

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xx
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxvii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xxviii
<b>ABSTRAKSI</b> .....	xli
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Lokasi Proyek.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.4 Batasan Perencanaan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5

<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	7
3.1 Pendahuluan.....	7
3.2 Beban-Beban Bekerja.....	8
3.3 Dasar Perencanaan Struktur Rangka Baja.....	9
3.3.1 Peraturan-Peraturan.....	9
3.3.2 Analisis Struktur.....	9
3.3.3 Perencanaan Struktur Baja.....	9
3.4 Dasar Perencanaan Struktur Beton Bertulang.....	18
3.4.1 Peraturan-Peraturan.....	18
3.4.2 Pembebanan.....	19
3.4.3 Analisis Struktur.....	21
3.4.4 Perencanaan Pelat.....	21
3.4.5 Perencanaan Struktur Portal Beton Bertulang dengan Daktilitas Penuh.....	23
3.4.6 Penulangan Balok.....	34
3.4.7 Penulangan Kolom.....	41
3.4.8 Perencanaan Pondasi.....	49
<b>BAB IV PERENCANAAN ATAP</b> .....	55
4.1 Perencanaan Gording (untuk Kuda-Kuda K1,K1",K2,K7,K8).....	56
4.1.1 Pembebanan Gording.....	61
4.1.2 Dimensi Gording.....	63
4.1.3 Perencanaan Sagrod.....	65
4.1.3.1 Pembebanan Sagrod.....	65

4.1.3.2	Dimensi Sagrod.....	66
4.2	Perencanaan Gording (untuk Kuda-Kuda K2,K3,K4,K5,K6).....	67
4.2.1	Pembebanan Gording.....	67
4.2.2	Dimensi Gording.....	70
4.2.3	Perencanaan Sagrod.....	72
4.2.3.1	Pembebanan Sagrod.....	72
4.2.3.2	Dimensi Sagrod.....	72
4.3	Perencanaan Rangka Kuda-Kuda.....	74
4.3.1	Perencanaan Pembebanan Kuda-Kuda K1.....	74
4.3.1.1	Beban Mati.....	74
4.3.1.2	Beban Hidup.....	76
4.3.1.3	Beban Angin.....	76
4.3.2	Perencanaan Pembebanan Kuda-Kuda K1 <sup>2</sup> .....	82
4.3.2.1	Beban Mati.....	82
4.3.2.2	Beban Hidup.....	84
4.3.2.3	Beban Angin.....	84
4.3.3	Perencanaan Pembebanan Kuda-Kuda K2.....	90
4.3.3.1	Beban Mati.....	90
4.3.3.2	Beban Hidup.....	91
4.3.3.3	Beban Angin.....	91
4.3.4	Perencanaan Pembebanan Kuda-Kuda K3.....	97
4.3.4.1	Beban Mati.....	97
4.3.4.2	Beban Hidup.....	99

4.3.4.3	Beban Angin.....	99
4.3.5	Perencanaan Pembebanan Kuda-Kuda K4.....	106
4.3.5.1	Beban Mati.....	106
4.3.5.2	Beban Hidup.....	107
4.3.5.3	Beban Angin.....	107
4.3.6	Perencanaan Pembebanan Kuda-Kuda K5.....	114
4.3.6.1	Beban Mati.....	114
4.3.6.2	Beban Hidup.....	115
4.3.6.3	Beban Angin.....	115
4.3.7	Perencanaan Pembebanan Kuda-Kuda K6.....	120
4.3.7.1	Beban Mati.....	120
4.3.7.2	Beban Hidup.....	121
4.3.7.3	Beban Angin.....	121
4.3.8	Perencanaan Pembebanan Kuda-Kuda K7.....	127
4.3.8.1	Beban Mati.....	127
4.3.8.2	Beban Hidup.....	128
4.3.8.3	Beban Angin.....	128
4.3.9	Perencanaan Pembebanan Kuda-Kuda K8.....	134
4.3.9.1	Beban Mati.....	134
4.3.9.2	Beban Hidup.....	135
4.3.9.3	Beban Angin.....	136
4.4	Pendimensian Rangka Kuda-Kuda.....	142
4.4.1	Dimensi Rangka Kuda-Kuda K1.....	142

