

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG BADAN KOORDINASI PENANAMAN MODAL (BKPM) JAKARTA

Laporan Tugas Akhir

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:

DENNY PURNAMA PUTERA

NPM. : 05 02 12248



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

YOGYAKARTA, DESEMBER 2009

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG BADAN KOORDINASI PENANAMAN MODAL (BKPM) JAKARTA

Oleh :

DENNY PURNAMA PUTERA

NPM. : 05 02 12248

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta,

Pembimbing

(Ir. P. Wiryawan Sarjono, MT.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

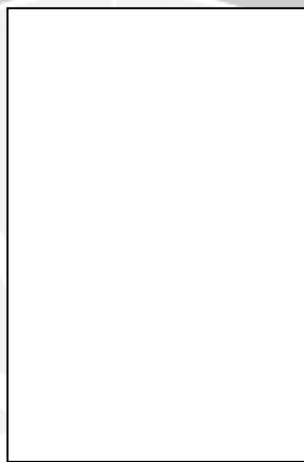
Ketua

(Ir. FX. Junaedi Utomo, M.Eng.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG BADAN KOORDINASI PENANAMAN MODAL (BKPM) JAKARTA



Oleh :

DENNY PURNAMA PUTERA

NPM. : 05 02 12248

telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua : Ir. P. Wiryawan Sarjono, MT.	_____	_____
Sekretaris : Ir. Ch. Arief Sudibyo	_____	_____
Anggota : Ir. F. Harmanto Djokowahjono, MT.	_____	_____

KATA HANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, perlindungan, dan kasih sayang-Nya yang tidak pernah berhenti mengalir dan selalu menyertai, yang selalu diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM) Jakarta. Tugas akhir ini merupakan syarat untuk menyelesaikan Program Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa begitu banyak pihak yang secara langsung maupun tidak langsung ikut ambil bagian dalam penulisan tugas akhir ini. Tidak banyak yang dapat penulis sampaikan selain ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ir. FX. Junaedi Utomo, M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ir. P. Wiryawan Sarjono, MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah begitu sabar dan penuh perhatian dalam membimbing serta memberikan begitu banyak bantuan dan dorongan sehingga penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan.
4. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mendidik, mengajar, dan membagikan ilmunya kepada penulis.
5. Bapak, Ibu, Donny, Ando dan Eyang Parman (almarhum) yang selama ini telah memberiku semangat, doa, cinta yang tak terganti, terima kasih.
6. Om Budi, Tante Ida, Om Wid dan Tante Isti, yang selama ini telah membantu saya dalam kelancaran menyelesaikan tugas akhir ini, terima kasih atas segalanya semoga Tuhan membalas kebaikan semua.
7. Kekasihku tercinta Silvika Erfanti Dewi Halim yang terus memacu dan memberi semangat untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini dan dengan sabar terus membimbing agar tidak patah semangat, terima kasih atas segalanya semoga Tuhan membalas kebaikan semua.

8. My best friends Amal Fitra Iriansyah, Agata Laura Pangaribuan, Ratih Probowani Lestari yang telah memberi semangat dan doa selama ini. Agata Laura Pangaribuan (Lala) terima kasih karena mau menjadi temanku yang baik dan mengeti aku selama ini, dan atas dukungan serta semangat disaat susah sehingga kita dapat menuju sampai ketahap ini.
9. Teman-teman angkatan 2005, lusy, iin, risky, damar, roy, felix, tino, ana, miko, gustaf, aheng, hansen, sari, nia, novi, ayu, deby, ocha, erni, dian, posa, epen, yusak, panji, kadek, serta kak jack yang telah banyak membantu penulis dalam berbagi ilmu selama perkuliahan dan menjadi teman yang baik.
10. Teman-teman KKN Padukuhan Kenteng semester ganjil 2009, Creza, Andrew, Ronny, Mimi, Oki, Desta yang telah membantu memberi dukungan dan semangat selama ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu penyelesaian penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna perbaikan penulisan tugas akhir ini.

