

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Batasan Perencanaan	2
1.4 Lokasi Proyek	4
1.5 Metode Perencanaan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pendahuluan	8
2.2 Struktur Bawah (<i>Sub Structure</i>)	8
2.2.1 Pondasi	9
2.2.2 <i>Sloof</i>	9
2.3 Struktur Atas Bangunan (<i>Upper Structure</i>)	9
2.3.1 Atap	10

2.3.2 Pelat	10
1. Pelat satu arah	10
2. Pelat dua arah	11
2.3.3 Kolom	11
2.3.4 Balok	12
2.3.5 Portal	12
1. Portal tak bergoyang	13
2. Portal bergoyang	13
2.3.6 Tangga	13
2.4 Pembebanan	14
2.4.1 Macam-macam Pembebanan	14
2.4.2 Kombinasi Pembebanan	15
2.4.3 Faktor Reduksi Kekuatan	16
2.5 Dasar Perencanaan	17
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1 Perencanaan Atap	18
3.1.1 Perencanaan Gording	18
3.1.2 Perencanaan Sagrod	19
3.1.3 Perencanaan Tierod	20
3.1.4 Perencanaan Batang Tarik	20
3.1.5 Perencanaan Batang Desak	22
3.1.6 Perencanaan Sambungan	23
3.2 Perencanaan Beton Bertulang	24
3.2.1 Perencanaan Pelat Dua Arah	24
1. Menentukan tebal minimum pelat	24
2. Menentukan momen lentur terjadi	25

3. Menentukan tinggi manfaat (d) arah x dan y	25
4. Menentukan luas tulangan (A_s) arah x dan y	26
5. Kontrol kapasitas lentur pelat yang terjadi	27
3.2.2 Perencanaan Balok	27
1. Perencanaan balok penampang persegi menahan lentur tulangan sebelah	29
2 Perencanaan balok penampang persegi menahan lentur tulangan rangkap	30
3 Perencanaan geser balok	33
4 Perencanaan geser dan torsi balok	35
3.4.1 Perencanaan Kolom Tunggal	39
1 Perencanaan kolom pendek	39
2 Perencanaan kolom langsing	43
3.3 Perencanaan Beban Gempa	46
3.4 Perencanaan Struktur Portal Dengan Daktilitas Penuh	48
3.4.1 Perencanaan balok portal terhadap beban lentur	48
3.4.2 Perencanaan balok portal terhadap beban geser	50
3.4.3 Perencanaan kolom portal terhadap beban lentur dan aksial	52
3.4.4 Perencanaan kolom portal terhadap beban geser	54
3.5 Perencanaan Panel Pertemuan Balok Kolom	57
3.6 Perencanaan Pondasi	61
3.6.1 Perencanaan pondasi telapak	61
3.7 Perencanaan Tangga	67
3.7.1 Perencanaan dimensi tangga	67
3.7.2 Perencanaan tulangan tangga	68

BAB IV PERENCANAAN

4.1	Perencanaan Atap	69
4.1.1	Perencanaan gording pada kuda - kuda 1	69
4.1.2	Perencanaan sagrod dan tierod	74
4.1.3	Pembebanan kuda - kuda	75
4.1.4	Perencanaan dimensi batang	78
4.1.5	Perencanaan pelat kuda - kuda	81
4.1.6	Perencanaan dukungan arah lateral	82
4.1.7	Perencanaan sambungan	83
4.2	Perencanaan Pelat Lantai dan Pelat Talang	86
4.2.1	Mutu bahan	86
4.2.2	Pembebanan pelat lantai	86
4.2.3	Perencanaan pelat lantai	87
4.2.4	Pembebanan pelat talang	94
4.2.5	Perencanaan pelat talang	95
4.3	Pembebanan balok Induk dan Anak	103
4.4	Perencanaan Beban Gempa	117
4.4.1	Berat bangunan total	117
4.4.2	Waktu getar bangunan	122
4.4.3	Koefisien gempa dasar (C)	122
4.4.4	Gaya geser horisontal total akibat gempa	123
4.4.5	Distribusi gaya geser horisontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung	123
4.5	Perencanaan Tangga	125
4.4.1	Perencanaan tangga I	125
4.4.1	Perencanaan tangga II	136

