

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiv
ABSTRAKSI.....	xxv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 ^{Batasan} Rumusan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4

BAB II KAJIAN PUSTAKAN

2.1	Umum	5
2.2	Pembagian Wilayah Gempa di Indonesia.....	5
2.3	Penelitian Terdahulu.....	7
2.4	Keaslian Penelitian	9
2.5	Pendekatan Masalah.....	10

BAB III LANDASAN TEORI

3.1	SAP 2000	11
3.2	Baban Gempa Rencana.....	12
3.3	Analisis Dinamis.....	13
3.3.1	Persamaan gerak derajat kebebasan tunggal (SDOF)	14
3.3.2	Persamaan gerak derajat kebebasan banyak (MDOF) ...	17
3.3.3	Nilai Karakteristik (<i>eigen problem</i>)	20
3.4	Persamaan Gerak Akibat Gempa.....	23
3.5	Jenis Simpangan dan Efeknya Terhadap Kerusakan Struktur...	24
3.6	Sendi Plastis.....	27
3.7	Sesmic Control Pada Bangunan Tahan Gempa	30
3.8	Jeni-Jenis Isolasi Dasar.....	32
3.8.1	<i>Rubber Type Seismic</i>	33
3.8.2	<i>Non-Rubber Type Seismic</i>	35
3.9	Perletakan Isolasi Dasar.....	35
3.10	Karakteristik Desain	37

3.10.1 Desain Balok	37
3.10.2 Penulangan Geser Balok Terlentur	44
3.10.3 Desain kolom.....	46
3.11 Titik Pertemuan Portal.....	48

BAB IV METODELOGI PENELITIAN

4.1 Data yang diperlukan	50
4.1.1 Data Struktur dan Parameter Bahan	50
4.1.2 Data Base Isolator	51
4.2. Pengolahan Data.....	51
4.3. Pemodelan Struktur.....	52
4.4. Flowchart Penelitian	53

BAB V ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR

5.1 Perhitungan Beban Struktur	58
5.1.1 Perhitungan Beban Akibat Gaya Gravitasi	60
5.1.2 Perhitungan Massa Tingkat	62
5.2. Desain Struktur Beton Bertulang	67
5.2.1 Desain Balok	67
5.2.2 Desain Kolom	86
5.2.3 Pertemuan Balok Kolom.....	100

BAB VI PEMBAHASAN

6.1.	Identifikasi Lokasi Sendi Plastis.....	105
6.2.	Hasil Desain Struktur.....	109
6.2.1	Desain Balok	109
6.2.2	Desain Tulangan Geser Balok.....	113
6.2.3	Desain Kolom.....	116
6.2.4	Desain Tulangan Geser Kolom	119
6.2.5	Pertemuan Balok Kolom	122

BAB VII PENUTUP

7.1.	Kesimpulan	125
7.2.	Saran	127

DAFTAR PUSTAKA	xxvi
-----------------------------	------

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

2.1	Wilayah gempa Indonesia	6
2.2	Spektrum respon wilayah gempa	6
3.1	Struktur yang disederhanakan	14
3.2	Struktur SDOF	15
3.3	Struktur MDOF	18
3.4	Sistem derajat kebebasan tunggal dengan beban gempa	24
3.5	Model struktur dengan jenis simpangannya	27
3.6	Respon bangunan tanpa <i>rubber bearing</i> dan bangunan dengan <i>rubber bearing</i>	31
3.7	<i>Laminated Rubber Lead Containing Bearing (LRB)</i>	34
3.8	<i>High Damping Laminated Rubber Bearing (Multi Rubber Bearing, MRB)</i>	34
3.9	Distribusi tegangan regangan balok bertulangan sebelah	38
3.10	Distribusi tegangan regangan balok bertulangan rangkap	40
3.11	Penampang balok T sebagai satu kesatuan dengan sistem plat	43
3.12	Gaya- gaya pada titik pertemuan rangka	49
4.1	Denah struktur portal yang akan ditinjau	52
4.2	Portal melintang struktur	53
4.3	Flowchart	54
5.1	Pembebanan metode amplop pada balok	59
5.2	Dimensi komponen struktur	59

