

**PERENCANAAN GEDUNG HOTEL 7 LANTAI MENGGUNAKAN
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DI
YOGYAKARTA DENGAN *TEKLA STRUCTURAL DESIGNER***

Tugas Akhir

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh:

PRASANDY GILANG DEWANTARA

NIM: D100180223

kepada:

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PERENCANAAN GEDUNG HOTEL 7 LANTAI MENGGUNAKAN
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DI
YOGYAKARTA DENGAN *TEKLA STRUCTURAL DESIGNER***

Tugas Akhir

diajukan dan dipertahankan pada ujian pendadaran di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal Juli 2023

diajukan oleh:

PRASANDY GILANG DEWANTARA

NIM: D100180223

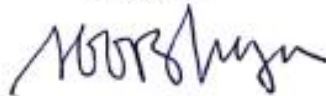
Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing



Nur Khotimah Handayani, S.T., M.Eng.
NIDN. 0605028901

Penguji I



Ir. Abdul Rochman, M.T.
NIDN. 0619026701

Penguji II



Ir. Budi Setiawan, S.T., M.T.
NIDN. 0622056901

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mencapai derajat Sarjana S1 Teknik Sipil

Surakarta

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIDN: 0603027401

Kaprodi Teknik Sipil

Ir. Anto Budi Istyawan, S.T., M.Sc.
NIDN: 0622036101

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir yang berjudul “PERENCANAAN GEDUNG HOTEL 7 LANTAI MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DI YOGYAKARTA DENGAN *TEKLA STRUCTURAL DESIGNER*” telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana S1 pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : Prasandy Gilang Dewantara

NIM : D100180223

Disetujui pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 10 Agustus 2023

Pembimbing



Nur Khotimah Handayani, S.T., M.Eng.

NIDN. 0605028901

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Prasandy Gilang Dewantara

NIM : Teknik / Teknik Sipil

Judul : Perencanaan Gedung Hotel 7 Lantai Menggunakan Sistem Rangka
Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Di Yogyakarta Dengan *Tekla
Structural Designer*


Menyatakan bahwa tugas akhir yang saya buat dan saya serahkan ini merupakan hasil karya saya bersama Ibu Nur Khotimah Handayani, S.T., M.Eng. kecuali kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan dari mana sumbernya. Berikut data-data yang tercantum adalah data asli yang dikumpulkan selama pelaksanaan tugas akhir. Jika terdapat data orang lain maka telah saya cantumkan sumbernya dengan jelas.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila di kemudian hari terdapat ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Surakarta,.....

Yang membuat pernyataan,



Prasandy Gilang Dewantara
NIM: D100180223

MOTTO

“Dan janganlah kamu (merasa) lemah, dan jangan (pula) bersedih hati, sebab kamu paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang beriman.”

(Q.S. Ali ‘Imran: 139)

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu, Allah yang mengetahui, sedangkan kamu tidak mengetahui.”

(Qs. Al-Baqarah 216)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S. Al-Insyirah: 5 – 6)

“Barangsiapa yang keluar untuk menuntut ilmu, maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang.”

(HR. Tirmidzi)

Apa yang Melewatkanku tidak akan pernah menjadi Takdirku, dan apa yang Ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanku.

(Umar bin Khattab RA.)

“Jangan takut jatuh, kerana yang tidak pernah memanjatlah yang tidak pernah jatuh. Jangan takut gagal, kerana yang tidak pernah gagal hanyalah orang-orang yang tidak pernah melangkah. Jangan takut salah, kerana dengan kesalahan yang pertama kita dapat menambah pengetahuan untuk mencari jalan yang benar pada langkah yang kedua.”

(Buya Hamka)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, atas kehadiran Allah SWT yang telah meridhoi, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dan saya persembahkan kepada orang-orang terkasih dalam hidup saya.