4.6	Perencanaan Balok	145
4.6.1	Perencanaan balok penampang persegi menahan lentur tulangan sebelah	145
4.6.2	Perencanaan tulangan torsi	152
4.7	Perencanaan Kolom	154
4.8	Pertemuan Balok Kolom	169
4.9	Perencanaan Pondasi	168
4.9.1	Perencanaan dimensi pondasi telapak (P1)	174
4.9.2	Perencanaan geser satu arah	176
4.9.3	Perencanaan geser dua arah	179
4.9.4	Kuat tumpuan pondasi	181
4.9.2	Perencanaan tulangan lentur telapak pondasi	182
BAB V PEMBAHASAN		
5.1	Tinjauan Umum	185
5.2	Atap	186
5.3	Pelat	186
5.4	Tangga	186
5.5	Balok	187
5.6	Kolom	187
5.7	Pondasi	187
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan	190
6.2	Saran	191
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Panjang rangka batang kuda-kuda	70
Tabel 4.2	Profil dan berat profil terpakai kuda-kuda KK 1	75
Tabel 4.3	Jumlah baut terpakai pada setengah bentang kuda-kuda KK 1	85
Tabel 4.4	Distribusi gaya geser dasar horisontal total akibat gempa	123
Tabel 5.1	Rekapitulasi tulangan balok anak terpasang	188
Tabel 5.2	Rekapitulasi tulangan balok induk terpasang	188
Tabel 5.3	Rekapitulasi tulangan kolom terpasang	189



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Denah lokasi	4
Gambar 1.2	Flow chart perhitungan rangka atap	6
Gambar 1.2	Flow chart analisis portal	7
Gambar 3.1	Diagram interaksi Mn - Pn	46
Gambar 3.2	Koefisien gempa dasar C (3)	47
Gambar 3.3	Balok portal dengan sendi plastis pada kedua ujungnya	51
Gambar 3.4	Pertemuan balok kolom dengan sendi plastis pada ujung-ujungnya	53
Gambar 3.5	Kolom dengan M_u berdasarkan kapasitas sendi plastis balok	55
Gambar 3.6	Panel pertemuan balok dan kolom portal	57
Gambar 3.7	Daerah geser satu (1) arah pada penampang pondasi	63
Gambar 3.8	Gaya geser dua (2) arah pada penampang pondasi	64
Gambar 3.9	Tulangan lentur pondasi	65
Gambar 3.10	Dimensi tangga	68
Gambar 4.1	Rencana rangka kuda-kuda KK 1	69
Gambar 4.2	Rencana rangka batang	70
Gambar 4.3	Pembebanan gording	71
Gambar 4.4	Arah pembebanan gording	71
Gambar 4.5	Pembebanan kuda-kuda	75
Gambar 4.6	Penampang profil terpakai kuda-kuda KK 1	82
Gambar 4.7	Denah perencanaan tangga I	125
Gambar 4.8	Detail potongan balok induk pada tumpuan	147
Gambar 4.9	Detail potongan balok induk pada lapangan	106

Gambar 4.10	Diagram segitiga tegangan geser	151
Gambar 4.11	Diagram balok persegi tulangan sebelah pda tumpuan	153
Gambar 4.12	Diagram balok persegi tulangan sebelah pda lapangan	153
Gambar 4.14	Grafik Mn-Pn kolom	164
Gambar 4.15	Penampang kolom dengan tulangan	166
Gambar 4.16	Join balok kolom dalam	169
Gambar 4.17	Rencana pondasi	174
Gambar 4.18	Pondasi dengan geser satu arah	177
Gambar 4.19	Pondasi dengan geser dua arah	180



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	Input dan Output Analisis Struktur SAP 2000	
	1. Analisis kuda-kuda 1	
	2. Analisis portal	
	3. Analisis tangga	
LAMPIRAN II	Data Tanah Gedung Fakultas Hukum UGM	
LAMPIRAN III	Tabel Perhitungan Struktur	
	1. Pelat	1 - 11
	2. Balok	12 - 32
	3. Kolom	33 - 65
	4. Pondasi	66 - 67
LAMPIRAN IV	Gambar Struktur Gedung Fakultas Hukum UGM	1 - 87



DAFTAR NOTASI

1. Perencanaan atap

- a : Jumlah sagrod dalam satu bentang
- A : Luas profil baja
- Ag : Luasan bruto profil
- Anetto : Luasan bersih profil
- Aeffektif : Luasan netto efektif
- B : Lebar pelat kuda-kuda
- bf : Lebar sayap
- b : Lebar sayap
- C₁ : Gaya angin tekan
- C₂ : Gaya angin hisap
- Cc : Perbandingan kelangsingan yang menjadi batas antara tekuk elastis dan tekuk inelastic
- D : Diameter
- E : Modulus elastisitas baja
- Fa : Tegangan ijin pada luas bruto dalam kondisi beban bekerja
- fa : Tegangan tarik yang terjadi
- fbx : Tegangan lentur arah x
- fby : Tegangan lentur arah y
- f'c : Kuat desak beton
- Fs : Faktor keamanan

