

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG
GEDUNG APARTEMEN LYON DI KOTA YOGYAKARTA
MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN
KHUSUS



Fauzi AbdulRachman
16110027

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST.) di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Oleh:

Fauzi AbdulRachman
NPM: 16.11.0027

Tanggal Ujian : 08 Juli 2020

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing,



Ir. Utari Khatulistiani, MT
NIP/NIK : 93190 - ET

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



Johan Paing H.W., ST., MT
NIP/NIK : 196903102005011002

Ketua Program Studi Teknik Sipil,



Dr. Ir. Soebagio, MT
NIP/NIK : 94249 - ET

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung
Apartemen LYON di Kota Yogyakarta Menggunakan
Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Nama : Fauzi AbdulRachman

NPM : 16110027

Tanggal Ujian : 08 juli 2020

Dosen Penguji 1,



Ir. Soerjandani Priantoro M, MT

NIP : 94245-ET

Dosen Penguji 2,



Andarvati, ST, MT

197411032005012002

Mengetahui

Dosen Pembimbing,



Ir. Utari Khatulistiani, MT

NIP : 93190-ET

ABSTRAK

Tugas Akhir ini merencanakan struktur gedung apartemen menggunakan beton bertulang di kota Yogyakarta, dengan jumlah 10 lantai, ukuran panjang 50 meter dan lebar 24 meter.

Perencanaan gedung menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) agar gedung bersifat daktail dalam menahan gaya gempa. Pembebanan gempa mengacu pada peraturan SNI 1726-2012, untuk beban gravitasi menggunakan acuan PPIUG 1983, dan perhitungan struktur beton menggunakan acuan SNI 2847-2013 dengan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, Dalam perencanaan ini terdapat struktur sekunder yaitu balok anak, tangga, plat lantai dan plat atap Struktur primer berupa balok induk dan kolom. Beton menggunakan mutu f_c adalah 45 MPa dan mutu baja f_y adalah 400 MPa. Analisa struktur menggunakan SAP 2000, dan PCACOL untuk menentukan tulangan kolom.

Hasil dari perhitungan diperoleh dimensi kolom 65 cm x 65 cm dengan penulangan 16D25 mm dan tulangan sengkang 6 kaki D12-100 mm. Dimensi balok induk diperoleh 40 cm x 50 cm dengan tulangan utama 12D22, dan tulangan sengkang D12-100. Pondasi menggunakan tiang pancang dengan kedalaman 21 m, dengan dimensi 50 cm x 50 cm. Dimensi sloof 60 cm x 60 cm dengan tulangan 16D25 dan tulangan sengkang D22-200. Nilai simpangan antar lantai gedung tingkat desain (Δ) diperoleh sebesar 5,1 mm < simpangan gedung tingkat ijin (Δ_a) = 80 mm, dan kontrol T-Rayleigh diperoleh sebesar 1,06 detik < T empiris = 3,72 detik. Persyaratan strong column weak beam untuk kuat lentur kolom = 2023,07 kNm \geq 1896,64 kNm, dan momen gaya geser dalam HBK 4 balok adalah $\phi V_n = 3613,62$ KN > 2092,2 KN. Hasil perencanaan gedung dengan SRPMK telah sesuai dan telah sesuai dengan peraturan dan persyaratan SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012.

Kata kunci : struktur gedung, konstruksi beton bertulang, sistem rangka pemikul momen khusus, gempa tinggi.

ABSTRACT

This final task plans The structure of the apartment building using reinforced concrete in the city of Yogyakarta, with a total of 10 floors, a length of 50 meters and a width of 24 meters.

Planning the building using a special moment frame system (SRPMK) so that the building is daktail in holding the earthquake force. Earthquake loading refers to the Regulation of SNI 1726-2012, for gravity load using the reference PPIUG 1983, and the calculation of concrete structures using the reference of SNI 2847-2013 with the procedure of calculation of concrete structures for building buildings, in this planning there is a secondary structure that is the child beam, stairs, floor plate and the primary Structure of body structuring of stem beams and columns. Concrete using f_c' quality is 45 MPa and f_y steel quality is 400 MPa. The structure analysis uses SAP 2000, and PCACOL to specify the column reinforcement .

