

**STUDI PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG
DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS
PADA GEDUNG PASCASARJANA UNIVERSITAS MERDEKA
MALANG**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana**

Oleh :

**CALLIZTHA T. SAFIRA
1921104**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MALANG**

2024

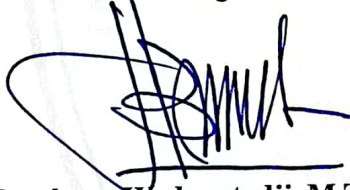
LEMBAR PERSETUJUAN
STUDI PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG
DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS
PADA GEDUNG PASCASARJANA UNIVERSITAS MERDEKA
MALANG

Oleh :
CALLIZTHA T. SAFIRA
NIM : 1921104

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan
Pada Tanggal 12 Februari 2024

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Pembimbing I



Ir. Bambang Wedyantadji, M.T.

NIP. P. 1018500093

Pembimbing II

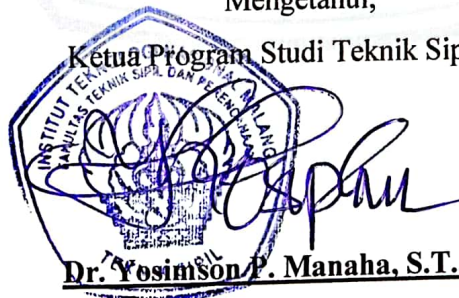


Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

NIP. P. 1030300383

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

NIP. P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG DENGAN
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS PADA GEDUNG
PASCASARJANA UNIVERSITAS MERDEKA MALANG**

Tugas Akhir Ini telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Tugas
Akhir Jenjang S-1 Pada Tanggal 12 Februari 2024 Dan Diterima
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

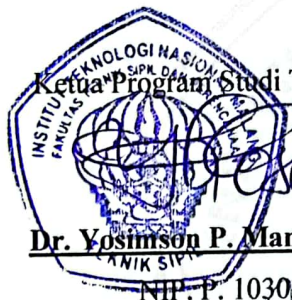
Teknik Sipil S-1

disusun Oleh :

CALLIZTHA T. SAFIRA

NIM : 1921104

Disahkan Oleh:



Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

NIP. P. 1030300383

Dosen Penguji I

Ir. Ester Prikasari, MT.

NIP. P 1039400265

Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1

Nenny Roostrianawaty, ST., MT

NIP. P. 1031700533

Dosen Penguji II

Mohammad Erfan, ST., MT.

NIP. P 1031500508

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MALANG**

2024

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan yang maha Esa atas rahmat dan berkat-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir dapat selesai dengan baik dan benar.

Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi strata satu (S-1) pada Fakultas teknik Sipil dan Perencanaan. Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam proses penyelesaian Proposal Tugas Akhir ini, penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Yosimson P. Manaha. S.T, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
2. Bapak Ir. Bambang Wedyantaji, MT selaku Pembimbing I Proposal Tugas Akhir
3. Bapak Dr. Yosimson P. Manaha. S.T, MT selaku Pembimbing II Proposal Tugas Akhir
4. Keluarga dan seluruh teman-teman yang selalu memberikan support baik moral maupun materil.
5. Ikatan Alumni Teknik Sipil ITN Malang yang telah memberikan bantuan dana.

Penyusun menyadari bahwa pada Proposal Tugas Akhir ini, masih terdapat banyak kekurangan ataupun kesalahan. Oleh karena itu, penyusun selalu mengharapkan saran, petunjuk, kritik dan bimbingan yang bersifat membangun, demi kelanjutan kami selanjutnya.

Malang, 2024

Penyusun

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Calliztha T. Safira

NIM : 1921104

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

STUDI PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS PADA GEDUNG PASCASARJANA UNIVERSITAS MERDEKA MALANG

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Tugas Akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tugas Akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia Tugas Akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (Sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2, dan Pasal 70).

