

PERANCANGAN GEDUNG HOTEL KAPSUL DI YOGYAKARTA

Laporan Tugas Akhir

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



Oleh:

JEFRY FRANSZOEL MANURUNG	190217925
CRISTOPHORUS ARDIKA SETYO DARMAWAN	190217951
FASHIVIA ARDIANTIKA	190217791

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
TAHUN 2022**

INTISARI

Dalam perancangan struktur bangunan gedung bertingkat sedang diperlukan suatu analisis struktur yang mengarah pada perancangan bangunan tahan gempa yang sesuai dengan peraturan yang berlaku. Tujuan hal tersebut adalah agar semua elemen struktur didesain sedemikian rupa sehingga memiliki daktilitas yang cukup untuk mengalami deformasi dan mendispersi energi saat gempa kuat terjadi. Dalam Tugas Akhir ini, penulis membahas mengenai desain bangunan gedung hotel kapsul yang berlokasi di Yogyakarta. Secara umum, bangunan dengan 7 lantai ini dirancang menggunakan material beton bertulang dengan bentuk bangunan yang berupa persegi panjang dan beberapa sisi-sisi terluarnya berupa kantilever serta memiliki ketinggian total 25,2 meter. Bangunan juga termasuk ke dalam bangunan bertingkat sedang jika menurut Peraturan Daerah (PERDA) Kota Yogyakarta No. 2 Tahun 2012 untuk klasifikasi gedung menurut ketinggian dengan jumlah lantai yang disyaratkan 5 sampai dengan 8 lantai dan ketinggian dibawah 32 meter.

Untuk bangunan gedung bertingkat sedang yang akan didesain menggunakan sistem penahan lateral khusus, yakni seperti rangka pemikul momen khusus dan dinding struktural khusus. Beberapa perilaku khusus yang diperhatikan pada desain gedung tahan gempa dengan beton bertulang diantaranya adalah ketidakberaturan horizontal dan vertikal, penyesuaian periode getar struktur dengan periode minimum maupun maksimum yang disyaratkan, faktor skala gaya gempa jika menggunakan analisis gempa dengan gaya dinamik, pengecekan stabilitas struktur, dan berbagai syarat lainnya sesuai dengan SNI 2847:2019. Proses desain struktur pada tugas akhir ini meliputi pembebanan, perencanaan awal (*preliminary*), pemodelan struktur, pengecekan perilaku struktur, dan perincian (*detailed*) elemen struktur. Spesifikasi material yang digunakan berupa beton dengan kekuatan tekan beton ($f'c$) = 30 MPa dan baja tulangan ulir atau sirip dengan kekuatan leleh tulangan (f_y) = 420 MPa.

Elemen struktur atas yang ditinjau pada perancangan adalah atap baja, tangga, pelat, balok, kolom sedangkan untuk elemen struktur bawah yaitu berupa fondasi tiang pancang. Untuk gedung bertingkat yang didesain dibangun di atas tanah dengan kekerasan sedang atau berada pada kategori desain seismik D (Kelas Situs SD). Dalam pemeriksaan sistem penahan lateral terhadap beban gempa digunakan analisis statik ekuivalen dari hasil bantuan perangkat lunak yang hasil akhirnya akan dibandingkan dengan perhitungan manual guna memverifikasi hasil di antara keduanya. Dalam perancangan fondasi, daya dukung tanah diperoleh dari hasil uji SPT (*Standard Penetration Test*) pada 1 titik bor dengan kedalaman -30,0 meter dari permukaan tanah. Hasil dari perancangan elemen struktur yang diperoleh dari Tugas Akhir ini berupa atap baja dengan rangka atap *mono-frame*, pelat lantai dengan tebal 130 mm, balok induk (400×600;300×600) mm², balok anak (250×500) mm², kolom (550×550) mm², dan fondasi tiang pancang dengan 3 tipe.

Pada pemodelan struktur terdapat permasalahan yang dihadapi, yakni pada bentuk ragam (*mode shape*) struktur. Untuk mode 1 dan mode 2 yang seharusnya translasi arah x atau y dan mode 3 yang berupa torsi atau rotasi, namun didapatkan hasil berbeda berupa mode 1 dan mode 2 yang menunjukkan rotasi. Hal tersebut

perlu diperbaiki dengan cara mengubah kekakuan struktur karena bentuk ragam (*mode shape*) adalah fungsi dari massa dan kekakuan. Untuk massa tidak bisa diatur kembali karena itu berkaitan dengan beban dan berat struktur sehingga dalam menambah kekakuan struktur dapat dilakukan dengan mengubah dimensi balok, kolom atau menambahkan dinding geser (*shear wall*) pada struktur. Akhirnya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis menambahkan dinding geser pada arah y guna mengantisipasi hal tersebut.