4.4.2	Perencanaan Sambungan Baut .....	156
-------	----------------------------------	-----

## **BAB V PERENCANAAN STRUKTUR NON PORTAL BETON BERTULANG**

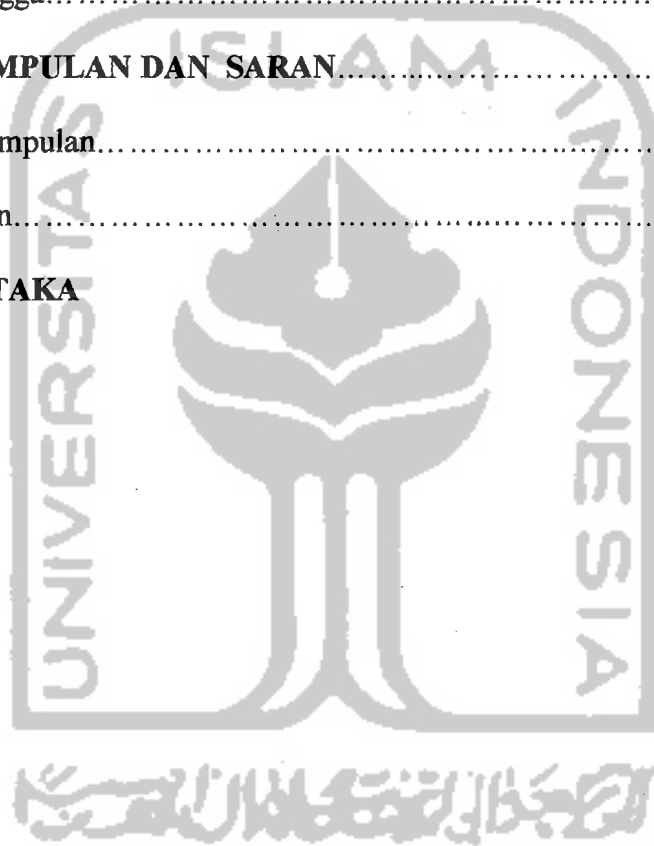
5.1	Perencanaan Pelat.....	177
5.1.1	Pembebanan Pelat.....	177
5.1.2	Penulangan Pelat Lantai.....	182
5.1.3	Penulangan Pelat Tribun.....	186
5.1.4	Penulangan Balok Tribun.....	189
5.1.5	Perencanaan Tulangan Pelat dengan Struktur Kantilever.....	197
5.1.6	Perencanaan Tulangan Lisplank.....	200
5.2	Perencanaan Balok Anak.....	203
5.2.1	Pembebanan Balok Anak.....	187
5.2.2	Distribusi Pembebanan Merata Balok Anak.....	206
5.2.2.1	Balok Anak Lantai.....	206
5.2.2.2	Balok Anak Tribun .....	209
5.2.3	Analisis Struktur.....	212
5.2.4	Penulangan Lentur Balok Anak.....	213
5.2.5	Penulangan Geser Balok Anak.....	220
5.3	Perencanaan Tangga.....	222
5.3.1	Perencanaan Optrede dan Antrede.....	223
5.3.2	Pembebanan Tangga dan Bordes.....	224
5.3.3	Analisis Struktur Tangga dan Bordes.....	224
5.3.4	Penulangan Pelat Tangga dan Bordes.....	225

<b>BAB VI ANALISIS STRUKTUR PORTAL.....</b>	<b>227</b>
6.1 Perhitungan Pembebanan Portal.....	228
6.1.1 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-X1).....	232
6.1.2 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-X2).....	239
6.1.3 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-X3).....	245
6.1.4 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-Y5 & Y17).	248
6.1.5 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-Y6 & Y16).	255
6.1.6 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-Y7 & Y15).	261
6.1.7 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-Y8 & Y14).	268
6.1.8 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-Y9 & Y13).	275
6.1.9 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-Y10&Y12).	282
6.1.10 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-Y11).....	286
6.1.11 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-Y1).....	293
6.1.12 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-Y2).....	300
6.1.13 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-Y3).....	305
6.1.14 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-X4 & X15)..	307
6.1.15 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-X5 & X14)..	314
6.1.16 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-X6 & X13)..	321
6.1.17 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-X7 & X12)..	327
6.1.18 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-X8 & X11)..	334
6.1.19 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-X9 & X10)..	341

## **BAB VII PERENCANAAN STRUKTUR PORTAL BETON BERTULANG**

<b>DENGAN DAKTILITAS PENUH.....</b>	<b>348</b>
7.1 Desain Balok.....	348
7.1.1 Momen Rencana Balok.....	348
7.1.2 Penulangan Lentur Balok dan Perhitungan Momen Nominal Aktual Balok.....	349
7.1.3 Gaya Geser Rencana Balok.....	362
7.1.4 Penulangan Geser Balok.....	364
7.2 Desain Kolom.....	369
7.2.1 Momen Rencana Kolom.....	371
7.2.2 Gaya Aksial Rencana Kolom.....	373
7.2.3 Perhitungan Diagram Interaksi Kolom.....	375
7.2.4 Perhitungan Kelangsingan Kolom dan Faktor Perbesaran Momen.....	377
7.2.5 Penulangan Kombinasi Lentur dan Aksial Kolom.....	381
7.2.6 Gaya Geser Rencana Kolom.....	383
7.2.7 Penulangan Geser Kolom.....	385
7.3 Desain Pertemuan Balok Kolom.....	387
7.4 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang.....	390
<b>BAB VIII PEMBAHASAN.....</b>	<b>399</b>
8.1 Umum.....	399
8.2 Atap.....	400
8.3 Pelat.....	400

8.4 Balok Tribun.....	401
8.5 Balok Anak.....	401
8.6 Balok Induk.....	402
8.7 Kolom.....	402
8.8 Pondasi.....	402
8.9 Tangga.....	403
<b>BAB IX KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>409</b>
9.1 Kesimpulan.....	409
9.2 Saran.....	410
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