Malang, ²¹..... Februari 2024

Yang membuat pernyataan


Calliztha T. Safira

NIM. 1921104

v

ABSTRAK

STUDI PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS PADA GEDUNG PASCASARJANA UNIVERSITAS MERDEKA MALANG Calliztha T. Safira, 1921104, Ir. Bambang Wedyantadji., MT., Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang

Pembangunan infrastruktur memegang peranan yang sangat penting. Karena keterbatasan lahan menjadi masalah besar dalam pengadaan konstruksi dari tahun ke tahun maka pemerintah mulai menerapkan pembangunan secara vertikal. Untuk itu dalam merencanakan gedung perlu melakukan pertimbangan dari segi struktur bangunan, dari pertimbangan tersebut maka sebuah gedung bertingkat maupun tidak bertingkat harus memiliki syarat aman, nyaman, ekonomis, dan estetika bagi penggunaannya, di sisi lain harus mengutamakan asas kemanusiaan.

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa menggunakan program bantu ETABS, gedung eksisting yang ditinjau menggunakan rangka beton bertulang pemikul momen khusus didapatkan hasil tulangan yang digunakan pada elemen pelat lantai menggunakan Wiremesh M10 dengan jarak 150, tulangan balok B1 dengan formasi untuk tumpuan tulangan atas 8 D22 dan tulangan bawah 4 D22, untuk lapangan tulangan atas 4D22 dan tulangan bawah 8 D22, kolom dengan formasi tulangan 32 D22, dan diperlukan formasi tulangan 8 lapis 4 kaki D13 untuk hubungan balok kolom

Kata kunci : Struktur, Gedung, Beton Bertulang, Pemikul Momen Khusus.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Maksud dan Tujuan	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Manfaat Perencanaan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Terdahulu	5
2.2 Konsep Struktur Tahan Gempa	8
2.2.1 Daktilitas Struktur	10
2.3 Beton Bertulang.....	10
2.4 Pembebanan Struktur	10
2.4.1 Beban Mati	11
2.4.2 Beban Hidup	11
2.4.3 Beban Gempa	18
2.5 Metode Analisis Beban Gempa	25
2.5.1 Metode Analisis Dinamis	25
2.5.2 Metode Analisis Statis	27
2.6 Kombinasi Pembebanan	30

2.7	Kontrol Perilaku Struktur	32
2.7.1	Partisipasi Massa.....	32
2.7.2	Simpangan Antar Tingkat	32
2.7.3	Pengaruh P-delta	33
2.7.4	Ketidakteraturan Vertikal dan Horizontal	33
2.8	Perencanaan Pelat Lantai.....	40
2.9	Perencanaan Balok	43
2.9.1	Konstruksi Balok T	43
2.9.2	Tulangan Longitudinal Balok	44
2.9.3	Tulangan Transversal Balok	48
2.9.4	Desain Balok Terhadap Torsi.....	52
2.10	Perencanaan Kolom.....	53
2.10.1	Batasan Dimensi Kolom	53
2.10.2	Tulangan Longitudinal Kolom.....	53
2.10.3	Analisis Penampang Kolom.....	55
2.10.4	Tulangan Transversal Kolom.....	57
2.11	Perencanaan Hubungan Balok Kolom	60
BAB III DATA PERENCANAAN.....		64
3.1	Data-Data Perencanaan	64
3.1.1	Data Teknis Bangunan	64
3.1.2	Mutu Bahan Bangunan.....	64
3.1.3	Lokasi Bangunan.....	65
3.2	Teknik Pengumpulan Data	65
3.3	Tahapan Perencanaan	65
3.3.1	Studi Literatur	65
3.3.2	Pengumpulan Data Perencanaan	65
3.3.3	Analisa Pembebanan	66
3.3.3	Analisa Struktur (Pemodelan Struktur).....	66
3.3.4	Pemeriksaan Hasil Output.....	66
3.4	Diagram Alir.....	67
BAB IV PEMBAHASAN.....		69

