

**PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG
TOWER CAMBRIDGE – APARTEMEN GRAND BABARSARI
MENGUNAKAN SNI 2847-2013 DAN SNI 1726-2012**

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :
TARSISIUS GURITNA
NPM : 10 02 13570



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
Februari 2015**

**PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG
TOWER CAMBRIDGE – APARTEMEN GRAND BABARSARI
MENGUNAKAN SNI 2847-2013 DAN SNI 1726-2012**

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :
TARSISIUS GURITNA
NPM : 10 02 13570



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
Februari 2015**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG TOWER CAMBRIDGE – APARTEMEN GRAND BABARSARI MENGUNAKAN SNI 2847-2013 DAN SNI 1726-2012

Oleh :
TARSISIUS GURITNA
NPM : 10 02 13570

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 24/02/2015

Pembimbing



(Ir. Wiryawan Sarjono P., MT.)

Disahkan oleh :
Program Studi Teknik Sipil
Ketua



(Sudjati, S.T., M.T.)

PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG TOWER CAMBRIDGE – APARTEMEN GRAND BABARSARI MENGUNAKAN SNI 2847-2013 DAN SNI 1726-2012



Oleh :

TARSISIUS GURITNA

NPM : 10 02 13570

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tandatangan	Tanggal
Ketua : Ir. Wiryawan Sarjono P., M.T.		24/02/2015
Sekretaris : Siswadi, S.T., M.T.		24/02/2015
Anggota : Ir. Haryanto Y. W., M.T.		24/2-15

KATA HANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Laporan ini disusun sebagai syarat kelulusan pendidikan tinggi Strata satu Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penyusun menyadari tanpa bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak, penyusun akan mengalami kesulitan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini, antara lain kepada:

1. bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M. Eng., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
2. bapak J. Januar Sudjati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
3. bapak Ir. Wiryawan Sarjono P., M.T., selaku Dosen Pembimbing;
4. keluarga penulis yang sudah mendukung selama pengerjaan tugas akhir ini;
5. dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Yogyakarta, Februari 2014

