

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR NOTASI	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Maksud dan Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tinjauan Umum.....	6
2.2. Sistem Struktur	9
2.3. Beban Perencanaan Struktur	12
2.3.1 Beban Mati	12
2.3.2 Beban Hidup.....	15
2.3.3 Beban Gempa	19
2.3.4 Kombinasi Pembebanan	22

2.3.5	<i>Pushover Analisis</i>	23
2.4.	Desain Gempa	24
2.5.	Perencanaan Struktur Bawah (<i>Sub Structure</i>)	42
2.6.	Perencanaan Struktur Atas (<i>Upper Structure</i>)	43
BAB III METODOLOGI.....		54
3.1.	Pendahuluan	54
3.2.	Langkah Umum Perencanaan Struktur	54
3.2.1.	Pengumpulan Data.....	54
3.2.2.	Pemodelan Struktur	55
3.2.3.	Perhitungan Pembebanan	55
3.3.	Analisa Struktur dengan Program ETABS 2016.....	56
3.3.1.	Tahapan Perencanaan Struktur dengan ETABS 2016	56
3.3.2.	Desain Skematik.....	57
3.3.3.	Perhitungan Beban Struktur	57
3.3.4.	Analisa Struktur.....	58
3.3.5.	Desain Struktur.....	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		62
4.1.	Pemodelan	62
4.1.1.	Data Bangunan	62
4.1.2.	Pemodelan pada ETABS 2016.....	66
4.2.	Perhitungan Beban Gempa	67
4.2.1.	Faktor Keutamaan Gedung (<i>I</i>).....	67
4.2.2.	Faktor Reduksi Gempa	67
4.2.3.	Penentuan Jenis Tanah	68
4.2.4.	Respon Spektrum Desain	68
4.2.5.	Periode Fundamental Pendekatan	70
4.2.6.	Koefisien Respons Seismik	71
4.3.	Pembebanan	72

4.3.1. Pembebanan Pelat Lantai	72
4.3.2. Kombinasi Pembebanan	74
4.4. Input Data dan Run Analisis Program	75
4.5. Hasil Analisis Dinamik ETABS 2016	75
4.5.1. Periode Getar Alami Struktur.....	75
4.5.2. Translasi.....	76
4.6. Hasil Kontrol Struktur Gedung.....	
4.6.1. Perbandingan Gaya Gempa Statik Ekuivalen dengan <i>Resons Spektrum</i>	
4.6.2. Evaluasi Beban Gempa	84
4.6.3. Kontrol Kinerja Batas Layan Struktur Gedung.....	84
4.6.4. Kontrol Kinerja Batas Ultimit Struktur Gedung.....	85
4.6.5. Kontrol Partisipasi Massa.....	87
4.7. Perbandingan <i>Displacement</i>	87
4.8. Desain Kapasitas.....	92
4.8.1. Perhitungan Kapasitas Desain Balok	92
4.8.1.1 Tulangan Lentur Balok.....	92
4.8.1.2 Penulangan Geser	108
4.8.2. Perhitungan Kapasitas Desain Kolom	118
4.8.2.1 Tulangan Lentur Kolom	118
4.9. Analisa <i>Pushover</i>	126
4.10. Skema Distribusi Sendi Plastis	130
BAB V PENUTUP	86
5.1 Kesimpulan	86
5.2 Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Beberapa Konfigurasi <i>Open Frame</i>	10
Gambar 2.2	Konfigurasi Portal Dinding	11
Gambar 2.3	Konfigurasi Perletakan Dinding Geser.....	12
Gambar 2.4	Peta Wilayah Gempa Indonesia Menurut SNI-1726-2002	20
Gambar 2.5	Peta Wilayah Gempa Indonesia Berdasarkan Parameter S_s	21
Gambar 2.6	Peta Wilayah Gempa Indonesia Berdasarkan Parameter S_s	22
Gambar 2.7	<i>Spektrum Respon Desain</i>	29
Gambar 2.8	Pengaturan Tulangan Pada Pelat.....	41
Gambar 2.9	Gaya lintang rencana untuk SPRMK	42
Gambar 2.10	Penampang Balok.....	50
Gambar 2.11	Diagram regangan dan gaya-gaya dalam Balok	52
Gambar 3.1	Diagram Alir Perencanaan Umum Struktur Gedung	61
Gambar 4.1	Bentuk 3D Struktur Gedung MIPA UNS dengan <i>Shear Wall</i>	66
Gambar 4.2	Bentuk 3D Struktur Gedung MIPA UNS tanpa <i>Shear Wall</i>	67
Gambar 4.3	Grafik <i>Respon spektra</i> Puskim Semarang	68
Gambar 4.4	<i>Input Respon Spektra</i> SNI 03-1726-2012	70
Gambar 4.5	<i>Interpolasi Linier</i> Nilai k	77
Gambar 4.6	Perbandingan Gaya Geser Antar Lantai Arah X	83
Gambar 4.7	Perbandingan Gaya Geser Antar Lantai Arah Y	83
Gambar 4.8	<i>Displacement</i> Gedung Dengan <i>Shear Wall</i>	88
Gambar 4.9	<i>Displacement</i> Gedung Tanpa <i>Shear Wall</i>	89
Gambar 4.10	Selisih Perbandingan <i>Displacement</i> (mm)	90
Gambar 4.11	Selisih Perbandingan <i>Displacement</i> (%).....	91
Gambar 4.12	Portal Balok G1a (40x80) pada As C.....	100
Gambar 4.13	Portal Balok G2a (40x70), G3a (40x50), dan G5a (30x50) pada As 3	101
Gambar 4.14	Diagram Gaya Geser	108
Gambar 4.15	Hasil Penulangan Balok G1a (40x80)	116
Gambar 4.16	Hasil Penulangan Balok G1a (40x80)	116
Gambar 4.17	Hasil Penulangan Balok G1a (40x80)	117