- 1). Ibu, Ayah, dan Kakak yang senantiasa mendoakan, memberikan semangat, dan mencurahkan kasih sayangnya sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- 2). Ibu Nur Khotimah Handayani, S.T., M.Eng., sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir yang selalu membantu dan sabar dalam membimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
- 3). Bapak Ir. Abdul Rochman, M.T., selaku penguji I yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang bermanfaat bagi penyusun.
- 4). Bapak Ir. Budi Setiawan, ST., M.T., selaku penguji II yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang bermanfaat bagi penyusun.
- 5). Seluruh Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah mengajarkan ilmunya berdasarkan keahlian pada bidang masing-masing.
- 6). Teman-teman Teknik Sipil UMS angkatan 2018, teman-teman CUBE UMS, teman-teman Griya Berkah Kos dan teman-teman kelompok mankon yang telah memberikan dukungan serta semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji dan syukur Penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan hidayahnya, sehingga dapat terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul **“PERENCANAAN GEDUNG HOTEL 7 LANTAI MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DI YOGYAKARTA DENGAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER”**. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Bersama dengan selesainya Tugas Akhir ini Penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- 1). Bapak Ir. Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 2). Bapak Ir. Anto Budi Listyawan, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Ibu Nur Khotimah Handayani, S.T., M.Eng., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat.
- 4). Bapak Ir. Abdul Rochman, M.T., selaku Dosen Penguji 1 dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan serta bimbingan yang juga sangat bermanfaat.
- 5). Bapak Ir. Budi Setiawan, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji 2, yang telah memberikan arahan serta bimbingan yang juga sangat bermanfaat.
- 6). Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
- 7). Bapak, Ibu, dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dorongan baik material maupun spiritual.
- 8). Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil angkatan 2018.

- 9). Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada Penyusun, senantiasa mendapatkan pahala dari Allah SWT.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala koreksi dan saran yang bersifat membangun Penyusun harapkan guna penyempurnaan Tugas Akhir ini. Besar harapan semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi Penyusun dan Pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR NOTASI.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Perencanaan.....	2
D. Manfaat Perencanaan	2
E. Batasan Masalah	2
F. Keaslian Tugas Akhir	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Perencanaan Gedung	5
B. Konsep Perencanaan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....	5
C. Perencanaan Struktur dengan Software Tekla Structural Designer	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	8
A. Konsep Desain Portal SRPMK	8
B. Tahap Awal Desain (Preliminary Design)	8
1. Preliminary Design Balok.....	8
2. Preliminary Design Pelat.....	9
3. Preliminary Design Kolom	9
C. Pembebanan Struktur.....	10

1. Beban Mati	10
2. Beban Hidup	10
3. Beban Gempa	10
D. Kombinasi Pembebanan	25
E. Perencanaan Elemen Struktur	26
1. Perencanaan pelat	26
2. Perencanaan tangga	28
3. Perencanaan Balok SRPMK	30
4. Perencanaan Kolom SRPMK	34
5. Perhitungan tulangan geser joint	37
F. Perencanaan Fondasi dan Pile Cap	40
1. Fondasi tiang pancang	41
2. Pile Cap	42
G. Perencanaan dengan Tekla Structural Designer	44
1. Tahapan perencanaan struktur	44
2. Keunggulan Tekla Structural Designer	48
3. Kelemahan Tekla Structural Designer	49
BAB IV METODE PERENCANAAN	50
A. Data Perencanaan	50
B. Alat Bantu Perencanaan	50
C. Pedoman yang Digunakan	51
D. Tahap Perencanaan	51
BAB V PRELIMINARY DESIGN	53
A. Perencanaan Dimensi Balok	53
B. Perencanaan Dimensi Pelat	54
C. Perencanaan Dimensi Kolom	56
BAB VI PERENCANAAN ELEMEN SEKUNDER	58
A. Perencanaan Pelat Lantai	58
1. Denah Pelat Lantai	58
2. Data – data perencanaan	59
3. Analisa Pembebanan	59

4. Perencanaan pelat lantai menggunakan Tekla Structural Designer	60
5. Perhitungan momen pelat lantai	63
6. Perhitungan tulangan pelat lantai	65
7. Perbandingan tulangan terpasang	76
B. Perencanaan Pelat Atap	80
1. Denah Pelat Atap	80
2. Data – data perencanaan	81
3. Analisa Pembebanan	81
4. Perencanaan pelat atap menggunakan Tekla Structural Designer	82
5. Perhitungan momen pelat atap	85
6. Perhitungan tulangan pelat atap	86
7. Perbandingan tulangan terpasang	95
C. Perencanaan Tangga	96
1. Perencanaan tangga menggunakan Tekla Structural Designer ..	97
2. Perhitungan tangga lantai 1	97
3. Perhitungan tangga lantai 2 sampai lantai 7	109
D. Perencanaan Balok Anak	120
1. Perencanaan balok anak menggunakan Tekla Structural Designer	120
2. Kecukupan dimensi balok anak	124
3. Perhitungan tulangan longitudinal	125
4. Tulangan Geser	130
5. Optimalisasi penulangan Tekla Structural Designer	135
BAB VII ANALISIS BEBAN GEMPA DAN PEMODELAN STRUKTUR 3D	141
A. Analisis Beban Gempa Respon Spektrum	141
1. Kategori risiko bangunan dan faktor keutamaan gempa	141
2. Klasifikasi situs desain seismik	141
3. Parameter percepatan gempa	142