Penyusun

Tarsisius Guritna

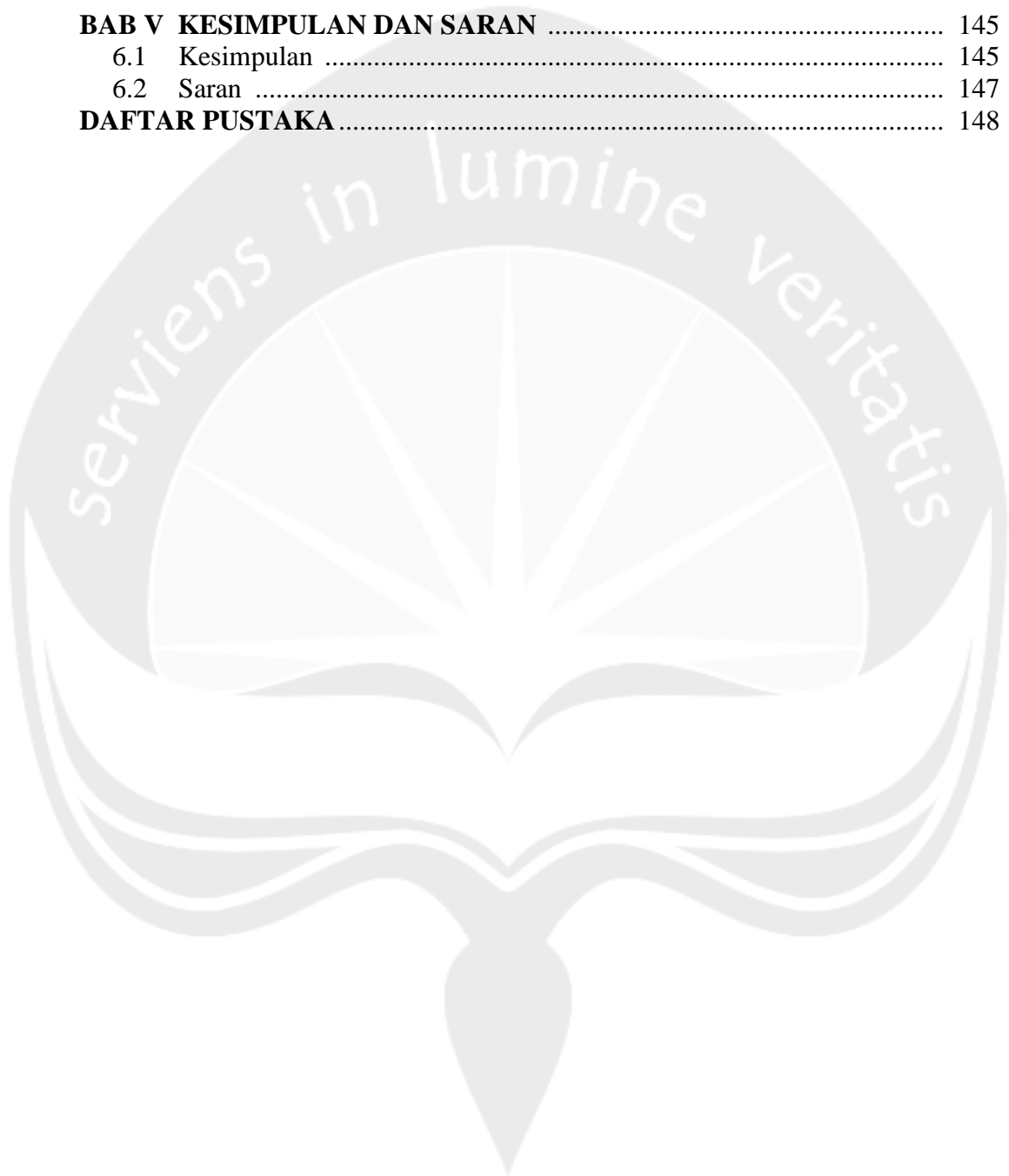
NPM : 100213570

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA HANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR NOTASI	xi
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Keaslian Tugas Akhir	3
1.5 Tujuan Tugas Akhir	4
1.6 Manfaat Tugas Akhir	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Teori Pembebanan pada Lantai	5
2.2 Analisis Beban Gempa (SNI 1726-2012)	6
2.2.1 Gempa Rencana	6
2.2.2 Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Struktur Bangunan	6
2.2.3 Kombinasi Beban dan Pengaruh Beban Gempa	7
2.2.4 Klasifikasi Situs	8
2.2.5 Parameter Percepatan Terpetakan	11
2.2.6 Parameter Percepatan Gempa	11
2.2.7 Parameter Percepatan Spektral Desain	13
2.2.8 Kategori Desain Seismik (KDS)	13
2.2.9 Sistem Struktur dan Parameter Struktur	14
2.2.10 Faktor Redundansi	14
2.2.11 Prosedur Perhitungan Gaya Lateral Ekuivalen	15
2.3 Perhitungan Struktur Beton Bertulang (SNI 2847-2013)	20
2.3.1 Kekuatan Desain	20
2.3.2 Pelat Satu Arah	21
2.3.3 Pelat Dua Arah	22
2.3.4 Komponen Struktur Lentur SRPMK	26
2.3.5 Komponen Struktur Lentur SRPMK yang Menerima Beban Lentur dan Beban Aksial	29
2.2.6 Joint Rangka Momen Khusus	34
2.2.7 Pondasi	35
BAB III ESTIMASI DIMENSI ELEMEN STRUKTUR	40
3.1 Estimasi Dimensi Balok	40
3.2 Estimasi Tebal Pelat	43
3.3 Estimasi Dimensi Kolom	46
3.2.1 Beban Kolom	46