Gambar 4.18	Hasil Penulangan Balok G1a (40x80)	117
Gambar 4.19	Balok Yang Menumpu Kolom AS 2'D Pada Sumbu X dan Y .	119
Gambar 4.20	Diagram Interaksi Kolom Desain (Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan PCA COL).....	121
Gambar 4.21	<i>Output PCA Colomn</i>	122
Gambar 4.23	Pengecekan Kolom AS2'D' It Dasar-It.2 Dengan Diagram Interaksi PCA C	124
Gambar 4.24	<i>Load Case push X</i> Untuk Beban Arah X.....	126
Gambar 4.25	<i>Load Case push Y</i> Untuk Beban Arah Y.....	127
Gambar 4.26	Kurva Kapasitas Arah X.....	127
Gambar 4.27	Kurva Kapasitas Arah Y	128
Gambar 4.28	KurvavPlot Sa-Sd FEMA 440 <i>EquivalentLinearization, Push X</i>	128
Gambar 4.29	Kurva Plot Sa-Sd FEMA 440 <i>EquivalentLinearization, Push Y</i>	129
Gambar 4.30	Skema Sendi Pada Step 1.....	131
Gambar 4.31	Skema Sendi Pada Step 2	132
Gambar 4.32	Penentuan Kinerja Struktur Pada Step 2.....	132
Gambar 4.33	Skema Sendi Pada Step 5.....	133
Gambar 4.34	Penentuan Kinerja Struktur Pada Step 5	133
Gambar 4.35	Skema Sendi Pada Step 7	134
Gambar 4.36	Penentuan Kinerja Struktur Pada Step 7	134
Gambar 4.37	Skema Sendi Pada Step 9.....	135
Gambar 4.38	Penentuan Kinerja Struktur Pada Step 9	135
Gambar 4.39	Skema Sendi Pada Step 1	136
Gambar 4.40	Skema Sendi Pada Step 4.....	137
Gambar 4.41	Penentuan Kinerja Struktur Pada Step 4.....	138
Gambar 4.42	Skema Sendi Pada Step 8.....	138
Gambar 4.43	Penentuan Kinerja Struktur Pada Step 8	139
Gambar 4.44	Skema Sendi Pada Step 10.....	139
Gambar 4.45	Penentuan Kinerja Struktur Pada Step 10.....	140
Gambar 4.46	Skema Sendi Pada Step 10.....	140
Gambar 4.47	Penentuan Kinerja Struktur Pada Step 11	141

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 deflaksi
CP	= <i>Collapse Prevention</i>
C_s	= koefisien respons seismik kohesi undrained (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 didesain
DL	= <i>dead load</i> (beban mati)
D_t	= displesment total
D_1	= displesment 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 horizontal
E_S	= modulus elastisitas tulangan (MPa)
E_V	= pengaruh beban gempa vertikal
F	= gaya lateral ekuivalen
F_α	= koefisien situs untuk periode pendek (pada periode 0,2 detik)
F_S	= faktor keamanan = 2,5
F_{SC}	= <i>local friction</i> (kg/cm^2)
F_V	= koefisien situs untuk periode panjang (pada periode 1 detik)
f_s	= tahanan selimut sepanjang tiang (kg/cm^2)
f_y	= tegangan leleh profil baja (MPa)
f'_c	= kuat teka karakteristik beton (MPa)
h_c	= lebar penampang inti beton (yang terkekang) (mm)
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	= spectrum respons gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko-tertarget
M_{nb}	= kekuatan lentur nominal balok termasuk pelat bilamana tertarik, yang merangkap 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

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}	= <i>conus resistance</i> rata-rata $1,5D$ di bawah ujung tiang (N/mm^2)
q_{cu}	= <i>conus resistance</i> 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_α	= spectrum respons percepatan disain
S_{Ds}	= percepatan respons spektral percepatan disain pada periode pendek

S_{D1}	= percepatan respons spektral percepatan disain pada periode 1 detik
SM_s	= percepatan spectrum respons spektral percepatan disain pada periode pendek
SM_1	= percepatan spectrum respons spektral percepatan disain pada periode 1 detik
S_s	= percepatan batuan dasar pada periode pendek
s_x	= spasi longitudinal tulangan transvesal dalam panjang l_0
S_I	= percepatan batuan dasar pada periode 1 detik
s	= jarak antar tiang (cm)
T_a	= periode 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 struktu
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
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 (MPa)
σ_{pons}	= tegangan geser <i>pons</i> pada <i>pile cap</i> (kg/cm^2)
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.
$\sum M_c$	= jumlah Mn kolom yang bertemu di joint balok kolom.
$\sum M_g$	= jumlah Mn balok yang bertemu di joint balok kolom.
$\sum P_v$	= jumlah beban vertikal (<i>ton</i>)
$\sum x^2$	= jumlah kuadrat jarak arah x (ordinat-ordinat) tiang (<i>m</i>)
$\sum y^2$	= jumlah kuadrat jarak arah y (absis-absis) tiang (<i>m</i>)
Δl	= interval lapisan (<i>m</i>)

DAFTAR LAMIRAN

LAMPIRAN A = SURAT – SURAT

LAMPIRAN B = HASIL OUTPUT ETABS

LAMPIRAN C = GAMBAR STRUKTU