

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR .....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN .....	v
MOTTO .....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR NOTASI .....	xxii
ABTRAK.....	xxvi
ABSTRACT .....	xxvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Maksud dan Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Umum.....	4
2.2 Pengertian Daktilitas Struktur.....	4
2.3 Permodelan Struktur Pada Software ETABS 2018.....	5
2.3.1 Penentuan Factor Keutamaan Gempa Rencana .....	10

2.3.2	Kombinasi Pembebanan Pada Struktur Sistem Rangka....	14
2.3.3	Definisi Kelas Situs .....	15
2.3.4	Koefisien-Koefisien Situs dan Paramater-Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum Yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCER) .....	16
2.3.5	Kategori Respon Seismik.....	18
2.3.6	Pemilihan Sistem Struktur Tahan Gempa .....	19
2.4	Analisa Data Dari Output Permodelan Struktur .....	21
2.4.1	Analisis Berat Seismik Efektif Struktur.....	21
2.4.2	Analisis Gaya Geser Dasar Seismik (V) .....	22
2.4.3	Menentukan Profil Perpindahan Rencana .....	23
2.4.4	Penentuan Periode Fundamental Pendekatan .....	24
2.4.5	Distribusi Vertikal Gaya Gempa .....	25
2.4.6	Distribusi Horizontal Gaya Gempa.....	26
2.4.7	Modal Partisipasi Massa.....	26
2.4.8	Translasi Struktur .....	26
2.4.9	Analisis Simpangan Antar Lantai .....	26
2.4.10	Evaluasi Beban Gempa.....	28
2.5	Persyaratan Perencanaan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus .....	28
2.6	Persyaratan Penulangan Balok.....	29
2.7	Persyaratan Penulangan Kolom .....	33
2.8	Persyaratan Joint / Hubungan Balok Kolom .....	40
2.9	Persyaratan Analisa Plat.....	43
2.10	Studi terdahulu SNI – 2012 .....	45
2.10.1	Penentuan Faktor Keutamaan Gempa Rencana.....	45

2.11 Kombinasi Pembebana Pada Struktur Sistem Rangka.....	48
2.12 Definisi Kelas Situs .....	48
2.12.1 Koefesien Situs dan Parameter Respon Spektral .....	49
2.13 Kategori Respon Seismik .....	52
2.14 Pemilihan Sistem Struktur Tahan Gempa .....	53
2.15 Analisa Data Dari Output Permodelan Struktur .....	54
2.15.1. Analisis Berat Seismik Efektif Struktur .....	55
2.15.2. Analisis Gaya Geser Dasar Seismik (V) .....	56
2.18 Menentukan Profil Perpindahan Rencana.....	56
2.19 Penentuan Perioda Fundamental Pendekatan.....	57
2.20 Distribusi Vertikal Gaya Seismik atau Gempa .....	58
2.21 Distribusi Horizontal Gaya Gempa.....	59
2.22 Modal Partisipasi Massa.....	59
2.23 Translasi Struktur .....	59
2.24 Analisis Simpangan Antar Tingkat .....	59
2.25 Evaluasi Beban Gempa.....	61
2.26 Persyaratan Perencanaan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....	61
2.27 Persyaratan Penulangan Balok .....	68
2.28 Persyaratan Penulangan Kolom.....	73
2.29 Persyaratan Hubungan Balok Kolom.....	75
2.30 Persyaratan Analisa Pelat bertulang dua arah nonprategang....	75
2.31 Kajian Terdahulu Yang Sejenis .....	77