The result of the calculation obtained the column dimensions 65 cm x 65 cm with a return of 16D25 mm and a 6 foot D12-100 mm reinforcement. The dimensions of the parent beam are obtained 40 cm x 50 cm with a main reinforcement of 12D22, and the reinforcement of the cross bar D12-100. The Foundation uses a pile with a depth of 21 m, with dimensions of 50 cm x 50 cm. dimensions of sloof 60 cm x 60 cm with 16D25 reinforcement and cross bar D22-200 reinforcement . deviation value between floors of the building design level (Δ) obtained at 5.1 mm < building deviation level permit (Δa) = 80 mm, and T-Rayleigh control obtained by 1.06 seconds < T empirical = 3.72 seconds. Strong column weak beam requirements for strong bending columns = 2023.07 kNm \geq 1896.64 kNm, and the sliding style moment in HBK 4 beams is $\phi V_n = 3613.62$ KN > 2092.2 KN. Building planning results with SRPMK are in accordance with the regulations and requirements of SNI 2847:2013 and SNI 1726:2012.

Keywords : Building structure, reinforced concrete construction, special moment thinking system, high earthquake.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan dan melimpahkan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Apartemen LYON di Kota Yogyakarta Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)” Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 Teknik Sipil yang telah ditetapkan oleh Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Dalam menyusun Tugas Akhir ini tidak lepas dari peran serta berbagai pihak yang telah membantu dan membimbing serta memberikan masukan-masukan sampai tersusunnya Laporan Tugas Akhir ini. Pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Ir. Utari Khatulistiani, MT selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan serta masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir ini
2. Bapak Dr. Ir. Soebagio, MT selaku Ketua Program Studi Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
3. Tak lupa kami ucapkan terima kasih kepada teman-teman yang telah banyak membantu dan memberikan masukan-masukan kepada penulis.
4. Kepada yang tercinta kedua orang tua penulis yang ikut berperan serta untuk memberikan dukungan moral maupun materil serta tiada henti dan tiada lelah selalu menyebutkan nama saya di dalam doa-doanya kepa Allah SWT.

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini terdapat kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna, mengingat keterbatasan pengetahuan saya. Oleh karena itu pendapat dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan guna perbaikan dan kelengkapan untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Surabaya, Juli 2020

Fauzi AbdulRachman
(16110027)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN REVISI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Wilayah Gempa	6
2.2 Klasifikasi Situs	7
2.3 Analisa Beban Lateral Rencana	12
2.3.1 Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Struktur Bangunan	12
2.3.2 Kategori Desain Seismik	14
2.4 Pembebanan	15
2.4.1 Kombinasi Pembebanan	16
2.5 Beton Bertulang	17
2.5.1 Sifat-sifat Beton Bertulang	18
2.6 Desain Struktur Bangunan Gedung	21
2.6.1 Komponen Balok.....	21
2.6.2 Perencanaan Balok Beton Bertulang.....	22
2.6.3 Redistribusi Momen	25
2.6.4 Komponen Kolom	26
2.6.5 Perencanaan Kolom.....	28
2.7 Perencanaan Tulangan Geser	35

