

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG GRAHA 165, JAKARTA

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

AMY RAHMADIAN PUTERI
NPM : 1410015211043



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2018**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah Bacalah, dan Tuhanmulah yang mahia mulia
Yang mengajar manusia dengan pena,*

Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya (QS: Al-'Alaq 1-5)

Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan ? (QS: Ar-Rahman 13)

*Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang
yang diberi ilmu beberapa derajat (QS : Al-Mujadilah 11)*

Ya Allah,

*Waktu yang sudah kujalani dengan jalan hidup yang sudah menjadi takdirku, sedih, bahagia, dan
bertemu orang-orang yang memberiku sejuta pengalaman dan warna-warni kehidupan.*

*Kubersujud dihadapan Mu, Engkau berikan aku kesempatan untuk bisa sampai Di penghujung
awal perjuanganku. Segala Puji bagi Mu ya Allah,*

Alhamdulillah..Alhamdulillah..Alhamdulillahirobbil' alamin..

*Sujud syukurku kusembahkan kepadamu Tuhan yang Maha Esa, atas takdirmu telah kau
jadikan aku manusia yang senantiasa berpikir, berilmu, beriman dan bersabar dalam menjalani
kehidupan ini. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal bagiku untuk meraih cita-cita
besariku.*

*Lantunan Al-fatihah beriring Shalawat dalam silahku merintih, menadahkan doa dalam
syukur yang tiada terkira, terima kasihku untukmu. Kupersembahkan sebuah karya kecil ini untuk
Ayahanda dan Ibundaku tercinta, yang tiada pernah hentinya selama ini memberiku semangat,
doa, dorongan, nasehat dan kasih sayang serta pengorbanan yang tak tergantikan hingga aku selalu
kuat menjalani setiap rintangan yang ada didepanku., Bapak., Ibu...terimalah bukti kecil ini
sebagai kado keseriusanku untuk membalas semua pengorbananmu.. dalam hidupmu demi hidupku
kalian ikhlas mengorbankan segala perasaan tanpa kenal lelah, dalam lapar berjuang separuh
nyawa hingga segalanya.. Maafkan anakmu Bapak., Ibu., masih saja ananda menyusahkanmu..*

*Dalam silah di lima waktu mulai fajar terbit hingga terbenam.. seraya tangaku menadah"..
ya Allah ya Rahman ya Rahim... Terimakasih telah kau tempatkan aku diantara kedua malaiikatmu
yang setiap waktu ikhlas menjagaku, mendidikku, membimbingku dengan baik. Ya Allah
berikanlah balasan setimpal surga firdaus untuk mereka dan jauhkanlah mereka nanti dari
panasnya sengat hawa api nerakamu..*

Untukmu Bapak (ELVI JAMAL),,Ibu (SENO CHAIRINA)...Terimakasih....

I always loving you... (ttd. GADIS KECILMU YANG SUDAH DEWASA)

Dengan Mengucapkan segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT, berkat Rahmat dan Karunia-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul **“PERENCANAAN BANGUNAN GEDUNG GRAHA 165, JAKARTA”**.

Tugas akhir ini disusun untuk sebagai syarat akademik memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta, Padang.

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Nengah Tela, S.T, M.Sc, selaku Dekan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.
2. Ibuk Dr. Rini Mulyani, S.T, M.Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Dr.Ir Bahrul Anif, MT dan bapak Khadavi, ST, MT selaku dosen pembimbing, pengajar serta pendidik yang telah banyak memberikan saran, arahan, motivasi dan kritik yang membangun selama penulisan laporan kerja praktek ini.
4. Ibuk Dr. Rini Mulyani, S.T, M.Sc dan ibuk Rita Anggraini, ST, MT selaku dosen penguji pada tugas akhir.
5. Teman seperjuangan dalam proses pembuatan tugas akhir Hurriyati Nurul Ajri, berjuang belajar mandiri dalam pembuatan TA.
6. Teman-teman seperjuangan di waktu limit pendaftaran seminar dan sidang TA putri, opi, febr, meli, noval, fauzi, ica, ici dan dini. Perpus pusat mempunyai cerita manis dengan kita.
7. Terimakasih kepada putri permata sari jodohnya s***m yang mau saya jahilin terus pada saat buat TA.
8. Kepada Ici boy si penangis saat sidang akhir, Dini si polos, Imel si baper, Catur si moody dan Awe si toa yang telah memberikan supprot penuh kepada penulis dan motivasi kepada penulis, mereka yang selalu mau di repotkan oleh penulis dan selalu mengingatkan satu sama lain. Kita bisa wisuda bareng genks gokil parah.

