

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN SRTUKTUR GEDUNG LFC BETON  
BERTULANG TAHAN GEMPA DENGAN  
MENGGUNAKAN SISTEM GANDA PADA DAERAH  
GEMPA TINGGI**



**ANDIKA FIRMANSYAH  
NPM : 13110033**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA  
SURABAYA  
2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul

: Perencanaan Struktur Gedung LFC Beton  
Bertulang Tahan Gempa Dengan Menggunakan  
Sistem Ganda Pada Daerah Gempa Tinggi

Nama

: ANDIKA FIRMANSYAH

NPM

: 13110033

Program Studi

: Teknik Sipil

Menyetujui,

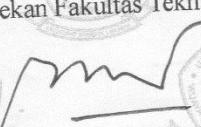
Dosen Pembimbing,

  
**Ir. H. Soerjandani, PM, MT**  
NIP/NIK : 94245 - ET

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Program Studi Teknik Sipil,

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

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

## LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : Perencanaan Struktur Gedung LFC Beton Bertulang Tahan Gempa Dengan Menggunakan Sistem Ganda Pada Daerah Gempa Tinggi

Nama : ANDIKA FIRMANSYAH

NPM : 13110033

Program Studi : Teknik Sipil

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

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

Andaryati, ST, MT  
NIP: 197411032005012002

Dosen Pembimbing

Ir. H. Soerjandani PM, MT  
NIP/NIK: 94245-ET

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,  
Nama Mahasiswa : Andika Firmansyah  
NPM : 13110033  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul : Perencanaan Struktur Gedung LFC Beton  
Bertulang Tahan Gempa Dengan Menggunakan  
Sistem Ganda Pada Daerah Gempa Tinggi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis tugas akhir ini benar-benar saya kerjakan sendiri, Karya tulis dalam Tugas Akhir ini bukan merupakan plagiat, pemungutan karya orang lain, pengambilan hasil karya milik orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, disengaja atau tidak, ataupun segala kemungkinan lain yang hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara asli dan otentik. Bila kemudian hari terdapat bukti kuat atas dugaan atau fakta adanya ketidaksesuaian dengan pernyataan yang dibuat, maka saya bersedia diproses oleh tim Fakultas/Program Studi yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan.

Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak maupun demi menegakkan integritas akademik ini

Surabaya,

Saya yang menyatakan



Andika Firmansyah

NPM : 13110033

## ABSTRAK

LFC Office terdiri dari 10 lantai dengan ukuran 30 x 25 m dan lokasi berada di Mataram. Untuk mengurangi risiko kerusakan pada bagunan gedung bertingkat terutama akibat adanya gempa maka diperlukan perencanaan gedung tahan gempa. Dalam perencanaan akan menggunakan struktur beton bertulang dengan Sistem Ganda.

Pada Sistem Ganda rangka kolom dan dinding geser didesain harus mampu menahan gaya geser dasar sesuai dengan proporsi dasar kekakuan keduanya. Pendistribusiannya adalah kolom menerima gaya geser dasar minimal sebesar 25% sedangkan sisanya ditahan oleh dinding geser.

Perencanaan dilakukan dengan menggunakan acuan Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2003) dan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012) dengan mutu beton ( $f_c'$ ) 30 MPa dan mutu baja ( $f_y$ ) 390 MPa. Analisa struktur menggunakan program SAP 2000 dan program PCACOL.

Dari hasil perhitungan didapatkan dimensi, balok induk 30/50 cm, kolom 60/60 cm, tebal dinding struktur 30 cm, tebal pelat atap 10 cm, tebal pelat lantai 12 cm, dimensi tiang pancang 50 x 50 cm dengan panjang 19 m, pile cap untuk kolom 275 x 275 x 70 cm, dan pile cap untuk dinding struktur 975 x 275 x 180 cm,

**Kata kunci :** Struktur beton bertulang, sistem ganda, gempa tinggi

## **ABSTRACT**

LFC Office comprises 10 floors with a size 32 x 42 m and location are in Mataram. In order to reduce the risk of damage in the multi-storey buildings, especially due to the earthquake, thus earthquake-resistant buildings is required. During the designing process, the reinforced concrete structure with dual-system is going to be used.