4. Pemilihan sistem struktur penahan gempa.....	145
B. Pemodelan Struktur 3D dengan Tekla Structural Designer	145
1. Pengaturan kode desain.....	146
2. Pendefinisian material.....	146
3. Menentukan levels dan grid	147
4. Pendefinisian properti penampang struktur	148
5. Pemodelan Struktur.....	150
6. Pendefinisian pembebanan.....	151
7. Analisis dan desain struktur	155
8. Menampilkan report.....	156
C. Persyaratan Desain Seismik Struktur	157
1. Pemeriksaan ketidakberaturan struktur horizontal.....	157
2. Pemeriksaan ketidakberaturan struktur vertikal.....	161
3. Penentuan periode struktur.....	167
4. Gaya geser dasar seismik	167
5. Pemeriksaan simpangan antar tingkat.....	169
6. Pemeriksaan P-Delta	170
7. Modal Participating Mass Ratio.....	171
BAB VIII PERENCANAAN BALOK INDUK, KOLOM, DAN JOINT.....	173
A. Konsep perencanaan Tekla Structural Designer	173
B. Perencanaan Balok Induk	174
1. Perencanaan balok induk menggunakan Tekla Structural Designer	174
2. Kecukupan dimensi balok	177
3. Penulangan balok	179
4. Pemutusan tulangan	185
5. Perhitungan tulangan geser	186
6. Optimalisasi penulangan Tekla Structural Designer.....	193
C. Perencanaan Kolom.....	205
1. Perencanaan kolom menggunakan Tekla Structural Designer.....	206
2. Kecukupan dimensi kolom.....	210

3. Penulangan kolom.....	226
4. Penulangan joint.....	247
BAB IX PERENCANAAN FONDASI.....	252
A. Perencanaan Fondasi Tiang Pancang dan Pile Cap.....	252
1. Menentukan daya dukun ijin tekan	253
2. Menghitung jumlah tiang yang diperlukan	255
3. Menghitung efisiensi kelompok tiang.....	256
4. Beban maksimum setiap tiang pada kelompok tiang.....	257
5. Perhitungan Pile Cap.....	259
6. Penulangan pile cap.....	262
BAB X KESIMPULAN DAN SARAN.....	267
A. Kesimpulan	267
B. Saran.....	267
PENUTUP.....	269
DAFTAR PUSTAKA	270

DAFTAR GAMBAR

Gambar III.1. Desain respon spektrum	15
Gambar III.2. Sketsa simpangan antar lantai	23
Gambar III.3. Skema hitungan tulangan pelat	27
Gambar III.4. Skema hitungan momen desain pelat	28
Gambar III.5. Skema perhitungan tangga	29
Gambar III.6. Skema hitungan tulangan longitudinal balok SRPMK	31
Gambar III.7. Skema hitungan momen kapasitas balok SRPMK.....	32
Gambar III.8. Skema hitungan tulangan geser balok SRPMK	33
Gambar III.9. Skema hitungan tulangan longitudinal kolom.....	35
Gambar III.10. Skema hitungan tulangan geser kolom SRPMK.....	37
Gambar III.11. Tulangan geser joint.....	37
Gambar III.12. Diagram gaya di sekitar joint yang menerima beban gempa dengan arah ke kanan.....	38
Gambar III. 13. Tulangan geser joint vertikal.....	39
Gambar III.14. Tampilan tab model.....	45
Gambar III.15. Tampilan tab load.....	46
Gambar III.16. Tampilan tab results analyse	46
Gambar III.17. Tampilan tab design	47
Gambar III.18. Tampilan tab review design	47
Gambar III.19. Tampilan detail drawing.....	48
Gambar IV.1.Skema tahapan perencanaan	52
Gambar VI.1. Denah pelat lantai 1	58
Gambar VI.2. Denah pelat lantai 2 – 6.....	58
Gambar VI.3. Denah pelat lantai 7.....	59
Gambar VI.4. Hasil design pelat lantai	60
Gambar VI.5. Hasil analisa pelat lantai	61
Gambar VI.6. Detail penulangan pelat lantai.....	76
Gambar VI.7. Denah pelat atap.....	81
Gambar VI.8. Hasil design pelat atap	82