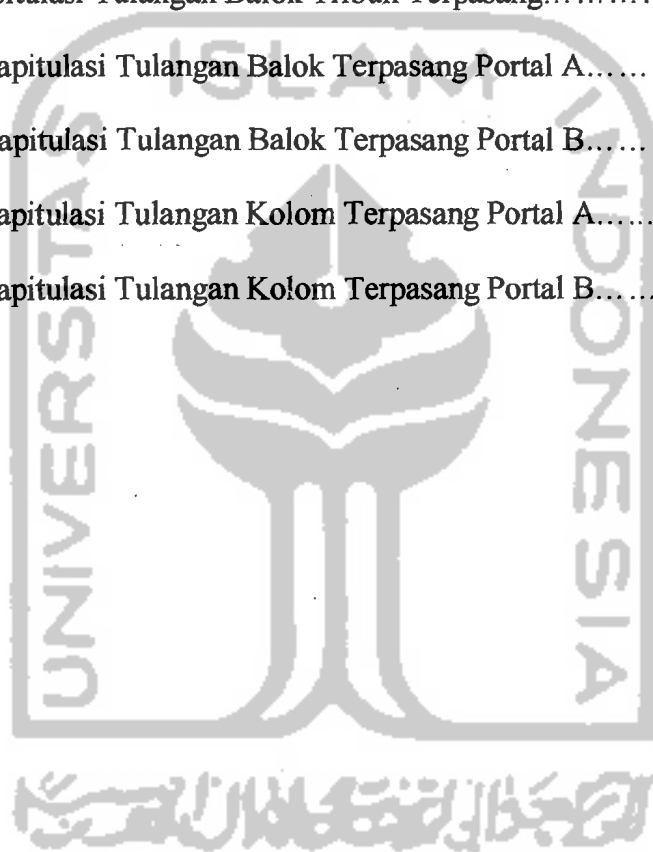


## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Beban Mati.....	19
Tabel 4.1 Pembebanan, Momen Sumbu x dan Sumbu y Gording.....	62
Tabel 4.2 Kombinasi Pembebanan LRFD.....	63
Tabel 4.3 Pembebanan, Momen Sumbu x dan Sumbu y Gording.....	68
Tabel 4.4 Kombinasi Pembebanan LRFD.....	69
Tabel 6.1 Beban Mati.....	228
Tabel 6.2 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL A (AS-X1).....	239
Tabel 6.3 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL A (AS-X2).....	245
Tabel 6.4 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL A (AS Y-5 & Y-17).....	253
Tabel 6.5 Distribusi Gaya Geser Gempa Arah Depan PORTAL A (AS Y-5 & Y-17).....	254
Tabel 6.6 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL A (AS Y-6 & Y-16).....	259
Tabel 6.7 Distribusi Gaya Geser Gempa Arah Depan PORTAL A (AS Y-6 & Y-16).....	261
Tabel 6.8 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL A (AS Y-7 & Y-15).....	266
Tabel 6.9 Distribusi Gaya Geser Gempa Arah Depan PORTAL A (AS Y-7 & Y-15).....	268
Tabel 6.10 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL A (AS Y-8 & Y-14).....	273
Tabel 6.11 Distribusi Gaya Geser Gempa Arah Depan PORTAL A (AS Y-8 & Y-14).....	275
Tabel 6.12 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL A (AS Y-9 & Y-13).....	280

Tabel 6.13 Distribusi Gaya Geser Gempa Arah Depan PORTAL A (AS Y-9 & Y-13).....	282
Tabel 6.14 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL A (AS Y-10 & Y-12).....	285
Tabel 6.15 Distribusi Gaya Geser Gempa Arah Depan PORTAL A (AS Y-10 & Y-12).....	286
Tabel 6.16 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL A (AS Y-11).....	290
Tabel 6.17 Distribusi Gaya Geser Gempa Arah Depan PORTAL A (AS Y-11).....	292
Tabel 6.18 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL B (AS-Y1).....	300
Tabel 6.19 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL B (AS-Y2).....	304
Tabel 6.20 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL B (AS X-4 & X-15).....	312
Tabel 6.21 Distribusi Gaya Geser Gempa Arah Depan PORTAL B (AS X-4 & X-15).....	314
Tabel 6.22 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL B (AS X-5 & X-14).....	319
Tabel 6.23 Distribusi Gaya Geser Gempa Arah Depan PORTAL B (AS X-5 & X-14).....	320
Tabel 6.24 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL B (AS X-6 & X-13).....	325
Tabel 6.25 Distribusi Gaya Geser Gempa Arah Depan PORTAL B (AS X-6 & X-13).....	327
Tabel 6.26 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL B (AS X-7 & X-12).....	332
Tabel 6.27 Distribusi Gaya Geser Gempa Arah Depan PORTAL B (AS X-7 & X-12).....	333
Tabel 6.28 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL B (AS X-8 & X-11).....	338
Tabel 6.29 Distribusi Gaya Geser Gempa Arah Depan PORTAL B (AS X-8 & X-11).....	338

X-11).....	340
Tabel 6.30 Distribusi Gaya Geser Gempa PORTAL B (AS X-9 & X-10).....	346
Tabel 6.31 Distribusi Gaya Geser Gempa Arah Depan PORTAL B (AS X-9 & X-10).....	347
Tabel 8.1 Rekapitulasi Tulangan Balok Anak Terpasang.....	404
Tabel 8.2 Rekapitulasi Tulangan Balok Tribun Terpasang.....	404
Tabel 8.3.a Rekapitulasi Tulangan Balok Terpasang Portal A.....	405
Tabel 8.3.b Rekapitulasi Tulangan Balok Terpasang Portal B.....	406
Tabel 8.4.a Rekapitulasi Tulangan Kolom Terpasang Portal A.....	407
Tabel 8.4.b Rekapitulasi Tulangan Kolom Terpasang Portal B.....	408



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi Proyek.....	2
Gambar 3.1 Efek Lubang-Lubang Tak Segaris Terhadap Luas Bersih.....	16
Gambar 3.2 Daerah Yang Diarsir Dapat Terjadi Kegagalan Robekan.....	17
Gambar 3.3 Hubungan Koefisien Gempa Dasar Dengan Waktu Getar Struktur (PPKGURDG 1987).....	20
Gambar 3.4 Pembebanan Gempa Menurut PPKGURDG 1987.....	20
Gambar 3.5 Analisis Balok Bertulangan Sebelah.....	23
Gambar 3.6 Balok Portal Dengan Sendi Plastis Pada Kedua Ujungnya .....	26
Gambar 3.7 Pertemuan Balok Kolom Dengan Sendi Plastis Pada Kedua Ujungnya .....	28
Gambar 3.8 Kolom Lantai Dasar dan Lantai Atas Dengan <i>Muk</i> yang Ditetapkan Berdasarkan Kapasitas Sendi Plastis Balok.....	30
Gambar 3.9 Panel Pertemuan Balok dan Kolom Portal dalam Kondisi Terjadinya Sendi-Sendi Plastis Pada Kedua Ujung Balok.....	31
Gambar 3.10 Analisis Balok Bertulangan Rangkap Tumpuan Momen Negatif... 39	
Gambar 3.11 Analisis Balok Bertulangan Rangkap Tumpuan Momen Positif dan Momen Lapangan.....	39
Gambar 3.12 Penampang Dengan Tulangan Terdistribusi Merata pada Keempat Sisinya.....	41
Gambar 3.13 Diagram Interkasi Pn-Mn.....	43
Gambar 3.14 Penempatan Tiang Pancang.....	49

