

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metode Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1 Diafragma	6
2.1.1 Peran Diafragma.....	6
2.1.2 Komponen Diafragma	8
2.1.3 Respon Dinamik Struktur dan Diafragma	10
2.1.4 Gaya Desain Diafragma.....	13

2.1.5	Pemodelan Diafragma dan Metode Analisis	14
2.2	Teori Elastisitas.....	17
2.2.1	Hubungan Tegangan, dan Regangan	18
2.2.2	Hubungan Regangan – Perpindahan.....	21
2.3	Metode Elemen Hingga	22
2.3.1	Prosedur umum penyelesaian dalam FEM	27
BAB 3 METODE PENELITIAN		30
3.1	Prosedur Penelitian	30
3.1.1	Model Analisis.....	31
3.1.2	Pembebanan Struktur.....	35
3.1.3	Mutu Material	36
3.2	Desain Diafragma	37
3.2.1	Kord	37
3.2.2	Kolektor	37
3.2.3	Gaya geser diafragma	38
3.3	Validasi Perhitungan FEM.....	39
3.4	Diskritisasi Model	40
3.5	Kombinasi Pembebanan	42
BAB 4 HASIL ANALISIS		44
4.1	Pemodelan dan Analisis	44
4.2	Analisis Struktur dengan <i>Rigid Diaphragm</i>	45
4.2.1	Desain elemen struktur dengan <i>rigid diaphragm</i>	48
4.3	Analisis Struktur dengan <i>Semi Rigid Diaphragm</i>	50
4.3.1	Perhitungan Gaya Diafragma	53
4.3.2	Perhitungan Gaya Kolektor	54
4.3.3	Desain Kord	55
4.3.4	Desain Kolektor	57

4.3.5	Desain Gaya Geser Diafragma	60
4.3.6	Desain elemen kolom dengan <i>semi rigid diaphragm</i>	62
4.4	Perbandingan Desain <i>Rigid</i> dan <i>Semi Rigid</i>	63
4.4.1	Waktu getar dan modal ragam.....	63
4.4.2	Simpangan antar lantai	64
4.4.3	Elemen struktur balok.....	65
4.4.4	Penulangan pelat.....	65
4.4.5	Elemen struktur kolom	66
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....		70
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Jenis-jenis denah struktur.....	1
Gambar 1.2	Diafragma	2
Gambar 2.1	Sistem umum gedung (Moehle J, 2015)	6
Gambar 2.2	Peran diafragma (Moehle J, 2015).....	7
Gambar 2.3	Aksi tarik dan tekan pada kord (Moehle, 2015)	8
Gambar 2.4	Kolektor (Moehle, 2015)	9
Gambar 2.5	Distributor pada podium (Moehle, 2015)	10
Gambar 2.6	Pengukuran akselerasi dan gaya geser dasar (Moehle dan Sozen, 1980)	10
Gambar 2.7	Gaya desain untuk elemen vertikal dan diafragma	11
Gambar 2.8.	Peran diafragma dalam menghubungkan elemen vertikal	12
Gambar 2.9	Gaya transfer yang terjadi pada ketidakberaturan diafragma	12
Gambar 2.10	Distribusi gaya F_x dan F_{px}	14
Gambar 2.11	Model Balok di atas pegas	15
Gambar 2.12	Model balok ekuivalen yang dikoreksi	16
Gambar 2.13	Diafragma yang memiliki ketidakberaturan (Mohr and Harris, 2009)	17
Gambar 2.14	Kurva tegangan - regangan	18
Gambar 2.15	Deformasi akibat σ_x	19
Gambar 2.16	Komponen tegangan (Budynas,1999).....	20
Gambar 2.17	Regangan pada bidang xy (Budynas, 1999)	22
Gambar 2.18	Diskritisasi stuktur silinder hidrolik (Logan, 2007).....	23
Gambar 2. 19	Jenis – jenis elemen FEM (Logan, 2007)	23
Gambar 2.20	Bentuk – bentuk elemen yang terdistorsi (Cook et al, 2002).....	25
Gambar 2.21	Perubahan bentuk elemen (Cook et al,2002)	25
Gambar 2.22	Koneksi antar elemen yang sangat buruk (Cook et al,2002)	25
Gambar 2.23	Metode penghalusan jaring elemen (Cook et al,2002)	26
Gambar 2.24	Elemen yang mengalami diskontinuitas (Cook et al,2002)	26
Gambar 2.25	Regangan pada bidang xy (Budynas, 1999)	86
Gambar 3.1	Denah Tipikal <i>Tower</i>	32
Gambar 3.2	Denah tipikal Podium	33
Gambar 3.3	Potongan struktur As 3.....	34
Gambar 3.4	Desain respons spektrum (2/3 x 2475 tahun)- Jakarta	36

