002 EARTHQUAKE MAP AND INDONESIA EARTHQUAKE MAP 2010

**Yulius Tandi
NRP: 0521024**

Supervisor : Yosafat Aji Pranata, S.T., M.T.

ABSTRACT

Indonesia is the third meeting of plate tectonics, the Indo-Australian Plate, the Eurasian Plate and the Pacific Plate and because this position is no wonder some areas of Indonesia, especially the southern region is prone to earthquakes.

The purpose of this final project is designing a reinforced concrete structure using SNI 1726-2002 Earthquake Map and Map of Indonesia Earthquake 2010 and the discussion on equivalent static analysis of reinforced concrete frame systems and also study the results of drift transition and equivalent static analysis.

From the results of analysis of the building by using two different seismic maps give different results. Nominal value of the shear force (V) which has a difference of 43.5%, and also the results of displacement ranged from 40.91 to 44.00% at point 1 the difference drift ranged from 43.46 to 43.51%. In general, the reinforcement beams and columns are designed with a distinguished building Earthquake Maps Earthquake maps of 2002 and 2010 results were the same.

Keywords: Reinforced Concrete Buildings, Earthquake Map 2002, Earthquake Map 2010, Displacement, Drift.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Pernyataan Orisininalitas Laporan Penelitian	iii
Pernyataan Publikasi Laporan Penelitian.....	iv
Surat Keterangan Tugas Akhir.....	v
Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir	vi
Kata Pengantar	vii
Abstrak	ix
Abstract	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar.....	xvi
Daftar Lampiran	xviii
Daftar Notasi	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penulisan	2
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Teori Dasar	4
2.1.1 Beton	4
2.1.2 Material Penyusun Beton	5
2.1.3 Sifat Beton	7
2.1.4 Struktur Beton Bertulang	7
2.1.5 Baja	10
2.1.6 Jenis Baja	10

2.1.7 Sifat Baja	11
2.1.8 Hubungan Bahan beton dan Baja	12
2.1.9 Penulangan Balok	12
2.1.10 Perencanaan Kolom	16
2.1.11 Sistem Rangka Momen Menengah (SRPMM)	18
2.2 Peraturan Gempa SNI 1726-2002	22
2.2.1 Tujuan Peraturan SNI 1726-2002	22
2.2.2 Beban Gempa Nominal Statik Ekuivalen	22
2.2.3 Pembatasan Waktu Getar Alami Fundamental	24
2.2.4 Struktur Bangunan Tahan Gempa	25
2.2.5 Gempa Rencana dan Kategori Gedung	25
2.2.6 Struktur Gedung Beraturan dan tidak Beraturan	26
2.2.7 Wilayah Gempa dan Spektrum Respons	28
2.2.8 Struktur Penahan Beban Gempa	30
2.2.9 Lantai Tingkat Sebagai Diafragma	31
2.2.10 Eksentrisitas Pusat Massa Terhadap Pusat Rotasi Lantai Tingkat	31
2.2.11 Daktilitas Struktur Bangunan dan Pembebatan Gempa Nominal .	33
2.2.12 Arah Pembebana Gempa	36
2.2.13 Kinerja Struktur Gedung	36
2.3 Peta Gempa Indonesia 2010	37
2.3.1 Goyangan Gempa di Permukaan Tanah dan Faktor Amplifikasi	39
2.3.2 Klasifikasi <i>Site</i>	39
2.3.3 Penentuan Percepatan Puncak di Permukaan Tanah	40
2.3.4 Penentuan Respon Spektra di Permukaan Tanah	41
2.3.5 Gaya Geser Dasar	44
2.4 <i>Displacemet</i> dan <i>Drift</i> Rasio	45
2.5 Perangkat Lunak ETABS	46
 BAB III STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN	 47
3.1 Studi Kasus	47
3.1.1 Pemodelan Struktur Gedung Dengan <i>ETABS</i>	49
3.2 Analisis Statik Ekuivalen	58

3.2.1 Eksentrisitas Rencana	60
3.2.2 Perhitungan Beban Gempa Berdasarkan SNI 1726-2002	62
3.2.3 Perhitungan Beban Gempa Berdasarkan Peta Gempa 2010	64
3.2.4 Pembahasan Hasil Analisis	69
3.2.5 Batas Layan dan Batas <i>Ultimate</i>	83
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	87
4.1 Kesimpulan	87
4.2 Saran	87
Datar Pustaka	88
Lampiran 1	89
Lampiran 2	99
Lampiran 3	103
Lampiran 4	107
Lampiran 5	120
Lampiran 6	125
Lampiran 7	136
Lampiran 8	142