Gambar 3.15 Konfigurasi Tiang Pancang.....	52
Gambar 3.16 Penurunan Pondasi Tiang.....	54
Gambar 4.1 Arah Pembebanan Gording Bentang 6 m.....	56
Gambar 4.2 Denah Rencana Kuda-kuda.....	57
Gambar 4.3 Denah Rencana Vertikal Bracing Atap Bawah.....	58
Gambar 4.4 Denah Rencana Catwalk.....	59
Gambar 4.5 Arah Pembebanan Gording Bentang 7 m.....	67
Gambar 4.6 Perencanaan Kuda-Kuda K1.....	78
Gambar 4.7 Pembebanan Kuda-Kuda K1 Sebagai Akibat dari Beban Mati dan Beban Hidup.....	79
Gambar 4.8 Pembebanan Kuda-Kuda K1 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kiri.....	80
Gambar 4.9 Pembebanan Kuda-Kuda K1 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kanan.....	81
Gambar 4.10 Perencanaan Kuda-Kuda K1”.....	86
Gambar 4.11 Pembebanan Kuda-Kuda K1” Sebagai Akibat dari Beban Mati dan Beban Hidup.....	87
Gambar 4.12 Pembebanan Kuda-Kuda K1” Sebagai Akibat dari Beban Angin Kiri.....	88
Gambar 4.13 Pembebanan Kuda-Kuda K1” Sebagai Akibat dari Beban Angin Kanan.....	89
Gambar 4.14 Perencanaan Kuda-Kuda K2.....	93

Gambar 4.15 Pembebanan Kuda-Kuda K2 Sebagai Akibat dari Beban Mati dan Beban Hidup.....	94
Gambar 4.16 Pembebanan Kuda-Kuda K2 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kiri.....	95
Gambar 4.17 Pembebanan Kuda-Kuda K2 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kanan.....	96
Gambar 4.18 Perencanaan Kuda-Kuda K3.....	102
Gambar 4.19 Pembebanan Kuda-Kuda K3 Sebagai Akibat dari Beban Mati dan Beban Hidup.....	103
Gambar 4.20 Pembebanan Kuda-Kuda K3 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kiri.....	104
Gambar 4.21 Pembebanan Kuda-Kuda K3 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kanan.....	105
Gambar 4.22 Perencanaan Kuda-Kuda K4.....	110
Gambar 4.23 Pembebanan Kuda-Kuda K4 Sebagai Akibat dari Beban Mati dan Beban Hidup.....	111
Gambar 4.24 Pembebanan Kuda-Kuda K4 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kiri.....	112
Gambar 4.25 Pembebanan Kuda-Kuda K4 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kanan.....	113
Gambar 4.26 Perencanaan Kuda-Kuda K5.....	116
Gambar 4.27 Pembebanan Kuda-Kuda K5 Sebagai Akibat dari Beban Mati dan Beban Hidup.....	117

Gambar 4.28 Pembebanan Kuda-Kuda K5 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kiri.....	118
Gambar 4.29 Pembebanan Kuda-Kuda K5 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kanan.....	119
Gambar 4.30 Perencanaan Kuda-Kuda K6.....	123
Gambar 4.31 Pembebanan Kuda-Kuda K6 Sebagai Akibat dari Beban Mati dan Beban Hidup.....	124
Gambar 4.32 Pembebanan Kuda-Kuda K6 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kiri.....	125
Gambar 4.33 Pembebanan Kuda-Kuda K6 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kanan.....	126
Gambar 4.34 Perencanaan Kuda-Kuda K7.....	130
Gambar 4.35 Pembebanan Kuda-Kuda K7 Sebagai Akibat dari Beban Mati dan Beban Hidup.....	131
Gambar 4.36 Pembebanan Kuda-Kuda K7 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kiri.....	132
Gambar 4.37 Pembebanan Kuda-Kuda K7 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kanan.....	133
Gambar 4.38 Perencanaan Kuda-Kuda K8.....	138
Gambar 4.39 Pembebanan Kuda-Kuda K8 Sebagai Akibat dari Beban Mati dan Beban Hidup.....	139
Gambar 4.40 Pembebanan Kuda-Kuda K8 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kiri.....	140