F_u	: Kuat tarik baja
f_y	: Tegangan leleh baja
I_x	: Inersia arah X
I_y	: Inersia arah Y
K	: Koefisien kelangsingan
l	: Panjang batang yang ditinjau
L	: Panjang pelat kuda-kuda
L_b	: Jarak antar gording
M_{\perp}	: Momen tegak lurus sumbu batang
$M_{//}$: Momen sejajar sumbu batang
n	: Jumlah baut
P	: Gaya tekan yang bekerja
$P_{//}$: Gaya tekan sejajar sumbu batang
q_{\perp}	: Beban merata tegak lurus sumbu batang
$q_{//}$: Beban merata sejajar sumbu batang
r	: Jari-jari inersia = i
S_s	: Jarak beban sagrod
S_x	: Modulus elastis tampang arah sumbu x
S_y	: Modulus elastis tampang arah sumbu y
T	: Gaya tarik yang bekerja
t_w	: Tebal badan profil
t_p	: Tebal pelat

W : Berat profil
 A : Sudut kemiringan atap
 δ_{\perp} : Lendutan tegak lurus sumbu batang
 $\delta_{//}$: Lendutan sejajar sumbu batang
 δ : Resultante lendutan
 μ : Faktor reduksi luas netto

2. Perencanaan pelat lantai

A_s : Luas tulangan
 a : Tinggi blok tegangan persegi ekivalen
 b : Panjang memanjang pelat
 c_{lx} : Koefisien momen lapangan arah x
 c_{tx} : Koefisien momen tumpuan arah x
 c_{ly} : Koefisien momen lapangan arah y
 c_{ty} : Koefisien momen tumpuan arah y
 d : Jarak dari sisi tekan terluar ke pusat tulangan tarik
 f'_c : Kuat desak beton
 f_y : Tegangan leleh baja
 h : Tinggi pelat
 l_y : Panjang plat arah panjang
 l_x : Panjang plat arah pendek
 m : Perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk tertutup
 M_{ulx} : Momen ultimit arah lapangan x
 M_{utx} : Momen ultimit arah tumpuan x

M_{uly}	: Momen ultimit arah lapangan y
M_{uty}	: Momen ultimit arah tumpuan y
M_u	: Momen ultimit
M_n	: Momen nominal
q_D	: Beban mati merata
q_L	: Beban hidup merata
q_U	: Beban merata rencana
R_n	: Koefisien tahanan untuk perencanaan kuat
ρ	: Rasio tulangan
ρ_b	: Rasio tulangan pada keadaan seimbang
Φ	: Koefisien reduksi kekuatan

3. Perencanaan balok

A_s	: Luas tulangan tarik
A_s'	: Luas tulangan desak
b	: Lebar balok
d	: Jarak dari sisi tekan terluar ke pusat tulangan tarik
d'	: Jarak dari sisi tekan terluar ke pusat tulangan desak
E	: Modulus elastisitas beton
f'_c	: Kuat desak beton
f_y	: Tegangan leleh baja
h	: Tinggi balok
I	: Momen inersia balok
L	: Panjang penampang

m	: Perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk tertutup
M_n	: Momen nominal balok
M_u	: Momen ultimit balok
P_D	: Beban mati terpusat
P_L	: Beban hidup terpusat
P_u	: Beban ultimit terpusat
R_n	: Koefisien tahanan untuk perencanaan kuat
V_u	: Gaya geser rencana
V_c	: Kuat geser beton
V_s	: Tegangan geser nominal yang disebabkan oleh tulangan
β_1	: Konstanta yang berdasarkan mutu beton
ρ	: Rasio tulangan tarik
ρ'	: Rasio tulangan tekan
Φ	: Faktor reduksi kekuatan

4. Perencanaan kolom

a	: Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen
A_s	: Luas tulangan tarik
A_s'	: Luas tulangan desak
A_{st}	: Luas tulangan total
A_g	: Luas bruto penampang
b	: Lebar penampang kolom
C_c	: Gaya tekan pada beton
C_s	: Gaya pada tulangan tekan

