

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
USULAN PERENCANAAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	vi
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	viii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN.....	x
KATA PENGANTAR	xii
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL.....	xxii
DAFTAR NOTASI.....	xxiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	1
1.4 Maksud dan Tujuan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umu.....	6
2.2 Pengertian Beton Bertulang	7
2.3 Analisis Tegangan dan Regangan Baja dan Beton.....	8

2.3.1	Beton.....	9
2.2.2	Baja.....	12
2.4	Analisa Keruntuhan Penampang	13
2.5	Jenis-Jenis Pembebanan	19
2.5.1	Muatan Primer	19
2.5.2	Muatan Sekunder.....	19
2.5.3	Gempa.....	20
2.5.3.1	Gempa Bumi.....	20
2.5.4	Kondisi Pembebanan	22
2.6	Analisa dan Desain Elemen Tarik dan Elemen Tekan.....	23
2.6.1	Analisa dan Desain Elemen Tarik	23
2.6.2	Perancangan dan Desain Elemen Tekan.....	25
2.7	Analisa dan Desain Elemen Terlentur	28
2.7.1	Analisa Momen Pada Pelat.....	28
2.7.2	Analisa Tebal Pelat.....	29
2.7.3	Analisa Dimensi Balok.....	31
2.7.4	Analisa Penampang dan Tulangan Tunggal	31
2.7.5	Analisa Penampang dengan Tulangan Ganda	33
2.8	Analisa dan Desain Elemen Geser (D)	37
2.8.1	Geser Pada Balok Beton Bertulang	37
2.8.2	Penggolongan Jenis Retak.....	38
2.8.3	Kekuatan Geser yang Disumbangkan oleh Beton	38
2.8.4	Kekuatan Geser yang Disumbangkan oleh Tulangan	40
2.8.5	Batas Jarak Spasi Tulangan Geser	41
2.8.6	Luas Minimum Tulangan Geser.....	42
2.8.7	Perencanaan Tulangan Geser	42
2.9	Pondasi.....	45
2.9.1	Pondasi Dalam.....	45
2.10	Kapasitas Tiang pada Kondisi Terdrainase	52
2.11	Kapasitas Tiang dalam Tanah	53
BAB III METODOLOGI PENULISAN		57
3.1	Pendahuluan.....	57
3.1.1	Data Primer.....	57
3.1.2	Data Sekunder	59
3.2	Flowchart Prosedur Desain	60
3.3	Penyajian Laporan dan Format Penggambaran	61
BAB IV PERHITUNGAN STRUKTUR		70
4.1	Deskripsi Umum Bangunan.....	70
4.2	Pradimensi dan Permodelan Struktur.....	72
4.2.1	Pradimensi Elemen Struktur.....	72
4.2.2	Permodelan Struktur.....	77
4.2.3	Mutu dan Bahan	81