Gambar 4.41 Pembebanan Kuda-Kuda K8 Sebagai Akibat dari Beban Angin Kanan.....	141
Gambar 4.42 Penampang Profil H Beam 200x200x8x12x13.....	142
Gambar 4.43 Penampang Profil IWF 200x100x5,5x8x11.....	145
Gambar 4.44 Penampang Profil 2L 80.80.8.....	147
Gambar 4.45 Penampang Profil 2L 70.70.7.....	150
Gambar 4.46 Penampang Profil 2L 60.60.6.....	152
Gambar 4.47 Daerah yang diarsir dapat terjadi kegagalan robekan.....	164
Gambar 4.48 Profil siku dengan kaki-kaki yang diratakan menjadi satu bidang datar.....	164
Gambar 4.49 Daerah yang diarsir dapat terjadi kegagalan robekan.....	167
Gambar 4.50 Profil siku dengan kaki-kaki yang diratakan menjadi satu bidang datar.....	168
Gambar 4.51 Daerah yang diarsir dapat terjadi kegagalan robekan.....	171
Gambar 4.52 Profil siku dengan kaki-kaki yang diratakan menjadi satu bidang datar.....	172
Gambar 4.53 Daerah yang diarsir dapat terjadi kegagalan robekan.....	175
Gambar 4.54 Profil siku dengan kaki-kaki yang diratakan menjadi satu bidang datar.....	175
Gambar 5.1.a Denah Rencana Pelat Lantai 1.....	179
Gambar 5.1.b Denah Rencana Pelat Lantai 2.....	180
Gambar 5.2 Denah Rencana Tribun dan Balok Anak Tribun.....	181
Gambar 5.3 Pelat Lantai L1.....	182



Gambar 5.4 Distribusi Beban Merata Pada Bentang Pendek.....	203
Gambar 5.5 Distribusi Beban Merata Pada Bentang Panjang.....	204
Gambar 5.6 Perencanaan Balok Anak Lantai 1.....	204
Gambar 5.7 Perencanaan Balok Anak Lantai 2.....	205
Gambar 5.8 Analisis Balok Bertulangan Rangkap Tumpuan Untuk Momen Negatif.....	213
Gambar 5.9 Distribusi Gaya Geser Balok Anak Type g.....	220
Gambar 5.10 Tangga Tampak Atas.....	222
Gambar 5.11 Tangga Tampak Samping.....	222
Gambar 6.1 Distribusi Beban Merata Pada Bentang Pendek.....	230
Gambar 6.2 Distribusi Beban Merata Pada Bentang Panjang.....	230
Gambar 6.3 Denah Rencana Portal.....	231
Gambar 7.1 Analisis Balok Bertulangan Rangkap Tumpuan Untuk Momen Negatif.....	350
Gambar 7.2 Analisis Balok Bertulangan Rangkap Tumpuan Untuk Momen Positif.....	354
Gambar 7.3 Distribusi Gaya Geser Balok.....	368
Gambar 7.4 Denah Rencana Kolom.....	370
Gambar 7.5 Penampang Dengan Tulangan Terdistribusi Merata Pada Keempat Sisinya.....	375
Gambar 7.6 Diagram Mn-Pn Kolom Ukuran 500mmx500mm .....	376-a
Gambar 7.7 Diagram Mn-Pn Kolom Ukuran 500mmx600mm .....	376-b
Gambar 7.8 Diagram Mn-Pn Kolom Ukuran 500mmx700mm .....	376-c

Gambar 7.9 Penampang Melintang Kolom Ukuran 500mm x 500mm.....	377
Gambar 7.10 Penampang Melintang Balok Ukuran 350mm x 450mm.....	378
Gambar 7.11 Kekuatan Relatif Kolom K2 (As X-3) Sejajar Sumbu x.....	379
Gambar 7.12 Join Balok-Kolom Dalam.....	387
Gambar 7.13 Penempatan Pondasi Tiang Pancang.....	390
Gambar 7.14 Konfigurasi Tiang Pancang.....	395
Gambar 7.15 Pemasangan Tiang Pancang Tampak Samping.....	395
Gambar 7.16 Pemasangan Tiang Pancang Tampak Atas.....	396
Gambar 7.17 Penurunan Pondasi Tiang.....	397



## DAFTAR LAMPIRAN

**LAMPIRAN 1** Input dan Output Analisis Struktur SAP 2000

**LAMPIRAN 2** Data – data Tanah

**LAMPIRAN 3** Tabel Perhitungan Struktur

1. Kuda-kuda .....	1-207
2. Pelat .....	208-209
3. Balok anak .....	210-225
4. Balok induk .....	226-309
5. Kolom .....	310-401
6. Pondasi .....	402-405

**LAMPIRAN 4** Gambar-gambar Perencanaan Struktur Gedung Olah Raga  
Universitas Negeri Yogyakarta .....1-52

## DAFTAR NOTASI

$a$	tinggi blok tekan ekuivalen, mm
$A_b$	luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir, mm <sup>2</sup>
$A_g$	luas penampang bruto, mm <sup>2</sup>
$A_g$	luas penampang kolom, mm <sup>2</sup>
$A_p$	luas penampang tiang pancang, mm <sup>2</sup>
$A_s$	luas tulangan tarik longitudinal, mm <sup>2</sup>
$A_v$	luas penampang tulangan sengkang, mm <sup>2</sup>
$A_s'$	luas tulangan desak, mm <sup>2</sup>
$A_{jh}$	luas tulangan sengkang horizontal, mm <sup>2</sup>
$A_{jv}$	luas tulangan sengkang vertikal, mm <sup>2</sup>
$A_{ns}$	luas bersih yang mengalami retakan geser, mm <sup>2</sup>
$A_{nt}$	luas penampang netto, mm <sup>2</sup>
$A_{nt}$	luas bersih yang mengalami retakan tarik, mm <sup>2</sup>
$A_{sc}$	luas tulangan longitudinal tarik luas tulangan join vertikal, mm <sup>2</sup>
$A_{sc}'$	luas tulangan longitudinal tekan, mm <sup>2</sup>
$A_{si}$	luas penampang tulangan baja, mm <sup>2</sup>
$A_{tg}$	luas bruto yang mengalami pelelehan tarik, mm <sup>2</sup>
$A_{vg}$	luas bruto yang mengalami pelelehan geser, mm <sup>2</sup>
$A_{s1}$	luas penampang tulangan baja lapis satu, mm <sup>2</sup>
$A_{s2}$	luas penampang tulangan baja lapis dua, mm <sup>2</sup>