3.4	Perhitungan Gempa Berdasarkan SNI 1726-2012	62
3.4.1	Kategori Resiko	62
3.4.2	Faktor Keutamaan	62
3.4.3	Parameter S_s dan S_I	63
3.4.4	Kelas Situs	63
3.4.5	Koefisien Situs	64
3.4.6	Parameter Percepatan Spektral Respons pada Periode dan Periode 1 Detik (S_{MI}) berdasarkan MCE_R	64
3.4.7	Parameter Percepatan Spektral Respons Rencana pada Periode Pendek (S_{DS}) dan Periode 1 detik (S_{DI})	64
3.4.8	Kategori Desain Seismik (KDS)	65
3.4.9	Pemilihan Sistem Struktur	65
3.4.10	Desain Respons Spektrum	66
3.4.11	Periode Fundamental Struktur	66
3.4.12	Koefisien Respons Seismik	67
3.4.13	Geser Dasar Seismik	68
3.4.14	Simpang Antar Lantai Ijin (Δ_a)	68
BAB IV	ANALISIS STRUKTUR	71
4.1	Kombinasi Pembebanan	71
4.2	Perencanaan Pelat	72
4.2.1	Pembebanan Pelat	72
4.2.2	Penulangan Pelat Atap dan pelat lantai	73
4.3	Perencanaan Tangga	80
4.3.1	Tangga (H= 3,5 m)	80
4.3.2	Pembebanan Tangga	83
4.3.3	Penulangan Tangga dan Bordes	85
4.3.4	Penulangan Balok Bordes	90
4.4	Perencanaan Balok	101
4.4.1	Perhitungan Balok B11 (B194) Lantai Atap 300x500 mm ²	101
4.4.1.1	Tulangan Longitudinal	103
4.4.1.2	Tulangan Transversal	107
4.5	Perencanaan Kolom C91 lantai 9 400x400 mm ²	112
4.5.1	Pemeriksaan syarat Kolom SRPMK	112
4.5.2	Pengaruh Kelangsingan Kolom	113
4.5.3	Kuat Lentur Kolom	116
4.5.4	Perhitungan Tulangan Longitudinal	111
4.5.5	Perhitungan Tulangan Transversal	122
4.6	Perencanaan Hubungan Balok Kolom (HBK) 102 lantai 9	129
4.7	Perencanaan Pondasi <i>Bored Pile</i>	132
4.7.1	Beban rencana Pondasi	132
4.7.2	Jumlah Kebutuhan tiang	133
4.7.3	Efisiensi Kelompok Tiang	134
4.7.4	Kontrol Reaksi Tiang dan Gaya Geser Tiang	134
4.7.5	Kontrol terhadap Geser pada <i>Pilecap</i>	135
4.7.6	Kontrol pemindahan beban kolom pada Pondasi	138
4.7.7	Desain Tulangan <i>Pilecap</i>	138

4.7.8 Desain Tulangan <i>Bored Pile</i>	140
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	145
6.1 Kesimpulan	145
6.2 Saran	147
DAFTAR PUSTAKA	148



DAFTAR TABEL

2.1	Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk beban Gempa.....	6
2.2	Faktor Keutamaan Gempa.....	7
2.3	Klasifikasi Situs.....	9
2.4	Koefisien situs, F_a	12
2.5	Koefisien situs, F_v	12
2.6	Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan Perioda Pendek, S_{DS}	13
2.7	Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan Perioda 1 detik, S_{D1}	13
2.8	Faktor R , C_d , Ω_o	14
2.9	Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35% gaya geser dasar	15
2.10	Koefisien Untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung.....	17
2.11	Nilai Parameter Perioda Pendekatan C_t dan x	17
2.12	Simpangan Antar Lantai Ijin	20
2.13	Tebal Minimum Pelat Satu Arah.....	22
2.14	Tabel Tebal Minimal Pelat Dua Arah.....	23
2.15	Momen Terfaktor pada Pelat Dua Arah.....	25
3.1	Tinggi Minimum Balok.....	40
3.2	Estimasi Awal Dimensi Balok.....	43
3.3	Beban Mati Dinding Habel.....	48
3.4	Estimasi Dimensi Kolom C-91.....	62
3.5	Perhitungan Nilai N SPT.....	63
3.6	Simpangan antar lantai dan simpangan antar lantai ijin arah x...	70
3.7	Simpangan antar lantai dan simpangan antar lantai ijin arah y...	70
4.1	Pembebanan Pelat Atap.....	72
4.2	Pembebanan Pelat Lantai.....	73
4.3	Nilai koefisien momen untuk $l_y/l_x = 1,71$	74
4.4	Rekap Data Ruang Tangga.....	82
4.5	Rekap Data Pembebanan Pada Tangga.....	84
4.6	Rekap Data Momen dan Gaya Geser Maksimum pada Tangga..	85
4.7	Rekap Data Penulangan Tangga.....	90
4.8	Rekap Data Penulangan Bordes	90
4.9	I_b/I_b	114
4.10	I_k/I_k	112