Gambar VI.9. Hasil analisa pelat atap.....	83
Gambar VI.10. Detail penulangan pelat atap.....	95
Gambar VI.11. Pemodelan tangga.....	97
Gambar VI.12. Sketsa konstruksi tangga lantai 1.....	98
Gambar VI.13. Diagram momen tangga bawah lantai 1.....	100
Gambar VI.14. Diagram momen tangga atas lantai 1.....	100
Gambar VI.15. Penulangan pelat tangga lantai 1.....	108
Gambar VI.16. Sketsa konstruksi tangga lantai 2 - 7.....	109
Gambar VI.17. Diagram momen tangga bawah lantai 2 – 7.....	111
Gambar VI.18. Diagram momen tangga atas lantai 2 – 7.....	111
Gambar VI.19. Penulangan pelat tangga lantai 2 sampai lantai 7.....	119
Gambar VI.20. Desain balok anak.....	120
Gambar VI.21. Desain tulangan longitudinal balok anak.....	121
Gambar VI.22. Desain tulangan geser balok anak.....	121
Gambar VI.23. Hasil analisa penulangan balok anak.....	122
Gambar VI.24. Detail tulangan balok anak 2BA1-3.....	123
Gambar VI.25. Penulangan balok anak 2BA1-3.....	123
Gambar VI.26. Denah balok anak lantai 2 (atas) dan momen pada balok anak lantai 2 (bawah).....	126
Gambar VI.27. Gaya geser pada balok anak.....	130
Gambar VI.28. Gaya geser perlu pada balok anak 2BA1-3.....	133
Gambar VI.29. Penulangan balok anak 2BA1-3.....	136
Gambar VII.1. Nilai Ss dan S1.....	143
Gambar VII.2. Pengaturan kode desain.....	146
Gambar VII.3. Pendefinisian material beton.....	147
Gambar VII.4. Pendefinisian material baja.....	147
Gambar VII.5. Menu construction level.....	148
Gambar VII.6. Menu rectangular wizard.....	148
Gambar VII.7. Properti penampang kolom.....	149
Gambar VII.8. Properti penampang balok.....	149
Gambar VII.9. Properti penampang pelat.....	150

Gambar VII.10. Pemodelan struktur 3D	150
Gambar VII.11. Pendefinisian beban mati	151
Gambar VII.12. Pendefinisian beban hidup	152
Gambar VII.13. Pendefinisian kombinasi pembebanan.....	152
Gambar VII.14. Pendefinisian beban gempa	153
Gambar VII.15. Pendefinisian ketidakberaturan struktur	153
Gambar VII.16. Fundamental period	154
Gambar VII.17. Seismic Force Resisting System	154
Gambar VII.18. Analisa struktur.....	155
Gambar VII.19. Tampilan hasil analisa struktur	156
Gambar VII.20. Tampilan report member	156
Gambar VII.21. Ilustrasi ketidakberaturan torsi	157
Gambar VII.22. Hasil analisa drift ratio.....	157
Gambar VII. 23. Ilustrasi ketidakberaturan sudut dalam	159
Gambar VII.24. Ilustrasi ketidakberaturan diskontinuitas diafragma	159
Gambar VII.25. Ilustrasi ketidakberaturan akibat pergeseran tegak turus terhadap bidang.....	160
Gambar VII.26. Ilustrasi ketidakberaturan sistem nonpararel	161
Gambar VII.27. Ilustrasi ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak	162
Gambar VII.28. Ilustrasi ketidakberaturan berat.....	163
Gambar VII.29. Ilustrasi ketidakberaturan geometri vertikal	164
Gambar VII.30. Ilustrasi ketidakberaturan akibat diskontinuitas bidang pada	165
Gambar VII.31. Ilustrasi ketidakberaturan akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat.....	166
Gambar VII.32. Hasil seismic loading summary	168
Gambar VIII.1. Desain awal Tekla Structural Designer	173
Gambar VIII.2. Desain akhir Tekla Structural Designer	174
Gambar VIII.3. Desain akhir Tekla Structural Designer	175
Gambar VIII.4. Desain tulangan longitudinal balok induk 3B1-10.....	176
Gambar VIII.5. Desain tulangan geser balok induk 3B1-10.....	176
Gambar VIII.6. Detail penulangan balok induk 3B1-10.....	177