$A_{s3}$	luas penampang tulangan baja lapis tiga, mm <sup>2</sup>
$A_{s4}$	luas penampang tulangan baja lapis empat, mm <sup>2</sup>
$A_{s\ min}$	luas tulangan tarik longitudinal minimal, mm <sup>2</sup>
$A_{s\ perlu}$	luas tulangan tarik longitudinal perlu, mm <sup>2</sup>
$A_{s\ susut}$	luas tulangan susut, mm <sup>2</sup>
$B$	lebar penampang pondasi, m
$b$	lebar penampang, mm
$B_g$	lebar bersih pile cap, m
$b_f$	lebar pelat sayap, mm
$b_j$	lebar efektif join, mm
$b_w$	lebar badan penampang balok, mm
$b_w$	lebar komponen kolom terkecil, mm
$C$	koefisien gempa dasar
$C$	gaya tekan pada beton, N
$c$	nilai kohesi tanah,
$C_c$	gaya tekan beton, N
$C_c$	<i>compression index</i> (didapat dari uji konsolidasi)
$C_m$	faktor koreksi
$C_s$	gaya tekan baja, N
$C_{ka}$	gaya desak beton dalam inti join kanan, N
$C_{ki}$	gaya desak beton dalam inti join kiri, N
$c_u$	<i>undrained cohesion</i> , t/m <sup>2</sup>
$c_1$	koefisien angin tiup

$c_2$	koefisien angin hisap
$D$	beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan tetap
$D$	diameter tiang, m
$d$	diameter lubang, mm
$d$	tinggi efektif penampang, mm
$d$	spasi (jarak as-as tiang)
$d_b$	diameter baut nominal pada daerah tak berulir, mm
$d_i$	jarak tulangan, mm
$E$	beban gempa.
$e$	eksentrisitas yang terjadi, m
$e'$	eksentrisitas gaya terhadap titik berat tulangan tarik, m
$E_c$	modulus elastisitas beton, $= 4700 \sqrt{f'_c}$ (MPa)
$E_s$	modulus elastisitas baja, 200000 MPa
$e_b$	eksentrisitas pada kondisi seimbang, m
$e_0$	<i>initial void ratio</i> (angka pori awal)
$El_b$	kekakuan batang balok
$El_k$	kekakuan batang kolom
$f$	unit tahanan friksi
$F_i$	beban horizontal, kN
$f_r$	tegangan tekan residual pada pelat sayap, MPa
$f_s$	tegangan baja tarik, MPa

$f_u$	tegangan tarik putus yang terendah dari baut atau pelat, MPa
$f_y$	tegangan leleh baja, MPa
$f_{cr}$	tegangan kritis penampang, MPa
$f_c'$	tegangan desak beton, MPa
$f_s'$	tegangan baja desak, MPa
$f_u^b$	tegangan tarik putus baut, MPa
$f_{si}$	tegangan baja tarik, MPa
$H$	beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air.
$H$	tinggi lapisan lempung, m
$h$	tinggi kolom dari titik pertemuan ke titik pertemuan, m
$h$	tinggi total penampang beton, mm
$h_c$	tinggi total penampang kolom dalam arah geser yang ditinjau, m
$h_i$	tinggi struktur setiap tingkat dari penjepit lateral, m
$h_n$	tinggi bersih kolom, m
$I$	faktor keutamaan struktur
$I$	inersia penampang tiang, mm <sup>4</sup>
$i$	nomor lapis tulangan
$I_g$	inersia penampang beton, mm <sup>4</sup>
$K$	faktor jenis struktur
$k$	faktor panjang efektif
$k_c$	faktor panjang tekuk
$L$	beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung termasuk kejut tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin,

hujan, dan lain-lain.

$L$	panjang batang tarik/tekan, mm
$L$	panjang tiang pancang, m
$L_a$	beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak.
$L_g$	panjang bersih pile cap, m
$L_x$	panjang bentang pendek, m
$L_y$	panjang bentang panjang, m
$l_b$	bentang balok dari pusat ke pusat kolom, m
$l_n$	bentang bersih balok, m
$l_u$	panjang bebas kolom tanpa penopang, m
$l_{ka}$	bentang balok sebelah kanan dari titik pertemuan ke titik pertemuan, m
$l_{ki}$	bentang balok sebelah kiri dari titik pertemuan ke titik pertemuan, m
$l_{nka}$	bentang bersih balok sebelah kanan kolom, m
$l_{nki}$	bentang bersih balok sebelah kiri kolom, m
$m$	panjang pile cap, m
$M_c$	momen berfaktor yang digunakan untuk perencanaan komponen struktur tekan, kNm
$M_n$	kapasitas momen / kuat lentur nominal penampang, kNm
$M_p$	kuat lentur plastis / momen lentur yang menyebabkan seluruh penampang mengalami tegangan leleh, kNm
$M_r$	momen batas tekuk, kNm