DAFTAR GAMBAR

2.1	Geser Desain untuk balok dan kolom SRPMK.....	30
3.1	Denah Pelat.....	43
3.2	<i>Tributary Area</i> Kolom C91.....	48
3.3	Grafik Respons Spektrum Tanah Sedang (D)	65
4.1	Sketsa pelat ukuran 2625 mm x 4500 mm.....	74
4.2	Optrade dan antrade tangga.....	81
4.3	denah tangga.....	82
4.4	<i>Dead Load</i> tangga.....	84
4.5	<i>Live Load</i> tangga.....	84
4.6	Detail Tulangan Longitudinal Balok Bordes 250x400.....	100
4.7	Detail Tulangan Transversal Balok Bordes 250x400.....	100
4.8	Detail Tulangan Longitudinal Balok B194 300x500.....	111
4.9	Detail Tulangan Transversal Balok B194 300x500.....	111
4.10	Detail Tulangan Longitudinal Kolom C91 500x500.....	128
4.11	<i>SFD joint</i>	131
4.12	Sketsa <i>Pilecap</i>	134
4.13	Penampang Kritis Geser dua arah.....	136

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Gambar Denah Struktur dan Portal	149
Lampiran 2	<i>Output</i> ETABS Tangga	152
Lampiran 3	Gambar Tulangan Tangga	160
Lampiran 4	Gambar Tulangan Balok Bordes	163
Lampiran 5	Tabel Tulangan Pelat	164
Lampiran 6	Gambar Tulangan Pelat	167
Lampiran 7	<i>Output</i> ETABS Balok	171
Lampiran 8	Tabel Tulangan Balok	188
Lampiran 9	Gambar Tulangan Balok	204
Lampiran 10	<i>Output</i> ETABS Kolom kombinasi 19.....	206
Lampiran 11	<i>Output</i> ETABS Kolom EX-EY	210
Lampiran 12	Diagram Interaksi Kolom	212
Lampiran 13	Tabel Tulangan Kolom	214
Lampiran 14	Gambar Tulangan Kolom	217
Lampiran 15	Data Penyelidikan Tanah	218
Lampiran 16	<i>Output</i> ETABS Pondasi	219
Lampiran 17	Diagram Interaksi Momen dan aksial Pondasi	225
Lampiran 18	Gambar Tulangan Pondasi	229

DAFTAR NOTASI

a	tinggi blok tegangan persegi ekivalen	(mm)
A_b	luas alas tiang <i>base flow</i> (aliran dasar)	(m ²)
A_{ch}	luas komponen struktur yang diukur sampai tepi luar tulangan transversal	(mm ²)
A_g	luas bruto penampang beton kolom	(mm ²)
A_p	luas <i>pilecap</i>	
A_{sh}	luas penampang total tulangan transversal dalam rentang spasi s	(mm ²)
A_{st}	luas penampang tulangan kolom	(mm ²)
θ	arc tan (diameter tiang /jarak antar tiang)	
b_c	dimensi penampang inti kolom yang terkekang	(mm)
b_o	penampang kritis	
b_w	lebar komponen lentur	
c_c	gaya tekan beton	(N)
C_d	faktor amplifikasi defleksi ditentukan oleh jenis struktur penahan gaya gempa terpilih	
C_s	koefisien respons seismik.	
C_{vx}	faktor distribusi vertikal minimum harian	
d	tinggi efektif penampang komponen lentur	
D	diameter tiang	(m)
d_c	ketebalan total dari lapisan-lapisan tanah kohesi di dalam lapisan 30 meter paling atas	(m)
d_i	tebal setiap lapisan antara kedalaman 0 sampai 30 m	
DL	beban mati	
d_s	ketebalan total lapisan tanah non-kohesif 30 m paling atas	
E	beban gempa	
E_{cb}	modulus elastisitas balok beton	(MPa)
E_{cs}	modulus elastisitas pelat beton	(MPa)
E_h	pengaruh beban gempa horizontal	
E_v	pengaruh beban gempa vertikal rangking	
f	gaya gesek yang terjadi pada tiang	(kN/m ²)
f_y	kekuatan leleh tulangan	(MPa)
f_{yt}	kuat leleh tulangan transversal	(MPa)
f'_c	kekuatan tekan beton	(MPa)
h_i dan h_x	tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x	(m)
I_b	momen inersia balok tak retak	(mm ⁴)
I_e	faktor keutamaan gempa yang ditentukan kategori risiko curah hujan bulanan	
I_s	momen inersia pelat tak retak	(mm ⁴)
k		