In Dual System, the column structure and shear walls are designed to be able to resist the base shear force, regarding to the basic proportion of their rigidities. The distribution is conducted by column receiving base shear force for minimum 25%, while the rest is hold by the shear walls.

The designing has been conducted using Requirements of Structural Concrete for (SNI 28472013) and Manual for Seismic Resistance Designing for Building Construction (SNI 1726-2012) with Concrete Compressive Strength ( $f_c'$ ) 30 MPa and steel yield strength ( $f_y$ ) 390 MPa. The structure analysis is using software SAP 2000 and PCACOL.

From the result of analysis, it is obtained the dimension of the primary beam 30/50 cm, column 60/60 cm, the structure wall thickness 30 cm, roof plate thickness 10 cm, floor plate thickness 12 cm, dimension for pile foundation 50 x 50 cm with depth 19 m, tie beam 40/60, pile cap for column 275 x 275 x 70 cm, and pile cap for structure wall 975 x 275 x 180 cm.

**Key words:** Reinforced concrete structure, dual system, high earthquake

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, kekuatan, ketabahan, kesabaran dan kasih-Nya yang diberikan kepada penyusun, sehingga penyusun dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penyusun telah mendapatkan banyak bantuan, masukan, dan bimbingan baik secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

- 1) Bapak Ir. H. Soerjandani PM, MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penyusun hingga proposal ini dapat terselesaikan tepat waktu.
- 2) Bapak Johan Pahing, ST.MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- 3) Bapak Dr. Ir. Soebagio, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- 4) Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- 5) Orang tua tercinta yang selalu memberikan dukungan dan semangat yang sangat membantu penyusun.
- 6) Teman-teman dan kakak kelas Universitas Wijaya Kusuma Surabaya yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuan yang telah diberikan kepada penyusun.

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari kesalahan maupun kekurangan, mengingat keterbatasan pengetahuan maupun pengalaman penyusun sebagai mahasiswa. Oleh sebab itu penyusun mengharapkan kritik dan saran kearah perbaikan dengan pikiran terbuka. Penyusun berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi kita semua.

Surabaya, Juli 2019

Andika Firmansyah  
NPM : 12110033

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN REVISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xx</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	4
1.4 Maksud dan Tujuan.....	4
1.5 Manfaat .....	4
1.6 Batasan Masalah.....	5
1.7 Data Gedung.....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Umum.....	7
2.2 Sistem Ganda .....	8
2.3 Peraturan Yang Digunakan .....	9

2.4 Wilayah Gempa.....	10
2.5 Beton Bertulang .....	11
2.6 Kombinasi Pembebatan.....	11
2.7 Konsep Desain .....	12
2.7.1 Metode Analisa dan Perencanaan.....	14
2.8 Komponen Struktur Skunder.....	16
2.8.1 Plat .....	17
2.8.2 Tangga.....	19
2.9 Komponen Struktur Primer .....	19
2. 9.1 Komponen Balok .....	20
2. 9.2 Komponen Kolom.....	20
2.10 Pembatasan Tulangan Tarik Maksimum.....	22
2.11 Pembatasan Tulangan Tarik Maksimum.....	23
2.12 Desain Balok Persegi dengan Tulangan Tarik Lentur.....	26
2.11.1 Langkah-langkah dalam Perencanaan.....	27
2.13 Desain Balok Lentur Bertulang Rangkap.....	28
2.13.1 Kondisi $f_s$ dan $f_s' \leq f_y$ untuk $\epsilon_c = 0,003$ .....	30
2.14 Desain Tulangan Geser Lentur.....	31
2.14.1 Kekuatan Geser Dengan Tulangan Geser .....	32
2.14.2 Langkah – lentur Desain dan Persyaratan .....	32
2.15 Desain Tulangan Torsi ( Puntir ) .....	34
2.15.1. Kekuatan Momen Torsi .....	37