Gambar 3.5	Model sederhana di atas 2 perletakan	39
Gambar 3.6	Denah pada program ETABS 15.2.2	40
Gambar 3.7	Tampilan 3D ETABS 15.2.2.....	40
Gambar 3.8	Konvergensi solusi elemen hingga terhadap perpindahan (Logan,2007)....	41
Gambar 3.9	Grafik diskritisasi elemen	41
Gambar 4.1	Sketsa prosedur permodelan dan analisis	44
Gambar 4.2	Grafik gaya geser berdasarkan perhitungan gempa (<i>rigid diaphragm</i>)	47
Gambar 4.3.	Grafik simpangan antar lantai (<i>rigid diaphragm</i>).....	48
Gambar 4.4	Detail kolom KA1 As (3/C) lantai 1 (<i>rigid diaphragm</i>).....	49
Gambar 4.5	Grafik gaya geser dari perhitungan beban gempa (<i>semi rigid diaphragm</i>) .	52
Gambar 4.6	Grafik simpangan antar lantai (<i>semi rigid diaphragm</i>).....	52
Gambar 4.7	Ilustrasi menentukan gaya desain diafragma	54
Gambar 4.8	Gaya F11 pada lantai 3 akibat kombinasi Kord(3)-5.....	55
Gambar 4.9	<i>Section cut</i> pada lantai 3	56
Gambar 4.10	Pemasangan tulangan kord pada lantai 3	57
Gambar 4.11	Denah struktur lantai 1	57
Gambar 4.12	Gaya aksial pada balok kolektor akibat kombinasi Kox(1)-5.....	58
Gambar 4.13	Gaya dalam pada balok kolektor BA2 (AS 3/C-D)	58
Gambar 4.14	Diagram interaksi terhadap kombinasi Kox(1)-5	59
Gambar 4.15	Desain balok kolektor KBA2.....	60
Gambar 4.16	Gaya F22 pada lantai podium akibat kombinasi Kord(1)-5.....	60
Gambar 4.17	<i>Section cut</i> gaya geser diafragma.....	61
Gambar 4.18	Peletakan tulangan geser di lantai 1	61
Gambar 4.19	Diagram interaksi kolom KA1 (<i>semi rigid diaphragm</i>)	62
Gambar 4.20	Detail kolom KA1 As (3/C) lantai 1 (<i>semi rigid diaphragm</i>).....	63
Gambar 4.21	Perbandingan simpangan antar lantai struktur	64
Gambar 4.22	Perbandingan hasil desain balok struktur	65
Gambar 4.23	Pemasangan tulangan kord pada lantai 3	66
Gambar 4.24	Peletakan tulangan geser di lantai 1	66
Gambar 4.25	Potongan A.....	66
Gambar 4.26	Detail kolom KA1 As (3/C) lantai 1	67

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Beban gravitasi pada struktur	35
Tabel 3.2	Parameter respon spektrum.....	36
Tabel 3.3	Validasi hasil manual dengan bantuan program.....	39
Tabel 3.4	Hasil diskritisasi.....	41
Tabel 3.5	Kombinasi pembebanan struktur <i>tower</i>	42
Tabel 3.6	Kombinasi pembebanan struktur podium.....	43
Tabel 4.1	Faktor modifikasi kekakuan	45
Tabel 4.2	Karakteristik dinamik <i>tower (rigid diaphragm)</i>	45
Tabel 4.3	Parameter desain dan geser dasar seismik (<i>rigid diaphragm</i>).....	45
Tabel 4.4	Gaya dalam balok BA1 (<i>rigid diaphragm</i>).....	48
Tabel 4.5	Penulangan balok BA2 (<i>rigid diaphragm</i>)	49
Tabel 4.6	Gaya dalam kolom KA1 (<i>rigid diaphragm</i>)	49
Tabel 4.7	Karakteristik dinamik <i>tower (semi rigid diaphragm)</i>	50
Tabel 4.8	Parameter desain dan geser dasar seismik (<i>semi rigid diaphragm</i>).....	50
Tabel 4.9	Perhitungan gaya diafragma F_{px}	53
Tabel 4.10	Kombinasi pembebanan dalam mendesain diafragma	54
Tabel 4.11	Kombinasi pembebanan dalam mendesain elemen kolektor.....	55
Tabel 4.12	Gaya dalam balok kolektor BA2	58
Tabel 4.13	Pengecekan tegangan tekan kolektor balok BA2 (350 X 700).....	59
Tabel 4.14	Gaya dalam kolom KA1 (<i>semi rigid diaphragm</i>).....	62
Tabel 4.15	Pengecekan syarat kolom kuat dan balok lemah	63
Tabel 4.16	Perbandingan waktu getar dan modam ragam struktur	64