eksponen yang terkait dengan perioda struktur berikut ini:

struktur dengan perioda 0,5 atau kurang, $k=1$

struktur dengan perioda 2,5 atau lebih, $k=2$

struktur dengan perioda 0,5 -2,5

K	$k=2$, atau interpolasi linear antara 1 dan 2	
l	keliling tiang <i>bored pile</i>	(m)
L	lebar <i>pilecap</i>	(m)
LL	panjang tiang	
ℓ_n	beban hidup	(mm)
L_r	panjang bentang bersih	
m	beban hidup pada atap	
$M_{E,a}$	jumlah deret tiang	(kNm)
$M_{E,b}$	momen di kolom di atas joint karena gaya gempa	(kNm)
M_n	momen di kolom di bawah joint karena gaya gempa	(N-mm)
$M_{nc,a}$	momen nominal	(kNm)
$M_{nc,b}$	momen nominal kolom di atas joint	(kNm)
$\sum M_{nb}$	momen nominal kolom di bawah joint	(kNm)
$\sum M_{nc}$	jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint	(kNm)
	jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint. Kekuatan lentur kolom harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, sesuai dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan nilai	
M_{pr1}	kekuatan lentur nominal terendah	(kNm)
	probable moment di perletakan 1 akibat goyangan ke	
M_{pr2}	kiri atau ke kanan	(kNm)
	probable moment di perletakan 1 akibat goyangan ke	
M_u	kiri atau ke kanan	(N-mm)
M_x	momen terfaktor	(kN-m)
	momen yang bekerja pada tiang tegak lurus sumbu x yang bekerja pada pondasi, diperhitungkan terhadap	
M_y	pusat berat seluruh tiang yang terdapat dalam pilecap	(kN-m)
	momen yang bekerja pada tiang tegak lurus sumbu y yang bekerja pada pondasi, diperhitungkan terhadap	
n	pusat berat seluruh tiang yang terdapat dalam pilecap	
N	jumlah tiang dalam satu pilecap	
N_i	beban normal dari kolom	
	tahanan penetrasi standar 60 persen energi (N_{60}) yang terukur langsung di lapangan tanpa koreksi dengan nilai	
P	≤ 305 pukulan/m.	(kN)
PI	beban yang diterima tiang	
P_k	indeks plastisitas	
P_{max}	kemampuan menahan gaya aksial oleh kolom	(kN)
P_u	beban terfaktor pada pondasi tiang	(kN)
Q_E	pengaruh gaya gempa horizontal dari V atau F_p	