4.1	Perencanaan Dimensi Komponen Struktur	69
4.1.1	Perencanaan Dimensi Balok	69
4.1.2	Perencanaan Dimensi Kolom.....	69
4.1.3	Perencanaan Pelat Lantai	70
4.2	Perhitungan Pembebanan	78
4.2.1	Beban Mati	78
4.2.2	Beban Hidup	87
4.2.3	Perhitungan Massa Bangunan.....	89
4.2.4	Beban Gempa	103
4.3	Eksentrisitas Rencana.....	123
4.4	Kombinasi Pembebanan	126
4.5	Partisipasi Massa	129
4.6	Kontrol Gaya Geser Dasar (<i>Base Shear</i>) Metode Dinamis.....	130
4.7	Kontrol Simpangan.....	131
4.8	Pengaruh P-delta.....	134
4.9	Desain Penulangan Pelat Lantai	136
4.10	Desain Penulangan Balok.....	148
4.10.1	Desain Penulangan Longitudinal Balok.....	150
4.10.2	Desain Penulangan Geser Balok	174
4.11	Desain Penulangan Kolom	194
4.11.1	Desain Penulangan Longitudinal Kolom	195
4.11.2	Perhitungan Pembesaran Momen Portal Bergoyang.....	205
4.11.3	Desain Penulangan Transversal Kolom	222
4.12	Persyaratan Strong Column Weak Beam	228
4.13	Penulangan Hubungan Balok Kolom	230
BAB V KESIMPULAN		235
5.1	Kesimpulan.....	235
5.2	Saran.....	235
DAFTAR PUSTAKA		237
LAMPIRAN.....		238

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Mekanisme Runtuh Pada Portal Terbuka.....	1
Gambar 2. 1 Percepatan Respon Spektrum 0,2 Detik (Ss) Dengan Nisbah Redaman 5% di Batuan Dasar Probabilitas Terlampaui 2% Dalam 50 Tahun Berdasarkan Peta Gempa 2019	18
Gambar 2. 2 Percepatan Spectrum Respons 1 Detik (S1) Dengan Nisbah Redaman 5% di Batuan Dasar SB Untuk Probabilitas Terlampaui 2% Dalam 50 Tahun Berdasarkan Peta Gempa 2019	19
Gambar 2. 3 Spektrum Respon Desain	26
Gambar 2. 4 Ketidakberaturan Horizontal	36
Gambar 2. 5 Ketidakberaturan Vertikal	39
Gambar 2. 6 Menentukan Rasio Plat.....	40
Gambar 2. 7 balok T Plat Satu Sisi dan Dua Sisi.....	44
Gambar 2. 8 Diagram Tegangan Regangan pada Balok Daerah Tumpuan	44
Gambar 2. 9 Gambar Diagram Tegangan Regangan pada Balok Daerah Lapangan	46
Gambar 2. 10 Contoh sengkang tertutup (hoop) yang dipasang bertumpuk dan ilustrasi batasan maksimum spasi horizontal penumpu batang longitudinal	49
Gambar 2. 11 Skema Gaya Geser Desain	51
Gambar 2. 12 Penampang Kolom Persegi	54
Gambar 2. 13 Jarak Antar Tulangan Pada Kolom	54
Gambar 2. 14 Diagram Tegangan Regangan Pada Kolom	55
Gambar 2. 15 Diagram Interaksi pada Kolom	57
Gambar 2. 16 Penulangan Transversal Pada Kolom.....	58
Gambar 2. 17 Gambar Skema Gaya Geser Kolom	59
Gambar 2. 18 Luas Hubungan Balok Kolom (Joint) Efektif.....	62
Gambar 2. 19 Penulangan Hubungan Balok Kolom.....	63
Gambar 3. 1 Lokasi Gedung Pascasarjana Universitas Merdeka Malang	65
Gambar 3. 2 Diagram Alir Perencanaan	68
Gambar 4. 1 Gambar Penulangan Pelat	70