2.15.2. Prosedur Untuk Desain Torsi dan Geser Terkombinasi .....	41
2.16 Ketentuan Khusus Untuk Perencanaan Gempa dengan Sistem Ganda.....	44
2.16.1 Komponen Lentur.....	45
2.16.2 Komponen Lentur Dan Aksial.....	45
2.17 Perencanaan Struktur Pondasi .....	46
2.17.1 Perencanaan Struktur Pondasi .....	46
2.17.2 Perencanaan Poer .....	51
<b>BAB 3 METODOLOGI.....</b>	<b>53</b>
3.1 Diagram Alir Perencanaan .....	53
3.2 Penjelasan Diagram Alir Perencanaan .....	54
<b>BAB 4 PRELIMINARY DESIGN .....</b>	<b>59</b>
4.1 Umum.....	59
4.2 Desain Dimensi Balok.....	59
4.2.1 Dimensi Balok Induk .....	60
4.2.2 Dimensi Balok Anak .....	60
4.3 Dimensi Kolom .....	61
4.4 Dimensi Pelat .....	64
4.4.1 Perencanaan Ketebalan Pelat Atap (ht) .....	68
4.2.2 Perencanaan Ketebalan Pelat Lantai (ht) .....	71
4.2.3 Perencanaan Dinding .....	75

<b>BAB 5 STRUKTUR SEKUNDER .....</b>	<b>76</b>
5.1 Umum.....	76
5.2 Perencanaan Struktur Pelat.....	76
5.2.1 Perencanaan Pelat Atap .....	77
5.2.2 Perencanaan Pelat Lantai .....	89
5.3 Perencanaan Tangga.....	101
5.3.1 Data Perencanaan .....	101
5.3.2 Beban Pelat Tangga .....	103
5.3.3 Beban Pelat Bordes .....	104
5.3.4 Analisa Statika Tangga dan Bordes .....	105
5.3.5 Perhitungan Penulangan .....	108
5.4 Perencanaan Balok Anak .....	120
5.4.1 Perencanaan Balok Anak Atap .....	120
5.4.2 Pembebanan Balok Anak Atap .....	122
5.4.3 Penulangan Lentur Balok .....	124
5.4.4 Kontrol Kekuatan .....	127
5.4.5 Penulagan Daerah Lapangan .....	127
5.4.6 Kontrol Kekuatan .....	129
5.4.7 Penulangan Tulangan Geser .....	130
5.4.8 Perencanaan Balok Anak Lantai .....	132
5.4.9 Pembebanan Balok Anak Lantai .....	133
5.4.10 Penulangan Lentur Balok .....	135
5.5 Perhitungan Balok Penggantug Lift .....	143

5.5.1 Data Perencanaan .....	143
5.5.2 Koefisen Kejut Beban Hidup Oleh Keran .....	144
5.5.3 Perencanaan Pada Balok Penggantung Lift (30/50) ...	145
5.5.4 Penulangan Balok Penggantung Lift .....	146
<b>BAB 6 STRUKTUR PRIMER .....</b>	<b>153</b>
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 .....	163
6.2 Penulangan Lentur Balok Induk.....	165
6.2.1 Syarat Batas Penulangan Balok Induk.....	165
6.2.2 Penulangan Lentur Daerah Ujung Kiri Positif.....	166
6.2.3 Penulangan Lentur Daerah Tengah Positif .....	168
6.2.4 Penulangan Lentur Daerah Ujung Kanan Positif.....	170
6.3 Penulangan Tulangan Geser.....	172
6.4 Syarat Pendetailan .....	178
6.5 Penulangan Torsi Balok Induk .....	182

6.6 Pemutusan Tulangan Balok Induk .....	184
6.7 Perencanaan Kolom.....	185
6.7.1 Desain Tulangan Memanjang Kolom.....	186
6.7.2 Syarat Pendetailan .....	192
6.7.3 Persyaratan Strong Coloumn Weak Beam .....	193
6.7.4 Kebutuhan Pengkang Pada Kolom.....	197
6.7.5 Periksa Kebutuhan Pengekang yang Terpasang untuk Beban Geser .....	199
6.7.6 Sambungan Lewatan pada Kolom.....	205
6.8 Desain Hubungan Balok Kolom .....	208
6.8.1 Desain HBK Terkekang 4 Balok .....	208
6.8.2 Desain HBK Terkekang 3 atau 2 Balok .....	211
6.9 Perencanaan Dinding Geser .....	212
6.9.1 Analisa Sistem Ganda.....	212
6.9.2 Dimensi Dinding Geser .....	218
6.9.3 Kontrol Kekuatan Aksial Dinding Geser.....	219
6.9.4 Desain Elemen Pembatas Dinding Struktur Khusus ...	220
6.9.5 Penulangan Dinding Geser .....	224
6.9.6 Penulangan Elemen Pembatas .....	228
<b>BAB 7 PERENCANAAN PONDASI.....</b>	<b>233</b>
7.1 Umum.....	233
7.2 Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang .....	233
7.2.1 Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Bahan .....	234