6.1	Diagram letak sendi plastis pada balok tepi kiri dengan kombinasi momen $M_u = 0.9(M_D + M_E)$	107
6.2	Diagram letak sendi plastis pada balok tepi kiri dengan kombinas momen $M_u = 1.05(M_D + M_{Lr} + M_E)$	108
6.3	Grafik momen ultimit tumpuan balok	110
6.4	Grafik momen ultimit lapangan balok	110
6.5	Grafik luas tulangan tarik perlu pada tumpuan balok	111
6.6	Grafik luas tulangan tekan perlu pada tumpuan balok	111
6.7	Grafik luas tulangan tarik perlu pada lapangan balok	112
6.8	Grafik luas tulangan tekan perlu pada lapangan balok	112
6.9	Grafik gaya geser balok dalam daerah sendi palstis (l_o)	113
6.10....	Grafik gaya geser balok di luar daerah sendi palstis ($>l_o$)	114
6.11	Spasi tulangan geser perlu balok dalam daerah sendi plastis	114
6.12	Spasi tulangan geser perlu balok di luar daerah sendi plastis	115
6.13	Momen rencana kolom tepi	116
6.14	Momen rencana kolom tengah	117
6.15	Luas tulangan perlu kolom tepi	117
6.16	Luas tulangan perlu kolom tengah	118
6.17	Grafik spasi tulangan geser daerah l_o kolom tepi	120
6.18	Grafik spasi tulangan geser daerah $>l_o$ kolom tepi	120
6.19	Grafik spasi tulangan geser daerah l_o kolom tengah	121
6.20	Grafik spasi tulangan geser daerah $>l_o$ kolom tengah	121
6.21	Tulangan geser horisontal pertemuan balok kolom tepi	122

6.22	Tulangan geser horisontal pertemuan balok kolom tengah	123
6.23	Tulangan geser vertikal pertemuan balok kolom tepi.....	123
6.24	Tulangan geser vertikal pertemuan balok kolom tengah	124

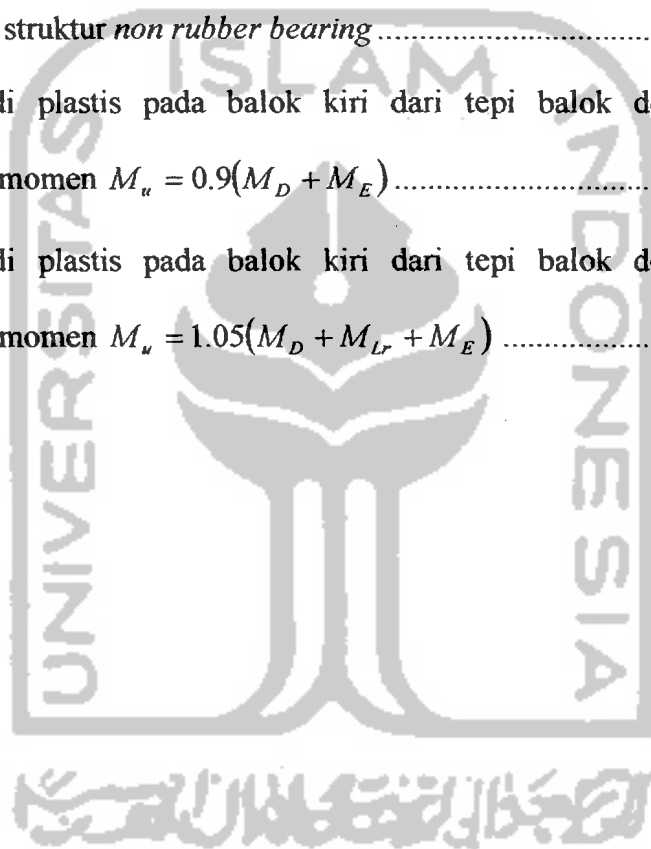


DAFTAR TABEL

4.1	Spesifikasi bantalan karet (<i>rubber bearing</i>)	51
5.1.a	Kombinasi momen balok kiri di as kolom struktur dengan <i>rubber bearing</i>	68
5.1.b	Kombinasi momen balok kiri di as kolom struktur <i>non rubber bearing</i>	69
5.1.c	Kombinasi momen balok kiri di muka kolom struktur dengan <i>rubber bearing</i>	70
5.1.d	Kombinasi momen balok kiri di muka kolom struktur dengan <i>rubber bearing</i>	71
5.1.e	Kombinasi momen balok kiri di muka kolom dengan redistribusi pada struktur dengan <i>rubber bearing</i>	73
5.1.f	Kombinasi momen balok kiri di muka kolom dengan redistribusi pada struktur <i>non rubber bearing</i>	74
5.2.a	Tulangan balok terpakai dan momen nominal aktual dengan kombinasi momen pada struktur dengan <i>rubber bearing</i>	80
5.2.b	Tulangan balok terpakai dan momen nominal aktual dengan kombinasi momen pada struktur dengan <i>non rubber bearing</i>	81
5.3.a	Gaya geser balok dengan kombinasi momen pada struktur <i>rubber bearing</i>	83
5.3.b	Gaya geser balok dengan kombinasi momen pada struktur <i>non rubber bearing</i>	84