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Denah Struktur
LAMPIRAN B	Validasi Perhitungan Metode Elemen Hingga
LAMPIRAN C	Penurunan matriks [D] dan [B]
LAMPIRAN D	Prosedur Penerapan Gaya Diafragma
LAMPIRAN E	Hasil Analisis Simpangan Struktur
LAMPIRAN F	Perhitungan Elemen Struktur

DAFTAR NOTASI

A_{cv}	luas bruto penampang beton yang dibatasi oleh tebal badan dan panjang penampang dalam arah gaya geser yang ditinjau, mm ²
A_g	luas bruto penampang beton, mm ²
A_s	luas tulangan tarik longitudinal, mm ²
A_{st}	luas total tulangan longitudinal, mm ²
b_{eff}	lebar efektif kolektor
C_u	gaya tekan akibat kombinasi beban
C_u	koefisien untuk batasan atas pada periode
C_d	faktor amplifikasi defleksi
d	tebal pelat diafragma
E	modulus elastisitas
E_v	efek gempa vertikal
E_x	gaya gempa yang sejajar sumbu x
E_y	gaya gempa yang sejajar sumbu y
e_x	eksentrisitas gaya diafragma terhadap pusat kekakuan
F_a	koefisien situs untuk periode pendek
F_i	Gaya desain gempa yang diterapkan di tingkat i
F_x	Gaya desain gempa yang didapat dari metode statik atau dinamik
F_{px}	Gaya desain diafragma
$F_{px, max}$	batas maksimum gaya desain diafragma
$F_{px, min}$	batas minimum gaya desain diafragma
F_v	koefisien situs untuk periode panjang
F'_c	kekuatan mutu beton
f_y	kekuatan leleh tulangan
f_{yt}	kekuatan leleh tulangan geser
G	modulus geser
g	gravitasi bumi
H	panjang bentang antara elemen vertikal searah dengan sumbu Y
h_i	tinggi antar lantai

I_e	faktor keutamaan, sesuai SNI 1726-2012
J_r	momen polar dari elemen vertikal
k_i	kekakuan elemen vertikal i
L	panjang bentang antara elemen vertikal searah dengan sumbu X
L	beban hidup
L_r	beban hidup yang dapat direduksi
M_u	momen terfaktor akibat kombinasi beban
P_n	kapasitas tekan nominal
R	koefisien modifikasi respons
R_i	gaya reaksi pelat pada elemen vertikal i
S_s	parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek, redaman 5 persen
S_1	parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5 persen
S_{DS}	parameter percepatan respons spektral pada periode pendek, redaman 5 persen
S_{D1}	parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik, redaman 5 persen
S_{MS}	parameter percepatan respon spektral MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
S_{M1}	parameter percepatan respon spektral MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
s	waktu dalam detik
T	periode fundamental struktur
T_n	kapasitas tarik nominal
T_u	gaya tarik akibat kombinasi beban
U_x	perpindahan yang sejajar sumbu x
U_y	perpindahan yang sejajar sumbu y
V_u	gaya geser akibat kombinasi beban
w_i	tributari berat sampai tingkat – i
w_{px}	tributari berat sampai diafragma di tingkat x
ε	regangan
σ	tegangan

σ_x	tegangan arah x
σ_y	tegangan arah y
σ_z	tegangan arah z
ρ	faktor redundansi struktur, sesuai SNI 1726-2012
ρ_t	rasio luas tulangan transversal terdistribusi terhadap luas beton bruto yang tegak lurus terhadap tulangan yang dimaksud
Ω_0	faktor kuat lebih sesuai, SNI 1726-2012
τ	tegangan geser
γ	regangan geser
ν	rasio Poisson
ψ	fungsi perpindahan
$\emptyset$	faktor ketahanan, sesuai SNI 2847-2013
[B]	matriks hubungan regangan-perpindahan
[D]	matriks elastisitas bahan, <i>constitutive matrix</i>
{d}	vektor perpindahan titik-titik nodal pada sebuah elemen
{F}	vektor beban struktur global
{f}	beban nodal ekuivalen
[K]	matriks kekakuan global
[k]	matriks kekakuan elemen
[N]	fungsi bentuk
{P}	vektor beban terpusat
{ε}	vektor regangan