2.8 Perencanaan Geser Gempa Struktur Balok	38
2.9 Hubungan Balok-Kolom	45
2.10 Sistem Rangka Pemikul Momen	48
2.10.1 Analisis Gaya Gempa Lateral Ekvivalen	51
2.10.2 Periode Fundamental Pendekatan	51
2.10.3 Distribusi Gaya Gempa.....	53
2.10.4 Periode Alami Fundamental Struktur.....	55
2.11 Komponen Lentur	56
2.11.1 Penulangan Lentur	59
2.11.2 Sambungan Lewatan (SL) Komponen Lentur	60
2.11.3 Tulangan Pengekang Komponen Lentur	61
2.11.4 Komponen Terkena Beban Lentur dan Aksial	62
2.12 Komponen Struktur Yang Tidak Direncanakan Memikul Beban Gempa	65
2.11.1 Keadaan Kolom Lebih Kuat Daripada Balok.....	67
BAB III METODOLOGI PERENCAAN.....	69
3.1 Diagram Alir Perencanaan	69
3.2 Penjelasan Diagram Alir Perencanaan	70
BAB IV PRELIMINARY DESAIN	73
4.1 Umum	73
4.2 Dimensi Balok	73
4.2.1 Dimensi Balok Induk.....	74
4.2.2 Dimensi Balok Anak	74
4.3 Dimensi Plat.....	74
4.3.1 <i>Preliminary Design</i> Plat Atap.....	76
4.3.2 <i>Preliminary Design</i> Plat Lantai	81
4.4 <i>Preliminary Design</i> Dimensi Kolom.....	86
BAB V STRUKTUR SEKUNDER.....	91
5.1 Umum	91
5.2 Perencanaan Plat	91
5.2.1 Perencanaan Plat Atap	91
5.2.2 Perencanaan Plat Lantai.....	99
5.2.3 Kontrol Retak Pada Plat Lantai.....	105

5.3	Perencanaan Tangga	106
5.3.1	Pembebanan Tangga.....	108
5.3.2	Analisa Statika Tangga	110
5.3.3	Penulangan Plat Tangga	112
5.3.4	Penulangan Plat Bordes	115
5.3.5	Penulangan Balok Tangga	116
5.3.6	Penulangan Lentur Balok Tangga.....	118
5.3.7	Penulangan Geser Balok Bordes.....	121
5.4	Perencanaan Balok Lift.....	122
5.4.1	Koefisien Kejut Beban Hidup Oleh Keran.....	123
5.4.2	Pembebanan Balok Penggantuk Lift.....	124
5.4.3	Penulangan Balok Penggantuk Lift.....	125
5.5	Perencanaan Balok Anak	133
5.5.1	Perencanaan Balok Anak Atap	133
5.5.2	Pembebanan Balok Anak Atap	134
5.5.3	Penulangan Lentur Balok Anak Atap	135
5.5.4	Penulangan Geser Balok Anak Atap.....	141
5.5.5	Perencanaan Balok Anak Lantai	143
5.5.6	Pembebanan Balok Anak Lantai.....	144
5.5.7	Penulangan Lentur Balok Anak Lantai	144
5.5.8	Penulangan Geser Balok Anak Atap.....	151
BAB VI	STRUKTUR PRIMER	153
6.1	Struktur Primer	153
6.1.1	Data Perencanaan Struktur Primer.....	153
6.1.2	Perhitungan Beban Vertikal Pada Struktur	154
6.1.3	Menghitung Beban Gravitasi	154
6.1.4	Menghitung Beban Gempa	155
6.1.5	Periode Fundamental Struktur	157
6.1.6	Distribusi Beban Gempa.....	158
6.1.7	Kombinasi Beban	159
6.1.8	Batasan Simpangan Antar Lantai.....	160
6.1.9	Perencanaan Balok Induk	162
6.2	Penulangan Lentur Balok Induk.....	163