9. Keluarga besar teknik sipil angkatan 2014 yang selalu memberikan motivasi dan support kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas akhir ini mungkin masih terdapat kekurangan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak, demi kesempurnaan pada masa yang akan datang, akhir kata semoga Tugas akhir ini berguna bagi penulis sendiri dan para pembaca dan dapat mengamalkannya. Aamiin Yaa Rabbal Alamiin.

Wassalammualaikum Wr. Wb.

Padang, Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN.....	
KATA PENGANTAR.....	
DAFTAR ISI.....	I
DAFTAR GAMBAR.....	VI
DAFTAR TABEL	VIII
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan	2
1.4 Batasan Pembahasan.....	2
1.5 Metodologi Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Umum	5
2.1.1 Sistem Struktur Bangunan Tinggi	8
2.1.1.1 Stabilitas Bangunan Tinggi.....	8
2.1.1.2 Penerapan Struktur Bangunan Tinggi Dalam Menahan Gaya Lateral	11
2.1.1.3 Penyaluran Beban.....	14
2.1.2 Sistem Struktur Bangunan Bertingkat Rendah	15
2.1.2.1 Rangka Bangunan	16
2.2 Material.....	16
2.2.1 Beton	17
2.2.1.1 Beton Berdasarkan Kelas dan Mutu Beton.....	18
2.2.1.2 Sifat Beton.....	18
2.2.2 Baja Tulangan	20
2.3 Perencanaan Struktur	24
2.3.1 Kolom	24
2.3.1.1 Perilaku Kolom Dengan Beban Aksial.....	25

2.3.1.2	Persyaratan Peraturan SNI 2847:2013	26
2.3.1.3	Persamaan Desain Kolom dengan Beban Aksial .	27
2.3.1.4	Jenis-Jenis Keruntuhan Kolom	28
2.3.1.5	Persyaratan Penulangan	29
2.3.1.6	Konsep Strong Column Weak Beam	31
2.3.1.7	Mekanisme Kerja Strong Column Weak Beam	33
2.3.2	Balok	34
2.3.2.1	Jenis-Jenis Balok	35
2.3.2.2	Faktor Reduksi Kekuatan	37
2.3.2.3	Jenis Keruntuhan Balok	38
2.3.2.4	Jenis-Jenis Keruntuhan Lentur	40
2.3.2.5	Perencanaan Desain Balok	41
2.3.2.6	Kapasitas Balok Bertulang Tunggal	42
2.3.2.7	Kapasitas Balok Bertulang Ganda	44
2.3.3	Pelat	45
2.3.3.1	Persyaratan Tumpuan Pada Pelat	46
2.3.3.2	Bentang Teoritis dan Bentang Bersih	47
2.4	Shear Wall	48
2.4.1	Persyaratan Penulangan	48
2.4.2	Perencanaan Geser	49
2.5	Pedoman Perencanaan	50
2.6	Pembebanan	51
2.6.1	Deskripsi Pembebanan	51
2.6.2	Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	52
2.6.3	Beban Hidup (<i>Live Load</i>)	52
2.6.4	Beban Gempa (<i>Earthquake Load</i>)	54
2.6.5	Beban Angin (<i>Wind Load</i>)	65
2.6.6	Efek P-Delta	75
2.7	Kombinasi Pembebanan	76

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metode Perhitungan.....	67
3.2	Diagram Alir Perhitungan.....	67
3.3	Perhitungan Pembebanan.....	69
3.4	Metode Perhitungan	69
3.5	Diagram Alir Perhitungan Gempa	70
3.6	Pemodelan Struktur	70
3.6.1	Penulangan Kolom.....	70
3.6.2	Penulangan Balok	73
3.6.3	Penulangan Pelat.....	75
3.6.4	Penulangan Shear wall.....	76