Selanjutnya, dilakukan analisis perencanaan biaya, waktu, dan sumber daya yang merupakan hasil dari estimasi yang dilakukan. Estimasi ini dilakukan dengan metode Analisa Sumberdaya (*Resources Enumeration*) yaitu dengan menghitung jumlah sumber daya sebagai dasar dalam estimasi tersebut. Proses mengestimasi sumber daya yang dibutuhkan perlu memperhatikan jumlahnya agar biaya dan juga waktu pelaksanaan menjadi efektif dan efisien. Dari estimasi yang dilakukan total biaya yang didapatkan sebesar Rp 19.132.786.143 (dibulatkan menjadi Rp 19.132.787.000) dengan harga per m² sebesar Rp 5.642.641 (dibulatkan menjadi Rp 5.643.000).

Waktu pelaksanaan yang dibutuhkan untuk membangun Hotel Kapsul ini yaitu 559 hari. Namun, karena terjadinya *overlocated resources* dalam beberapa pekerjaan maka beberapa pekerjaan harus dilakukan perpanjangan durasi. Aktivitas tersebut biasanya disebut dengan *leveling*. Dari hasil *leveling* tersebut didapatkan durasi total yang dibutuhkan bertambah menjadi 609 hari. Dari estimasi biaya waktu tersebut dihasilkan sebuah kurva S. Kurva S merupakan salah satu parameter untuk menyesuaikan pekerjaan dilapangan dan pekerjaan yang direncanakan. Selain itu, kemajuan dan juga keterlambatan dari proyek ini juga dapat dilihat pada kurva tersebut.

Kata kunci: perancangan struktur, beton bertulang, sistem penahan lateral khusus, kategori desain seismik D, analisis statik ekuivalen, uji SPT (*Standard Penetration Test*), pemodelan struktur, analisa sumberdaya, perpanjangan durasi.

ABSTRACT

In the design of medium-rise building structures, a structural analysis is needed that leads to the design of earthquake-resistant buildings in accordance with applicable building codes. The purpose of this is for all structure elements to be designed to have sufficient ductility to deform and disperse energy when a strong earthquake occurs. In this final project, the author discusses the design of the capsule hotel building located in Yogyakarta. In general, this 7-story building is designed using reinforced concrete material with a rectangular building shape, and some of the outer sides are cantilevered and have a total height of 25.2 meters. Buildings are also included in medium-rise buildings if according to the Local Government Regulation (Peraturan Daerah (PERDA) Kota Yogyakarta No. 2 Tahun 2012) of Yogyakarta for the classification of buildings according to height with the required number of 5 floors to 8 floors and height below 32 meters.

For Medium-rise buildings will be designed using a lateral-force-resisting system, such as moment frames and structural walls. Some of the behaviors that are considered in the design of earthquake-resistant buildings with reinforced concrete include horizontal and vertical irregularities, adjustment of the natural period of the structure to the minimum and maximum periods required, earthquake force scale factors if using earthquake analysis with dynamic force, checking the stability of the structure, and various other requirements in accordance with SNI 2847:2019. The structural design process in this final project includes loading, preliminary design, structural modeling, checking the behavior of the structure, and detailing structural elements. The material specifications are concrete with specified compressive strength (f'_c) = 30 MPa and screw-thread steel rebar with a specified yield strength (f_y) = 420 MPa.

The upper structural elements reviewed in the design are steel roofs, stairs, slabs, beams, and columns, while the lower structural elements are pile foundations. For medium-rise buildings designed to be built on medium soils or in the seismic design categories D (Site Class D). In examining the lateral-force-resisting system against the earthquake load, an equivalent lateral force (ELF) analysis of the software-assisted results is used, the final results of which will be compared with manual calculations to verify the results between the two. In the design of the foundation, the soil bearing capacity is obtained from the results of the SPT (Standard Penetration Test) at 1 drill point with a depth of -30.0 meters from the ground surface. The results of the design of structural elements obtained from this Final Project are a steel roof with a mono-frame, 130 mm thick concrete slab, primary beams (400×600;300×600) mm², secondary beam (250×500) mm², column (550×550) mm², and a pile foundation with 3 types.

In structural modeling, there are problems faced, that is, mode shapes of the structure. For mode 1 and mode 2, which are supposed to be x or y direction translations and mode 3 which is torque or rotation, but different results are obtained in the form of mode 1 and mode 2 which show rotation. This needs to be improved by changing the rigidity of the structure because the mode shapes is a function of mass and rigidity. For the mass cannot be rearranged because it is related to the load

and weight of the structure so that in adding rigidity to the structure can be done by changing the dimensions of the beams, and columns or adding shear walls to the structure. Finally, in completing this Final Project, the author added a shear wall in the y direction to anticipate this.

Cost, time and resource planning is the result of estimates made. This estimation is done using the Resources Enumeration method by calculating the number of resources as the basis for the estimate. Estimating the resources needed needs to pay attention to the amount so that the cost and implementation time become effective and efficient. From the estimates, the total cost obtained was IDR 19,132,786,143 (rounded to IDR 19,132,787,000) with a price per m² of IDR 5,642,641 (rounded up to IDR 5,643,000).