4.3.	Formulasi Pembebanan Struktur	81
4.4	Analisis Beban Seismik	82
4.4.1	Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan Gempa	82
4.4.2	Klasifikasi Situs	82
4.4.3	Parameter Response Spektral Gempa Tertarget (nilai SMs dan SM1)	84
4.4.4	Parameter Response Spektral Gempa Desain (nilai SDs dan SD1)	84
4.4.5	Spektrum Response Desain	85
4.4.6	Kategori Desain Seismik dan sistem Penahan Gaya Gempa	86
4.4.7	Perhitungan Pusat Massa Tiap Lantai	87
4.4.8	Analisis Dinamis Getaran	87
4.4.9	Kontrol Hasil Analisis Dinamik Gempa	88
4.5	Perencanaan Balok	94
4.6	Desain Penulangan Kolom	114
4.6.1	Cek Syarat Komponen Struktur Penahan Gempa	115
4.6.2	Tentukan Tulangan Longitudinal Penahan Lentur	115
4.6.3	Kontrol Kapasitas Beban Aksial Kolom Terhadap Beban Aksial Terfaktor	116
4.6.4	Pengecekan Perilaku Struktur <i>Strong Column</i> <i>Weak Beam</i>	117
4.6.5	Perencanaan Hubungan Balok Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)	126
4.7	Perencanaan Pondasi	128
4.7.1	Tiang Pancang	128
4.7.2	Perencanaan Poer	137
4.7.3	Perencanaan Penulangan Pile Cap	140
4.8	Perencanaan Sloof	143
4.9	Perencanaan Pelat	163
4.9.1	Dasar Perencanaan	163
4.9.2	Penentuan Syarat-Syarat Batas dan Bentang Pelat Lantai	163
4.9.3	Penentuan Tebal Pelat Lantai	164
4.9.4	Menentukan Nilai Momen	165
4.9.5	Menentukan Tulangan dan Jarak Tulangan	166
BAB V	PENUTUP	170
5.1	Kesimpulan	170
5.2	Saran	172
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Tegangan-regangan untuk beton	11
Gambar 2.2	Diagram Alir Untuk Pemilihan dan Dokumentasi Proporsi Beton.....	12
Gambar 2.3	Diagram Tegangan-regangan untuk Baja	14
Gambar 2.4	Penampang Beton dengan Diagram Tegangan untuk Menentukan C_b	15
Gambar 2.5	Distribusi Regangan Ultimate pada Keruntuhan Lentur	17
Gambar 2.6	Distribusi Tegangan Penampang Balok Berbagai Jenis Keruntuhan Lentur	19
Gambar 2.7	Kasus Gaya Tarik Hanya Disalurkan Oleh Baut	26
Gambar 2.8	Diagram Tegangan-Regangan Balok Tulangan Tunggal	35
Gambar 2.9	Bagan Alir Analisis Penampang Terhadap Lentuh Untuk Tulangan Tunggal.....	37
Gambar 2.10	Bagan Alir Desain Plat dengan Tulangan Tunggal	38
Gambar 2.11	Bagan Alir Desain Balok dengan Tulangan Tunggal.....	39
Gambar 2.12	Diagram Tegangan Balok dengan Tulangan Ganda.....	40
Gambar 2.13	Bagan Alir Penampang Terhadap Lentur untuk Tulangan Ganda.....	43
Gambar 2.14	Bagan Alir Desain Penampang Terhadap Lentur untuk Tulangan Ganda.....	44
Gambar 2.15	Distribusi Tegangan Balok Segiempat Homogen Tipikal.....	45
Gambar 2.16	Keruntuhan Kategori Retak.....	46
Gambar 2.17	Bagan Alir Perencanaan Geser	52
Gambar 2.18	Pondasi Tiang Pancang.....	53
Gambar 2.19	Faktor Adhesi untuk Tiang Pancang dalam Tanah Lempung ..	56
Gambar 2.20	Hubungan Antara Faktor Adhesi dan Kohesi untuk Tiang Pancang dalam Tanah Lempung	58
Gambar 2.12	Hubungan Antara koefisien Gesek Dinding dengan Kedalaman Penetrasi Tiang.....	59
Gambar 3.1	Flowchart Perencanaan Struktur Gedung Rumah Sakit Pelita Anugerah di Mranggen Kabupaten Demak	68
Gambar 4.1	Denah Lantai 1	70
Gambar 4.2	Denah Lantai 2	71
Gambar 4.3	Denah Lantai 3 sampai lantai 5 Tipikal	71
Gambar 4.4	Denah Lantai Atap.....	72
Gambar 4.5	Pelat Lantai yang Ditinjau	74
Gambar 4.6	Gambar 3D Pemodelan Struktur Tampak Depan	77
Gambar 4.7	Gambar 3D Permodelan Struktur Tampak Belakang	77
Gambar 4.8	Gambar Denah Rencana Kolom Lantai 1-2 (Tipikal)	78