BAB IV ANALISIS STRUKTUR DAN PEMBAHASAN

4.1	Pendahuluan	88
4.2	Preliminary Design Elemen – Elemen Struktur	90
4.2.1	<i>Preliminary</i> Elemen Pelat.....	90
4.2.2	<i>Preliminary</i> Elemen Balok	92
4.2.3	<i>Preliminary</i> Elemen Dinding Geser (<i>Shear Wall</i>).....	95
4.2.4	<i>Preliminary</i> Elemen Kolom.....	97
4.3	Pemodelan Struktur	105
4.4	Pembebanan.....	108
4.4.1	Pembebanan Gravitasi.....	108
4.4.2	Pembebanan Gempa pada struktur.....	111
4.4.2.1	Menentukan Kategori Resiko	111
4.4.2.2	Menentukan Faktor Keutamaan Bangunan Terhadap Gempa	112
4.4.2.3	Menentukan Nilai Spektral Percepatan.....	112
4.4.2.4	Menentukan Klasifikasi Situs	113
4.4.2.5	Menentukan Koefisien Situs.....	114
4.4.2.6	Menentukan Percepatan Spektral Desain	115
4.4.2.7	Menentukan Kategori Desain Seismik – KDS	118

4.4.3 Kombinasi Pembebanan.....	119
4.5 Pemeriksaan Sistem Penahan Lateral Terhadap Gempa.....	120
4.5.1 Pengecekan Periode ETABS	120
4.5.1.1 Struktur Penahan Beban Gempa	124
4.5.1.2 Penentuan Periode Desain.....	125
4.5.1.3 Penentuan Koefisien Respon Seismik.....	127
4.5.1.4 Perhitungan Berat Seismik Efektif (W_i).....	128
4.5.1.5 Gaya Geser Dasar Seismik.....	129
4.5.1.6 Distribusi Gaya Gempa Statik Tiap Lantai	130
4.5.1.7 Gaya Geser Statik Tiap Lantai	131
4.5.1.8 Perhitungan Faktor Skala Gaya.....	132
4.5.1.9 Pengecekan Gaya Geser	134
4.5.2 Simpangan Antar Lantai	137
4.5.2.1 Gaya Gempa Lateral Desain	137
4.5.2.2 Pengecekan Simpangan Antar Lantai	138
4.5.2.3 Pengaruh P – Delta.....	141
4.5.3 Pengecekan Eksentrisitas Torsi.....	144
4.5.3.1 Pengecekan Eksentrisitas	148
4.5.3.2 Pengecekan Ketidaberaturan Horizontal dan Vertikal	150
4.6 Perencanaan Elemen Struktur	152
4.6.1 Perencanaan Penulangan Pelat Lantai.....	152
4.6.2 Desain Penulangan Elemen Balok	154
4.6.2.1 Pemeriksaan terhadap Definisi Komponen Struktur Lentur.....	155
4.6.2.2 Perhitungan Kebutuhan Baja Tulangan untuk Menahan Momen Lentur.....	156
4.6.2.3 Cek Kapasitas Penampang (SRPMK).....	161
4.6.2.4 Menghitung Probable Moment Capacities (M_{pr})	163
4.6.2.5 Sengkang untuk gaya geser	164
4.6.3 Desain Penulangan Elemen Kolom.....	166
4.6.4 Desain Penulangan Shear Wall	174

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	180
5.2 Saran	182

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kekakuan Struktur.....	6
Gambar 2.2 Konsep Kestabilan Struktur	7
Gambar 2.3 Bangunan Tinggi Dengan Podium	9
Gambar 2.4 Bangunan Tinggi Dengan Tiang Pancang.....	9
Gambar 2.5 Bangunan Tinggi Dengan Basement.....	10
Gambar 2.6 Bangunan Tinggi Dengan Podium dan Basement.....	10
Gambar 2.7 <i>Braced frame</i> dan <i>moment resisting frames</i>	11
Gambar 2.8 Shear Wall.....	12
Gambar 2.9 Core dan Outrigger System.....	13
Gambar 2.10 Penyaluran Beban Vertikal.....	15
Gambar 2.11 Penyaluran Beban Horizontal.....	15
Gambar 2.12 Diagram Tegangan Regangan Beton.....	20
Gambar 2.13 Tulangan Baja Deform	21
Gambar 2.14 Hubungan Tegangan Regangan Baja	24
Gambar 2.15 Persyaratan Detail Kolom	26
Gambar 2.16 Diagram Interaksi Kolom.....	29
Gambar 2.17 Contoh Senggang Ikat Lateral dan Spiral	31
Gambar 2.18 Beam Side Sway Mechanisme	33
Gambar 2.19 Perilaku Struktur saat Mendapatkan Gaya Lateral Gempa	33
Gambar 2.20 Balok ditengah Konstruksi.....	36
Gambar 2.21 Balok ditepi Konstruksi.....	36
Gambar 2.22 Keruntuhan Balok Bertulang	38
Gambar 2.23 Diagram Regangan Tegangan Balok bertulang Rangkap	38
Gambar 2.24 Jenis-jenis Keruntuhan Lentur	41
Gambar 2.25 Gambar Penampang Balok.....	42
Gambar 2.26 Diagram Regangan Tegangan Balok bertulang Tunggal	43
Gambar 2.27 Diagram Regangan Tegangan Balok bertulang Rangkap	44
Gambar 2.28 (a). Pelat Dua Arah (b). Pelat satu arah	45
Gambar 2.29 Tumpuan Terjepit Elastis	46
Gambar 2.30 Tumpuan Terjepit Bebas	46