$M_u$	momen lentur ultimit akibat beban luar, kNm
$M_x$	momen tinjauan arah x, kNm
$M_y$	momen tinjauan arah y, kNm
$M_n^e$	momen terhadap pusat plastis, Nmm
$M_{D,b}$	momen lentur balok portal akibat beban mati, kNm
$M_{D,k}$	momen pada kolom akibat beban mati, kNm
$M_{E,b}$	momen lentur balok portal akibat beban gempa, kNm
$M_{E,k}$	momen pada kolom akibat beban gempa, kNm
$M_{L,b}$	momen lentur balok portal akibat beban hidup, kNm
$M_{L,k}$	momen pada kolom akibat beban hidup, kNm
$M_{u,k}$	kuat lentur ultimit kolom, kNm
$M_{E,k^+}$	momen pada kolom akibat beban gempa arah tegak lurus portal, kNm
$M_{L,b,R}$	momen lentur balok portal akibat beban hidup tereduksi, kNm
$M_{u,k \text{ atas}}$	momen rencana kolom pada ujung atas dihitung pada muka balok, kNm
$M_{u,k \text{ bawah}}$	momen rencana kolom pada ujung bawah dihitung pada muka balok, kNm
$M_{kap}$	momen kapasitas balok berdasarkan tulangan yang sebenarnya terpasang pada salah satu ujung balok atau bidang muka kolom, kNm
$M'_{kap}$	momen kapasitas balok berdasarkan tulangan yang sebenarnya terpasang pada ujung balok atau bidang muka kolom yang lain, kNm
$M_{kap,k}$	momen kapasitas kolom, kNm
$M_{kap,ka}$	momen kapasitas lentur balok di sebelah kanan bidang muka kolom, kNm

- $M_{kap,ki}$  momen kapasitas lentur balok di sebelah kiri bidang muka kolom, kNm
- $M_{kap,ka\perp}$  momen kapasitas lentur balok di sebelah kanan bidang muka kolom arah tegak lurus portal, kNm
- $M_{kap,ki\perp}$  momen kapasitas lentur balok di sebelah kiri bidang muka kolom arah tegak lurus portal, kNm
- $M_{kap,k\text{ bawah}}$  kapasitas lentur ujung dasar kolom lantai dasar, kNm
- $M_{nak,b}$  kuat lentur nominal balok berdasarkan luas tulangan yang terpasang, kNm
- $M'_{nak,b}$  kuat lentur nominal balok berdasarkan luas tulangan yang terpasang pada ujung balok atau bidang muka kolom yang lain, kNm
- $M_{nak,k\text{ bawah}}$  kuat lentur nominal aktual ujung dasar kolom lantai dasar (berdasarkan luas tulangan aktual yang terpasang), kNm
- $M_{n1}$  kuat momen pas. kopel gaya beton tekan dan tulangan baja tarik, kNm
- $M_{n2}$  kuat momen pas. kopel tulangan baja tekan dan baja tarik tambahan, kNm
- $M_{1b}, M_{2b}$  momen-momen ujung terfaktor pada kolom yang posisinya berlawanan, kNm
- $M_{2b}$  momen terfaktor akibat beban yang tidak menimbulkan goyangan, kNm
- $M_{2s}$  momen terfaktor akibat beban yang menimbulkan goyangan, kNm
- $N$  banyaknya garis tulangan
- $n$  banyaknya lubang dalam garis potongan
- $n$  jumlah lantai di atas kolom yang ditinjau
- $n$  lebar pile cap, m

$n$	jumlah tiang pancang dalam satu kelompok
$N_c$	<i>Bearing capacity factor</i>
$N_n$	kuat tekan / tarik nominal komponen struktur, N
$N_u$	kuat tarik perlu yang merupakan gaya aksial tarik / tekan akibat beban terfaktor, N
$N_u$	gaya aksial yang terjadi pada kolom yang ditinjau, kN
$N_{E,k}$	gaya aksial kolom akibat beban gempa, kN
$N_{g,k}$	gaya aksial kolom akibat beban gravitasi, kN
$N_{u,k}$	beban aksial rencana kolom, kN
$N_{E,k,\perp}$	gaya aksial kolom akibat beban gempa arah tegak lurus portal, kN
$n_1$ dan $n_2$	jumlah tiang pada kelompok tiang 1
$N_c^*, N_q^*, N_\gamma^*$	<i>Bearing capacity factor</i>
$P$	kapasitas tiang tunggal berdasarkan kekuatan beton, kN
$P$	gaya aksial yang terjadi, kN
$P$	kapasitas kelompok tiang yang diperlukan, kN
$s$	penurunan total, m
$SF_1$	angka keamanan untuk tahanan ujung, 3
$SF_2$	angka keamanan untuk tahanan friksi, 2
$W$	berat tiang pancang, kN
$P_c$	beban tekuk <i>Euler</i> , kN
$P_n$	gaya aksial nominal, kN
$P_u$	beban rencana aksial terfaktor, kN

$P_{cs}$	gaya permanen dalam baja prategang yang terletak di sepertiga bagian tengah tinggi kolom, kN
$P_{total}$	gaya aksial total yang terjadi, kN
$\phi P_n$	kapasitas kolom terhadap keruntuhan tarik ataupun tekan, kN
$\sum P_u, \sum P_c$	jumlah untuk semua kolom dalam satu tingkat, kN
$Q$	gaya aksial total, kN
$Q_p$	tahanan ujung ( <i>end bearing</i> ), kN
$Q_s$	tahanan friksi, kN
$q_p$	unit daya dukung tanah
$Q_{all}$	kapasitas tiang tunggal, kN
$\sum Q_u$	jumlah kapasitas tiang individu
$\sum Q_u$	jumlah kapasitas kelompok tiang berdasarkan blok
$r$	jari-jari girasi terkecil profil, mm
$R_d$	kuat rencana, N
$R_n$	kuat nominal, N
$R_n$	faktor reduksi
$R_u$	beban terfaktor atau kuat perlu, N
$r_l$	faktor modifikasi tegangan untuk memperhitungkan ada atau tidak adanya ulir baut pada bidang geser.
$S$	modulus penampang elastis
$S$	jarak antar tulangan pelat, mm
$s$	jarak tulangan geser, mm