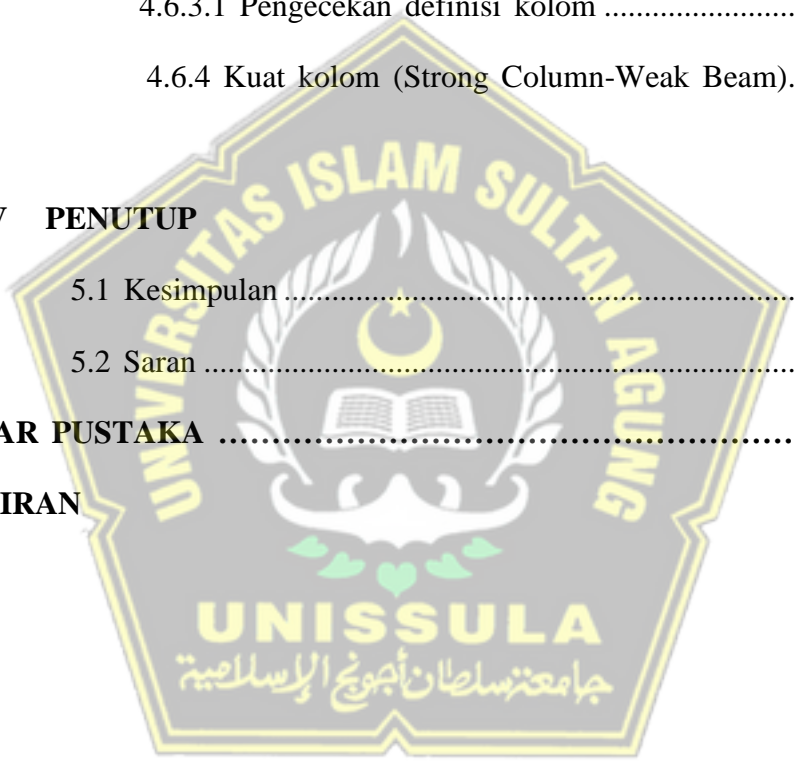
### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Pendahuluan.....	85
3.2 Pengumpulan Data.....	85
3.3 Permodelan Struktur.....	86
3.4 Analisis Perhitungan.....	86
3.5 Analisa Struktur dengan Program Aplikasi ETABS 2018.....	88
3.6 Diagram Alur Analisa.....	89

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1.Deskripsi Umum Bangunan.....	90
4.2.Acuan Pembebanan.....	90
4.3.Acuan Perencanaan dan Pendetailan Struktur.....	90
4.4.Permodelan Struktur.....	91
4.4.1 Data Bangunan.....	91
4.4.2 Pemodelan Struktur.....	91
4.4.3 Konfigurasi Gedung.....	92
4.4.4 Pra desain Elemen Struktur.....	93
4.5.Pembebanan Struktur.....	97
4.5.1.Beban Gravitasi.....	97
4.5.2 Beban Gempa pada Struktur.....	98
4.5.3 Analisis Dinamis Getaran.....	107
4.5.4 Kontrol Hasil Analisa Dinamik Gempa.....	107
4.5.4.1 Kontrol Bentuk Ragam dan Partisipasi Massa Bangunan.....	107
4.5.4.2 Kontrol Periode Fundamental Struktur.....	108