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tebal Minimum Balok <i>Non-Prategang</i> atau Pelat Satu Arah Bila Lendutan Tidak Dihitung	13
Tabel 2.2	Koefisien ζ yang Membatasi Waktu Getar Alami Fundamental Struktur Gedung	24
Tabel 2.3	Faktor Keutamaan I untuk Berbagai Kategori Gedung	26
Tabel 2.4	Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Percepatan Puncak Muka Tanah untuk Masing-masing Wilayah Gempa Indonesia	28
Tabel 2.5	Faktor Daktilitas Maksimum, Faktor Reduksi Gempa Maksimum Faktor Tahanan lebih Struktur dan Faktor Tahanan Lebih Total Beberapa Jenis Sistem dan Subsistem Struktur Gedung	34
Tabel 2.6	Parameter Daktilitas Struktur Gedung	35
Tabel 2.7	Penjelasan Peta <i>Hazard</i> Gempa Indonesia 2010	38
Tabel 2.8	Klasifikasi site didasarkan atas korelasi penyelidikan tanah lapangan dan laratorium (SNI-2002, UBC-97, IBC-2009, ASCE 7-10)	40
Tabel 2.9	Faktor Amplifikasi Untuk PGA (FPGA) (ASCE 7-10)	39
Tabel 2.10	Koefisien Periode Pendek, F_a	42
Tabel 2.11	Koefisien Periode 1.0 Detik, F_v	42
Tabel 3.1	<i>Center Mass Rigidity</i>	60
Tabel 3.2	Eksentrisitas Rencana Arah x	62
Tabel 3.3	Eksentrisitas Rencana Arah y	62
Tabel 3.4	Nilai F_i Berdasarkan Peta Gempa 2002	63
Tabel 3.5	Nilai $T(Ray)$ Berdasarkan Peta Gempa 2002	64
Tabel 3.6	Nilai F_i Berdasarkan Peta Gempa Indonesia 2010	68
Tabel 3.7	Nilai T_{Ray} Berdasarkan Peta Gempa 2010	69
Tabel 3.8	Hasil Tulangan <i>Longitudinal</i> Balok Peta Gempa 2002	73
Tabel 3.9	Hasil Tulangan <i>Longitudinal</i> Kolom Peta Gempa 2002	74
Tabel 3.10	Hasil Jarak Tulangan Geser Balok Peta Gempa 2002	75
Tabel 3.11	Hasil Jarak Tulangan Geser Kolom Peta Gempa 2002	76

Tabel 3.12	Hasil Tulangan <i>Longitudinal</i> Balok Peta Gempa 2010	79
Tabel 3.13	Hasil Tulangan <i>Longitudinal</i> Kolom Peta Gempa 2010	80
Tabel 3.14	Hasil Jarak Tulangan Geser Kolom Peta Gempa 2010	81
Tabel 3.15	Hasil Jarak Tulangan Geser Kolom Peta Gempa 2010	82
Tabel 3.16	Syarat Batas Layan dan Batas <i>Ultimate</i> Berdasarkan Peta Gempa 2002	84
Tabel 3.17	Syarat Batas Layan dan Batas <i>Ultimate</i> Berdasarkan Peta Gempa 2010	84
Tabel 3.18	Nilai Gaya Geser Dasar Gedung	85
Tabel 3.19	Hasil <i>Displacement</i>	85
Tabel 3.20	Hasil <i>Drift</i>	85
Tabel 3.21	Hasil Reaksi Perletakan	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Hubungan Tegangan-Regangan Beton	9
Gambar 2.2	Kedudukan Batang-batang Tulangan Beton Bertulang	10
Gambar 2.3	Diagram Hubungan Tegangan-Regangan Beton dan Baja	12
Gambar 2.4	Diagram Penulangan Kolom	14
Gambar 2.5	Diagram Penulangan Balok	14
Gambar 2.6	Penampang dengan Tulangan Ganda	15
Gambar 2.7	Distribusi Tegangan yang Sesuai dengan Titik pada Diagram	17
Gambar 2.8	Lokasi Tulangan pada Balok	18
Gambar 2.9	Lokasi Tulangan pada Kolom	19
Gambar 2.10	Lokasi Tulangan pada Konstruksi Pelat Dua Arah	20
Gambar 2.11	Pengaturan Tulangan pada Pelat	21
Gambar 2.12	Gaya Lintang Rencana untuk SRPMM	22
Gambar 2.13	Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Batuan Dasar Dengan Periode Ulang 500 Tahun	29
Gambar 2.14	Respons Spektrum Gempa Rencana	30
Gambar 2.15	Penentuan Arah b pada Tiap Arah Pembebatan Gempa	32
Gambar 2.16	Bentuk Tipikal Respon Spektra Desain di Permukaan Tanah	43
Gambar 2.17	Peralihan dan <i>Drift</i> pada Struktur	45
Gambar 3.1	Model 3D	48
Gambar 3.2	a) Denah (Fajfar, 2000) b) Potongan Tampak Samping (Fajfar, 2000)	48
Gambar 3.3	Diagran Alir Studi	49
Gambar 3.4	<i>New Model Initialization</i>	50
Gambar 3.5	<i>Building Plan Grid System and Story Data Definition</i>	50
Gambar 3.6	<i>Define Grid Data</i>	51
Gambar 3.7	<i>Edit Story Data</i> (satuan m)	51
Gambar 3.8	<i>Input Data Material</i> (satuan MPa)	52
Gambar 3.9	<i>Input Balok</i> (satuan mm)	52
Gambar 3.10	<i>Input Kolom Tepi</i> (satuan mm)	53