The implementation time required to build this Capsule Hotel is 559 days. However, due to over-located resources in some jobs, some work must be carried out to extend the duration. This activity is usually called leveling. From the results of leveling, it was found that the total duration required increased to 609 days. From the estimated time cost, an S curve is generated. In addition, the progress and also the delay of this project can also be seen on the curve.

Keywords: structural design, reinforced concrete, lateral-force-resisting system, seismic design categories D, standard penetration test, equivalent lateral force, structural modeling, resources enumeration, duration extension.

PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama mahasiswa 1 : Jefry Franszoel Manurung

NPM : 190217925

Nama mahasiswa 2 : Cristophorus Ardika Setyo Darmawan

NPM : 190217951

Nama mahasiswa 3 : Fashivia Ardiantika

NPM : 190217791

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

PERANCANGAN GEDUNG

HOTEL KAPSUL DI YOGYAKARTA

adalah karya orisinal dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Kami yang bertanda tangan di bawah ini berkontribusi pada Tugas Akhir ini dengan proporsi yang sama. Demikian pernyataan ini kami buat sebagai pelengkap dokumen Tugas Akhir ini.

Yogyakarta,



1. Jefry Franszoel Manurung

2. Cristophorus Ardika Setyo Darmawan

3. Fashivia Ardiantika

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN GEDUNG HOTEL KAPSUL DI YOGYAKARTA

Oleh:

Jefry Franszoel Manurung	190217925
Cristophorus Ardika Setyo Darmawan	190217951
Fashivia Ardiantika	190217791

Diperiksa oleh:

Pengampu Tiga
TAPI 2

(Ferianto R., S.T., M.T.)
NIDN: 0513027001

Pengampu Dua
TAPI 2

(Ir. J. Tri Hatmoko, M.Sc.)
NIDN: 0025125701

Pengampu Satu
TAPI 1

(Dinar G. J., S.T., M.Eng.)
NIDN: 0502058502

Disetujui oleh:
Pembimbing Tugas Akhir
Yogyakarta,

(Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.)
NIDN: 0510027301

Disahkan oleh:

Ketua Departemen Teknik Sipil



(Dr. Ir. Imam Basuki, M.T.)
NIDN: 0506046601

PENGESAHAN



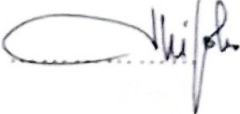
Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN GEDUNG HOTEL KAPSUL DI YOGYAKARTA

Oleh:

		
Jefry Franszoel M. 190217925	Cristophorus S.A.D 190217951	Fashivia Ardiantika 190217791

Telah diuji dan disetujui oleh:

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua : Angelina Eva L., S.T., M.T.		17/2/2023
Sekretaris : Dinar Gumilang J., S.T., M.Eng		13-1-2023
Anggota : Dr. Ir. J. Dwijoko Anusanto, M.T.		13-1-2023

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul Perancangan Gedung Hotel Kapsul di Yogyakarta ini dapat selesai dengan baik. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S1) Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak dapat dilakukan seorang diri, terlepas dari bantuan, bimbingan, masukan, dukungan semangat dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr.Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mengizinkan penulis menjalankan pembelajaran selama masa studi., dan juga selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan banyak masukan selama penulis menjalani studi.
2. Dr. Ir. Imam Basuki, M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Vienti Hadsari, S.T., M.Eng., MECRES, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberi masukan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Segenap Dosen Pengampu Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur atas ilmu dan bimbingan yang diberikan selama penulis menjalani studi.
6. Segenap dosen dan staf yang telah mengajar dan membimbing serta membantu penulis selama studi di Universitas Atma Jaya Yogyakarta, khususnya di Program Studi Teknik Sipil.
7. Teruntuk keluarga tercinta yang sudah memberikan doa, dukungan serta semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

8. Teman-teman seperjuangan dalam Kelompok Tugas Akhir yang beranggotakan Jefry Franszoel Manurung dan Cristophorus Ardika Setyo Darmawan serta Fasihivia Ardiantika yang telah bekerja sama dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu sehingga penulis mendapatkan semangat dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini belum sempurna dan masih banyak kekurangan sehingga membutuhkan kritik serta saran dari semua pihak guna membangun pengetahuan penulis. Akhir kata, penulis berharap dengan segala kerendahan hati semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, terutama di bidang ilmu teknik sipil.