4.5.4.3 Analisis gaya statik ekuivalen.....	109
4.5.4.4 Kontrol Gaya Geser Nominal (Statik Ekuivalen).111	
4.5.4.5 Kontrol Simpangan .....	115
4.6 Desain komponen Struktur.....	117
4.6.1 Perencanaan Plat .....	117
4.6.2 Perencanaan Balok.....	123
4.6.3 Desain Kolom .....	138
4.6.3.1 Pengecekan definisi kolom .....	138
4.6.4 Kuat kolom (Strong Column-Weak Beam).....	148
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	150
5.2 Saran .....	151
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>xxviii</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya untuk Beban Gempa .....	11
Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa .....	14
Tabel 2.3 Klasifikasi Situs.....	15
Tabel 2.4 Koefisien Situs, $F_a$ .....	16
Tabel 2.5 Koefisien Situs, $F_v$ .....	17
Tabel 2.6 Kategori Analisa seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek.....	18
Tabel 2.7 Kategori Analisa seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik .....	19
Tabel 2.8 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk Sistem Penahan Gaya Gempa .....	19
Tabel 2.9 Lanjutan Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk Sistem Penahan Gaya Gempa .....	20
Tabel 2.10 Prosedur Analisis Yang Boleh Digunakan .....	22
Tabel 2.11 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Perioda Yang Dihitung.....	24
Tabel 2.12 Nilai Parameter Perioda Pendekatan $C_t$ Dan $x$ .....	24
Tabel 2.13 Simpangan antar lantai izin, $\Delta_a$ .....	28
Tabel 2.14 Tulangan <i>transversal</i> untuk kolom-kolom sistem rangka pemikul momen khusus .....	38
Tabel 2.15 Kekuatan geser nominal <i>joint</i> $V_n$ .....	41
Tabel 2.16 Ketebalan minimum pelat solid satu arah nonprategang.....	44
Tabel 2.17 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya untuk Beban Gempa.....	45
Tabel 2.18 Faktor Keutamaan Gempa .....	48
Tabel 2.19 Klasifikasi Situs.....	49
Tabel 2.20 Koefisien Situs, $F_a$ .....	50
Tabel 2.21 Koefisien Situs, $F_v$ .....	51
Tabel 2.22 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda Pendek.....	52
Tabel 2.23 Kategori Desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik.....	52

Tabel 2.24 Faktor R, Cd, dan $\Omega_0$ untuk Sistem Pemikul Gaya <i>Seismik</i> .....	53
Tabel 2.25 Lanjutan Faktor R, Cd, dan $\Omega_0$ untuk Sistem Penahan Gaya Gempa .....	53
Tabel 2.26 Prosedur Analisis Yang Boleh Digunakan .....	53
Tabel 2.27 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Perioda Yang Dihitung .....	55
Tabel 2.28 Nilai Parameter Perioda Pendekatan Ct Dan x .....	60
Tabel 2.29 Simpangan antar lantai izin, $\Delta a$ .....	60
Tabel 2.30 Tulangan transfersal untuk Ikolom-kolom sistem rangka pemikul momen khusus .....	67
Tabel 2.31 Kajian Jurnal Terdahulu I .....	77
Tabel 2.32 Kajian Jurnal Terdahulu II .....	79
Tabel 2.33 Kajian Jurnal Terdahulu III .....	80
Tabel 2.34 Kajian Jurnal Terdahulu IV .....	81
Tabel 2.35 Kajian Jurnal Terdahulu V .....	82
Tabel 4.1 Konfigurasi Gedung .....	93
Tabel 4.2 Spesifikasi Material .....	93
Tabel 4.3 Dimensi Kolom .....	96
Tabel 4.4 Dimensi Balok .....	96
Tabel 4.5 Faktor Keutamaan Gempa .....	100
Tabel 4.6 Klasifikasi Tanah .....	101
Tabel 4.7. Nilai <i>N-SPT</i> .....	101
Tabel 4.8. Data Parameter <i>Respons Spektral</i> Terpetakan .....	103
Tabel 4.9 Data Parameter <i>Response Spektral</i> Desain .....	104
Tabel 4.10. Nilai <i>Spektrum Response</i> Percepatan Desain .....	105
Tabel 4.11. Rangkuman Berat Struktur Per Lantai .....	106
Tabel 4.12. Bentuk Ragam dan Waktu Getar Struktur .....	107
Tabel 4.13. Nilai Hasil Parsitipasi Massa Bangunan .....	108
Tabel 4.14. Output Gaya Geser Dasar <i>Statik</i> .....	112
Tabel 4.15. Output Gaya Geser Dasar <i>Dinamik</i> .....	113
Tabel 4.16. Perbandingan Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik .....	114