Yogyakarta, November 2009

Penulis,

Denny Purnama Putera

NPM.: 05 02 12248

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
KATA HANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Keaslian Tugas Akhir	5
1.5 Tujuan Tugas Akhir	5
1.6 Manfaat Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pembebanan Komponen Struktur	7
2.2 Perencanaan Terhadap Beban Lateral Gempa	8
2.2.1 Daktilitas Struktur Gedung	8
2.2.2 Tingkat Daktilitas Struktur Gedung	9
2.2.3 Penentuan Tingkat Daktilitas	10
2.3. Jenis Sistem Struktur Gedung	11
2.4. Balok.....	13

2.5. Balok Prategang	14
2.6. Kolom	17
2.7. Pelat	19
BAB III LANDASAN TEORI	20
3.1 Analisis Pembebanan.....	20
3.2 Analisis Beban Gempa	22
3.3 Perencanaan Pelat Lantai	27
3.4 Perencanaan Tangga	30
3.4.1 Tulangan lentur.....	30
3.4.2 Perencanaan susut.....	31
3.5 Perencanaan Balok	32
3.5.1 Tulangan lentur.....	33
3.5.2 Tulangan geser	36
3.5.3 Tulangan torsi	40
3.6 Perencanaan Balok Prategang	41
3.6.1 Perencanaan Lentur Balok Prategang	41
3.6.2 Perencanaan Tulangan Geser	45
3.6.3 Perencanaan Tulangan Torsi	47
3.7 Perencanaan Kolom	48
3.7.1 Kelangsingan Kolom	48
3.7.2 Tulangan Longitudinal	50
3.7.3 Tulangan Transversal	52
3.7.4 Hubungan Balok Kolom.....	54
3.8 Perencanaan Pondasi <i>Bored Pile</i>	55
3.8.1 Perencanaan <i>Bored Pile</i>	55

3.8.2	Kontrol Reaksi Masing-masing Tiang	57
3.8.3	Efisiensi Kelompok Tiang.....	58
3.8.4	Kontrol Terhadap Geser Dua Arah	58
3.8.5	Kontrol Terhadap Geser Satu Arah.....	59
3.8.6	Perencanaan Tulangan <i>Bored Pile</i>	60
BAB IV	ANALISIS STRUKTUR	61
4.1	Estimasi Balok Prategang	61
4.2	Estimasi Balok	62
4.3	Estimasi Tebal Pelat Lantai	64
4.3.1	Pelat Satu Arah.....	64
4.3.2	Pelat Dua Arah	70
4.4	Penulangan Pelat	76
4.4.1	Penulangan Pelat Satu Arah	76
4.4.1.1	Pelat Atap.....	76
4.4.1.2	Pelat Lantai	80
4.4.2	Penulangan Pelat Dua Arah.....	84
4.4.2.1	Pelat Atap.....	84
4.4.2.2	Pelat Lantai	88
4.5	Estimasi Kolom	92
4.6	Perencanaan Tangga	104
4.6.1	Perencanaan Dimensi Tangga Tipe 1	104
4.6.1.1	Pembebanan pada tangga	106
4.6.1.2	Penulangan pelat tangga dan bordes	108
4.6.1.3	Penulangan Balok Boedes	111
4.6.1.4	Kontrol Penampang Balok.....	112

4.6.1.5	Penulangan Longitudinal	117
4.6.2	Perencanaan Tangga Tipe 2.....	118
4.6.2.1	Pembebanan Tangga.....	120
4.6.2.2	Penulangan Pelat Tangga dan Bordes.....	122
4.6.2.3	Penulangan Balok Bordes.....	125
4.7	Analisis Pembebanan	131
4.7.1	Perhitungan berat bangunan	131
4.7.2	Perhitungan gaya gempa.....	131
4.7.3	Kinerja batas layan(Δ_s) dan batas ultimit(Δ_m).....	134
BAB V	PERANCANGAN STRUKTUR	135
5.1	Perhitungan Balok Struktur	135
5.1.1	Penulangan Lentur	135
5.1.2	Perhitungan Momen Nominal Balok.....	141
5.1.2.1	Menghitung Lebar Efektif	141
5.1.2.2	Menghitung Kapasitas Balok.....	141
5.1.3	Penulangan Geser	148
5.1.4	Penulangan Torsi Balok.....	154
5.2	Perencanaan Balok Prategang	155
5.2.1	Perencanaan Awal Tendon Prategang	155
5.2.2	Analisis Tegangan Penampang Balok Prategang ..	157
5.2.3	Perhitungan Selubung Tendon Prategang.....	163
5.2.4	Tinjauan Terhadap Kuat Perlu Balok Prategang ...	166
5.2.5	Momen Nominal Negatif (Balok Persegi).....	177
5.2.6	Momen Nominal Positif (Balok T).....	178
5.2.7	Penulangan Geser Balok Prategang.....	183