Yogyakarta,

(Tim Penulis)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
INTISARI	ii
ABSTRACT	iv
PERNYATAAN	vi
PENGESAHAN	vii
PENGESAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Ruang Lingkup Kajian	4
1.6 Metodologi Penyusunan Tugas Akhir	4
BAB II PERANCANGAN STRUKTUR ATAS	5
2.1 Deskripsi Umum Struktur	5
2.1.1 Konsep Perancangan Struktur.....	6
2.1.2 Spesifikasi Material.....	7
2.2 Pembebanan.....	8
2.2.1 Pembebanan Gravitasi.....	8
2.2.2 Pembebanan Gempa.....	9
2.2.2.1 Kategori Desain Seismik (KDS).....	11
2.2.2.2 Sistem Struktur Penahan Beban Lateral.....	11
2.2.3 Kombinasi Pembebanan.....	12
2.3 <i>Preliminary Design</i> Dimensi Elemen Struktur	13
2.3.1 Elemen Pelat Lantai	13
2.3.2 Elemen Balok.....	15
2.3.3 Elemen Kolom	16
2.3.4 Elemen Dinding Geser (<i>Shear Wall</i>).....	18

2.4	Pemodelan Struktur	19
2.4.1	Reduksi Kekakuan Penampang.....	21
2.4.2	Pemodelan Pelat.....	21
2.4.3	Pemodelan Balok	22
2.4.4	Pemodelan Kolom.....	22
2.4.5	Pemodelan Dinding Geser	22
2.5	Pemeriksaan Sistem Penahan Lateral terhadap Beban Gempa	23
2.5.1	Analisis Statik Ekuivalen	23
2.5.1.1	Periode Fundamental.....	23
2.5.1.2	Koefisien Respons Seismik.....	26
2.5.1.3	Perhitungan Berat Seismik Efektif (W)	27
2.5.1.4	Gaya Geser Dasar Seismik.....	31
2.5.1.5	Distribusi Vertikal Gaya Seismik	31
2.5.2	Simpangan Antar Tingkat (<i>Story Drift</i>)	33
2.5.3	Pengaruh P-Delta	35
2.5.4	Pengecekan Ketidakberaturan Struktur Horizontal dan Vertikal.....	37
2.5.4.1	Pengecekan Ketidakberaturan Struktur Horizontal.....	37
2.5.4.2	Ketidakteraturan Struktur Vertikal.....	41
2.5.5	Kontribusi Frame Memikul Minimal 25% Gaya Lateral	49
2.6	Perancangan Elemen Struktur	50
2.6.1	Perancangan Struktur Atap	50
2.6.1.1	Perancangan Gording.....	50
2.6.1.2	Perancangan Kuda-Kuda.....	58
2.6.1.3	Perancangan Konsol (<i>Overstack</i>) Kuda-Kuda	71
2.6.1.4	Perancangan Kolom Baja.....	82
2.6.1.5	Perancangan Sambungan Rangka Atap	92
2.6.2	Perancangan Tangga	104
2.6.2.1	Data Perancangan Tangga.....	104
2.6.2.2	Pembebanan Pelat Tangga dan Bordes	106
2.6.2.3	Perhitungan Beban Terfaktor Pelat Tangga dan Bordes	107
2.6.2.4	Perhitungan Penulangan Pelat Tangga dan Bordes.....	107
2.6.3	Perancangan Pelat Lantai dan Pelat Atap.....	117
2.6.3.1	Desain Pelat Satu Arah dengan Perangkat Lunak SAFE	117
2.6.3.2	Desain Pelat Satu Arah dengan Metode Koefisien Momen.....	119
2.6.3.3	Perbandingan Hasil Penulangan Pelat.....	129
2.6.4	Perancangan Balok.....	130

2.6.4.1 Data Perancangan Balok	130
2.6.4.2 Perhitungan Penulangan Balok	132
2.6.5 Perancangan Kolom	156
2.6.5.1 Data Perancangan Kolom.....	156
2.6.5.2 Pemeriksaan Tipe Portal	157
2.6.5.3 Pemeriksaan Kelangsingan Kolom	158
2.6.5.4 Perhitungan Tulangan Longitudinal Kolom.....	163
2.6.5.5 Pengecekan Syarat Kuat Kolom (<i>Strong Column Weak Beam</i>).....	165
2.6.5.6 Perhitungan Tulangan Transversal Kolom (<i>Confinement</i>).....	165
2.6.5.7 Hubungan Balok Kolom	169
2.7 Kesimpulan.....	170
BAB III PERANCANGAN STRUKTUR BAWAH.....	172
3.1 Data Umum Perencanaan	172
3.1.1 Data Hasil Pengujian Lapangan.....	172
3.2 Data Hasil Pengujian Laboratorium	175
3.3 Klasifikasi Kelas Situs Tanah.....	175
3.4 Daya Dukung Fondasi	177
3.3.1 Metode Analitik	178
3.3.1.1 Fondasi Dangkal (<i>Shallow Foundation</i>)	178
3.3.1.2 Fondasi Dalam (<i>Deep Foundation</i>).....	180
3.3.2 Metode Empiris (Hasil Pengujian di Lapangan).....	182
3.3.2.1 Daya dukung hasil uji SPT untuk Fondasi Dangkal	182
3.3.2.2 Daya dukung hasil uji SPT untuk Fondasi Dalam	183
3.4 Daya Dukung Kelompok Tiang.....	185
3.5 Efisiensi Kelompok Tiang.....	186
3.6 <i>Pile Cap</i>	187
3.7 Penurunan Elastis Tiang Tunggal dan Kelompok Tiang.....	189
3.8 Desain Rencana Fondasi	192
3.8.1 Gambaran Umum.....	192
3.8.2 Spesifikasi Fondasi Tiang Pancang.....	193
3.8.3 Penentuan Beban Rencana Fondasi	193
3.9 Perhitungan Daya Dukung Tiang Tunggal.....	196
3.9.1 Daya Dukung Tiang Dari Uji Penetrasi Standar (SPT).....	196
3.9.2 Daya Dukung Tiang Berdasarkan Kekuatan Bahan.....	199
3.10 Perhitungan Jumlah Tiang Pancang	200