Gambar 4. 2 Percepatan Periode Pendek	105
Gambar 4. 3 Percepatan Periode 1 Detik	106
Gambar 4. 4 Percepatan Periode Panjang	106
Gambar 4. 5 Distribusi Momen Pelat Lantai	138
Gambar 4. 6 Diagram Regangan dan Tegangan pada Daerah Tumpuan	141
Gambar 4. 7 Diagram Regangan dan Tegangan pada Daerah Lapangan	144
Gambar 4. 8 Balok yang ditinjau (B86) Lantai 4	149
Gambar 4. 9 Output gaya balok B86.....	150
Gambar 4. 10 Penulangan Balok.....	152
Gambar 4. 11 Diagram Tegangan Regangan Momen Negatif Tumpuan	155
Gambar 4. 12 Penulangan Balok.....	157
Gambar 4. 13 Diagram Regangan dan Tegangan Momen Positif Tumpuan	161
Gambar 4. 14 Gambar Penulangan Balok.....	163
Gambar 4. 15 Diagram Tegangan Regangan pada momen negatif lapangan	166
Gambar 4. 16 Penulangan Balok.....	168
Gambar 4. 17 Diagram Tegangan Regangan Momen Positif lapangan.....	171
Gambar 4. 18 Luasan tributi area	175
Gambar 4. 19 gaya geser akibat beban gravitasi goyangan ke kiri	178
Gambar 4. 20 gaya geser akibat beban gravitasi goyangan ke kanan	179
Gambar 4. 21 Output gaya axial force P pada ETABS	181
Gambar 4. 22 Tulangan transversal pada daerah sendi plastis.....	183
Gambar 4. 23 Tulangan transversal pada daerah luar sendi plastis	185
Gambar 4. 24 Jarak daerah tertutup dari garis pusat tul transversal	187
Gambar 4. 25 Detail penulangan balok.....	191
Gambar 4. 26 Standar bengkokan tulangan	194
Gambar 4. 27 Output gaya pada kolom (C23) lantai 2	195
Gambar 4. 28 Jarak antar tulangan.....	196
Gambar 4. 29 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah desak	199
Gambar 4. 30 Penentuan nilai k	212
Gambar 4. 31 Penentuan nilai k	219
Gambar 4. 32 Diagram Interaksi K1 arah X	222

Gambar 4. 33	Diagram interaksi K1 arah Y	222
Gambar 4. 34	Diagram Interaksi Kolom dengan SCWB.....	229
Gambar 4. 35	Tampak atas HBK	234

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi Terdahulu.....	7
Tabel 2. 2 Beban hidup terdistribusi merata minimum, L_0 dan beban hidup terpusat minimum	12
Tabel 2. 3 Faktor elemen beban hidup, K_{LL}	17
Tabel 2. 4 Penentuan Resiko Bangunan.....	19
Tabel 2. 5 Faktor Keutamaan Gempa	21
Tabel 2. 6 Klasifikasi Situs	21
Tabel 2. 7 Penentuan Koefisien situs, F_a	23
Tabel 2. 8 Penentuan koefisien situs, F_v	23
Tabel 2. 9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek (SDS).....	25
Tabel 2. 10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik (S_{D1}).....	25
Tabel 2. 11 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	28
Tabel 2. 12 Nilai Parameter periode pendekatan c_t dan x	28
Tabel 2. 13 Parameter Sistem Struktur Penahan Gaya Seismik.....	29
Tabel 2. 14 Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur	34
Tabel 2. 15 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur	37
Tabel 2. 16 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Non Prategang Dengan Balok di Antara Tumpuan Pada Semua Sisinya	41
Tabel 2. 17 Tulangan Transversal Untuk Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen	60
Tabel 2. 18 Kekuatan Geser Nominal Joint V_n	61
Tabel 4. 1 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang.....	77
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Massa Tiap Lantai.....	102
Tabel 4. 3 Kategori Resiko.....	103
Tabel 4. 4 Faktor Keutamaan Gempa	104
Tabel 4. 5 Perhitungan Klasifikasi Situs Tanah	104
Tabel 4. 6 Klasifikasi Situs Tanah	105

Tabel 4. 7 Faktor Amplifikasi Periode Pendek	107
Tabel 4. 8 Faktor Amplifikasi Periode 1 Detik	108
Tabel 4. 9 KDS berdasarkan situs	109
Tabel 4. 10 KDS berdasarkan <i>SD1</i>	110
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Parameter Gempa	110
Tabel 4. 12 Data Parameter Respon Spektrum	112
Tabel 4. 13 Nilai Faktor R, Cd, dan Ω_0	115
Tabel 4. 14 Periode Fundamental Struktur	116
Tabel 4. 15 Koefisien Cu	117
Tabel 4. 16 Berat massa gedung eksisting (kN).....	119
Tabel 4. 17 Gaya Gempa Statis Ekuivalen.....	122
Tabel 4. 18 Center of Mass Rigidity	123
Tabel 4. 19 Koordinat Pusat Massa	126
Tabel 4. 20 Persentase Modal Patisi Massa	129
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Ragam Getar Alami	130
Tabel 4. 22 Gaya Geser Dasar Sebelum Penskalaan Gaya	130
Tabel 4. 23 Gaya Geser Dasar Setelah Penskalaan Gaya	131
Tabel 4. 24 Kontrol Simpangan Arah X	132
Tabel 4. 25 Kontrol Simpangan Arah Y	133
Tabel 4. 26 Momen Pelat Lantai	138
Tabel 4. 27 Rekapitulasi Momen Kapasitas Pelat Lantai	145
Tabel 4. 28 Momen balok B86.....	150
Tabel 4. 29 Nilai β_1 untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen	150
Tabel 4. 30 Pengecekan gaya geser.....	180
Tabel 4. 31 Nilai β_1 untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen	195
Tabel 4. 32 Rekapitulasi aksial dan momen rencana K1	204
Tabel 4. 33 Rekapitulasi pembesaran momen arah x dan y.....	221