5.3	Perencanaan Kolom	190
5.3.1	Menentukan Kelangsingan Kolom	190
5.3.2	Penulangan Geser Kolom	201
5.3.3	Sambungan Hubungan Balok Kolom	205
5.4	Perencanaan Pondasi <i>Bored Pile</i>	207
5.4.1	Beban Rencana Pondasi	208
5.4.2	Jumlah Kebutuhan Tiang	211
5.4.3	Efisiensi Kelompok Tiang	212
5.4.4	Kontrol Reaksi Masing-masing Tiang	213
5.4.5	Analisis Geser Pondasi	214
5.4.6	Kontrol Terhadap Geser Dua Arah	216
5.4.7	Kontrol Terhadap Geser Satu Arah	218
5.4.8	Kontrol Pemindahan Beban Kolom Pada Pondasi	219
5.4.9	Perencanaan Tulangan <i>Poer</i>	219
5.4.10	Perencanaan Tulangan <i>Bored Pile</i>	220
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	222
6.1	Kesimpulan	222
6.2	Saran	223
	DAFTAR PUSTAKA	226
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No. Urut	No. Tabel	Nama Tabel	Halaman
1.	3.1	Koefisien ζ yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung	23
2.	3.2	Tebal Minimum Balok dan Pelat Satu Arah Non Prategang	32
3.	4.1	Estimasi Dimensi Kolom Ditinjau Pada Kolom C32	104
4.	4.2	Hitungan Berat Bangunan Tiap Lantai	131
5.	4.3	Ringkasan hasil perhitungan F_i dan gaya geser tingkat V_i	132
6.	4.4	Analisis T rayleigh akibat arah sumbu x	133
7.	4.5	Kinerja Batas Layan dan Kinerja Batas Ultimit Akibat Gaya Gempa Arah x	134
8.	5.1	Gaya geser akibat beban gravitasi	149
9.	5.2	Gaya geser akibat kombinasi beban gempa dan gravitasi	149
10.	5.3	Momen balok prategang akibat beban mati dan hidup	156
11.	5.4	eksentrisitas selubung tendon prategang	166
12.	5.5	Jumlah momen akibat beban terfaktor dan reaksi pelaksanaan prategang <i>envelope combo 19</i>	167
13.	5.6	Gaya geser yang terjadi di masing-masing muka kolom	185
14.	5.7	Gaya geser akibat kombinasi beban gempa dan gravitasi pada ujung balok prategang	185

DAFTAR GAMBAR

No. Urut	No. Gambar	Nama Gambar	Halaman
1.	2.1	Distribusi regangan penampang balok	14
2.	2.2	Diagram regangan untuk kegagalan eksentrisitas beban kolom	18
3.	3.1	Distribusi tegangan regangan balok	33
4.	3.2	Analisis lentur penampang balok prategang	42
5.	3.3	Analisis superposisi tegangan pada <i>partial presterssing</i> dan <i>full prestressing</i>	43
6.	3.4	Tampak atas perencanaan pondasi <i>bored pile</i>	57
7.	4.1	Dimensi pelat lantai 1 arah	64
8.	4.2	Sketsa balok T	65
9.	4.3	Sketsa balok T	66
10.	4.4	Sketsa balok tepi	67
11.	4.5	Sketsa balok T	68
12.	4.6	Dimensi pelat lantai 2 arah	70
13.	4.7	Sketsa balok T	71
14.	4.8	Sketsa balok T	72
15.	4.9	Sketsa balok tepi	73
16.	4.10	Sketsa balok T	74
17.	4.11	Dimensi penulangan pelat atap 1 arah	76
18.	4.12	Dimensi penulangan pelat lantai 1 arah	80
19.	4.13	Dimensi penulangan pelat atap 2 arah	84
20.	4.14	Dimensi penulangan pelat lantai 2 arah	88
21.	4.15	<i>Tributary Area</i> pada kolom B-5	93
22.	4.16	<i>Tributary Area</i> pada kolom B-5	94
23.	4.17	Ruang tangga Tipe 1	105
24.	4.18	Penampang tangga	106
25.	4.19	Pembebanan pada tangga	107