3.11 Perhitungan Efisiensi Kelompok Tiang	203
3.12 Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang	204
3.13 Kontrol Beban Maksimum (P_{maks}) Tiang Pancang.....	206
3.14 Perencanaan <i>Pile Cap</i>	209
3.14.1 Kontrol Geser Pons dari Kolom.....	209
3.14.2 Kontrol Geser Pons dari Tiang Pancang	213
3.15 Perhitungan Penurunan Elastis Kelompok Tiang.....	218
3.16 Perencanaan Tulangan <i>Pile Cap</i>	219
3.17 Perencanaan Penulangan <i>Sloof</i>	226
3.18 Analisis Potensi Likuifaksi	229
3.19 Kesimpulan.....	236
BAB IV PERENCANAAN BIAYA DAN WAKTU	237
4.1 Perencanaan Biaya dan Waktu	237
4.2 <i>Work Breakdown Structure</i>	239
4.3 Volume Pekerjaan	240
4.4 Analisa Harga Satuan Pekerjaan	243
4.5 Rencana Anggaran Biaya	247
4.6 Produktivitas dan Durasi Pekerjaan	248
4.7 Ketergantungan Antar Pekerjaan.....	251
4.8 Penjadwalan Kegiatan	253
4.9 <i>Bar Chart</i> dan Kurva S.....	257
4.10 Kesimpulan.....	258
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	259
5.1 Kesimpulan.....	259
5.2 Saran	261
DAFTAR PUSTAKA.....	262
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{DS}	11
Tabel 2.2 Faktor Sistem Pemikul Gaya Seismik	11
Tabel 2.3 Tabel Kombinasi Pembebanan	13
Tabel 2.4 Tebal Minimum Pelat Satu Arah apabila Lendutan tidak Dihitung	14
Tabel 2.5 <i>Preliminary</i> Elemen Pelat	14
Tabel 2.6 Tinggi Minimum Balok Nonprategang	15
Tabel 2.7 <i>Preliminary</i> Elemen Balok	16
Tabel 2.8 Pembebanan pada Kolom Lantai 1	17
Tabel 2.9 Momen inersia dan luas penampang yang diizinkan	21
Tabel 2.10 <i>Modal Participating Mass Ratios</i>	23
Tabel 2.11 Data Umum Struktur	28
Tabel 2.12 Dimensi Elemen Struktur	28
Tabel 2.13 Rekapitulasi Beban Mati (DL) dan SIDL Lantai 2	28
Tabel 2.14 Rekapitulasi Beban Mati (DL) dan SIDL Lantai 4-6	29
Tabel 2.15 Rekapitulasi Beban Mati (DL) dan SIDL Lantai Atap (<i>Rooftop</i>)	29
Tabel 2.16 Rekapitulasi Beban Mati (DL) dan SIDL Lantai Atap <i>Core</i>	30
Tabel 2.17 Rekapitulasi Beban Hidup (LL)	30
Tabel 2.18 Berat Seismik Efektif (<i>Effective Seismic Weight</i>)	30
Tabel 2.19 Gaya Seismik Lateral Arah X	32
Tabel 2.20 Gaya Seismik Lateral Arah Y	32
Tabel 2.21 Simpangan Antar Tingkat Gempa Arah X	34
Tabel 2.22 Simpangan Antar Tingkat Gempa Arah Y	34
Tabel 2.23 Perhitungan Pengaruh P-Delta	36
Tabel 2.24 Ketidakberaturan Torsi 1a dan 1b pada Arah X	38
Tabel 2.25 Ketidakberaturan Torsi 1a dan 1b pada Arah Y	38
Tabel 2.26 Hasil Pengecekan Ketidakberaturan Struktur Horizontal	41
Tabel 2.27 Ketidakberaturan Vertikal 1a Arah X	42
Tabel 2.28 Ketidakberaturan Vertikal 1a Arah Y	42
Tabel 2.29 Ketidakberaturan Vertikal 1b Arah X	43