7.2.2 Daya Dukung Pondasi Terhadap Kekuatan Tanah.....	234
<b>7.3 Perencanaan Pondasi Dinding Kolom.....</b>	<b>236</b>
7.3.1 Perencanaan Kelompok Tiang Pancang .....	236
7.3.2 Perhitungan Efisiensi Tiang Pancang dalam Kelompok .....	237
7.3.3 Kontrol Tegangan Maksimum pada Pancang Kelompok .....	238
<b>7.4 Syarat Batas Penulangan Pile Cap .....</b>	<b>240</b>
7.4.1 Penulangan Pile Cap.....	240
7.4.2 Perhitungan Kontrol Geser Pons .....	243
<b>7.5 Perencanaan Sloof.....</b>	<b>245</b>
7.5.1 Penulangan Lentur Sloof .....	246
7.5.2 Penulangan Geser Sloof.....	247
<b>7.6 Perencanaan Pondasi Dinding Geser.....</b>	<b>249</b>
7.6.1 Kebutuhan Tiang Pancang.....	249
7.6.2 Perencanaan Kelompok Tiang.....	250
7.6.3 Perhitungan Efisiensi Tiang Pancang dalam Kelompok .....	251
7.6.4 Kontrol Tegangan Maksimum pada Pancang Kelompok .....	251
7.6.5 Syarat Batas Penulangan Pile Cap.....	254
7.6.6 Penulangan Pile Cap.....	254
7.6.7 Perhitungan Kontrol Geser Pons .....	257
<b>BAB 8 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>259</b>
8.1 Kesimpulan .....	259

8.2 Saran.....	259
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>261</b>

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1.1 Denah Lantai 1 .....	6
Gambar 1.2 Denah Lantai 2 – 10 .....	6
Gambar 2.1 Sistem Ganda.....	9
Gambar 2.2 Wilayah Gempa di Indonesia pada Peta Gempa 2012....	10
Gambar 2.3 Tampang Balok, Diagram Regangan, dan Tegangan.....	29
Gambar 2.4 Luasan Macam-macam Penampang .....	39
Gambar 2.5 Persyaratan Penulangan Komponen Lentur di Wilayah gempa 5 .....	45
Gambar 2.6 Persyaratan Penulangan Komponen Lentur dan aksial di Wilayah gempa 6 .....	46
Gambar 2.7 Penampang Kritis pada Pondasi .....	52
Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan .....	53
Gambar 4.1 Lebar Efektif Balok Interior .....	66
Gambar 4.2 Lebar Efektif Balok Eksterior.....	67
Gambar 4.3 Perencanaan Pelat Atap .....	68
Gambar 4.4 Perencanaan Pelat Lantai.....	71
Gambar 5.1 Pembagian Segmen Pelat Atap.....	77
Gambar 5.2 Pelat Atap Tipe A .....	80
Gambar 5.3 Pembagian Segmen Pelat Lantai .....	89
Gambar 5.4 Pelat Lantai Tipe A.....	91