No. Urut	No. Gambar	Nama Gambar	Halaman
26.	4.20	Momen-momen yang terjadi pada pertemuan pelat tangga dan pelat bordes	112
27.	4.21	Dimensi Keliling Balok T	113
28.	4.22	Daerah Aoh	114
29.	4.23	Penulangan Balok Dengan Tulangan Longitudinal dan Geser	118
30.	4.24	Ruang Tangga Tipe 2	119
31.	4.25	Penampang Tangga	120
32.	4.26	Pembebanan pada Tangga	121
33.	4.27	Penulangan Lapangan Balok Bordes	128
34.	4.28	Penulangan Tumpuan Balok Bordes	130
35.	5.1	Penampang tumpuan balok	138
36.	5.2	Penampang lapangan balok	141
37.	5.3	Penampang melintang balok T	142
38.	5.4	Gaya geser akibat beban gravitasi	148
39.	5.5	Detail penulangan geser tumpuan	151
40.	5.6	Detail penulangan geser lapangan	153
41.	5.7	Dimensi keliling balok T	154
42.	5.8	Penampang rencana dan alinyemen balok prategang	155
43.	5.9	Penampang komposit balok prategang	161
44.	5.10	Selubung garis cgc untuk tendon prategang	166
45.	5.11	Penampang melintang balok prategang dan diagram tegangan regangan	169
46.	5.12	Detail penulangan lentur balok prategang (tumpuan)	172
47.	5.13	Penampang melintang balok prategang dan diagram tegangan regangan	174

No. Urut	No. Gambar	Nama Gambar	Halaman
48.	5.14	Detail penulangan lentur balok prategang (lapangan)	177
49.	5.15	Penampang melintang balok persegi prategang	177
50.	5.16	Penampang balok komposit T prategang	178
51.	5.17	Penampang balok komposit T prategang	179
52.	5.18	Gaya geser akibat beban gravitasi	184
53.	5.19	Detail penulangan geser didalam sendi plastis	187
54.	5.20	Detail penulangan geser diluar sendi plastis	189
55.	5.21	Nomogram	191
56.	5.22	Diagram interaksi $M - P$ menggunakan analisa manual	200
57.	5.23	Diagram interaksi $M - P$ menggunakan analisa program <i>PCACOL</i>	201
58.	5.24	Detail penulangan kolom C32	205
59.	5.25	Analisis geser dari HBK kolom C32 arah sumbu y	206
60.	5.26	Denah susunan tiang pancang dari atas	212
61.	5.27	Denah susunan tiang pancang tampak samping	212
62.	5.28	Daerah pembebanan untuk geser dua arah	216
63.	5.29	Gambar daerah kritis pondasi untuk geser satu arah	218