Tabel 2.30 Ketidakberaturan Vertikal 1b Arah Y	43
Tabel 2.31 Ketidakberaturan Berat (Massa).....	44
Tabel 2.32 Ketidakberaturan Geometri Vertikal	45
Tabel 2.33 Ketidakberaturan Vertikal 5a	47
Tabel 2.34 Ketidakberaturan Vertikal 5b	48
Tabel 2.35 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal	48
Tabel 2.36 Rasio Gaya Geser Dasar <i>Frame</i>	49
Tabel 2.37 Gaya-gaya terfaktor pada Kuda-Kuda <i>Output</i> SAP 2000 v.23	61
Tabel 2.38 Luas Tulangan Perlu dari <i>Software</i> SAFE	118
Tabel 2.39 Rencana Tulangan Terpasang pada Pelat.....	118
Tabel 2.40 Perbandingan Hasil Penulangan Pelat.....	129
Tabel 2.41 Gaya Dalam Balok Induk 400/600.....	131
Tabel 2.42 Gaya Dalam Kolom.....	163
Tabel 2.43 Kapasitas Kolom	164
Tabel 2.44 Rekapitulasi Struktur Atap	170
Tabel 2.45 Rekapitulasi Penulangan Pelat Tangga dan Bordes	170
Tabel 2.46 Rekapitulasi Penulangan Pelat Satu Arah	170
Tabel 2.47 Rekapitulasi Penulangan Elemen Balok.....	171
Tabel 2.48 Rekapitulasi Penulangan Elemen Kolom.....	171
Tabel 3.1 Korelasi N-SPT untuk Pasir (Terzaghi & Peck, 1967)	172
Tabel 3.2 Korelasi N-SPT untuk Lempung (Terzaghi & Peck, 1967)	173
Tabel 3.3 Rekapitulasi Nilai N-SPT	173
Tabel 3.4 Rekapitulasi Hasil Laboratorium	175
Tabel 3.5 Penentuan Klasifikasi Kelas Situs Tanah.....	176
Tabel 3.6 Faktor-faktor dalam persamaan Meyerhoff.....	179
Tabel 3.7 Koefisien Dasar Tiang μ_b (Decourt & Quaresma, 1978).....	184
Tabel 3.8 Koefisien Selimut Tiang μ_s (Decourt & Quaresma, 1978).....	185
Tabel 3.9 Parameter Elastis Berbagai Tipe Tanah (Braja M. Das, 2019)	190
Tabel 3.10 Spesifikasi Fondasi Tiang Pancang	193
Tabel 3.11 Kombinasi Pembebanan	193
Tabel 3.12 Total Reaksi Perletakan <i>Output</i> ETABS V.20	194
Tabel 3.13 Gaya-gaya terfaktor (Comb 2) <i>Output</i> ETABS V.20.....	195

Tabel 3.14 Perhitungan BH-1 Metode Meyerhoff (1976).....	196
Tabel 3.15 Daya Dukung Ijin BH-1 Metode Meyerhoff (1976)	197
Tabel 3.16 Perhitungan BH-1 Metode Luciano Decourt (1982).....	198
Tabel 3.17 Daya Dukung Ijin BH-1 Metode Luciano Decourt (1982)	199
Tabel 3.18 Rekapitulasi Jumlah dan Tipe Tiang	201
Tabel 3.19 Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang	205
Tabel 3.20 Penurunan Fondasi (Vesic, 1977)	219
Tabel 3.21 Tulangan <i>Pile Cap</i>	226
Tabel 3.22 Hasil perhitungan CSR dengan a_{max} 0,1g.....	231
Tabel 3.23 Hasil perhitungan CSR dengan a_{max} 0,15g.....	231
Tabel 3.24 Faktor-faktor Koreksi nilai N-SPT (Robertson & Wride, 1998).....	232
Tabel 3.25 Hasil perhitungan CRR	233
Tabel 3.26 Hasil perhitungan FS dengan a_{max} 0,1g	234
Tabel 3.27 Hasil perhitungan FS dengan a_{max} 0,15g.....	235
Tabel 3. 28 Rekapitulasi Penulangan <i>Pile Cap</i> Beserta Penurunan Elastis	236
Tabel 3. 29 Rekapitulasi Penulangan Sloof.....	236
Tabel 4.1 <i>Work Breakdown Structure</i> Hotel Kapsul.....	239
Tabel 4.2 <i>Bill of Quantity</i> Hotel Kapsul.....	243
Tabel 4. 3 AHSP Pembersihan lahan 1 m ²	244
Tabel 4. 4 AHSP Pengukuran dan Pemasangan 1 m' Bouwplank	244
Tabel 4. 5 AHSP Pemancangan 1 m' Tiang Pancang Beton Bertulang.....	244
Tabel 4. 6 AHSP Pembuatan 1 m ³ beton K300.....	245
Tabel 4. 7 AHSP Pembesian 100 kg Besi Polos/Ulir.....	246
Tabel 4. 8 AHSP Pemasangan 1 m ² Bekisting untuk Kolom.....	246
Tabel 4. 9 Rencana Anggaran Biaya Hotel Kapsul.....	247
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Hotel Kapsul	248
Tabel 4. 11 Jumlah Tenaga Kerja, Material dan Durasi Pekerjaan	249
Tabel 4. 12 Keterkaitan antar Kegiatan pada <i>Microsoft Project</i>	252
Tabel 4. 13 <i>Resources Sheet</i> pada <i>Microsoft Project</i>	253