5.4.a Tulangan geser balok dengan kombinasi momen balok pada struktur dengan <i>rubber bearing</i>	85
5.4.b Tulangan geser balok dengan kombinasi momen balok pada struktur dengan <i>non rubber bearing</i>	86
5.5.a Momen rencana kolom tepi dan tengah dengan kombinasi momen balok pada struktur dengan <i>rubber bearing</i>	87
5.5.b Momen rencana kolom tepi dan tengah dengan kombinasi momen balok pada struktur <i>non rubber bearing</i>	88
5.6.a Gaya aksial kolom dengan kombinasi momen balok struktur dengan <i>rubber bearing</i>	89
5.6.b Gaya aksial kolom dengan kombinasi momen balok struktur <i>non rubber bearing</i>	90
5.7.a Tulangan kolom pada kombinasi momen balok struktur dengan <i>rubber bearing</i>	93
5.7.b Tulangan kolom pada kombinasi momen balok struktur <i>non rubber bearing</i>	94
5.8.a Gaya geser kolom pada kombinasi momen balok struktur dengan <i>rubber bearing</i>	96
5.8.b Gaya geser kolom pada kombinasi momen balok struktur <i>non rubber bearing</i>	97
5.9.a Tulangan geser kolom pada kombinasi momen balok struktur dengan <i>rubber bearing</i>	99

5.9.b Tulangan geser kolom pada kombinasi momen balok struktur <i>non rubber bearing</i>	100
5.10.a Tulangan geser joint balok kolom dengan kombinasi momen balok pada struktur dengan <i>rubber bearing</i>	103
5.10.b Tulangan geser joint balok kolom dengan kombinasi momen balok pada struktur <i>non rubber bearing</i>	104
6.1. Letak sendi plastis pada balok kiri dari tepi balok dengan kombinasi momen $M_u = 0.9(M_D + M_E)$	106
6.2. Letak sendi plastis pada balok kiri dari tepi balok dengan kombinasi momen $M_u = 1.05(M_D + M_L + M_E)$	107



DAFTAR NOTASI

- a : percepatan massa.
- a : tinggi balok tegangan tekan persegi ekuivalen.
- A : luas efektif beton tulangan tarik disekitar tulangan lentur tarik, bertitik pusat sama dengan tulangan tersebut, dibagi dengan jumlah batang tulangan, mm^2 .
- Ab : luas penampang beton yang menahan penyaluran geser, mm^2 .
- Ab : luas penampang satu batang tulangan, mm^2 .
- Ag : luas bruto penampang, mm^2 .
- $A_{j,h}$: luas tulangan geser horisontal pada pertemuan balok kolom, mm^2 .
- $A_{j,v}$: luas tulangan geser vertikal pada pertemuan balok kolom, mm^2 .
- b : lebar komponen struktur.
- b : redaman.
- b_j : lebar efektif joint, mm.
- b_v : luas penampang pada bidang kontak yang ditinjau terhadap geser. horisontal, mm^2 .
- b_w : lebar badan balok atau diameter penampang bulat, mm.
- c : jarak dari serat tekan terluar ke garis netral, mm.
- $[C]$: matrik redaman.
- C_c : tegangan tekan beton, MPa.
- C_s : tegangan tekan baja tulangan, MPa.

- d : jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik (tinggi efektif balok), mm.
- d' : jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan, mm.
- d'' : jarak dari serat tarik terluar ke pusat tulangan tarik, mm.
- D : beaba mati atau momen yang berhubungan dengan beban tersebut.
- e : eksentritas gaya terhadap sumbu, mm.
- E : pengaruh gaya gempa atau momen yang berhubungan dengan beban tersebut.
- E_c : modulus elastisitas beton, MPa.
- E_s : modulus elastisitas baja, MPa.
- F : modulus elastis.
- f : frekuensi getar sudut.
- f_c : kuat tekan beton, MPa.
- f_s : kuat leleh tulangan pada saat beban bekerja, MPa.
- f_y : kuat lelh tulangan baja yang disyaratkan, MPa.
- F_1 : distribusi beban geser dasar pada tingkat ke-I, N.
- $F(t)$: beban dinamik.
- g : percepatan gravitasi.
- H : tinggi total portal struktur, mm.
- H_i : tinggi portal ke-I, mm.
- H_k : tinggi kolom portal, mm.
- H_n : tinggi bersih kolom portal, mm.