C_m	: Faktor untuk perbesaran momen
d	: Jarak dari sisi tekan terluar ke pusat tulangan tarik
d'	: Jarak dari sisi tekan terluar ke pusat tulangan desak
e	: Eksentrisitas aktual
e_b	: Eksentrisitas pada keadaan seimbang
E_c	: Modulus elastisitas beton
E_g	: Modulus elastisitas balok
E_s	: Modulus elastisitas baja tulangan
f'_c	: Kuat desak beton
f_s	: Tegangan tulangan tarik
f'_s	: Tegangan tulangan tekan
f_y	: Tegangan leleh baja
h	: Tinggi penampang kolom
h_n	: Panjang bersih kolom
I_c	: Momen inersia kolom
I_{cr}	: Momen inersia balok
I_g	: Momen inersia dari penampang bruto balok
k	: Faktor panjang efektif
L	: Panjang balok
l_n	: Panjang bersih balok
m	: Perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk tertutup
M_b	: Momen akibat beban tetap
M_{1b}	: Momen faktor terbesar pada ujung komponen akibat beban tetap

M_{2b}	: Momen faktor terbesar pada ujung komponen akibat beban sementara
M_D	: Momen akibat beban mati
M_E	: Momen akibat beban gempa
M_L	: Momen akibat beban hidup
M_n	: Momen nominal
M_{nx}	: Momen nominal yang bekerja pada sumbu x
M_{ny}	: Momen nominal yang bekerja pada sumbu y
M_S	: Momen akibat beban sementara
M_u	: Momen ultimit kolom
$M_{u,kx}$: Momen ultimit kolom arah x
$M_{u,ky}$: Momen ultimit kolom arah y
P_c	: Beban tekuk euler
P_D	: Gaya tekan akibat beban mati
P_E	: Gaya tekan akibat beban gempa
P_L	: Gaya tekan akibat beban hidup
P_n	: Gaya tekan nominal
$P_{u,k}$: Gaya tekan ultimit kolom
r	: Jari-jari girasi penampang
T_s	: Gaya pada tulangan tarik
δ_b	: Faktor pembesaran momen untuk rangka yang ditahan terhadap goyangan kesamping

- δ_s : Faktor pembesaran momen untuk rangka yang tidak ditahan terhadap goyangan kesamping
- ρ : Rasio tulangan
- β_1 : Faktor tinggi blok tekanan ekivalen
- β_d : Nilai perbandingan momen beban mati rencana terhadap momen total rencana yang besarnya kurang atau sama dengan satu.
- ψ : Faktor kekangan ujung
- \emptyset : Faktor reduksi kekuatan
- $\sum P_c$: Penjumlahan beban tekuk euler pada kolom satu tingkat/lantai
- $\sum P_u$: Penjumlahan beban tekuk ultimit pada kolom satu tingkat/lantai
- 5. Perencanaan gempa**
- A_g : Luas bruto penampang
- A_{jh} : Luas tulangan total efektif tulangan geser horizontal
- A_{jv} : Luas tulangan geser join vertikal
- A_{sc} : Luas tulangan longitudinal tarik
- A_{sc}' : Luas tulangan longitudinal tekan
- b_j : Lebar efektif join
- C : Koefisien gempa dasar
- C_{ki} : Gaya tekan tulangan arah kiri
- F_x : Beban horisontal tiap lantai pada arah x
- f_y : Tegangan leleh baja
- f'_c : Kuat desak beton
- F_y : Beban horisontal tiap lantai pada arah y

h_x	: Tinggi gedung arah x
h_y	: Tinggi gedung arah y
h_k	: Tinggi kolom bruto
h'_k	: Tinggi kolom netto
h_c	: Tinggi total penampang kolom dalam arah geser yang ditinjau
h_w	: Tinggi bangunan
I	: Faktor keutamaan struktur
K	: Faktor jenis struktur
L_b	: Panjang balok
L_{ki}	: Panjang balok bruto sebelah kiri kolom yang ditinjau
L_{ki}'	: Panjang balok netto sebelah kiri kolom yang ditinjau
L_{ka}	: Panjang balok bruto sebelah kanan balok yang ditinjau
L_{ka}'	: Panjang balok netto sebelah kanan balok yang ditinjau
L_n	: Bentang bersih balok
L_w	: Lebar bangunan
$M_{D,b}$: Momen lentur balok portal akibat beban mati tak berfaktor
$M_{D,k}$: Momen lentur kolom portal akibat beban mati tak berfaktor
$M_{E,b}$: Momen lentur balok portal akibat beban gempa tak berfaktor
$M_{E,k}$: Momen lentur kolom portal akibat beban gempa tak berfaktor
$M_{L,b}$: Momen lentur balok portal akibat beban hidup tak berfaktor
$M_{L,k}$: Momen lentur kolom portal akibat beban hidup tak berfaktor
$M_{kap,b}$: Momen kapasitas balok
$M_{nak,b}$: Kuat momen lentur nominal aktual balok

