

**PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG KAMPUS
UNIVERSITAS PELITA HARAPAN SURABAYA**

Laporan Tugas Akhir

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari Universitas
Atma Jaya Yogyakarta**

Oleh :

**NATANAEL H SIMAMORA
NPM. : 02 02 11141**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA, 2009**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG KAMPUS
UNIVERSITAS PELITA HARAPAN SURABAYA**

**Oleh :
NATANAEL H SIMAMORA
NPM. : 02 02 11141**

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta,

Pembimbing

Ir. F. Harmanto Djokowahjono, M.T.

**Disahkan oleh :
Program Studi Teknik Sipil
Ketua**

Ir. Junaedi Utomo, M.Eng.

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG KAMPUS UNIVERSITAS PELITA HARAPAN SURABAYA

**Oleh :
NATANAEL H SIMAMORA
NPM. : 02 02 11141**

Telah diperiksa, disetujui dan diuji oleh Penguji

(Paraf) (Tanggal)

Ketua : Ir. F. Harmanto Djokowahjono, M.T.

Anggota : Ir. Agt. Wahjono, M.T.

Anggota : Ir. Pranawa Widagdo, M.T.

*Supaya sesuatu dapat “dibuktikan” oleh metode ilmiah maka sesuatu
itu haruslah dapat diulang-ulang*



"Waktu adalah mesin penjawab terbaik yang dimiliki setiap manusia, namun tidak semua manusia menyadari bahwa mereka mungkin tidak memiliki waktu sedangkan sebahagian lainnya menyadari hal itu namun tanpa sadar mereka justru sedang mengacuhkan waktu."

*Kupersembahkan buat :
Yesus Kristus sebagai pedoman langkahku; Kedua Orang
Tua, Kakak, serta Adik sebagai penyerta hidupku; "Bidadari" dan
juga Sahabat-Sahabatku sebagai warna kisah-ku.*

KATA HANTAR

Terimakasih Tuhan Yesus, karena dengan restu-Mu penulis pada akhirnya mampu untuk menyelesaikan tugas akhir dengan judul: Perencanaan Struktur Atas Gedung Kampus Universitas Pelita Harapan Surabaya ini.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam kesempatan ini tidak lupa penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M. Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. FX. Junaedi Utomo, M. Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Ir. F. Harmanto Djokowahjono, M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah begitu sabar dan penuh pengertian serta memberikan begitu banyak perhatian, bantuan dan dorongan sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai.
4. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Sipil Universitas Atma Jaya.

Semoga semua kebaikan yang penulis terima dari pihak-pihak diatas dapat menjadi berguna dan akan penulis jadikan pelecut semangat untuk menjadi pribadi yang lebih baik.