Gambar 5.5 Denah Tangga Lantai 1-10 .....	101
Gambar 5.6 Denah Tangga.....	101
Gambar 5.7 Tebal Pelat Tangga .....	103
Gambar 5.8 Statika Tangga .....	105
Gambar 5.9 Bidang Geser dan Momen Tangga .....	107
Gambar 5.10 Momen yang Bekerja Pada Balok Bordes .....	114
Gambar 5.11 <i>Tributary Area</i> Denah Pembebanan Balok Anak Atap .....	121
Gambar 5.12 Detail Pembebanan Balok Anak Atap .....	122
Gambar 5.13 Pembebanan Segitiga Balok Anak Atap.....	123
Gambar 5.14 <i>Tributary Area</i> Denah Pembebanan Balok Anak Lantai .....	132
Gambar 5.15 Detail Pembebanan Balok Anak Lantai.....	133
Gambar 5.16 Pembebanan Segitiga Balok Anak Lantai .....	134
Gambar 5.17 Pembebanan Pada Balok Penggantung Lift.....	145
Gambar 6.1 Grafik Spektral Percepatan Kota Mataram.....	156
Gambar 6.2 Desain Gaya Geser Balok Induk .....	175
Gambar 6.3 Pemasangan Sengkang pada Balok Induk .....	181
Gambar 6.4 Sketsa Posisi Tulangan pada Balok Induk.....	183
Gambar 6.5 Putusan Tulangan pada Balok induk .....	184
Gambar 6.6 Putusan Tulangan pada Balok B1881 .....	185
Gambar 6.7 Diagram Interaksi Kuat Rencana Kolom.....	191

Gambar 6.8 Diagram Interaksi PCACOL dengan Nilai  $M_{nc}$  Terkecil

..... 196

Gambar 6.9 Letak Tulangan Utama dan Sengkang pada Kolom Tumpuan (a) dan lapangan (b) .....	204
Gambar 6.10 Tekukan Sengkang $135^\circ$ pada Kolom.....	204
Gambar 6.11 Tulangan Geser pada Sambungan Lewatan Kolom....	206
Gambar 6.12 Sambungan lewatan pada Kolom .....	207
Gambar 6.13 HBK Terkekang 4 Balok .....	210
Gambar 6.14 HBK Terkekang 3 atau 2 Balok .....	212
Gambar 6.15 Desain Penempatan Perletakan Dinding Geser 1 .....	214
Gambar 6.16 Desain Penempatan Perletakan Dinding Geser 2 .....	215
Gambar 6.17 Desain Penempatan Perletakan Dinding Geser 3 .....	216
Gambar 6.18 Diagram Interaksi Desain Kekuatan Dinding Struktur .....	222
Gambar 6.19 Tulangan pada Dinding Struktur .....	232
Gambar 7.1 Denah Kelompok Tiang Pancang .....	237
Gambar 7.2 Statika Pile Cap.....	241
Gambar 7.3 Diagram Interaksi Kuota Rencana Sloof .....	247
Gambar 7.4 Penulangan untuk Sloof.....	248
Gambar 7.5 Denah Kelompok Tiang Pancang Dinding Struktur .....	250

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Intensita Gaya Geser Dinding Tiang Pancang.....	48
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Momen Pelat.....	86
Tabel 5.2 Penulangan Pelat Atap .....	87
Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Momen Pelat Lantai.....	98
Tabel 5.4 Penulangan Pelat Lantai .....	99
Tabel 6.1 Massa Lantai .....	155
Tabel 6.2 Nilai Respon Spektrum untuk Tanah Lunak di Mataram..	157
Tabel 6.3 Beban Gempa Tiap Lantai.....	159
Tabel 6.4 Kombinasi Pembebanan .....	159
Tabel 6.5 Nilai Simpangan Tiap Lantai .....	161
Tabel 6.6 T-rayleigh Arah X .....	162
Tabel 6.7 T-rayleigh Arah Y .....	162
Tabel 6.8 Momen yang Terjadi pada Balok Induk B 1881 .....	163
Tabel 6.9 Momen Maksimal pada Balok B 1881 .....	164
Tabel 6.10 ResUME Balok Induk Lantai .....	165
Tabel 6.11 ResUME Penulangan Balok.....	171
Tabel 6.12 Gaya Aksial Tekan Terfaktor yang Bekerja Pada Kolom2	
Tabel 6.13 Gaya-gaya Dalam Kolom.....	190
Tabel 6.14 Nilai Presentase Antara SRPMK dan Dinding Geser Desain 1 .....	214
Tabel 6.15 Nilai Presentase Antara SRPMK dan Dinding Geser	

Desain 2 .....	215
Tabel 6.16 Nilai Presentase Antara SRPMK dan Dinding Geser	
Desain 3 .....	216
Tabel 6.17 Resume Gaya pada Dinding Geser Lantai 1.....	218