6.2.1	Penulangan Lentur Daerah Ujung Kiri Positif	164
6.2.2	Penulangan Lentur Daerah Tengah Positif	166
6.2.3	Penulangan Lentur Daerah Ujung Kanan Positif	167
6.3	Penulangan Tulangan Geser	169
6.4	Syarat Pendetailan	174
6.5	Penulangan Torsi Balok Induk	177
6.6	Perencanaan Kolom	179
6.6.1	Desain Tulangan Memanjang Kolom	180
6.6.2	Syarat Pendetailan Kolom	186
6.6.3	Persyaratan <i>Strong Column Weak Beam</i>	187
6.6.4	Kebutuhan Pengekangan Pada Kolom	191
6.6.5	Periksa Kebutuhan Pengekangan yang Terpasang untuk Beban Geser	193
6.6.6	Sambungan Lewatan Tulangan pada Kolom	197
6.7	Desain Hubungan Balok Kolom	200
6.7.1	Desain HBK Terkekang 4 Balok	200
6.7.2	Desain HBK Terkekang 3 atau 2 Balok	203
BAB VII PONDASI.....		205
7.1	Daya Dukung Tiang Pancang	205
7.2	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Tipe 1	206
7.2.1	Daya Dukung Tiang Pondasi Tipe 1 Berdasarkan Kekuatan Bahan	206
7.2.2	Daya Dukung Tiang Pondasi Berdasarkan Kekuatan Tanah	207
7.2.3	Kebutuhan Tiang Pancang Pada Pondasi Tipe 1	210
7.2.4	Tiang Pancang Kelompok Tipe 1	211
7.2.5	Perhitungan Efisiensi Kelompok Tiang Pancang Pondasi Tipe 1	212
7.2.6	Kontrol Beban Maksimum (P_{max}) 1 Tiang Pancang Pondasi Tipe 1	213
7.2.7	Perencanaan Pile Cap Pondasi Tipe 1	215
7.2.8	Perhitungan Kontrol Geser Pons Pile Cap	219
7.3	Perencanaan Sloof	221

7.3.1 Data Perencanaan	221
7.3.2 Penulangan Lentur Sloof	222
7.3.3 Penulangan Geser Sloof.....	223
7.4 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Tipe 2	224
7.4.1 Daya Dukung Tiang Pondasi Tipe 2 Berdasarkan Kekuatan Bahan.....	224
7.4.2 Daya Dukung Tiang Pondasi Berdasarkan Kekuatan Tanah	225
7.4.3 Kebutuhan Tiang Pancang Pada Pondasi Tipe 2.....	228
7.4.4 Tiang Pancang Kelompok Tipe 2	229
7.4.5 Perhitungan Efisiensi Kelompok Tiang Pancang Pondasi Tipe 2.....	230
7.4.6 Kontrol Beban Maksimum (P_{max}) 1 Tiang Pancang Pondasi Tipe 2	231
7.4.7 Perencanaan Pile Cap Pondasi Tipe 2.....	233
7.4.8 Perhitungan Kontrol Geser Pons Pile Cap	237
7.5 Perencanaan Sloof.....	239
7.5.1 Data Perencanaan	239
7.5.2 Penulangan Lentur Sloof	240
7.5.3 Penulangan Geser Sloof.....	241
BAB VIII KESIMPULAN	243
8.1 Kesimpulan	243
8.2 Saran	244
DAFTAR PUSTAKA	245
LAMPIRAN.....	247

DAFTAR GAMBAR

2.1 Peta Wilayah Gempa Indonesia	6
2.2 Respon Spektra Sumber Puskim	12
2.3 Momen yang terjadi pada balok akibat Pembebanan	22
2.4 Distribusi tegangan dan regangan penampang tulangan tunggal ..	23
2.5 Gaya Geser Akibat Gempa dari Arah Kiri dan Beban Gravitasi ..	42
2.6 Gaya Geser Akibat Gempa dari Arah Kanan dan Beban Gravitasi	46
2.7 Luas Joint Efektif.....	50
2.8 Lokasi sendi plastis	50
2.9 Persyaratan Penulangan Komponen Lentur Kategori Disain D, E dan F.....	60
2.10 Sambungan Lewatan Komponen Lentur	60
2.11 Persyaratan Sengkang tertutup untuk kategori desain D,E.....	61
2.12 Penulangan Transversal untuk Komponen Lentur pada Kategori Desain D, E dan F.....	62
3.1 Diagram alir Perencanaan	69
4.1 Perencanaan Plat atap	76
4.2 Penampang Balok Induk Plat Atap	77
4.3 Penampang Balok Anak Plat Atap	79
4.4 Perencanaan Plat Lantai	81
4.5 Penampang Balok Induk Plat Lantai	82
4.6 Penampang Balok Anak Plat Lantai.....	84
4.7 Tributary Area Kolom As	86
5.1 Denah Tipe Plat	92
5.2 Tipe Anak Plat Atap	93
5.3 Tipe Anak Plat Lantai	100
5.4 Denah dan Potongan Tangga	107
5.5 Tebal Plat Tangga	107
5.6 Gaya Momen Pada Tangga	110