DAFTAR LAMPIRAN

No Urut	No Lampiran	Nama Lampiran	Halaman
1	1	Gambar Denah Balok Kolom Atap	228
2	2	Gambar Denah Balok Kolom Lantai 1 - 8	229
3	3	Gambar Portal Potongan Memanjang	230
4	4	Gambar Portal Potongan Melintang	231
5	5	Gambar Penulangan Pelat Atap 1 Arah	232
6	6	Gambar Potongan Pelat 1 Arah Pada Atap	233
7	7	Gambar Penulangan Pelat Atap 2 Arah	234
8	8	Gambar Potongan Pelat 2 Arah Pada Atap	235
9	9	Gambar Penulangan Pelat Lantai 1 Arah	236
10	10	Gambar Potongan Pelat 1 Arah Pada Lantai	237
11	11	Gambar Penulangan Lantai Atap 2 Arah	238
12	12	Gambar Potongan Pelat 2 Arah Pada Lantai	239
13	13	Gambar Detail Penulangan Balok B25	240
14	14	Gambar Detail Penulangan Balok Prategang	241
15	15	Gambar Detail Penulangan Kolom C32	242
16	16	Gambar Detail Penulangan <i>Pile Cap</i>	243
17	17	Gambar Penulangan <i>Bored Pile</i>	244
18	18	Gambar Detail Penulangan Tangga	245
19	19	Tabel Penulangan Lentur, Momen Kapasitas, Penulangan Geser di Dalam dan Geser di Luar Sendi Plastis Balok B25	247
20	20	Tabel Penulangan Longitudinal dan Geser Kolom C32	319
21	21	Tabel Massa Bangunan	322
22	22	Tabel <i>Displacement</i> Arah X dan Y	323
23	23	Gaya-gaya Output Etabs Untuk Balok	324
24	24	Gaya-gaya Output Etabs Untuk Balok Prategang	349
25	25	Gaya-gaya Output Etabs Untuk Kolom	355
26	26	Gaya-gaya Output SAP Untuk Tangga	357
27	27	Tabel Gaya-gaya Pada Pondasi	358
28	28	Tabel Momen di Dalam Pelat Persegi	359
29	29	Hasil Pengujian Tanah Dengan CPT	360
30	30	Gambar Momen Untuk Portal As B	367
31	31	Gambar Momen Untuk Portal As 5	368

INTISARI

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG BADAN KOORDINASI PENANAMAN MODAL (BKPM) JAKARTA, Denny Purnama Putera, NPM 05.02.12248, tahun 2009, Bidang Keahlian Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Perencanaan struktur bangunan terutama bangunan gedung bertingkat tinggi memerlukan suatu analisis struktur yang mengarah pada perencanaan bangunan tahan gempa. Dalam tugas akhir ini, penulis mempelajari bagaimana merancang elemen-elemen struktur pada bangunan Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM) Jakarta agar gedung tersebut mampu mendukung beban-beban yang bekerja.

Gedung yang dirancang merupakan gedung 8 lantai dan terletak pada wilayah gempa 3. Analisis struktur gedung menggunakan ETABS dengan tinjauan 3 dimensi sehingga dihasilkan gaya aksial, gaya geser dan momen. Perancangan struktur gedung meliputi perancangan pelat atap, pelat lantai, balok, balok prategang, kolom, pondasi *bored pile*. Beban yang dianalisis meliputi beban gravitasi yang terdiri dari beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Mutu beton $f_c = 35$ MPa, mutu baja $f_y = 400$ MPa (BJTD) untuk $\varnothing \geq 13$ mm sedangkan untuk $\varnothing < 12$ mm menggunakan $f_y = 240$ MPa. Sistem struktur yang digunakan adalah terdiri dari rangka ruang beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang.

Hasil perencanaan struktur dalam penulisan tugas akhir ini berupa momen, gaya aksial, dan gaya geser untuk perencanaan penulangan komponen-komponen struktur, yaitu jarak dan dimensi tulangan. Tebal pelat atap dan lantai yang digunakan adalah 160 mm, untuk arah memanjang dan arah melebar digunakan tulangan $\varnothing 10$ mm. Dimensi balok 400/700 mm digunakan tulangan lentur $\varnothing 22$ mm dan sengkang $\varnothing 10$ mm. Dimensi Balok Prategang 450/950 digunakan tulangan tendon 19 buah tujuh *wire strand* dan tulangan lentur $\varnothing 22$ mm dan sengkang $\varnothing 10$ mm. Dimensi kolom lantai lantai 1 – lantai 4 adalah 1000/1000 mm dan lantai 5 – lantai 8 adalah 800/800 mm digunakan tulangan longitudinal $\varnothing 25$ mm dan sengkang $\varnothing 13$ mm. Pada pondasi *bored pile* digunakan tiang berukuran diameter 50 cm dengan tulangan pokok $\varnothing 19$ mm, sedangkan *pile cap* berukuran 3 m x 3 m dan tebal 0,7 m dengan tulangan arah memanjang dan melebar $\varnothing 19$ mm.

Kata kunci : pelat, balok, balok prategang, kolom, pondasi *bored pile*.