Gambar 3.11	<i>Input Kolom Tengah (satuan mm)</i>	53
Gambar 3.12	<i>Input Pelat (satuan mm)</i>	54
Gambar 3.13	<i>Input Beban</i>	54
Gambar 3.14	<i>Input Kombinasi Pembebatan</i>	55
Gambar 3.15	Penggambaran Balok, Kolom, dan Pelat	55
Gambar 3.16	Penentuan Reaksi Perletaka	56
Gambar 3.17	<i>Rigid Diaphragm Pelat Lantai dan Atap</i>	56
Gambar 3.18	<i>Rigid Diaphragm Tiap Lantai</i>	57
Gambar 3.19	Run Analysis	57
Gambar 3.20	Member Force Diagram	58
Gambar 3.21	<i>Input Beban Statis</i>	58
Gambar 3.22	<i>Input Beban Gempa (Fy)</i>	59
Gambar 3.23	<i>Input Kombinasi Pembebatan</i>	59
Gambar 3.24	<i>Run Analysis</i>	60
Gambar 3.25	Denah Penentuan Nilai b	61
Gambar 3.26	<i>Respons Spectra Wilayah 3</i>	62
Gambar 3.27	Respon Spektrum Peta Gempa 2010	65
Gambar 3.28	Perbandingan Respon Spektrum Peta Gempa SNI 2002 dan Peta Gempa 2010	68
Gambar 3.29	<i>Design Load Combination Selection</i>	70
Gambar 3.30	Hasil Analisis Tulangan <i>Longitudinal</i> pada Balok Peta Gempa 2002	71
Gambar 3.31	Hasil Analisis Tulangan <i>Longitudinal</i> pada Kolom Peta Gempa 2002	72
Gambar 3.32	Hasil Analisis Tulangan <i>Longitudinal</i> pada Balok Peta Gempa 2010	77
Gambar 3.33	Hasil Analisis Tulangan <i>Longitudinal</i> pada Kolom Peta Gempa 2010	78

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PETA GEMPA INDONESIA 2010	89
Gambar L1.1 : Peta percepatan puncak (PGA) di batuan dasar (S_B) untuk Probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun	90
Gambar L1.2 : Peta respon spektra percepatan 0,2 detik (S_S) di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun	91
Gambar L1.3 : Peta respon spektra percepatan 1,0 detik (S_1) di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun	92
Gambar L1.4 : Peta percepatan puncak (PGA) di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 100 tahun	93
Gambar L1.5 : Peta respon spektra percepatan 0,2 detik (S_S) di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 100 tahun ...	94
Gambar L1.6 : Peta respon spektra percepatan 1,0 detik (S_1) di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 100 tahun	95
Gambar L1.7 : Peta percepatan puncak (PGA) di batuan dasar (S_B) untuk Probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun	96
Gambar L1.8 : Peta respon percepatan 0,2 detik (S_S) di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun	97
Gambar L1.9 : Peta respon spektra percepatan 1,0 detik (S_1) di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun	98
 LAMPIRAN 2 Hasil Analisis ETABS Gedung Berdasarkan Peta Gempa 2002.	99
Tabel L2.1 : <i>Modal Participating Mass Ratio</i>	100
Tabel L2.2 : <i>Point Displacements</i>	100
Tabel L2.3 : <i>Diagraph CM Displacements</i>	101
Tabel L2.4 : <i>Story Drifts</i>	101
Tabel L2.5 : <i>Support Reactions</i>	102
 LAMPIRAN 3 Hasil Analisis ETABS Gedung Peta Gempa 2010	103
Tabel L3.1 : <i>Modal Participating Mass Ratio</i>	104