Gambar VIII.7. Penulangan balok induk 3B1-10	177
Gambar VIII.8. Denah balok lantai 3 (atas) dan momen pada balok induk lantai 3 (bawah).....	180
Gambar VIII.9. Perhitungan link limit checks	192
Gambar VIII.10. Design link	192
Gambar VIII.11. Penulangan balok induk 3B1-10	193
Gambar VIII.12. Desain kolom C21	206
Gambar VIII.13. Desain tulangan longitudinal kolom.....	207
Gambar VIII.14. Desain tulangan geser kolom	207
Gambar VIII.15. Desain tulangan geser kolom	208
Gambar VIII.16. Desain tulangan geser kolom C21-1	209
Gambar VIII.17. Desain tulangan longitudinal kolom C21-1.....	210
Gambar VIII.18. Diagram desain kolom.....	214
Gambar VIII.19. Diagram desain kolom C21-1 untuk ρ_1 hingga ρ_4	216
Gambar VIII.20. Diagram desain kolom C21-1 untuk ρ_5 hingga ρ_8	218
Gambar VIII.21. Diagram desain kolom C21-1 untuk ρ_9 hingga ρ_{12}	220
Gambar VIII.22. Momen kapasitas saat terjadi gempa ke kanan arah – X.....	221
Gambar VIII.23. Diagram desain kolom C21-1 untuk ρ_{13} hingga ρ_{16}	224
Gambar VIII.24. Diagram desain kolom C21-1 untuk ρ_1 hingga ρ_{16}	225
Gambar VIII. 25. Detail tulangan longitudinal kolom C21-1	227
Gambar VIII.26. Diagram interaksi kuat desain kolom arah sumbu X	234
Gambar VIII.27. Diagram interaksi kuat desain kolom arah sumbu Y	235
Gambar VIII.28. Penulangan joint	250
Gambar IX.1. Spesifikasi tiang pancang.....	252
Gambar IX.2. Penempatan tiang pancang kolom C21	257
Gambar IX.3. Ilustrasi tegangan geser satu arah.....	259
Gambar IX.4. Ilustrasi tegangan geser dua arah	261
Gambar IX.5. Detail Tulangan Fondasi tiang dan pile cap kolom C21	266

DAFTAR TABEL

Tabel III.1. Penentuan tinggi minimum balok, h non prategang	9
Tabel III.2. Faktor keutamaan gempa	11
Tabel III.3. Kategori risiko bangunan gedung & non gedung untuk beban gempa	11
Tabel III.4. Klasifikasi situs	12
Tabel III.5. Koefisien situs F_a	13
Tabel III.6. Koefisien situs F_v	13
Tabel III.7. Kategori desain seismik berdasarkan nilai SDS	15
Tabel III.8. Kategori desain seismik berdasarkan nilai $SD1$	15
Tabel III.9. Ketidakberaturan horizontal pada struktur.....	16
Tabel III.10. Ketidakberaturan vertikal pada struktur.....	17
Tabel III.11. Persyaratan untuk masing – masing tingkat yang menahan lebih dari 35% gaya geser dalam.....	18
Tabel III.12. Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	19
Tabel III.13. Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	19
Tabel III.14. Simpangan antar tingkat izin (Δa).....	24
Tabel V.1. Nilai rata-rata α_{fl} dan α_{fs} balok anak.....	56
Tabel VI.1. Momen pelat lantai	64
Tabel VI.2. Tulangan dan momen desain pelat lantai.....	74
Tabel VI.3. Perbandingan tulangan pelat lantai hasil perhitungan manual dengan Tekla Structural Designer (autodesign)	77
Tabel VI.4. Perbandingan tulangan balok anak hasil perhitungan manual dengan Tekla Structural Designer (optimalisasi)	79
Tabel VI.5. Momen pelat atap	86
Tabel VI.6. Tulangan dan momen desain pelat atap	94
Tabel VI.7. Perbandingan tulangan pelat atap hasil perhitungan manual dengan Tekla Structural Designer (autodesign)	96
Tabel VI.8. Perbandingan tulangan pelat atap hasil perhitungan manual dengan Tekla Structural Designer (manual)	96

Tabel VI.9. Momen pada tangga.....	100
Tabel VI.10. Hasil perhitungan tulangan lantai 1	108
Tabel VI. 11. Momen pada konstruksi tangga lantai 2 - 7.....	111
Tabel VI.12. Hasil perhitungan tulangan tangga lantai 2 sampai lantai 7	119
Tabel VI.13. Hasil momen perlu balok anak 2BA1-3	126
Tabel VI.14. Perbandingan tulangan balok anak hasil perhitungan manual dengan Tekla Structural Designer (autodesign)	137
Tabel VI.15. Perbandingan tulangan balok anak hasil perhitungan manual dengan Tekla Structural Designer (optimalisasi)	139
Tabel VII.1. Data uji SPT BM-01	141
Tabel VII.2. Data uji SPT BM-02.....	142
Tabel VII.3. Perhitungan Fa.....	143
Tabel VII.4. Perhitungan Fv	143
Tabel VII.5. Parameter percepatan gempa.....	144
Tabel VII.6. Faktor R, Ω_0 , Cd untuk sistem penahan gempa.....	145
Tabel VII.7. Pemeriksaan torsi gempa arah X	158
Tabel VII.8. Pemeriksaan torsi gempa arah Y	158
Tabel VII.9. Hasil pemeriksaan ketidakberaturan struktur horizontal	161
Tabel VII.10. Pemeriksaan ketidakberaturan tingkat lunak.....	162
Tabel VII.11. Pemeriksaan ketidakberaturan tingkat lunak berlebihan.....	163
Tabel VII.12. Pemeriksaan ketidakberaturan berat (massa)	164
Tabel VII.13. Pemeriksaan ketidakberaturan akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat.....	166
Tabel VII.14. Pemeriksaan simpangan antar tingkat	170
Tabel VII.15. Pemeriksaan P-Delta	171
Tabel VII. 16. Ringkasan Modal Participating Mass Ratio	172
Tabel VIII.1. Nilai Mu balok induk 3B1-10	180
Tabel VIII.2. Hasil analisis perhitungan gaya geser balok 3B1-10	188
Tabel VIII.3. Perbandingan tulangan hasil perhitungan manual dengan Tekla Structural Designer (autodesign).....	194