5.7 Gaya Geser Pada Tangga	111
5.8 Gaya Dalam Bordes	111
5.9 Gaya Dalam Tangga Miring	112
5.10 Bidang Momen dan Lintang Balok Bordes	118
5.11 Pembebanan Balok Penggantung Lift	124
5.12 Gaya Momen Balok Penggantung Lift	126
5.13 Gaya Geser Balok Penggantung Lift	126
5.14 Gaya Dalam Tumpuan Balok Penggantung Lift.....	127
5.15 Gaya Dalam Tumpuan Balok Penggantung Lift.....	127
5.16 Pembebanan Balok Anak Plat Atap.....	135
5.17 Penampang Balok Anak Plat Atap	139
5.18 Pembebanan Balok Anak Plat Lantai	144
5.19 Penampang Balok Anak Plat Lantai	148
6.1 Grafik Spektral Percepatan Kota Yogyakarta	156
6.2 Desain Gaya Geser Balok Induk	171
6.3 Pemasangan Senggang pada Balok Induk	177
6.4 Sketsa Posisi Tulangan pada Balok Induk.....	179
6.5 Diagram Interaksi Kuat Rencana Kolom	185
6.6 Diagram Interaksi PCACOL dengan Nilai M_{nc} Terkecil	190
6.7 Letak Tulangan Utama dan Senggang pada Kolom Tumpuan (a) dan lapangan (b)	197
6.8 Tekukan Senggang 135° pada Kolom.....	197
6.9 Tulangan Geser pada Sambungan Lewatan Kolom	199
6.10 Sambungan lewatan pada Kolom	199
6.11 HBK Terkekang 4 Balok	202
6.12 HBK Terkekang 3 atau 2 Balok.....	204
7.1 Daerah yang Mengalami Keruntuhan Geser	207
7.2 Perencanaan Pondasi Tipe 1	212
7.3 Denah Pondasi Tipe 1	214
7.4 Momen yang Terjadi Pada Pile Cap (P1)	217
7.5 Penampang Kritis Pada Pile Cap Tipe 1	220
7.6 Diagram Interaksi Sloof.....	223
7.7 Daerah Yang Mengalami Keruntuhan Geser.....	225

7.8 Perencanaan Pondasi Tipe 2	230
7.9 Denah Pondasi Tipe 2	232
7.10 Momen Yang Terjadi Pada Pile Cap (P2)	235
7.11 Penampang Kritis Pile Cap Tipe 2.....	238
7.12 Diagram Interaksi Sloof	241

DAFTAR TABEL

2.1	Klasifikasi Situs	7
2.2	Koefisien situs, F_a	9
2.3	Koefisien situs, F_v	10
2.4	Faktor Keutamaan Gempa	13
2.5	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda Pendek	14
2.6	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda 1 Detik	15
2.7	Pendetailan Hubungan Balok dan Kolom (HBK)	47
2.8	Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	51
2.9	Nilai Parameter Perioda Pendekatan C_t dan x	52
2.10	Persyaratan Komponen Lentur	57
2.11	Komponen Rangka Kena Beban Lentur dan Aksial.....	63
2.12	Persyaratan Kuat Geser	66
6.1	Massa Lantai1	155
6.2	Nilai Respon Spektrum untuk Tanah Lunak di Yogyakarta	156
6.3	Beban Gempa Tiap Lantai	159
6.4	Kombinasi Pembebanan.....	159
6.5	Nilai Simpangan Tiap Lantai	161
6.6	T-rayleigh Arah X.....	162
6.7	Resume Balok Induk Lantai.....	163
6.8	Resume Penulangan Balok.....	169
6.9	Gaya Aksial Tekan Terfaktor yang Bekerja pada Kolom.....	181
6.10	Gaya-gaya Dalam Kolom.....	184