Tabel	L3.2 : <i>Point Displacements</i>	104
Tabel	L3.3 : <i>Diagraph CM Displacements</i>	105
Tabel	L3.4 : <i>Story Drifts</i>	105
Tabel	L3.5 : <i>Support Reaction</i>	106
LAMPIRAN 4 Perhitungan Jumlah Tulangan Balok		107
LAMPIRAN 5 Perhitungan Jumlah Tulangan Kolom		120
LAMPIRAN 6 Diagram <i>Moment</i> dan <i>Axial Force</i>		125
LAMPIRAN 7 Gambar Detail Penulangan		136
Gambar	L7.1 : Denah Bangunan	137
Gambar	L7.2 : Tabel Penulangan pada Balok	138
Gambar	L7.3 : Tabel Penulangan pada Kolom	139
Gambar	L7.4 : Detail Penulangan pada Balok dan Kolom	140
Gambar	L7.5 : Detail Penulangan Struktur	141
LAMPIRAN 8 Grafik NZX		142
Gambar	L8.1 : Grafik C5.3 380/0,8	143
Gambar	L8.2 : Grafik C5.3 380/0,9	144
Gambar	L8.3 : Grafik C6.4 380/0,8	145

DAFTAR NOTASI

- A : Beban atap, atau momen dan gaya kolom yang berhubungan dengannya
- A_o : Percepatan puncak muka tanah akibat pengaruh gempa rencana
- A_g : Luas bruto penampang, mm^2
- A_m : Percepatan respons maksimum atau Faktor Respons Gempa Maksimum pada Spektrum Respon Gempa Rencana
- A_p : Luas penampang ujung tiang, mm^2
- A_s : Luas tulangan yang diperlukan, mm^2
- A'_s : Luas tulangan tekan, mm^2
- A_{si} : Luas tulangan yang digunakan, mm^2
- A_{smin} : Luas tulangan minimum, mm^2
- A_{smax} : Luas tulangan maksimum, mm^2
- A_{st} : Luas total tulangan longitudinal, mm^2
- A_v : Luas tulangan, mm^2
- B : Lebar efektif *fleks* tekan dari komponen struktur, mm
- b : Ukuran horisontal terbesar denah struktur gedung pada lantai tingkat yang ditinjau, diukur tegak lurus pada arah pembebahan gempa; dalam subskrip menunjukkan struktur bawah
- b_w : Lebar badan atau diameter penampang lingkaran, mm
- C : Faktor respons gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi
- C_I : Nilai faktor respons gempa yang didapat dari spektrum respons Gempa rencana untuk Waktu getar alami fundamental dari struktur gedung
- C_2 : Ukuran kolom persegi atau persegi ekuivalen, kepala kolom, atau konsol pendek diukur dalam arah tegak lurus terhadap bentang dimana momen dihitung, mm
- c : Jarak dari serat tekan terluar ke sumbu netral, mm
- C_s : Koefisien respon seismik

D	: Beban mati, atau momen gaya dalam yang berhubungan dengannya
d	: Tinggi efektif penampang, mm
E	: Pengaruh beban gempa, atau momen dan gaya dalam yang Berhubungan dengannya
E_c	: Modulus elastisitas beton, MPa
E_s	: Modulus elastisitas baja, MPa
EI	: Kekuatan lentur komponen struktur tekan, N-mm ²
e	: Eksentrisitas teorites antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat struktur gedung; dalam subskrip menunjukan kondisi elastic penuh
e_d	: Eksentrisitas rencana antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat struktur gedung
f_c'	: Kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa
F_i	: Beban gempa nominal statik ekuivalen
FK	: Faktor keamanan (<i>Safety Factor</i>)
f_y	: Kuat leleh tulangan yang disyaratkan, MPa
f_{yh}	: Kuat leleh tulangan transversal yang disyaratkan, MPa
f_{ys}	: Kuat leleh tulangan geser yang disyaratkan, MPa
f_s'	: Tegangan pada tulangan tekan
f_s	: Tegangan pada tulangan tarik
g	: Percepatan gravitasi
h	: Tebal total komponen struktur, mm
h_i	: Ketinggiatn lantai tingkat ke-i, diukur dari taraf penjepitan lateral
I	: Faktor keutamaan gedung
k	: Eksponen yang terkait untuk periode struktur
L	: Beban hidup, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan Dengan beban tersebut
l_n	: Bentang bersih, mm
l_o	: panjang manimum, diukur dari muka join sepanjang sumbu komponen struktur, dimana harus disediakan tulangan transversal
M_u	: Momen terfaktor pada penampang, Nmm