Tabel VIII. 4. Perbandingan tulangan hasil perhitungan manual dengan Tekla Structural Designer (optimalisasi).....	200
Tabel VIII.5. Tinjauan beton tekan menentukan	212
Tabel VIII.6. Tinjauan pada keadaan seimbang.....	212
Tabel VIII.7. Keadaan tulangan tarik menentukan	213
Tabel VIII.8. Nilai Q dan R dengan rasio tulangan	214
Tabel VIII.9. Pu dan Mu kombinasi 1,4D.....	215
Tabel VIII.10. Pu dan Mu kombinasi 1,4D + 1,6L.....	217
Tabel VIII.11. Pu dan Mu kombinasi 1,4D + L + E	218
Tabel VIII.12. Mkap balok di kiri dan kanan kolom C21-1 gedung arah – X.....	222
Tabel VIII.13. Momen akibat beban gempa kolom C21-1	223
Tabel VIII.14. Rangkuman perhitungan rasio tulangan kolom C21-1.....	225
Tabel VIII.15. Tinjauan beton tekan menentukan arah sumbu X.....	229
Tabel VIII.16. Tinjauan beton pada keadaan seimbang arah sumbu X	231
Tabel VIII.17. Tinjauan tulangan tarik menentukan arah sumbu X	232
Tabel VIII.18. Rangkuman perhitungan diagram desain kolom kuat rencana arah X.....	233
Tabel VIII.19. Rangkuman perhitungan diagram desain kolom kuat rencana arah Y	235
Tabel VIII.20. Momen kapasitas kolom C21-1	237
Tabel VIII.21. Tulangan kolom terpasang	239
Tabel IX. 1 Hasil uji N-SPT.....	253
Tabel IX.2. Tabel daya dukung ijin tekan tiang berdasarkan data N-SPT.....	255
Tabel IX.3. Pemeriksaan beban maksimum masing – masing tiang.....	259

DAFTAR NOTASI

- A = luas penampang struktur, mm^2 .
- A'_s = luas tulangan tekan, mm^2 .
- $A'_{s,u}$ = luas tulangan tekan yang diperlukan, mm^2 .
- A_0 = luasan yang dibatasi oleh garis pusat (centerline) dinding pipa, mm^2 .
- A_{0h} = luasan yang dibatasi garis begel terluar, mm^2 .
- A_{an} = luas tulangan kolom antara pada join, mm^2 .
- A_{cp} = luasan yang dibatasi oleh tepi luar penampang (termasuk rongga), mm^2 .
- A_g = luas bruto penampang kolom, mm^2 .
- A_{jv} = luas tulangan geser join vertikal, mm^2 .
- A_k = luas tulangan khusus vertikal yang ditambahkan pada *joint*, mm^2 .
 $a_{maks,leleh}$ = tinggi a maksimum agar tulangan tarik sudah leleh, mm.
- $a_{min,leleh}$ = tinggi a minimum agar tulangan tarik sudah leleh, mm.
- A_n = $A_g - A_{st}$ = luas bersih (netto) beton pada suatu penampang kolom, mm^2 .
- A_s = luas tulangan tarik, mm^2 .
- $A_{s,u}$ = luas tulangan tarik yang diperlukan, mm^2 .
- A_{sb} = luas tulangan bagi, mm^2 .
- A_{st} = luas total tulangan, yaitu $A_{s,u} + A'_{s,u}$
- A_v = luas penampang begel per meter panjang struktur, mm^2 .
- $A_{v,t}$ = luas penampang begel terpasang per meter panjang struktur, mm^2 .
- b = ukuran lebar penampang struktur, mm.
- b_e = lebar pelat efektif dari balok, mm.
- b_j = ukuran lebar penampang join, mm.
- c = jarak antara garis netral dan tepi serat beton tekan, mm.
- C = koefisien beban gempa
- c_b = jarak antara garis netral dan tepi serat beton tekan pada kondisi penampang seimbang (*balance*), mm.
- C_c = gaya tekan beton, N.
- C_i = koefisien momen pelat pada arah sumbu- i .
- C_{lx} = koefisien momen lapangan pelat pada arah sumbu - x (bentang pendek).