Yogyakarta, November 2009

Penulis

Natanael H Simamora

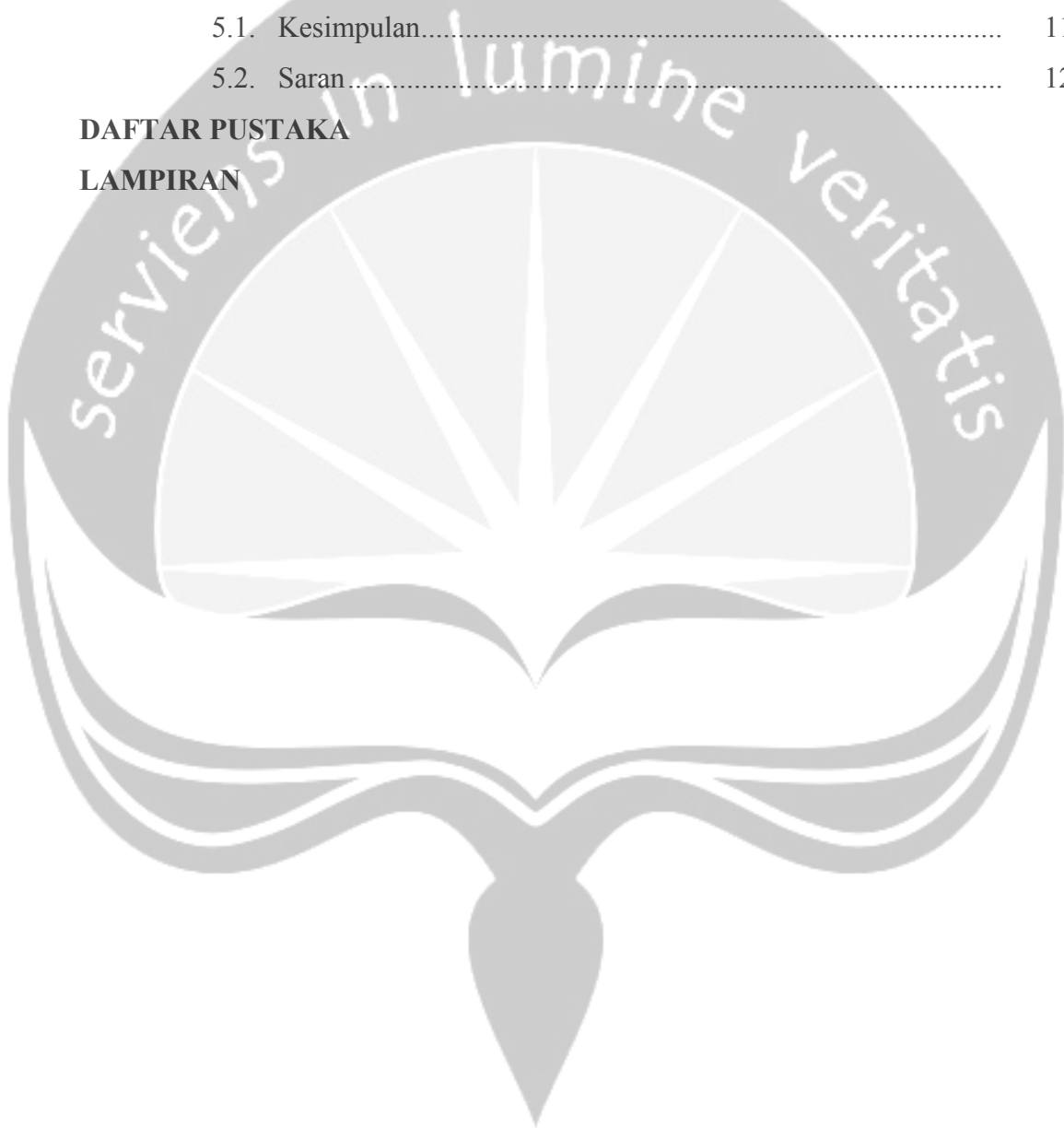
NPM : 02 02 11141/TS

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA HANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xiv
INTISARI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Keaslian Tugas Akhir	3
1.5. Tujuan Tugas Akhir	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pembebanan Struktur	5
2.2. Perencanaan Beton Bertulang	6
2.3. Pelat.....	7
2.4. Balok	8
2.5. Kolom.....	8
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1. Analisis Pembebanan	10
3.2. Kekuatan Struktur	13
3.3. Perencanaan Pelat.....	14
3.4. Perencanaan Balok	16

3.4.1. Perencanaan Balok yang Menahan Gaya Lentur.....	17
3.4.2. Perencanaan Balok yang Menahan Gaya Geser	19
3.5. Perencanaan Kolom	21
3.5.1. Perencanaan lentur kolom	21
3.5.2. Perencanaan kolom terhadap geser	23
3.6. Perencanaan Hubungan Balok Kolom	24
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN STRUKTUR.....	27
4.1. Perhitungan Pembebanan	27
4.1.1. Beban Mati Atap.....	27
4.1.2. Beban Mati Lantai	27
4.2. Perhitungan Gaya Gempa.....	29
4.3. Perencanaan Pelat.....	34
4.3.1. Beban Rencana Pelat	34
4.3.2. Penulangan Pelat	35
4.3.2.1. Pelat Tipe Atap	35
4.3.2.2. Pelat Lantai (Ruang Perkuliahan).....	40
4.4. Perencanaan Balok	45
4.4.1. Perencanaan Terhadap Lentur	46
4.4.2. Momen Nominal Negatif	59
4.4.3. Momen Nominal Positif.....	61
4.4.4. Perencanaan Terhadap Geser Balok.....	63
4.4.5. Perencanaan Terhadap Torsi	69
4.5. Perencanaan Kolom.....	78
4.5.1. Penulangan Longitudinal.....	78
4.5.2. Penulangan Transversal.....	91
4.6. Hubungan Balok Kolom.....	97
4.6.1. Hubungan Balok Kolom Arah X.....	97
4.6.2. Hubungan Balok Kolom Arah Y	100
4.7. Perencanaan Tangga.....	102
4.7.1. Perencanaan Dimensi Tangga	102
4.7.2. Pembebanan Tangga	103

4.7.3. Analisis Gaya Dalam Tangga.....	105
4.7.4. Penulangan Pelat Tangga	106
4.7.5. Penulangan Pelat Bordes	109
4.7.6. Pemeriksaan Lentur Tangga.....	112
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	119
5.1. Kesimpulan.....	119
5.2. Saran.....	120
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



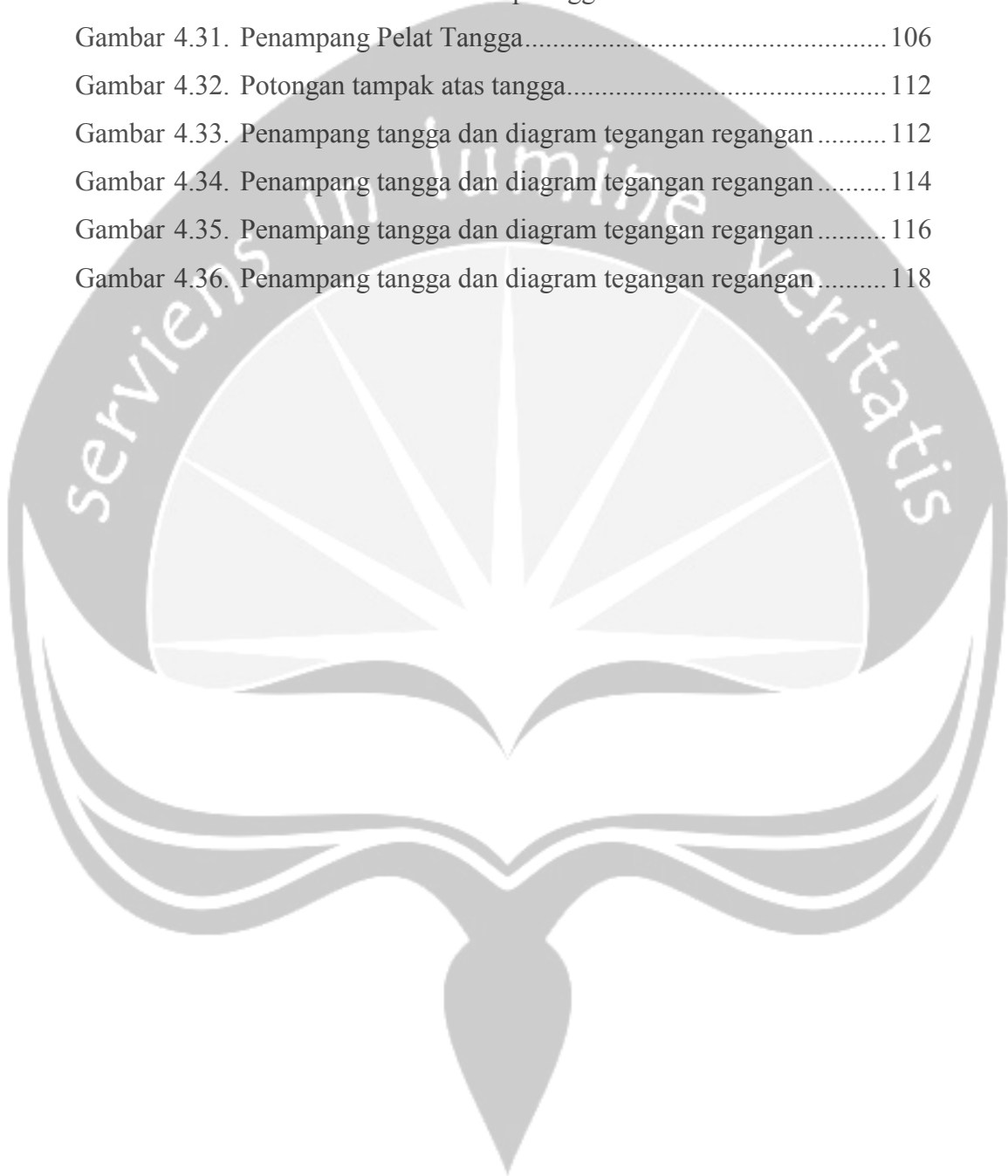
DAFTAR TABEL

Tabel3.1. Tebal minimum balok non-pratekan atau pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung	17
Tabel4.1. Beban mati atap dengan tebal 100 mm.....	27
Tabel4.2. Beban mati lantai dengan tebal plat 120 mm	27
Tabel4.3. Berat satuan beban pelat.....	28
Tabel4.4. Berat satuan elemen struktur	28
Tabel4.5. Perbandingan berat dan massa perhitungan manual dan <i>ETABS</i> 29	
Tabel4.6. Berat bangunan.....	31
Tabel4.7. Gaya geser tiap lantai akibat respon ragam pertama $T_1 = 0,9427$ detik.....	31
Tabel4.8. Analisis terhadap $T_{Rayleigh}$ akibat respon gempa arah sumbu Y	31
Tabel4.9. Simpangan dan drift antar tingkat akibat gaya gempa arah Sumbu Y.....	33
Tabel4.10. Drift antar tingkat dan syarat drift akibat gaya gempa arah Sumbu Y.....	33
Tabel4.11. Beban mati atap dengan tebal 100 mm.....	34
Tabel4.12. Beban mati lantai dengan tebal plat 120 mm	34
Tabel4.13. Hasil output <i>ETABS</i> untuk balok B1 arah x-x.....	46
Tabel4.14. Output analisis <i>ETABS</i> balok B1 arah x-x.....	63
Tabel4.15. Output <i>ETABS</i> kolom C7	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Pertemuan balok kolom	25
Gambar 4.1. Pelat atap.....	35
Gambar 4.2. Penampang pelat atap arah X	36
Gambar 4.3. Penampang pelat atap arah X	38
Gambar 4.4. Pelat lantai	40
Gambar 4.5. Penampang pelat lantai arah X	41
Gambar 4.6. Penampang pelat lantai arah X	43
Gambar 4.7. Penampang balok daerah tumpuan kiri.....	50
Gambar 4.8. Penulangan lentur pada daerah lapangan.....	55
Gambar 4.9. Penulangan lentur pada daerah tumpuan kanan.....	58
Gambar 4.10. Ilustrasi penulangan daerah tumpuan kiri momen nominal negatif.....	59
Gambar 4.11. Ilustrasi penulangan tumpuan kiri momen nominal positif ..	61
Gambar 4.12. Gaya geser akibat gempa kiri	64
Gambar 4.13. Gaya geser akibat beban gravitasi	64
Gambar 4.14. Gaya geser akibat kombinasi beban gravitasi dan gempa kiri	64
Gambar 4.15. Gaya geser akibat gempa kanan	65
Gambar 4.16. Gaya geser akibat beban gravitasi	65
Gambar 4.17. Superposisi gaya gempa kanan dan beban gravitasi.....	65
Gambar 4.18. Gaya geser balok.....	66
Gambar 4.19. Dimensi Keliling Balok T.....	70
Gambar 4.20. Daerah Aoh.....	71
Gambar 4.21. Tulangan Longitudinal Tambahan.....	78
Gambar 4.22. Ilustrasi arah pembebanan gempa terhadap kolom.....	84
Gambar 4.23. Penulangan kolom pada daerah plastis	96
Gambar 4.24. Penulangan kolom pada daerah diluar plastis.....	96
Gambar 4.25. Analisis geser dari HBK kolom C7 as G arah sumbu X.....	98
Gambar 4.26. Analisis geser dari HBK kolom C7 as G arah sumbu Y.....	100
Gambar 4.27. Rencana tangga tampak atas.....	102

Gambar 4.28. Potongan tangga.....	103
Gambar 4.29. Pembebanan beban mati tangga dan bordes	105
Gambar 4.30. Pembebanan beban hidup tangga dan Bordes	105
Gambar 4.31. Penampang Pelat Tangga.....	106
Gambar 4.32. Potongan tampak atas tangga.....	112
Gambar 4.33. Penampang tangga dan diagram tegangan regangan	112
Gambar 4.34. Penampang tangga dan diagram tegangan regangan	114
Gambar 4.35. Penampang tangga dan diagram tegangan regangan	116
Gambar 4.36. Penampang tangga dan diagram tegangan regangan.....	118



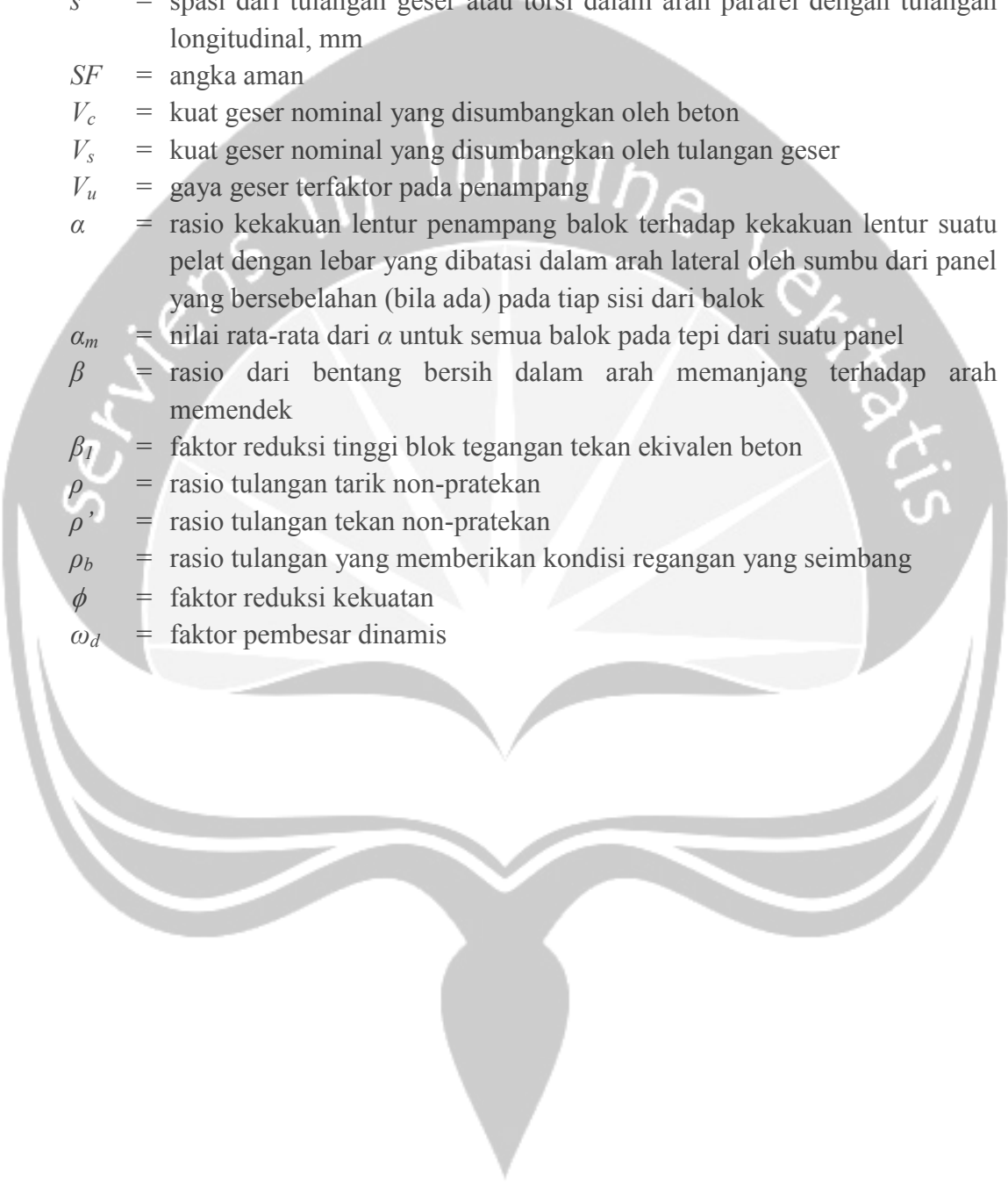
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Gambar Pemodelan Struktur 3D.....	124
Lampiran 2.	Gambar Denah Lantai 1-4	125
Lampiran 3.	Denah Rencana Lantai Atap	126
Lampiran 4.	Gambar Portal Struktur Arah Sumbu X	127
Lampiran 5.	Gambar Portal Struktur Arah Sumbu X	128
Lampiran 6.	Gambar Rencana Balok	129
Lampiran 7.	Momen Rencana Balok Arah Y Elevasi A	130
Lampiran 8.	Penulangan Lentur Balok Arah Y Elevasi A	131
Lampiran 9.	Momen Kapasitas Negatif Balok Arah Y Elevasi A	132
Lampiran 10.	Momen Kapasitas Positif Balok Arah Y Elevasi A	132
Lampiran 11.	Penulangan Geser Balok Arah Y Elevasi A	133
Lampiran 12.	Perhitungan Kebutuhan Sengkang Akibat Torsi Balok Arah Y Elevasi A.....	134
Lampiran 13.	Tulangan Tambahan Balok Arah Y Elevasi A Akibat Adanya Torsi.....	135
Lampiran 14.	Momen Nominal Balok Arah Y Elevasi A daerah Plastis Akibat Tulangan Terpasang.....	136
Lampiran 15.	Momen Nominal Balok Arah Y Elevasi A daerah diluar Plastis Akibat Tulangan Terpasang	136
Lampiran 16.	Momen Rencana Balok Arah Y Elevasi G	137
Lampiran 17.	Penulangan Lentur Balok Arah Y Elevasi G	138
Lampiran 18.	Momen Kapasitas Negatif Balok Arah Y Elevasi G	139
Lampiran 19.	Momen Kapasitas Positif Balok Arah Y Elevasi G	139
Lampiran 20.	Penulangan Geser Balok Arah Y Elevasi G	140
Lampiran 21.	Perhitungan Kebutuhan Sengkang Balok Arah Y Elevasi G Akibat Torsi	141
Lampiran 22.	Tulangan Tambahan Balok Arah Y Elevasi G Akibat Adanya Torsi.....	142

Lampiran 23. Momen Nominal Balok Arah Y Elevasi G daerah Plastis Akibat Tulangan Terpasang.....	143
Lampiran 24. Momen Nominal Balok Arah Y Elevasi G daerah diluar Plastis Akibat Tulangan Terpasang	143
Lampiran 25. Momen Rencana Balok Arah X Elevasi 1	144
Lampiran 26. Penulangan Lentur Balok Arah X Elevasi 1	148
Lampiran 27. Momen Kapasitas Negatif Balok Arah X Elevasi 1	154
Lampiran 28. Momen Kapasitas Positif Balok Arah X Elevasi 1	156
Lampiran 29. Penulangan Geser Balok Arah X Elevasi 1	158
Lampiran 30. Perhitungan Kebutuhan Sengkang Akibat Torsi Balok Arah X Elevasi 1.....	160
Lampiran 31. Kebutuhan Tulangan Tambahan Balok Arah X Elevasi 1 Akibat Adanya Torsi.....	162
Lampiran 32. Momen Nominal Balok Arah X Elevasi 1 pada Daerah Plastis Akibat Tulangan Terpasang.....	164
Lampiran 33. Momen Nominal Balok Arah X Elevasi 1 pada Daerah Luar Plastis Akibat Tulangan Terpasang	166
Lampiran 34. Gambar Rencana Pelat Atap.....	168
Lampiran 35. Gambar Rencana Pelat Lantai	169
Lampiran 36. Gambar Rencana Kolom.....	170
Lampiran 37. Nomogram Faktor Panjang Efektif.....	171
Lampiran 38. Diagram Interaksi <i>eod-Nod</i>	172
Lampiran 39. Diagram Interaksi <i>Mod-Nod</i>	173
Lampiran 40. Penulangan Lentur Kolom.....	174
Lampiran 41. Perhitungan Gaya Geser Kolom	176
Lampiran 42. Penulangan Geser Kolom	178
Lampiran 43. Gambar Rencana Tangga.....	181

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

a	= tinggi balok tegangan persegi ekuivalen, atau panjang bentang geser yaitu jarak antara beban terpusat dan muka tumpuan.
A_g	= luas bruto penampang, mm ²
A_s	= luas tulangan tarik non-pratekan, mm ²
A'_s	= luas tulangan tekan, mm ²
A_v	= Luas tulangan geser dalam daerah sejarak s , atau luas tulangan geser yang tegak lurus terhadap tulangan tarik dalam suatu daerah sejarak s pada komponen struktur lentur tinggi, mm ²
b	= lebar dari muka tekan komponen struktur, mm
b_w	= lebar badan balok
c	= jarak dari serat tekan terluar ke garis netral, mm
d	= jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik, mm
d'	= jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan, mm
D	= beban mati, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan beban mati
E	= pengaruh beban gempa, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan gempa
E_c	= modulus elastisitas beton, Mpa
E_s	= modulus elastisitas tulangan, MPa
f'_c	= kuat tekan beton yang diisyaratkan, MPa
f_y	= tegangan leleh yang diisyaratkan dari tulangan non-pratekan, MPa
h	= tinggi total komponen struktur, mm
I_b	= momen inersia terhadap sumbu titik pusat penampang bruto balok
I_s	= momen inersia terhadap sumbu titik pusat bruto pelat
k	= faktor panjang efektif komponen struktur tekan
l	= panjang bentang dari balok atau pelat satu arah dengan tulangan yang ditinjau
l_n	= bentang bersih untuk momen positif atau geser rata-rata dari bentang bersih yang bersebelahan untuk momen negatif atau panjang bentang bersih dalam arah momen yang dihitung, diukur dari muka ke muka tumpuan
L	= beban hidup atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengannya
m	= jumlah baris
M_{nak}	= kuat momen nominal suatu penampang
M_{pr}	= kuat momen lentur mungkin dari suatu komponen struktur
M_u	= momen terfaktor pada penampang
M_y	= momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu Y, KNm