M_s	: Momen akibat beban yang menimbulkan goyangan ke samping yang berarti pada struktur, N-mm
M_n	: Kuat momen nominal pada suatu penampang, N-mm
n_{ti}	: Jumlah tulangan yang dipakai, batang
p	: Keliling tiang, mm
P_n	: Kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas yg diberikan, N
P_u	: Beban aksial terfaktor, N
q_c	: Tahanan ujung konus, kg/cm ²
q_{c1}	: Harga q_{c1} rata-rata pada kedalaman 0,7D-4D di bawah ujung tiang
q_{c2}	: Harga q_{c2} rata-rata pada kedalaman 8D di atas ujung tiang
Q_p	: Daya dukung ujung tiang, kg
Q_s	: Daya dukung selimut tiang, kg
R	: Beban hujan
R_m	: Faktor reduksi gempa maksimum
s	: Jarak antar sengkang, mm
s_x	: Spasi longitudinal tulangan transversal dalam rentang panjang l_0 , mm
s_o	: Spasi maksimum tulangan transversal, mm
S_S	: Nilai spektra percepatan untuk periode pendek 0,2 detik di batuan dasar.
S_{PGA}	: Nilai PGA di batuan dasar (S_B) mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010 (Gambar L1.1, Gambar L1.4, Gambar L1.7) pada lampiran
SS	: Lokasi yang memerlukan investigasi geoteknik dan analisis Respon
S_I	: Nilai spektra percepatan untuk periode 1,0 detik di batuan dasar
S_{DS}	: Respon spektra percepatan desain untuk periode pendek
S_{DI}	: Respon Spektra percepatan desain untuk perioda 1,0 detik
T	: Waktu getar alami struktur, detik
T_I	: Waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan Maupun tidak beraturan dinyatakan dalam detik.

U	: Kuat perlu untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengannya.
V_c	: Kuat geser nominal yang dipikul oleh beton, N
V_u	: Gaya geser terfaktor pada penampang, N
V_e	: Gaya geser rencana, N
V_n	: Kuat geser rencana nominal, N
V_s	: Gaya geser, N
$V_{s,max}$: Gaya geser maksimum, N
W	: Beban angin, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengannya
W_i	: Berat lantai tingkat ke-I, termasuk beban hidup yang sesuai
W_u	: Beban terfaktor per unit panjang dari balok atau per unit luas Pelat
PGA_M	: Nilai percepatan puncak di permukaan tanah berdasarkan klasifikasi <i>site</i>
F_{PGA}	: Faktor amplifikasi untuk PGA
F_a	: Koefisien periode pendek
F_v	: Koefisien periode 1,0 detik
α	: Rasio kekakuan lentur penampang balok bertahap kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur pelat dengan lebar yang dibatasi secara lateral oleh garis-garis sumbu tengah dari panel yang bersebelahan (bila ada) pada tiap sisi balok
α_m	: Nilai rata-rata α untuk semua balok pada tepi
β	: Rasio bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah pendek memanjang terhadap arah memendek dari pelat dua arah
γ_{beton}	: Berat jenis beton
δ_m ($\delta_{m(\text{delta-m})}$)	: Simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan.
δ_y ($\delta_{y(\text{delta-y})}$)	: Simpangan struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat terjadinya peleahan pertama.
μ	: Faktor daktilitas struktur gedung
μ_m	: Faktor daktilitas maksimum

ρ	: Rasio tulangan tarik non-prategang
ρ'	: Rasio tulangan tekan non-prategang
ε_s'	: Regangan tulangan tekan
ϕ	: Faktor reduksi kekuatan
ε_{cu}	: Regangan batas beton pada serat tekan terluar
ξ	: Faktor pengali dari simpangan struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana pada taraf pembebanan nominal untuk mendapatkan simpangan maksimum struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan