

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iiiv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI.....	xviii
ABSTRAK	xxiii
<i>ABSTRACT</i>	xxiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tinjauan Umum.....	5
2.2. Konsep Dasar Mekanisme Gempa Bumi.....	7
2.3. Sistem Struktur	7
2.4. Persyaratan Peraturan Gempa.....	11
2.4.1. Kategori Resiko Struktur Bangunan	11
2.5. Klasifikasi Situs.....	14
2.6. Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa Tertarget.....	14
2.7. Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa Desain	15
2.8. Spektrum Respon Desain (S_a)	15
2.9. Kombinasi Sistem Perangkat dalam Arah yang Berbeda.....	16

2.10. Batasan Perioda Fundametal Struktur	17
2.11. Geser Dasar Seismik	17
2.12. Penentuan Simpangan Antar Lantai	18
2.13. Analisis Spektrum Respon Ragam	19
2.14. Pembebanan Pada Bangunan	20
2.14.1. Beban Mati	20
2.14.2. Beban Hidup	21
2.14.3. Beban Gempa	22
2.15. Perencanaan Struktur Atas	24
2.15.1. Desain Kapasitas	24
2.16. Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus	30
2.16.1. Persyaratan Detailing Komponen Struktur Lentur	30
2.16.2. Komponen Struktur Rangka Momen Khusus yang Dikenai Beban Lentur dan Aksial	33
2.16.3. <i>Joint</i> Rangka Momen Khusus (Hubungan Balok dan Kolom)	36
2.17. Sistem Ganda	38
2.18. Desain Pelat	39
2.18.1. Pelat Satu Arah	39
2.18.2. Pelat Dua Arah	39
2.19. Perencanaan Struktur Bawah	39
2.20. Fondasi Tiang Pancang	40
2.20.1. Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang dari Uji Penetrasi Standard (SPT) Menurut Mayerhoff	40
2.20.2. Fondasi Tiang Kelompok	41
2.20.3. Kontrol Beban Maksimum	42
2.20.4. Kontrol Gaya Lateral (Metode Broms)	42
2.21. Perencanaan <i>Pile Cap</i>	43
2.21.1. Tegangan Geser 1 Arah	43
2.21.2. Tegangan Geser 2 Arah	44
BAB III METODE PENELITIAN	46
3.1. Pendahuluan	46

3.2.	Pengumpulan Data	46
3.3.	Permodelan Struktur.....	47
3.4.	Analisis Perhitungan	47
3.5.	Analisa Struktur dengan Program Aplikasi ETABS 2016	50
3.6.	Diagram Alur Penelitian.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		52
4.1.	Deskripsi Umum Bangunan	52
4.2.	Permodelan Struktur.....	52
4.2.1.	Data Bangunan.....	52
4.2.2.	Pemodelan Struktur	52
4.2.3.	Konfigurasi Gedung.....	53
4.2.4.	Pra desain Elemen Struktur	54
4.3.	Pembebanan Struktur	58
4.3.1.	Beban Gravitasi	58
4.3.2.	Beban Gempa pada Struktur	59
4.3.3.	Analisis Dinamis Getaran	65
4.3.4.	Kontrol Hasil Analisa Dinamik Gempa.....	65
4.4.	Desain Komponen Struktur.....	73
4.4.1.	Perencanaan Plat	73
4.4.2.	Perencanaan Balok.....	78
4.4.3.	Desain Kolom	120
4.5.	Perencanaan Pondasi	131
4.5.1.	Tiang Pancang	131
4.5.2.	Perencanaan Poer.....	140
4.5.3.	Perencanaan Perhitungan Pile Cap	143
BAB V PENUTUP.....		169
5.1.	Kesimpulan.....	169
5.2.	Saran.....	171
DAFTAR PUSTAKA		172

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Ketentuan Pasal 21.1.1 SNI 2847-2013	10
Tabel 2.2.	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa	12
Tabel 2.3.	Faktor Keamanan Gempa	13
Tabel 2.4.	Koefisien Situs, F_a	14
Tabel 2.5.	Koefisien Situs, F_v	15
Tabel 2.6.	Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Penahan Gaya Gempa.....	16
Tabel 2.7	Daftar Berat Bahan Bangunan dan Komponen Gedung.....	20
Tabel 2.8	Daftar Beban Hidup pada Lantai Ruangan Gedung	21
Tabel 4.1	Konfigurasi Gedung	54
Tabel 4.2	Spesifikasi Material	54
Tabel 4.3	Dimensi Kolom	57
Tabel 4.4	Dimensi Balok	57
Tabel 4.5	Faktor Keutamaan Gempa	59
Tabel 4.6.	Nilai N -SPT <i>Site</i> Proyek.....	60
Tabel 4.7.	Data Parameter Respons Spektral Terpetakan	62
Tabel 4.8	Data Parameter Response Spektral Desain.....	62
Tabel 4.9.	Nilai Spektrum Response Percepatan Desain.....	63
Tabel 4.10.	Rangkuman Berat Struktur Per Lantai	65
Tabel 4.11.	Bentuk Ragam dan Waktu Getar Struktur	65
Tabel 4.12.	Nilai Hasil Parsitipasi Massa Bangunan.....	66
Tabel 4.13.	Output Gaya Geser Dasar Statik.....	69
Tabel 4.14.	Output Gaya Geser Dasar Statik Nominal.....	69
Tabel 4.15.	Output Gaya Geser Dasar Dinamik	69
Tabel 4.16.	Perbandingan Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik	70
Tabel 4.17.	Output Gaya Geser Dinamik Setelah Pembesaran Gaya Gempa.....	70
Tabel 4.18.	Besaran Simpangan Struktur Arah X	72
Tabel 4.19.	Besaran Simpangan Struktur Arah Y	72
Tabel 4.20.	Momen Pelat Lantai yang Ditinjau.....	74

Tabel 4.21.	Posisi Garis Netral dan Momen Nominal Tulangan Tumpuan	84
Tabel 4.22.	Posisi Garis Netral dan Momen Nominal pada Lapangan	89
Tabel 4.23.	Posisi Garis Netral dan Momen Nominal Tulangan Tumpuan	104
Tabel 4.24.	Posisi Garis Netral dan Momen Nominal pada Lapangan	110
Tabel 4.25.	Rekap Perhitungan Tulangan Balok.....	119
Tabel 4.26.	Properti kolom K1	120
Tabel 4.27.	Data Kombinasi Beban Kolom.....	120
Tabel 4.28.	Penulangan pada kolom K1	121
Tabel 4. 29.	Penulangan <i>confinement</i> pada kolom K1	123
Tabel 4.30.	Rekap Tulangan Kolom.....	127
Tabel 4.31.	Spesifikasi <i>Prestressed spun pile</i> Produksi PT WIKA Beton ..	133
Tabel 4.32.	Korelasi Empiris antara Nilai N-SPT Dengan <i>Unconfined Compressive Strength</i> dan Berat Jenis Tanah Jenuh (ysat) untuk Tanah Kohesif	139
Tabel 4.33.	Posisi Garis Netral dan Momen Nominal Tulangan Tumpuan	153
Tabel 4.34.	Posisi Garis Netral dan Momen Nominal pada Lapangan	159

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Beberapa Konfigurasi <i>Open Frame</i>	9
Gambar 2.2.	Konfigurasi Portal Dinding	11
Gambar 2.3.	Spektrum Respons Desain	16
Gambar 2.4.	Simpangan Antar Lantai	18
Gambar 2.5.	Beban Gempa pada Struktur Bangunan	24
Gambar 2.6.	Ilustrasi Hierarki Keruntuhan.....	25
Gambar 2.7.	Beberapa Mekanisme Keruntuhan Rangka. (a) <i>Soft Storey</i> ...	27
Gambar 2.8.	Mekanisme Keruntuhan yang Ideal	27
Gambar 2.9.	Perencanaan Geser untuk Balok SRPMK.....	28
Gambar 2.10.	Perencanaan Geser untuk Kolom SRPMK	28
Gambar 2.11.	Gaya Geser Rencana SRPMM.....	29
Gambar 2.12.	Persyaratan Kolom Kuat Balok Lemah	29
Gambar 2.13.	Syarat Dimensi Penampang Balok.....	30
Gambar 2.14.	Kekuatan Momen Positif dan Negatif.....	30
Gambar 2.15.	Contoh Sengkang Tertutup Saling Tertutup	32
Gambar 2.16.	Geser Rencana untuk Balok oleh Kuat Lentur Maksimum (Mpr)	32
Gambar 2.17.	Contoh Tulangan Transversal Pada Kolom	35
Gambar 2.18.	Geser Desain untuk Kolom	35
Gambar 2.19.	Luas Joint Efektif	38
Gambar 2.20.	Sistem Ganda	39
Gambar 2.21.	Grafik Hubungan μ dan μ_u untuk Tiang Panjang	43
Gambar 3.1.	Diagram Alur Penelitian	51
Gambar 4.1	Bentuk 3D Struktur Tampak Depan.....	53
Gambar 4.2	Bentuk 3D Struktur Tampak Belakang.....	53
Gambar 4.3.	Pelat Lantai yang Ditinjau.....	55
Gambar 4.4.	Grafik Respon spektra Puskim Solo	61
Gambar 4.5.	Grafik Respon spektra pada Etabs	63
Gambar 4.6.	<i>Shear Comparisson to X axis</i>	71
Gambar 4.7.	<i>Shear Comparisson to Y axis</i>	71
Gambar 4.8.	Tipe Pelat	73

Gambar 4.9.	Detail Penulangan Plat	78
Gambar 4.10.	Balok Induk B1	79
Gambar 4.11.	Nilai Torsi pada ETABS Balok 500x800	81
Gambar 4.12.	Penampang Balok dan Diagram Tegangan-Regangan.....	83
Gambar 4.13.	Nilai Momen Tumpuan pada ETABS Balok 500x800	83
Gambar 4.14.	Diagram Tegangan Regangan Lentur Negatif Tumpuan	85
Gambar 4.15.	Diagram Tegangan Regangan Lentur Positif Tumpuan Balok 500x800.....	87
Gambar 4.16.	Nilai Momen Lapangan pada ETABS Balok 500x800.....	88
Gambar 4.17.	Diagram Tegangan Regangan Lentur Positif Lapangan Balok 500x800.....	91
Gambar 4.18.	Momen Probable Rangka Bergoyang ke Kanan Balok 500x800.....	93
Gambar 4.19.	Momen Probable Rangka Bergoyang ke Kiri Balok 500x800	94
Gambar 4.20.	Detail Penulangan Balok B1 500x800	98
Gambar 4.21.	Balok Induk B2	99
Gambar 4.22.	Nilai Torsi pada ETABS Balok 400x800	101
Gambar 4.23.	Penampang Balok dan Diagram Tegangan-Regangan.....	103
Gambar 4.24.	Nilai Momen Tumpuan pada ETABS Balok 400x800.....	103
Gambar 4.25.	Diagram Tegangan Regangan Lentur Negatif Tumpuan Balok 400x800	106
Gambar 4.26.	Diagram Tegangan Regangan Lentur Positif Tumpuan Balok 400x800.....	107
Gambar 4.27.	Nilai Momen Lapangan pada ETABS Balok 400x800.....	109
Gambar 4.28.	Diagram Tegangan Regangan Lentur Positif Lapangan Balok 400x800.....	111
Gambar 4.29.	Momen Probable Rangka Bergoyang ke Kanan Balok 400x800.....	114
Gambar 4.30.	Momen Probable Rangka Bergoyang ke Kiri Balok 400x800	115
Gambar 4.31.	Detail Penulangan Balok 400x800.....	119

Gambar 4.32.	Diagram interaksi kolom.....	123
Gambar 4.33.	Sketsa penampang kolom K1	127
Gambar 4.34.	Gaya yang Bekerja pada Hubungan Balok Kolom di Tengah Portal	127
Gambar 4.35.	Nilai Pu Max pada Kolom	130
Gambar 4.36.	Hubungan Tulangan Balok Kolom pada Tekla.....	131
Gambar 4.37.	Skema Pemasangan Pondasi Tiang Pancang	131
Gambar 4.38.	Skema <i>Pile Cap</i> dan Empat Tiang Pancang Grup	135
Gambar 4.39.	Hubungan antara Sudut Geser (\emptyset) dan Nilai N-SPT	139
Gambar 4.40.	Grafik Brooms Lateral Resistance pada 4 Tiang	140
Gambar 4.41.	Tegangan geser 1 arah.....	140
Gambar 4.42.	Tegangan geser 2 arah.....	142
Gambar 4.43.	Penulangan <i>Pile Cap</i>	144
Gambar 4.44.	Detail Penulangan <i>Pile Cap</i>	147
Gambar 4.45.	Sloof TB1 yang dihitung.....	148
Gambar 4.46.	Nilai Torsi pada ETABS Balok 40x80	150
Gambar 4.47.	Penampang Sloof dan Diagram Tegangan-Regangan.....	152
Gambar 4.48.	Nilai Momen Tumpuan pada ETABS Sloof TB1	152
Gambar 4.49.	Diagram Tegangan Regangan Lentur Negatif Tumpuan Sloof 40x80	155
Gambar 4.50.	Diagram Tegangan Regangan Lentur Positif Tumpuan Sloof 40x80.....	156
Gambar 4.51.	Nilai Momen Lapangan pada ETABS Sloof 40x80	158
Gambar 4.52.	Diagram Tegangan Regangan Lentur Positif Lapangan Sloof 40x80.....	160
Gambar 4.53.	Momen Probable Rangka Bergoyang ke Kanan Sloof 40x80	163
Gambar 4.54.	Momen Probable Rangka Bergoyang ke Kiri Sloof 40x80 ...	164
Gambar 4.55.	Detail Penulangan Sloof 40x80.....	168

DAFTAR NOTASI

A_b	= luas penampang ujung tiang (cm^2); luas penampang 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_1	= displacement pertama
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 ekuivalen
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; ragnus 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_o
S_1	= 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

V_n	= kuat geser nominal penampang (N)
V_s	= kecepatan rambat gelombang geser melalui lapisan tanah ke- i ; kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser (N)
V_{sway}	= gaya geser rencana berdasarkan momen kapasitas pada balok
V_u	= gaya geser terfaktor penampang (N)
V_x	= beban gempa arah x
V_y	= beban gempa arah y
W	= berat lantai
W_t	= berat total struktur
x	= absis tiang ke pusat koordinat penampang (m)
y	= ordinat tiang ke pusat koordinat penampang (m)
α (<i>alpha</i>)	= faktor adhesi antara tanah dan tiang
B_{eff}	= indeks kepercayaan efektif
β_1	= 0,85 untuk $f'_c \leq 30 \text{ Mpa}$
β_c	= sisi panjang kolom / sisi pendek kolom
δ_e (<i>delta e</i>)	= deformasi elastis
δ_p	= deformasi plastis
δ_m	= simpangan maksimum