Tabel 4.17. Output Gaya Geser Dinamik Setelah Pembesaran Gempa.....	114
Tabel 4.18. Besaran Simpangan Struktur Arah X.....	116
Tabel 4.19. Besaran Simpangan Struktur Arah Y.....	116
Tabel.4.20. Hasil Rekapikulasi Tulangan Pelat Lantai.....	122
Tabel.4.21. Hasil Perhitungan Tulangan Terpasang.....	132
Tabel 4.22 Properti kolom K2.....	138
Tabel 4.23 Penulangan pada kolom K2.....	139
Tabel 4.24 Penulangan <i>confinement</i> pada kolom K2.....	143
Tabel 4.25. Rekap Tulangan Kolom.....	147



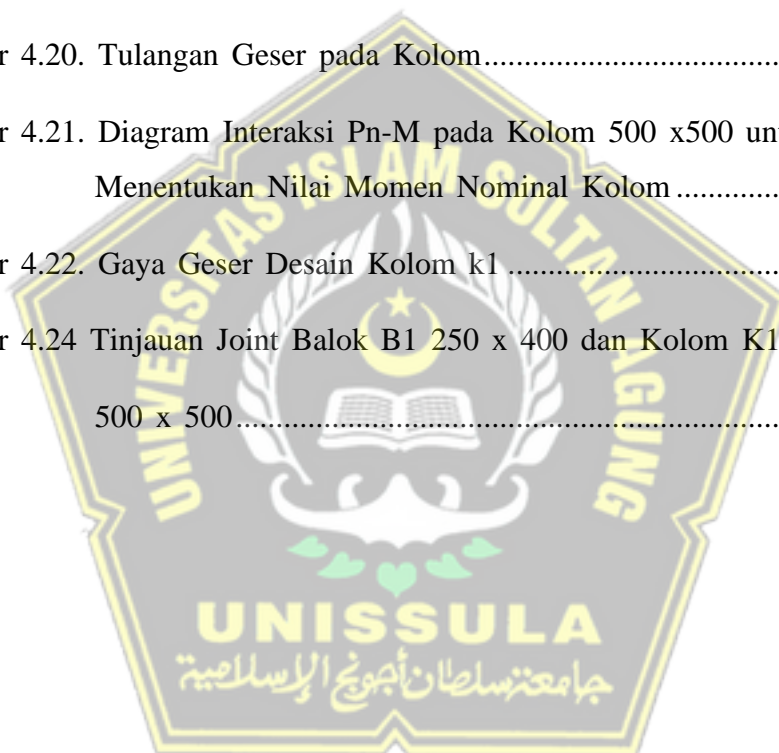


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Menu pembuatan permodelan baru pada <i>ETABS</i> .....	5
Gambar 2.2 Menu pembuatan <i>grid</i> pada <i>ETABS</i> .....	6
Gambar 2.3 Menu pengaturan <i>grid</i> pada <i>ETABS</i> .....	6
Gambar 2.4 Menu input data material pada <i>ETABS</i> .....	7
Gambar 2.5 Menu input data kolom pada <i>ETABS</i> .....	7
Gambar 2.6 Menu input data tulngan kolom pada <i>ETABS</i> .....	8
Gambar 2.7 Menu input faktor modifikasi kolom pada <i>ETABS</i> .....	8
Gambar 2.8 Menu input data plat pada <i>ETABS</i> .....	9
Gambar 2.9 Menu input faktor modifikasi plat pada <i>ETABS</i> .....	9
Gambar 2.10 Tampilan tiga dimensi permodelan pada <i>ETABS</i> .....	10
Gambar 2.11 Periode pada Portal .....	27
Gambar 2.12 Lebar efektif maksimum balok lebar ( <i>wide beam</i> ) dan persyaratan tulangan transversal .....	29
Gambar 2.13 Contoh sengkang tertutup ( <i>hoop</i> ) yang dipasang bertumpuk dan ilustrasi batasan maksimum spasi horizontal penumpu batang <i>longitudinal</i> .....	32
Gambar 2.14 Geser Analisa untuk balok dan kolom .....	33
Gambar 2.15 Contoh penulangan transversal pada kolom.....	36
Gambar 2.16 Contoh penulangan transversal pada kolom dengan $P_u > 0,3A_g f_c'$ atau $f_c' > 70$ Mpa.....	37
Gambar 2.17 Luas <i>joint</i> efektif .....	42
Gambar 2.18 Potongan penampang balok yang dicor monolit dengan pelat ..	45
Gambar 2.19 Diagram regangan, tegangan dan gaya.....	69