M_{kap}	: Momen kapasitas di sendi plastis pada satu ujung atau bidang muka kolom.
M_{kap}'	: Momen kapasitas untuk ujung lainnya
$M_{u,b}$: Momen ultimit balok
$M_{u,k}$: Momen ultimit kolom
n	: Jumlah lantai tingkat di atas kolom yang ditinjau
$N_{E,k}$: Gaya akibat beban gempa pada pusat kolom
$N_{g,k}$: Gaya aksial akibat beban gravitasi terfaktor pada pusat joint
$N_{u,k}$: Gaya aksial ultimit kolom
P_{cs}	: Gaya permanen gaya prategang yang terletak di sepertiga bagian tengah tinggi kolom
q	: Beban terbagi merata
R_v	: Faktor reduksi berdasarkan banyak tingkat
T	: Gaya tarik yang terjadi
V_b	: Gaya gempa dasar
V_{bx}	: Gaya gempa dasar arah x
V_{by}	: Gaya gempa dasar arah y
V_{ch}	: Gaya geser strat beton diagonal yang melewati daerah tekan ujung joint arah horisontal
V_{cv}	: Gaya geser strat beton diagonal yang melewati daerah tekan ujung joint arah vertikal
V_D	: Gaya geser balok akibat beban mati
$V_{D,k}$: Gaya geser kolom akibat beban mati

V_E	: Gaya geser balok akibat beban gempa
$V_{E,K}$: Gaya geser kolom akibat beban gempa
V_g	: Gaya geser balok akibat berat sendiri dan beban gravitasi
V_{jh}	: Gaya geser horisontal
V_L	: Gaya geser balok akibat beban hidup
$V_{L,K}$: Gaya geser kolom akibat beban hidup
V_{kol}	: Gaya geser kolom
V_{sh}	: Gaya geser pada daerah tarik join dengan mekanisme panel rangka arah horisontal
V_{sv}	: Gaya geser pada daerah tarik join dengan mekanisme panel rangka arah vertikal
$V_{u,b}$: Gaya geser ultimit balok
$V_{u,k}$: Gaya geser ultimit kolom
W_t	: Berat total keseluruhan gedung
W_y	: Berat tiap lantai pada arah y
W_x	: Berat tiap lantai pada arah x
Z_{ka}	: Lengan momen kanan
Z_{ki}	: Lengan momen kiri
ρ	: Rasio tulangan tarik
ρ'	: Rasio tulangan desak
ρ_b	: Rasio tulangan pada keadaan seimbang
ω_d	: Koefisien pembesaran dinamis
α_k	: Faktor distribusi momen dari kolom yang ditinjau

6. Perencanaan pondasi

a	: Tinggi blok tekan
bk	: Lebar penampang kolom
bo	: Keliling penampang kritis pada pelat dan pondasi
Bx	: Panjang pondasi telapak
By	: Lebar pondasi telapak
d	: Jarak dari sisi tekan terluar ke pusat tulangan tarik
ex	: Eksentrisitas gaya terhadap sumbu x
ey	: Eksentrisitas gaya terhadap sumbu y
f'c	: Kuat desak beton
fy	: Tegangan leleh baja
h	: Tebal pondasi
hk	: Panjang penampang kolom
Mx	: Momen terhadap sumbu x
My	: Momen terhadap sumbu y
Mu	: Momen ultimit
Mn	: Momen nominal
m ₁	: Jarak geser dari tepi pondasi terhadap sumbu x
m	: Perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk tertutup
n ₁	: Jarak geser dari tepi pondasi terhadap sumbu y
P	: Gaya tekan yang bekerja
Pb	: Selimut beton
Pn	: Gaya tekan nominal

- Q_{terjadi} : Tegangan kontak yang terjadi di dasar pondasi
- R_n : Koefisien tahanan untuk perencanaan kuat
- V_c : Kuat beton menahan geser
- x : Panjang bidang geser kritis
- y : Lebar bidang geser kritis
- ρ : Rasio tulangan
- ρ_b : Rasio tulangan dalam keadaan seimbang
- β_1 : Rasio antara sisi panjang terhadap sisi pendek pondasi
- β_c : Rasio sisi panjang terhadap sisi pendek dari beban terpusat