M_x	= momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu X, KNm
N_u	= beban aksial terfaktor yang normal terhadap penampang
P_n	= kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas yang diberikan
s	= spasi dari tulangan geser atau torsi dalam arah paralel dengan tulangan longitudinal, mm
SF	= angka aman
V_c	= kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton
V_s	= kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser
V_u	= gaya geser terfaktor pada penampang
α	= rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur suatu pelat dengan lebar yang dibatasi dalam arah lateral oleh sumbu dari panel yang bersebelahan (bila ada) pada tiap sisi dari balok
α_m	= nilai rata-rata dari α untuk semua balok pada tepi dari suatu panel
β	= rasio dari bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah memendek
β_1	= faktor reduksi tinggi blok tegangan tekan ekuivalen beton
ρ	= rasio tulangan tarik non-pratekan
ρ'	= rasio tulangan tekan non-pratekan
ρ_b	= rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan yang seimbang
ϕ	= faktor reduksi kekuatan
ω_d	= faktor pembesar dinamis

INTISARI

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG KAMPUS UNIVERSITAS PELITA HARAPAN SURABAYA, Natanael H Simamora, NPM : 02 02 11141, PPS Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Perencanaan struktur dalam dunia teknik sipil harus selalu memperhatikan tiga aspek penting dalam penerapannya, yaitu fungsional, ekonomis, serta aman. Ketiga aspek ini menjadi sangat penting karena masing – masing memiliki keterkaitan antara satu dengan yang lain. Suatu struktur yang fungsional dan aman namun tidak mengindahkan aspek ekonomis maka akan sangat sulit diwujudkan, begitu pula apabila struktur tersebut fungsional dan ekonomis tanpa mengindahkan aspek keamanan maka struktur tersebut akan meningkatkan resiko dalam mewujudkannya. Dengan dilandasi hal tersebut maka perencanaan struktur atas gedung kampus universitas pelita harapan Surabaya ini mencoba menerapkan ketiga aspek tersebut dengan menggunakan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Gedung (SNI 03 – 2847 – 2002) dan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03 – 1726 – 2002) yang diakui di negara Indonesia sebagai acuan dalam perencanaan struktur.

Struktur yang direncanakan adalah struktur gedung sebagai fasilitas perkuliahan 5 lantai. Struktur berada di Surabaya yang terletak pada wilayah gempa 2. Gedung fasilitas perkuliahan ini akan direncanakan dengan menggunakan sistem struktur rangka pemikul momen berupa Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dengan daktilitas parsial. Analisis struktur dilakukan dengan memodelkan struktur dalam bentuk tiga dimensi memanfaatkan program bantu *ETABS*. Hasil output program ini akan digunakan untuk memperoleh gaya gaya dalam yang bekerja pada struktur yang kemudian akan digunakan dalam perencanaan lentur, geser maupun torsi. Perencanaan struktur ini akan mencakup struktur atas gedung yang berupa perencanaan pelat atap maupun pelat lantai, balok, kolom, serta tangga. Beban yang dianalisis berupa kombinasi akibat beban mati, beban hidup, beban gempa dan beban hujan.

Perencanaan memperoleh hasil dimensi balok yang digunakan berukuran $400 \times 700 \text{ mm}^2$ untuk balok induk dan $300 \times 500 \text{ mm}^2$ untuk balok anak, kolom berukuran $850 \times 850 \text{ mm}^2$, pelat dengan ketebalan 100 mm untuk pelat atap dan ketebalan 120 mm untuk pelat lantai. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa struktur memenuhi persyaratan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Gedung (SNI 03 – 2847 – 2002) untuk tinjauan terhadap lentur, geser maupun torsi. Kinerja struktur atas gedung juga memenuhi persyaratan kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit seperti yang disyaratkan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung SNI (03-1726-2002) sehingga gedung aman untuk digunakan.

Kata Kunci: Perencanaan, SRPMM, SNI 03 – 2847 – 2002, SNI 03-1726-2002, Lentur, Geser, Torsi.