Gambar 4.9	Gambar Denah Rencana Kolom Lantai 3-4 (Tipikal)	78
Gambar 4.10	Gambar Denah Rencana Kolom Lantai 5 Menggunakan.....	79
Gambar 4.11	Gambar Denah Rencana Balok Lantai 2	79
Gambar 4.12	Gambar Denah Rencana Balok Lantai 3-4 (Tipikal).....	80
Gambar 4.13	Gambar Denah Rencana Balok Lantai Atap	80
Gambar 4.14	Grafik Nilai Spektrum Respons Percepatan Desain Berdasarkan Website Resmi Kementrian Pekerjaan Umum....	86
Gambar 4.15	Balok yang Ditinjau	95
Gambar 4.16	Penampang Balok dan Diagram Tegangan-Regangan	98
Gambar 4.17	Gaya yang Bekerja pada Balok G1	98
Gambar 4.18	Diagram Tegangan Regangan Lentur Negatif Tumpuan	101
Gambar 4.19	Diagram Tegangan Lentur Positif Tumpuan	102
Gambar 4.20	Diagram Tegangan Regangan Lentur Positif Lapangan	106
Gambar 4.21	Diagram Tegangan Regangan Lentur Negatif Lapangan	107
Gambar 4.22	Momen Probable Rangka Bergoyang ke Kanan	109
Gambar 4.23	Momen Probable Rangka Bergoyang ke Kiri	109
Gambar 4.24	Gaya Geser di Tumpuan Kanan	110
Gambar 4.25	Gaya Geser di Tumpuan Kiri	111
Gambar 4.26	Gaya Maksimum yang Bekerja pada Kolom Lt. 1	115
Gambar 4.27	Diagram Interaksi P-M SpCol Kolom Bawah.....	116
Gambar 4.28	Gambar Detail Kolom K1 dan K2.....	117
Gambar 4.29	Tinjauan <i>Joint</i> Balok 400x800 dan Kolom K1 700x700.....	118
Gambar 4.30	Diagram Interaksi P-M pada Kolom 700x700 untuk Menentukan Nilai Momen Nominal Kolom.....	119
Gambar 4.31	Gaya yang Bekerja pada Hubungan Balok Kolom di Tengah Portal.....	126
Gambar 4.32	Skema Pemasangan Pondasi Tiang Pancang.....	129
Gambar 4.33	Sketsa <i>Pile Cap</i> dan Empat Tiang Pancang Grup	133
Gambar 4.34	Sketsa Detail Empat Tiang Pancang Grup	136
Gambar 4.35	Skema Rencana Potongan Poer 1	137
Gambar 4.36	Sketsa Rencana Potongan Poer 2	138
Gambar 4.37	Sketsa Rencana Penulangan <i>Pile Cap</i>	142
Gambar 4.38	Sloof yang Ditinjau.....	143
Gambar 4.39	Penampang Sloof dan Diagram Tegangan-Regangan.....	156
Gambar 4.40	Gaya yang Bekerja pada Sloof G1	147
Gambar 4.41	Diagram Tegangan Regangan Lentur Negatif Tumpuan	150
Gambar 4.42	Diagram Tegangan Regangan Lentur Positif Lapangan	151
Gambar 4.43	Diagram Tegangan Regangan Lentur Negatif Tumpuan	155

Gambar 4.44	Diagram Tegangan Regangan Lentur Negatif Lapangan	156
Gambar 4.45	Momen Probable Rangka Bergoyang ke Kanan Momen Ujung Tumpuan Kanan Negatif (M_{pr1}).....	158
Gambar 4.46	Momen Probable Rangka Bergoyang ke Kanan Momen Ujung Tumpuan Kiri Negatif (M_{pr2}).....	158
Gambar 4.47	Gaya Geser di Tumpuan Kanan	159
Gambar 4.48	Gaya Geser di Tumpuan Kiri	160
Gambar 4.49	Gambar Denah Pelat.....	163
Gambar 4.50	Sketsa Tinggi Efektif Pelat Lantai.....	167
Gambar 4.51	Pelat Lantai yang Ditinjau	169