$s_g$	jarak antara sumbu lubang pada arah sejajar sumbu komponen struktur, mm
$T$	waktu getar alami struktur, detik
$T$	gaya tarik pada baja tulangan, N
$t$	tebal penampang, mm
$T_d$	kuat tarik rencana baut, N
$T_n$	kuat tarik nominal baut, N
$t_f$	tebal pelat sayap, mm
$t_p$	tebal lapis tertipis di dalam sambungan, mm
$t_p$	tebal pelat sambung, mm
$t_w$	tebal pelat badan, mm
$T_{ka}, T_{ki}$	gaya tarik baja dalam inti beton di sebelah kanan dan kiri join, N
$T_i$	gaya tarik, N
$u$	jarak antara sumbu lubang pada arah tegak lurus sumbu komponen struktur, mm
$V_b$	gaya gempa dasar, kN
$V_c$	gaya geser yang ditahan oleh beton, kN
$V_d$	kuat geser rencana baut, N
$V_g$	gaya geser balok akibat beban grafitasi, kN
$V_n$	kuat geser nominal baut, N
$V_s$	gaya geser yang ditahan tulangan geser, kN
$V_{D,b}$	gaya geser balok akibat beban mati, kN
$V_{D,k}$	gaya geser kolom akibat beban mati, kN

$V_{E,b}$	gaya geser balok akibat gempa, kN
$V_{E,k}$	gaya geser kolom akibat beban gempa, kN
$V_{L,b}$	gaya geser balok akibat beban hidup, kN
$V_{L,k}$	gaya geser kolom akibat beban hidup, kN
$V_{s,k}$	gaya geser yang ditahan tulangan geser kolom, kN
$V_{u,b}$	gaya geser rencana balok, kN
$V_{u,k}$	kuat geser rencana kolom, kN
$V_{E,k,\perp}$	gaya geser kolom akibat beban gempa arah tegak lurus portal, kN
$V_{jh}$	kuat geser horizontal perlu, kN
$V_{jv}$	kuat geser vertikal perlu, kN
$V_{kol}$	gaya geser horizontal kolom pada join, kN
$W$	beban angin
$W_D$	beban mati yang diakibatkan oleh berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap
$W_i$	beban pada tiap lantai, kN
$W_L$	beban hidup yang diakibatkan oleh semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung termasuk beban-beban yang berasal dari barang-barang yang berpindah-pindah
$W_t$	berat kombinasi beban mati dan beban hidup yang direduksi, kN
$W_w$	beban angin yang diakibatkan oleh semua beban yang bekerja pada gedung yang disebabkan oleh selisih dari tekanan udara, yang nilainya dikalikan dengan koefisien angin ( $c$ )
$w_u$	beban merata terfaktor, kN/m <sup>2</sup>

$x$	koefisien momen menurut tabel koefisien momem (PBI, 1971)
$x$	jarak serat tekan terluar ke garis netral, mm
$Z$	modulus penampang plastis
$Z_{ka}, Z_{ki}$	kopel momen antara gaya desak beton dan gaya tarik baja dalam inti beton di sebelah kanan dan kiri join.
$\alpha$	sudut kemiringan atap
$\alpha$	<i>adhesion factor</i>
$\alpha_k$	faktor distribusi momen kolom portal yang ditinjau sesuai dengan kekakuan relatif kolom atas dan kolom bawah.
$\beta$	faktor reduksi tinggi blok tegangan tekan ekivalen beton, 0,85
$\beta_d$	rasio perbandingan momen beban mati terfaktor terhadap momen total terfaktor
$\gamma$	berat volume tanah, kN/m <sup>3</sup>
$\lambda$	perbandingan lebar terhadap tebal (kelangsingan).
$\lambda_c$	parameter kelangsingan batang tekan
$\lambda_p$	batas perbandingan lebar terhadap tebal untuk penampang kompak
$\lambda_r$	batas perbandingan lebar terhadap tebal untuk penampang tak-kompak.
$\phi$	diameter tulangan pelat, mm
$\phi$	faktor reduksi kekuatan
$\phi_f$	faktor reduksi kekuatan saat fraktur
$\phi_o$	faktor penambahan kekuatan
$\omega_d$	faktor pembesar dinamis yang memperhitungkan pengaruh terjadinya sendi plastis pada struktur

$\rho$	rasio tulangan
$\rho_b$	rasio tulangan terhadap luas beton efektif dalam keadaan seimbang
$\rho_{maks}$	rasio tulangan maksimum
$\rho_{min}$	rasio tulangan minimum
$\epsilon_s$	regangan tulangan baja tarik
$\epsilon_s'$	regangan tulangan baja tekan
$\epsilon_y$	regangan leleh baja
$\epsilon_{cu}$	regangan beton, = 0,003
$\epsilon_{si}$	regangan tulangan baja tekan maupun tarik
$\psi$	kekakuan relatif
$\psi_A, \psi_B$	faktor kekangan ujung
$\delta_b$	faktor pembesar untuk momen akibat beban yang tidak menimbulkan goyangan berarti
$\delta_s$	faktor pembesar untuk momen akibat beban yang menimbulkan goyangan
$\Delta p$	unit panjang tiang, m
$\sum p \cdot \Delta L$	luas selimut tiang, m <sup>2</sup>
$\Delta p_{(i)}$	tegangan yang terjadi di tengah-tengah lapisan lempung, t/m <sup>2</sup>
$P_{o(i)}$	tegangan vertikal efektif di tengah-tengah lapis lempung, t/m <sup>2</sup>
$\Delta s_{(i)}$	penurunan masing-masing lapis lempung, m
$\sum \Delta s$	jumlah penurunan pada masing-masing lapis lempung, m