Gambar 2.20 Geser desain untuk balok dan kolom .....	70
Gambar 2.21 Bagan alir perhitungan tulangan lentur pada balok.....	71
Gambar 2.22 Bagan alir perhitungan tulangan geser pada balok.....	72
Gambar 2.23 Bagan alir perhitungan tulangan geser pada balok.....	74
Gambar 3.1 Diagram Alur Analisa.....	89
Gambar 4.1 Bentuk 3D Struktur Tampak Depan .....	91
Gambar 4.2 Bentuk 3D Struktur Tampak Belakang .....	92
Gambar 4.3 Tampak atas lantai 2 .....	92
Gambar 4.4. Pelat Lantai.....	94
Gambar 4.5. Grafik <i>Respon spektra Puskim</i> Pedurangan .....	102
Gambar 4.6. Grafik <i>Respon spektra</i> pada <i>Etabs</i> .....	104
Gambar 4.7 Load pattern gempa <i>seismik</i> .....	110
Gambar 4.8 Load pattern gempa arah X.....	110
Gambar 4.9 Load pattern gempa arah Y.....	110
Gambar 4.10 Load case pada gempa <i>seismic</i> .....	111
Gambar 4.11. Tipe Pelat.....	117
Gambar 4.12. Tulangan Plat.....	122
Gambar 4.13. Balok Induk B1 .....	125
Gambar 4.14. Nilai <i>Torsi</i> pada <i>ETABS</i> Balok 250x400.....	125
Gambar 4.15. Nilai Momen Tumpuan pada <i>ETABS</i> Balok 250x400.....	127

Gambar 4.16. Nilai Momen Lapangan pada <i>ETABS</i> Balok 250x400.....	128
Gambar 4.17. Penulangan Balok B2.....	133
Gambar 4.18. Momen <i>Probable</i> Rangka Bergoyang ke Kanan Balok 200x300.....	133
Gambar 4.19. Momen <i>Probable</i> Rangka Bergoyang ke Kiri Balok 200x300 .....	134
Gambar 4.20. Tulangan Geser pada Kolom.....	142
Gambar 4.21. Diagram Interaksi Pn-M pada Kolom 500 x500 untuk Menentukan Nilai Momen Nominal Kolom .....	144
Gambar 4.22. Gaya Geser Desain Kolom k1 .....	147
Gambar 4.24 Tinjauan Joint Balok B1 250 x 400 dan Kolom K1 500 x 500.....	148