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa.....	22
Tabel 2.2	Faktor Keutamaan Gempa	23
Tabel 2.3	Faktor Reduksi untuk Kedaan Kekuatan Batas	29
Tabel 4.1.	Dimensi Balok yang Digunakan pada Struktur Gedung.....	73
Tabel 4.2.	Elemen Balok.....	73
Tabel 4.3.	tebal minimum plat dan balok	74
Tabel 4.4.	Dimensi Pelat yang Digunakan pada Struktur Gedung	76
Tabel 4.5.	Dimensi Kolom yang Digunakan pada Struktur Gedung	76
Tabel 4.6.	Nilai N-SPT <i>site</i> proyek.....	83
Tabel 4.7.	Data Parameter Respons Spektral Terpetakan.....	84
Tabel 4.8.	Data Parameter Response Spektral Gempa Desain	84
Tabel 4.9.	Data Parameter Response Spektral Desain	85
Tabel 4.10.	Nilai Spektrum Response Percepatan Desain	85
Tabel 4.11.	Hasil Perhitungan Beban Tiap Lantai.....	87
Tabel 4.12.	Bentuk Ragam dan Waktu Getar Struktur	88
Tabel 4.13.	Nilai Hasil Parsitipasi Massa Bangunan.....	89
Tabel 4.14.	Output Gaya Geser Dasar Statik.....	91
Tabel 4.15.	Output Gaya Geser Dasar Statik Nominal.....	92
Tabel 4.16.	Output Gaya Geser Dasar Dinamik	92
Tabel 4.17.	Perbandingan Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik	93
Tabel 4.18	Besaran Simpangan Struktur Arah X.....	94
Tabel 4.19	Besaran Simpangan Struktur Arah Y.....	94
Tabel 4.20	Posisi Garis Netral dan Momen Nominal Tulangan Tumpuan...	99
Tabel 4.21.	Posisi Garis Netral dan Momen Nominal pada Lapangan.....	104
Tabel 4.22.	Gaya Aksial dan Momen Kolom Lt.1.....	115
Tabel 4.23	Output Diagram Interaksi Pn- Mpr Kolom Desain Bawah, fy =1,25fy.....	122
Tabel.4.24.	Output Diagram Interaksi Pn-Mpr Kolom Desain Atas, fy =1,25fy.....	123
Tabel 4.25	Spesifikasi <i>Prestressed Spun Pile</i> Produksi PT WIKA Beton ...	148
Tabel 4.26	Posisi Garis Netral dan Momen Nominal Tulangan Tumpuan...	153
Tabel 4.27	Posisi Garis Netral dan Momen Nominal pada Lapangan.....	153

DAFTAR NOTASI

A_s	= luas tulangan tarik (mm^2); luas selimut tiang (cm^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_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_{nb}	= kekuatan lentur nominal balok termasuk pelat bilamana tertarik, yang merangka ke dalam joint
M_{nc}	= kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dihitung untuk gaya aksial terfaktor, koefisien dengan arah gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kuat lentur terendah
M_n	= kuat momen nominal pada penampang (kN-m)
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
$x p$	= 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; radius 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_{DI}	= parameter respons spektral percepatan disain pada perioda 1 detik

S_{MS}	= parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek
S_{MI}	= parameter spektrum respons percepatan pada perioda 1 detik
S_s	= percepatan batuan dasar pada perioda pendek
s_x	= spasi longitudinal tulangan transversal 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
V_e	= gaya geser rencana
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 ($alpha$)	= faktor adhesi antara tanah dan tiang
B_{eff}	= indeks kepercayaan efektif
β_I	= 0,85 untuk $f'c \leq 30 \text{ Mpa}$
β_c	= sisi panjang kolom / sisi pendek kolom
δ_e ($delta\ e$)	= deformasi elastis
δ_p	= deformasi plastis
δ_m	= simpangan maksimum

δ_{xe}	= defleksi pada lokasi yang disyaratkan dan ditentukan sesuai dengan analisis elastis
δ_y	= pelelehan pertama
ρ (<i>rho</i>)	= rasio tulangan, faktor redundansi untuk desain seismik
ρ_b	= rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan seimbang
ρ_g	= rasio penulangan total terhadap luas penampang kolom
ρ_{min}	= rasio penulangan minimum
ρ_{maks}	= rasio penulangan maksimum
σ_b (<i>sigma b</i>)	= tegangan ijin beton (<i>MPa</i>)
τ_s	= tegangan geser pons pada pile cap (<i>kg/cm²</i>)
ϕ (<i>phi</i>)	= faktor reduksi lentur
λ	= angka kelangsingan
Ψ (<i>psi</i>)	= koefisien pengali dari percepatan puncak muka tanah (termasuk faktor keutamaannya) untuk mendapatkan faktor respons gempa vertikal, bergantung pada Wilayah Gempa.
ΣM_c	= jumlah M_n kolom yang bertemu di joint balok kolom.
ΣM_g	= jumlah M_n balok yang bertemu di joint balok kolom.
ΣP_v	= jumlah beban vertikal (<i>ton</i>)
Σx^2	= jumlah kuadrat jarak arah x (ordinat-ordinat) tiang (<i>m</i>)
Σy^2	= jumlah kuadrat jarak arah y (absis-absis) tiang (<i>m</i>)
Δl	= interval lapisan (<i>m</i>)

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Berita Acara Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 2 : Lembar Koreksi Tugas Akhir
- Lampiran 3 : Daftar Hadir Dosen Penguji Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 4 : Daftar Hadir Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 5 : Lembar Asistensi Tugas Akhir
- Lampiran 6 : Turnitin
- Lampiran 7 : Gambar Kerja