Q_p	daya dukung pondasi yang diberikan oleh <i>point bearing</i>	(kN)
Q_s	daya dukung pondasi yang diberikan oleh friksi pada selimut	(kN)
Q_u	daya dukung terfaktor pondasi	(kN)
R	faktor modifikasi respons yang ditentukan oleh sistem penahan gempa yang dipilih	(kN)
RL	beban hujan	
R_n	kuat nominal	
s	spasi tulangan transversal	(Mpa)
S	jarak sumbu tiang ke tepi atau ke tiang yang lain	(mm)
S_1	parameter percepatan spektrum respons maksimum	(m)
S_{D1}	parameter percepatan spektrum respons desain pada periode 1,0 detik	
S_{DS}	parameter percepatan spektrum respons desain pada periode pendek	
s_{ui}	kuat geser niralir (dengan nilai tidak lebih dari 250 kPa)	(kPa)
T	periode fundamental struktur	(detik)
T_s	kuat tarik baja tulangan	(N)
U	kuat perlu periode fundamental struktur	(kN)
V	gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur	(kN)
V_c	kuat geser yang disumbangkan oleh beton	(kN)
V_e	gaya geser terfaktor balok akibat gempa	
V_n	kuat geser nominal	
v_{si}	kecepatan gelombang geser lapisan i	(kN)
V_u	gaya geser total terfaktor	(kN)
W	kadar air	(m/detik)
W	berat seismik efektif	(kN)
W	bagian berat seismik efektif total struktur (W)	(%)
w_i dan w_x	yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x	(kN)
WL dan W_u	beban angin	
x	Pengaruh beban gravitasi	
y	absis tiang terhadap titik berat kelompok tiang	(kN)
z	ordinat tiang terhadap titik berat kelompok tiang	(m)
α	lengan momen, jarak antara pusat gaya tarik dan pusat gaya tekan yang membentuk kopel	(m)
α_{fm}	rasio kekuatan lentur penampang balok terhadap kekuatan lentur pelat	(mm)
β	nilai rata-rata nilai α untuk semua balok pada tepi panel	
ρ	rasio dimensi panjang terhadap lebar kolom	
ρ	faktor redundansi	
ρ_s	rasio penulangan	
η	rasio tulangan spiral atau pengikat bulat	
δ_x	efisiensi	
Φ	defleksi pada lokasi yang disyaratkan	(mm)
	faktor reduksi kekuatan	

INTISARI

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG TOWER *CAMBRIDGE* - APARTEMEN GRAND BABARSARI MENGGUNAKAN SNI 2847-2013 DAN SNI 1726-2012, Tarsisius Guritna NPM 10 02 13570, tahun 2015, PPS Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Lahan terbuka yang semakin terbatas yang menyebabkan masyarakat memilih bangunan tingkat tinggi, dan munculnya beberapa peraturan baru SNI 2847-2013 dan 1726-2012 menyebabkan perlunya perancangan struktur gedung dengan persyaratan baru tersebut.

Tower *Cambride* Apartemen Grand Babarsari terdiri dari 1 basement, 9 lantai. Perancangan yang ditinjau adalah struktur gedung yang terdiri dari pelat lantai, balok, kolom, hubungan balok kolom (HBK) atau *joint*, pondasi dengan konstruksi beton bertulang. sistem struktur yang digunakan adalah SRPMK. Bangunan berada pada situs SD, dan KDS D. Pembebanan terdiri dari beban mati, beban hidup sesuai SNI 1727-1989 dan 1727-2013. Perencanaan elemen struktur menggunakan SNI 2847-2013. Mutu beton f'_c 25 MPa. Mutu baja f_y 240 MPa untuk diameter tulangan kurang dari 12 mm, f_y 400 MPa untuk diameter tulangan lebih dari 12 mm. Analisis perencanaan ketahanan gempa mengacu pada SNI 1726-2012. Analisis struktur menggunakan program *ETABS*.

Hasil perencanaan struktur yang diperoleh pada tugas akhir ini berupa dimensi tangga, pelat, balok, kolom, hubungan balok kolom (HBK) atau *joint*, pondasi *bored pile* dan penulangannya. Pelat dua arah untuk lantai atap dengan tebal 130 mm, tulangan pokok arah x dan y P8-150, tulangan susut P8-150. Balok Induk dimensi 300x500, tulangan longitudinal tumpuan atas 5D19, bawah 3D19, tulangan longitudinal lapangan atas 2D19, bawah 3D19, tulangan transversal 2P10-75 di daerah tumpuan dan 2P10-150 di daerah lapangan. Kolom dimensi 600x600, tulangan longitudinal 20D25, tulangan transversal 3D13-100 di sepanjang l_o dan 3D13-150 di luar l_o . *Joint* dengan tulangan pengikat 3D13-100. *Pilecap* menggunakan dimensi 5 m x 5 m, tebal 1,5 m. Tulangan bawah arah x dan y menggunakan D19-100, tulangan atas menggunakan D19-200. Pondasi *bored pile* digunakan tiang berukuran 1,00 m dengan tulangan longitudinal 24D22, spiral D13-50.

Kata kunci : SRPMK, pelat lantai, HBK, *joint*, *pilecap*, *bored pile*.