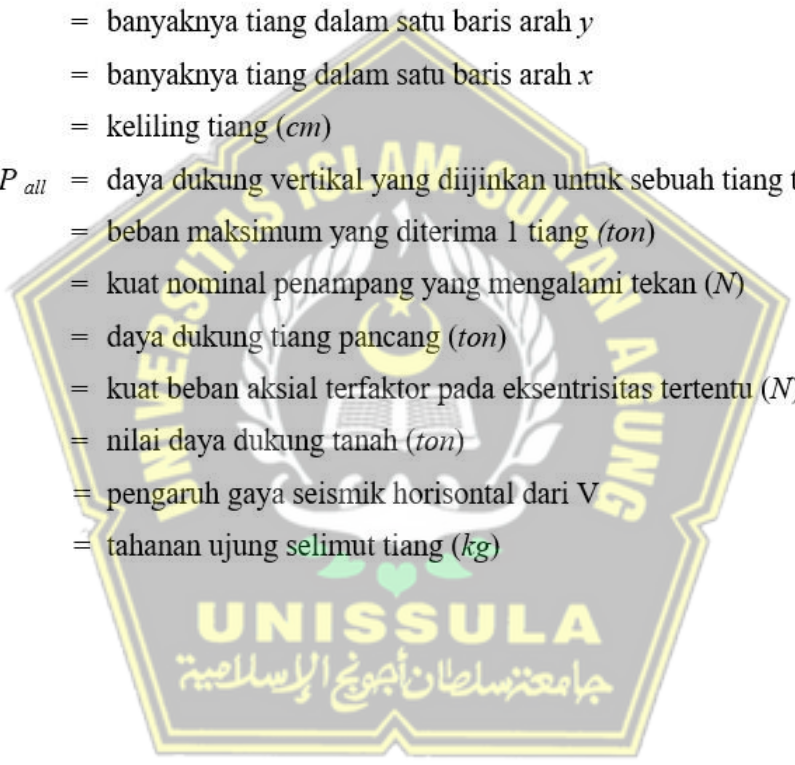
## DAFTAR NOTASI

$A_b$	= luas penampang ujung tiang ( $cm^2$ );
$A_g$	= luas bruto penampang ( $mm^2$ )
$A_s$	= luas tulangan tarik ( $mm^2$ ); luas s
$A_b$	= luas penampang ujung tiang ( $cm^2$ );
$A_g$	= luas bruto penampang ( $mm^2$ )
$A_s$	= luas tulangan tarik ( $mm^2$ ); luas s
$A_{sh}$	= luas penampang inti beton, di ukur dari serat terluar hoop ke serat terluar hoop di sisi lainnya.
$A_p$	= luas penampang tiang ( $cm^2$ )
$A_v$	= luas tulangan sengkang ikat dalam daerah sejarak $s$ ( $mm^2$ )
$A'_s$	= luas tulangan tekan ( $mm^2$ )
$b$	= lebar penampang balok ( $mm$ )
$b_w$	= lebar badan atau diameter penampang lingkaran ( $mm$ )
$C_a$	= koefisien akselerasi
$C_d$	= faktor pembesaran defleksi
$CP$	= <i>Collapse Prevention</i>
$C_s$	= koefisien respons seismik; kohesi <i>undrained</i> ( $ton/m^2$ )
$C_t$	= koefisien rangka beton pemikul momen
$C_u$	= koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung
$C_v$	= koefisien respon gempa vertikal
$D$	= diameter tiang ( $cm$ )
$DF$	= faktor distribusi momen di bagian atas dan bawah kolom yang didisain
$DL$	= <i>dead load</i> (beban mati)
$D_t$	= displacement total
$d$	= tinggi efektif pelat; jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik ( $mm$ ); diameter tiang ( $cm$ )
$E$	= pengaruh beban gempa
$E_c$	= modulus elastisitas beton ( $MPa$ )
$E_g$	= Efisiensi kelompok tiang
$E_h$	= pengaruh beban gempa horisontal