DAFTAR NOTASI

A_{cp}	=	luas penampang beton, mm ²
A_T	=	Luas tributari dalam m ²
C_c	=	resultan gaya tekan yang bekerja pada beton
C_d	=	faktor pembesaran simpangan lateral
C_s	=	koefisien respons seismik yang ditentukan
C_s	=	resultan gaya tekan yang bekerja pada tulangan tekan
C_u	=	hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung
C_{vx}	=	faktor distribusi vertikal
D	=	pengaruh beban mati
E	=	pengaruh beban seismik
E_c	=	modulus elastisitas beton, MPa
E_h	=	pengaruh beban seismik horizontal
E_v	=	pengaruh beban seismik vertikal
f_c'	=	kekuatan tekan beton yang disyaratkan, MPa
h	=	tebal atau tinggi keseluruhan komponen struktur, mm
h_i dan h_x	=	tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x
h_n	=	ketinggian struktur, di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur
h_{sx}	=	adalah tinggi tingkat dibawah tingkat- x
I_e	=	faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai dengan Pasal 4.1.2 SNI 1726:2019
k	=	eksponen yang terkait dengan periode struktur dengan nilai sebagai berikut: - untuk struktur dengan $T \leq 0,5$ detik, = 1 - untuk struktur dengan $T \geq 2,5$ detik, = 2 - untuk struktur dengan $0,5 < T < 2,5$ detik, = 2 atau ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2
K_{LL}	=	Faktor elemen beban hidup
L	=	beban hidup desain tereduksi per m ² dari luasan yang didukung

	oleh komponen struktur
L_o	= beban hidup desain tanpa reduksi per m^2 dari luasan yang didukung oleh komponen struktur
L_x	= bentang pelat arah x
M_{pr}	= kuat momen lentur di ujung balok
M_u	= momen rencana (maksimum)
N	= jumlah tingkat
P_{cp}	= keliling luar penampang beton
P_x	= beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat-x, (kN); bila menghitung, faktor beban individu tidak perlu melebihi 1,0
Q_E	= adalah pengaruh gaya seismik horizontal dari V atau F_p . Pengaruh tersebut harus dihasilkan dari penerapan gaya horizontal secara serentak dalam dua arah tegak lurus satu sama lain
Q_u	= beban rencana terfaktor
R	= koefisien modifikasi respons
S_I	= parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1,0 detik
S_{DI}	= parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik
S_{DS}	= parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek
S_s	= parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek
T	= periode getar fundamental struktur, detik
T_a	= periode fundamental pendekatan
T_c	= periode fundamental (program)
T_s	= resultan gaya yang bekerja pada tulangan tarik
V	= gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur (kN)
V_c	= kuat geser beton
V_n	= kuat geser nominal
\bar{v}_s	= kecepatan rata-rata gelombang geser
V_s	= kuat geser tulangan
V_x	= gaya geser seismik yang bekerja antara tingkat dan $x - 1$ (kN)

- W = berat seismik efektif
 w_i dan w_x = bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x
 x = koefisien momen pelat
 δ_{xe} = simpangan di tingkat- x yang disyaratkan dan ditentukan dengan analisis elastik
 Δ = simpangan antar tingkat desain, terjadi secara serentak dengan V_x , mm
 λ = 1 (beton normal)
 ρ = faktor redundansi. Nilai ρ diizinkan sama dengan 1,0 untuk kategori desain seismik B atau C. Untuk struktur yang tidak memiliki ketidakberaturan torsi berlebihan dengan kategori desain seismik D, E, atau F, ρ harus sebesar 1,3.