- C_{ly} = koefisien momen lapangan pelat pada arah sumbu – y (bentang panjang).
 C_s = koefisien respons seismik.
 C_{tx} = koefisien momen tumpuan pelat pada arah sumbu – x (bentang pendek).
 C_{ty} = koefisien momen tumpuan pelat pada arah sumbu – y (bentang panjang).
 D = diameter tulangan deform, mm.
 d = tinggi efektif penampang struktur yang diukur dari tepi serat beton tekan sampai pusat berat tulangan tarik, mm.
 d'_s = jarak antara tepi serat beton tekan dan pusat berat tulangan tekan, mm.
 d_p = diameter tulangan polos, mm.
 d_s = jarak antara tepi serat beton tarik dan pusat berat tulangan tarik, mm.
 d_{s1} = jarak antara tepi serat beton tarik dan pusat berat tulangan tarik pada baris pertama, mm.
 d_{s2} = jarak antara tepi serat beton tarik dan pusat berat tulangan tarik pada baris kedua, mm.
 E_s = modulus elastisitas beton, MPa.
 f'_c = kuat tekan beton yang disyaratkan pada waktu umur beton 28 hari, MPa.
 f'_s = tegangan tekan baja tulangan, MPa.
 f_1 = $f_y/400$ = faktor kuat leleh baja tulangan pada hitungan kait standar.
 f_2 = faktor selimut beton pada kait standar.
 f_3 = faktor sengkang atau sengkang ikat pada hitungan kait standar.
 F_a = koefisien situs untuk parameter respons spektral, S_s .
 F_i = beban gempa nominal statis ekuivalen pada lantai ke-I, kN.
 f_s = tegangan tarik baja tulangan, MPa.
 F_v = koefisien situs untuk parameter respons spektral, S_1 .
 f_{yt} = kuat leleh yang disyaratkan untuk tulangan transversal, MPa.
 h = ukuran tinggi penampang struktur, mm.
 h_i = ketinggian lantai ke-i dari taraf penjepitan lateral, m.
 I = lebar bidang injakan (*aantrede*).
 I = momen inersia penampang struktur, mm^4 . = faktor keutamaan gedung dalam hitungan beban gempa.
 I_b = momen inersia penampang balok, diambil sebesar $I_b = 0,35 \cdot I_{\text{bruto,balok}}, \text{mm}^4$.

- I_e = faktor keutamaan struktur gedung.
 K = faktor momen pikul, MPa.
 K_{maks} = faktor momen pikul maksimum, MPa.
 l_d = panjang penyaluran tulangan tarik, mm.
 M = momen lentur, kNm.
 M_d = momen desain, kNm.
 M_{lx} = momen lapangan pelat pada arah sumbu – x (bentang pendek), Nmm.
 M_{ly} = momen lapangan pelat pada arah sumbu – y (bentang panjang), Nmm.
 M_n = momen nominal penampang struktur, kNm.
 $M_{n,maks}$ = momen nominal aktual maksimum struktur, Nmm.
 M_{nb} = momen nominal penampang struktur pada kondisi regangan seimbang, kN.
 M_{nc} = momen nominal yang diperhitungkan terhadap beton tekan, kNm.
 M_{ns} = momen nominal yang diperhitungkan terhadap tulangan tekan, kNm.
 M_{tx} = momen tumpuan pelat pada arah sumbu – x (bentang pendek), Nmm.
 M_{ty} = momen tumpuan pelat pada arah sumbu – y (bentang panjang), Nmm.
 M_u = Momen perlu atau momen terfaktor, Nmm.
 $M_{u,x}$ = momen terfaktor yang bekerja searah sumbu – x, kNm.
 $M_{u,y}$ = momen terfaktor yang bekerja searah sumbu – y, kNm.
 n = jumlah total batang tulangan pada hitungan balok.
 $N_{u,k}$ = gaya normal atau sebagai gaya aksial terfaktor pada kolom, kN.
 \emptyset = lambang batang tulangan polos. = faktor reduksi kekuatan struktur.
 P = beban aksial kolom, yaitu beban yang arahnya sejajar dengan sumbu longitudinal kolom, kN.
 P_0 = beban aksial sentris atau beban aksial pada sumbu kolom, kN.
 P_{cp} = keliling yang dibatasi leh tepi luar penampang (termasuk rongga), mm.
 P_{cp} = keliling yang dibatasi leh tepi luar penampang (termasuk rongga), mm.
 P_D = beban aksial yang diakibatkan oleh beban mati, kN.
 P_E = beban aksial yang diakibatkan leh beban gempa, kN.
 p_h = keliling yang dibatasi garis begel terluar, mm.
 P_L = beban aksial yang diakibatkan leh beban hidup, kN.