$E_s$	= modulus elastisitas tulangan ( $MPa$ )
$E_v$	= pengaruh beban gempa vertikal
$F$	= gaya lateral ekivalen
$F_a$	= koefisien situs untuk perioda pendek (pada perioda 0,2 detik)
$F_s$	= faktor keamanan = 2,5
$F_{sc}$	= <i>local friction</i> ( $kg/cm^2$ )
$F_v$	= koefisien situs untuk perioda panjang (pada perioda 1 detik)
$f_s$	= tahanan selimut sepanjang tiang ( $kg/cm^2$ )
$f_y$	= tegangan leleh profil baja ( $MPa$ )
$f'_c$	= kuat tekan karakteristik beton ( $MPa$ )
$H$	= tebal lapisan tanah ( $m$ )
$h_c$	= lebar penampang inti beton (yang terkekang) ( $mm$ )
$h_n$	= ketinggian struktur ( $m$ )
$h_x$	= spasi horisontal maksimum untuk kaki sengkang tertutup atau sengkang ikat pada muka kolom
$I$	= faktor keutamaan struktur
$IO$	= <i>Immediate Occupancy</i>
$J$	= koefisien lengan momen
$k$	= faktor panjang efektif
$k_c$	= faktor tahanan ujung
$LL$	= <i>live load</i> (beban hidup)
$LS$	= <i>Life Safety</i>
$l_n$	= panjang sisi terpanjang
$l_o$	= panjang minimum
$MCE_R$	= spektrum respons gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget
$M_n$	= kuat momen nominal pada penampang ( $kN-m$ )
$M_{nb}$	= momen terfaktor dalam keadaan <i>balanced</i>
$M_{pr}$	= momen lentur dari suatu komponen struktur dengan atau tanpa beban aksial, yang ditentukan menggunakan sifat-sifat komponen

struktur pada joint dengan menganggap kuat tarik pada tulangan longitudinal sebesar minimum

$M_u$	= momen yang terjadi pada penampang
$M_x$	= momen arah $x$ ( $ton.m$ )
$M_y$	= momen arah $y$ ( $ton.m$ )
$m$	= jumlah lapisan tanah yang ada di atas tanah dasar; jumlah tiang dalam 1 kolom
$n$	= jumlah lantai gedung
$n$	= jumlah tingkat gedung; jumlah tiang dalam 1 baris; banyaknya tiang pancang
$n_x$	= banyaknya tiang dalam satu baris arah $y$
$n_y$	= banyaknya tiang dalam satu baris arah $x$
$p$	= keliling tiang ( $cm$ )
$P_{ijin} = P_{all}$	= daya dukung vertikal yang diijinkan untuk sebuah tiang tunggal ( $ton$ )
$P_{maks}$	= beban maksimum yang diterima 1 tiang ( $ton$ )
$P_n$	= kuat nominal penampang yang mengalami tekan ( $N$ )
$P_{tiang}$	= daya dukung tiang pancang ( $ton$ )
$P_u$	= kuat beban aksial terfaktor pada eksentrisitas tertentu ( $N$ )
$Q_{all}$	= nilai daya dukung tanah ( $ton$ )
$Q_E$	= pengaruh gaya seismik horisontal dari V
$Q_p$	= tahanan ujung selimut tiang ( $kg$ )



$Q_s$	= tahanan geser selimut tiang ( $kg$ )
$Q_{ult}$	= daya dukung pondasi tiang pancang ( $ton$ )
$q_c$	= tahanan konus pada ujung tiang ( $kg/cm^2$ )
$q_{cb}$	= conus resistance rata-rata $1,5D$ di bawah ujung tiang ( $N/mm^2$ )
$q_{cu}$	= conus resistance rata-rata $1,5D$ di atas ujung tiang ( $N/mm^2$ )
$R$	= faktor reduksi gempa; ragnius girrasi
$R_x$	= resultan gaya arah x
$R_y$	= resultan gaya arah y
$S_a$	= spektrum respons percepatan disain
$S_{DS}$	= parameter respons spektral percepatan disain pada perioda pendek
$S_{D1}$	= parameter respons spektral percepatan disain pada perioda 1 detik
$S_{MS}$	= parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek
$S_{M1}$	= parameter spektrum respons percepatan pada perioda 1 detik
$S_s$	= percepatan batuan dasar pada perioda pendek
$s_x$	= spasi longitudinal tulangan transvesal dalam panjang $l_0$
$S_I$	= percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik
$s$	= jarak antar tiang ( $cm$ )
$T_a$	= perioda getar fundamental struktur
$T_{eff}$	= waktu getar gedung efektif ( $dt$ )
$t_i$	= tebal lapisan tanah ke - i
$V$	= gaya lateral ( $kg$ )
$V_t$	= beban gempa dasar nominal