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Denah Lantai 2-3	5
Gambar 2.2 Denah Lantai 4-7 (<i>Rooftop</i>)	6
Gambar 2.3 Spektrum Respon Desain.....	10
Gambar 2.4 <i>Tributary Area</i> pada Kolom Lantai 1	18
Gambar 2.5 Denah Lantai 2-3	19
Gambar 2.6 Denah Lantai 4-7 (<i>Rooftop</i>).....	19
Gambar 2.7 Potongan Struktur Bangunan.....	20
Gambar 2.8 Model 3D Struktur Bangunan.....	20
Gambar 2.9 <i>Underformed Shape</i>	24
Gambar 2.10 Mode 1 (Translasi UX, $T = 1,275$ sec).....	24
Gambar 2.11 Mode 2 (Translasi UY, $T = 0,794$ sec).....	25
Gambar 2.12 Mode 3 (Rotasi RZ, $T = 0,597$ sec)	25
Gambar 2.13 Grafik Simpangan Antar Tingkat	34
Gambar 2.14 Grafik Pengaruh P-Delta.....	36
Gambar 2.15 Ketidakberaturan 1a dan 1b.....	38
Gambar 2.16 Ketidakberaturan 2.....	39
Gambar 2.17 Ketidakberaturan 3.....	39
Gambar 2.18 Ketidakberaturan 4.....	40
Gambar 2.19 Ketidakberaturan 5.....	40
Gambar 2.20 Ketidakberaturan Tipe 1a dan 1b.....	42
Gambar 2.21 Ketidakberaturan Tipe 2	44
Gambar 2.22 Ketidakberaturan Tipe 3	45
Gambar 2.23 Ketidakberaturan Tipe 4	46
Gambar 2.24 Ketidakberaturan Tipe 5a dan 5b.....	47
Gambar 2.25 Penampang Profil LC	51
Gambar 2.26 Arah Pembebanan pada Gording	51
Gambar 2.27 Koefisien Angin (PPPURG 1987).....	52
Gambar 2.28 Momen Akibat Beban pada Gording.....	53
Gambar 2.29 Lebar Terhadap Tebal Elemen Tekan yang Mengalami Lentur... ..	55
Gambar 2.30 Penampang Profil WF	58

Gambar 2.31 Pembebanan.....	59
Gambar 2.32 <i>Tributary Area</i> pada Gording	59
Gambar 2.33 Koefisien Angin (PPPURG 1987).....	61
Gambar 2.34 Lebar Terhadap Tebal.....	62
Gambar 2.35 Lebar Terhadap Tebal Elemen Tekan yang Mengalami Lentur...	67
Gambar 2.36 Konsol pada Kuda-Kuda.....	71
Gambar 2.37 Penampang Profil WF	72
Gambar 2.38 Lebar Terhadap Tebal Elemen Tekan yang Mengalami Aksial Tekan.....	73
Gambar 2.39 Lebar Terhadap Tebal Elemen Tekan yang Mengalami Lentur...	78
Gambar 2.40 Kolom Baja.....	82
Gambar 2.41 Penampang Profil WF	83
Gambar 2.42 Lebar Terhadap Tebal Elemen Tekan yang Mengalami Aksial Tekan.....	84
Gambar 2.43 Lebar Terhadap Tebal Elemen Tekan yang Mengalami Lentur...	89
Gambar 2.44 Sambungan Kuda-Kuda dengan Kolom.....	92
Gambar 2.45 Konfigurasi Sambungan Kuda-Kuda dengan Kolom.....	93
Gambar 2.46 Gaya yang Terjadi Akibat Momen	94
Gambar 2.47 Sambungan Antar Kuda-Kuda.....	96
Gambar 2.48 Konfigurasi Sambungan Antar Kuda-Kuda.....	97
Gambar 2.49 Gaya yang Terjadi Akibat Momen	98
Gambar 2.50 Sambungan Kolom dengan Pelat Landas	100
Gambar 2.51 Potongan Tangga	104
Gambar 2.52 Denah Perancangan Tangga	105
Gambar 2.53 Dimensi Pelat Anak Tangga.....	105
Gambar 2.54 Terminologi Sistem Pelat	117
Gambar 2.55 Denah Pelat yang Akan Didesain pada SAFE.....	118
Gambar 2.56 Hasil Pemodelan Pelat dengan SAFE.....	119
Gambar 2.57 Koefisien Momen untuk Struktur dengan Perletakan Monolit dengan Kolom.....	119
Gambar 2.58 Denah Pelat yang Akan Didesain	121
Gambar 2.59 Analogi Rangka Batang Ruang (<i>Space Truss Analogy</i>).....	150