- P_n = beban aksial nominal kolom, kN.
- $P_{n,b}$ = beban aksial nominal kolom pada kondisi regangan penampang seimbang (*balance*), kN.
- P_u = beban aksial perlu atau beban aksial terfaktor, kN.
- $P_{u,x}$ = beban aksial terfaktor yang bekerja searah sumbu – X, kN.
- $P_{u,y}$ = beban aksial terfaktor yang bekerja searah sumbu – Y, kN.
- $P_{u\emptyset}$ = beban aksial terfaktor minimum pada batas nilai \emptyset sebesar 0,65 untuk kolom bersengkang atau 0,70 untuk kolom dengan tulangan spiral, kN.
- Q = sumbu vertikal pada diagram interaksi kolom tanpa satuan.
- Q_0 = $\emptyset P_0 / (f'_c \cdot b \cdot h)$ = nilai Q pada beban sentris.
- Q_b = $\emptyset P_{nb} / (f'_c \cdot b \cdot h)$ = nilai Q pada kondisi regangan penampang seimbang (*balance*).
- Q_{\emptyset} = $P_{u\emptyset} / (f'_c \cdot b \cdot h)$ = nilai Q pada beban $P_{u\emptyset}$.
- R = koefisien modifikasi respons dalam analisis beban gempa.
= sumbu horizontal pada diagram interaksi kolom tanpa satuan, dihitung dengan rumus $R = \emptyset \cdot M_n / (f'_c \cdot b \cdot h^2)$.
- R_b = $\emptyset \cdot M_{nb} / (f'_c \cdot b \cdot h^2)$ = nilai R pada kondisi regangan penampang seimbang *balance*.
- S = jarak 1000 mm yang diambil untuk perhitungan dalam menentukan spasi begel.
- s = spasi begel balok atau spasi tulangan pelat, mm.
- S_1 = parameter percepatan respons spektral pada periode panjang (1 detik).
- S_{D1} = parameter desain percepatan respons spektral pada periode panjang (1 detik).
- S_{M1} = modifikasi percepatan respons spektral S_1 yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.
- S_{MS} = modifikasi percepatan respon spektral S_s yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.
- S_n = jarak bersih antar tulangan longitudinal, mm.
- S_s = parameter percepatan respons spektral pada periode pendek (0,2 detik).
- T = tinggi bidang tanjakan (*optrede*).

- T_a = periode fundamental struktur gedung, detik.
 V = beban (gaya) geser dasar nominal statis ekuivalen akibat gempa, kN.
 V_c = gaya geser yang dapat ditahan oleh beton, N.
 V_D = gaya geser yang diakibatkan oleh beban mati, kN.m.
 V_E = gaya geser yang diakibatkan oleh beban gempa, kN.m.
 V_L = gaya geser yang diakibatkan oleh beban hidup, kN.m.
 V_n = gaya geser nominal pada struktur beton bertulang, N.
 V_s = gaya geser yang dapat ditahan oleh tulangan sengkang/begrel, N.
 V_u = gaya geser perlu, kN.
 V_{ud} = gaya geser terfaktor pada jarak d dari muka tumpuan, N.
 V_{ud} = gaya geser terfaktor pada jarak d dari muka tumpuan, N.
 V_{uk} = gaya geser terfaktor pada kolom, kN.
 V_{uk} = gaya geser terfaktor pada kolom, kN.
 W = berat sesimik struktur, kN
 ϵ_y = regangan tarik baja tulangan pada saat leleh.
 β_1 = faktor pembentuk tegangan beton persegi ekuivalen yang nilainya bergantung pada mutu beton.
 δ_{avg} = rata-rata perpindahan di titik-titik terjauh struktur di tingkat x , dengan asumsi $A_x = 1$ (mm).
 δ_{max} = perpindahan maksimum ditingkat x , dengan asumsi $A_x = 1$ (mm).
 θ = koefisien stabilitas.
 λ = faktor beton agregat ringan.
 ρ = faktor redundansi. = rasio tulangan terbesar A_{st}/A_g untuk kolom, atau $A_s/(b.d)$ untuk balok dan pelat, %.
 ρ_{maks} = rasio tulangan maksimum sesuai persyaratan penampang struktur, %.
 Ψ_e = faktor pelapis tulangan.
 Ψ_s = faktor ukuran batang tulangan.
 Ψ_t = faktor lokasi tulangan.