- I : momen inersia yang menahan beban luar terfaktor, mm^4 .
- I_g : momen inersia penampang bruto beton terhadap garis sumbu, mm^4 .
- I_{se} : momen inersia tulangan terhadap sumbu pusat penampang komponen struktur, mm^4 .
- k : faktor panjang efektif komponen struktur tekan.
- k : kekakuan
- $[K]$: matrik kekakuan
- K : Faktor jenis struktur
- L : beban hidup atau momen yang berhubungan dengan beban tersebut.
- l_o : jarak dari muka joint ke arah tengah bentang kolom, dimana dimungkinkan terjadi sendi plastis.
- L_n : panjang bentang bersih komponen dalam arah momen dari muka ke muka tumpuan, mm.
- L_k : panjang bentang balok portal as ke as joint, mm.
- m : massa
- $[M]$: matrik massa
- M_{kap} : momen kapasitas penampang, Nmm.
- M_{maks} : momen terfaktor maksimum penampang, Nmm.
- M_n : momen nominal penampang, Nmm.
- M_{nak} : momen nominal aktual penampang, Nmm.
- M_R : momen tahanan, Nmm.

- M_u : momen ultimit penampang, Nmm.
 N_g : gaya aksial akibat beban gravitasi terfaktor pusat joint, N.
 N_E : gaya aksial akibat beban gempa pada pusat joint, N.
 N_u : gaya aksial terfaktor, N.
 P_b : kuat beban aksial nominal pada kondisi regangan seimbang, N.
 P_c : beban kritis, N.
 P_o : gaya aksial nominal pada eksentrisitas nol, N.
 P_u : gaya aksial terfaktor pada eksentrisitas yang diberikan, N.
 Q : beban terfaktor persatuan luas, N/mm.
 r : radius girasi penampang komponen struktur tekan, mm.
 R_y : faktor reduksi gaya aksial kolom.
 S : Spasi tulangan geser atau torsi, mm.
 t : waktu.
 T : periode getar struktur.
 T_s : tegangan tarik baja tulangan, MPa.
 U : kuat perlu untuk menahan beban, momen atau gaya terfaktor.
 V : gaya geser dasar akibat gempa, N.
 V_c : kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton, N.
 V_n : kuat geser nominal, N.
 V_s : kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser, N.
 V_u : kuat geser penampang.

- y : simpangan relatif lantai.
 Δy : simpangan antar tingkat.
 $\dot{y}$: kecepatan.
 $\ddot{y}$: percepatan.
 $\ddot{y}_g$: percepatan tanah.
 $y(t)$: percepatan relatif antara massa dengan tanah.
 y_g : perpindahan tanah.
 y_{tot} : perpindahan total.
 $\{y\}$: vector simpangan.
 $\{\dot{y}\}$: vector kecepatan.
 $\{\ddot{y}\}$: vector percepatan.
 Z : besaran pembatas distribusi tegangan lentur.
 Φ_n : mode shape ragam pola goyangan ke-n.
 ω_n : frekuensi sudut mode ke-n.
 $\{\lambda\}$: eigenvalue.
 α : rasio kekakuan lentur penampang terhadap kekakuan plat.
 αk : faktor distribusi momen kolom portal yang ditinjau.
 βd : rasio momen beban mati terfaktor maximum terhadap momen beban mati total terfaktor maksimum.
 β_1 : faktor reduksi tinggi blok tegangan tekan ekivalen beton.
 ϵ_c' : regangan tekan beton.

- ϵ_s : regangan pada baja tulangan.
- ϵ_y : regangan leleh baja tulangan.
- ρ : rasio penulangan tarik non prategang.
- ρ' : rasio penulangan tekan non prategang.
- ρ_b : rasio penulangan pada kondisi seimbang.
- Φ : faktor reduksi kekuatan.
- Φ_o : faktor penambah kekuatan (*overstrength factor*), yang ditetapkan sebesar 1,25 untuk baja tulangan dengan $f_y < 400$ MPa dan 1,4 untuk $f_y > 400$ MPa.
- ω_d : koefisien pembesar dinamis yang memperhitungkan pengaruh dari terbentuknya sendi plastis pada struktur secara keseluruhan.

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Lembar konsultasi tugas akhir
- Lampiran 2** Data Input SAP 2000 untuk struktur dengan *rubber bearing*
- Lampiran 3** Data output SAP 2000 untuk struktur dengan *rubber bearing*
- Lampiran 4** Data input SAP 2000 untuk struktur *non rubber bearing*
- Lampiran 5** Data output SAP 2000 untuk struktur *non rubber bearing*