Gambar 2.60 Faktor Panjang Efektif untuk Rangka Tidak Bergoyang Arah x	161
Gambar 2.61 Faktor Panjang Efektif untuk Rangka Tidak Bergoyang Arah y	162
Tabel 2.43 Kapasitas Kolom	164
Gambar 3.1 Grafik Nilai SPT Lapangan BH-1	174
Gambar 3.2 Kegagalan daya dukung dalam tanah (Braja M. Das, 2019)	178
Gambar 3.3 Nilai α_u (Tomlinson, 1987.).....	181
Gambar 3.4 <i>Pile Cap</i> pada Pondasi Kelompok Tiang (Braja M. Das, 2019)....	186
Gambar 3.5 Penurunan Kelompok Tiang pada Tanah Kohesif (Muni Budhu, 2010)	191
Gambar 3.6 Denah Lantai.....	192
Gambar 3.7 Perletakan (<i>Restraints</i>).....	192
Gambar 3.8 Reaksi Perletakan pada <i>Joint</i> Tumpuan (Comb 2)	194
Gambar 3.9 Detail Fondasi Type 1	202
Gambar 3.10 Detail Fondasi Type 2.....	202
Gambar 3.11 Detail Fondasi Type 3.....	203
Gambar 3.12 Susunan Tiang (P1) Pada Titik Pusat Penampang.....	206
Gambar 3.13 Susunan Tiang (P1) Pada Titik Pusat Penampang.....	207
Gambar 3.14 Susunan Tiang (P1) Pada Titik Pusat Penampang.....	208
Gambar 3.15 Bidang Kritis Akibat Pons dari Kolom ke <i>Pile Cap</i> (R7)	209
Gambar 3.16 Bidang Kritis Akibat Pons dari Kolom ke <i>Pile Cap</i> (R7)	211
Gambar 3.17 Bidang Kritis Akibat Pons dari Kolom ke <i>Pile Cap</i> (R7)	212
Gambar 3.18 Bidang Kritis Akibat Pons dari Tiang pancang ke <i>Pile Cap</i> (R7).....	213
Gambar 3.19 Bidang Kritis Akibat Pons dari Tiang pancang ke <i>Pile Cap</i> (R4).....	215
Gambar 3.20 Bidang Kritis Akibat Pons dari Tiang pancang ke <i>Pile Cap</i> (R20)	216
Gambar 3.21 Diagram Interaksi Balok Sloof 250/500.....	227
Gambar 3.22 Output spColumn.....	228
Gambar 3.23 Zona Likuifaksi dengan a_{max} 0,1g.....	234
Gambar 3.24 Zona Likuifaksi dengan a_{max} 0,15g.....	235
Gambar 4.1 Akurasi Kategori Estimasi Biaya.....	237
Gambar 4. 2 <i>Project Information</i> sebelum <i>leveling</i>	253
Gambar 4. 3 <i>Task Form Detail</i> pada Tulangan Kolom Lantai 1	254

Gambar 4.4 Sumber Daya Sebelum Perataan.....	255
Gambar 4.5 Sumber Daya Setelah Perataan.....	255
Gambar 4. 6 <i>Fixed Cost</i> pada <i>Microsoft Project</i>	256
Gambar 4. 7 <i>Project Information</i> setelah <i>leveling</i>	256
Gambar 4. 8 Kurva S pada <i>Microsoft Project</i>	257



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Tanah dari SPT (<i>Standard Penetration Test</i>)
Lampiran 2	<i>Work Breakdown Structure</i> (WBS)
Lampiran 3	<i>Bill of Quantity</i> (BoQ)
Lampiran 4	Daftar Harga Satuan Upah, Material dan Peralatan Konstruksi
Lampiran 5	Analisis Harga Satuan Pekerjaan
Lampiran 6	Rencana Anggaran Biaya
Lampiran 7	Durasi dan Sumber Daya
Lampiran 8	Kurva S (<i>Master Schedule</i>)
Lampiran 9	Kurva S
Lampiran 10	<i>Gantt Chart</i>
Lampiran 11	<i>Resources Sheet</i>
Lampiran 12	<i>Cost View</i>
Lampiran 13	Gambar <i>Site Plan</i>
Lampiran 14	Gambar Denah Lantai Bangunan
Lampiran 15	Gambar Potongan Arsitektural
Lampiran 16	Gambar Tampak Arsitektural
Lampiran 17	Gambar Denah Kolom
Lampiran 18	Gambar Denah Balok Kolom
Lampiran 19	Gambar Denah Pelat Lantai
Lampiran 20	Gambar Rangka Atap Baja dan Detail
Lampiran 21	Gambar Denah Fondasi dan Sloof
Lampiran 22	Gambar Denah Tangga
Lampiran 23	Gambar Potongan Tangga
Lampiran 24	Gambar Penulangan Tangga
Lampiran 25	Gambar Denah Pelat
Lampiran 26	Gambar Penulangan Pelat
Lampiran 27	Gambar Potongan Memanjang dan Melintang Balok
Lampiran 28	Gambar Penulangan Kolom

- Lampiran 28 Gambar Bagan Portal
Lampiran 29 Gambar Denah Fondasi dan Sloof
Lampiran 30 Gambar Detail Fondasi Tiang Pancang