Gambar 2.31 Bentang Teoritis dan Bentang Bersih.....	47
Gambar 2.32 Persyaratan Penulangan	49
Gambar 2.33 Peta Zona Gempa Indonesia	55
Gambar 2.34 Spektrum Respon Desain	62
Gambar 2.35 Penentuan Simpangan Antar Lantai	73
Gambar 4.1 Peninjauan Tebal Pelat	91
Gambar 4.2 Peninjauan Panjang Balok.....	93
Gambar 4.3 Model Denah Lantai Basment.....	106
Gambar 4.4 Model Denah Lantai Tipikal	106
Gambar 4.5 Potongan Struktur Bangunan	107
Gambar 4.6 Model 3D Struktur Bangunan	107
Gambar 4.7 Nilai Spectral percepatan pada lokasi Menara Graha 165	113
Gambar 4.8 Spektrum Respon Desain	119
Gambar 4.9 Mode 1.....	122
Gambar 4.10 Mode 2.....	123
Gambar 4.11 Mode 3.....	123
Gambar 4.12 Grafik Gaya Gese Gempa X.....	136
Gambar 4.13 Grafik Gaya Geser Gempa Y	136
Gambar 4.14 Grafik Pengecekan P-Delta untuk Gempa Arah X.....	142
Gambar 4.15 Grafik Pengecekan P-Delta untuk Gempa Arah Y.....	142
Gambar 4.16 Koefisien Momen Penulangan Pelat	152
Gambar 4.17 Denah Balok B.I 35 x 75	155
Gambar 4.18 Kebutuhan Luas Tulangan ETABS.....	160
Gambar 4.19 Lokasi Kolom C128	167
Gambar 4.20 Diagram Interaksi Kolom.....	169
Gambar 4.21 Hasil Desain	170
Gambar 4.22 Diagram Interaksi P-M Shearwall.....	177
Gambar 4.23 Result Shear wall dengan Sp-Column.....	178

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beton menurut kuat tekannya	19
Tabel 2.2 Berat Jenis Beton	19
Tabel 2.3 Ukuran Tulangan Baja Polos	22
Tabel 2.4 Ukuran Tulangan Baja Ulir.....	23
Tabel 2.5 Mutu Tulangan Baja.....	23
Tabel 2.6 Ketentuan Jarak Maksimum Sengkang.....	27
Tabel 2.7 Tebal minimum balok non prategang atau pelat satu arah jika lendutan tidak dihitung	42
Tabel 2.8 Beban Mati (Dead Load) dan Beban Mati Tambahan (SDL).....	52
Tabel 2.9 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum L_0 dan Beban Hidup Terpusat Minimum.....	53
Tabel 2.10 Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan Gempa.....	56
Tabel 2.11 Klasifikasi Situs	58
Tabel 2.12 Koefisien Situs, F_a	59
Tabel 2.13 Koefisien Situs, F_v	59
Tabel 2.14 Kategori desain seismik parameter respons percepatan pada Periode pendek	61
Tabel 2.15 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik	61
Tabel 2.16 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Penahan Gaya Gempa.....	63
Tabel 2.17a Ketidakberaturan Horizontal	69
Tabel 2.17b Ketidakberaturan Vertikal.....	70
Tabel 2.18 Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35 persen gaya geser dasar	72
Tabel 2.19 Simpangan Antar Lantai Ijin.....	74
Tabel 3.1 Kombinasi Pembebanan.....	69
Tabel 4.1 Data Model Struktur Gedung.....	78
Tabel 4.2 Data Tinggi Antar Lantai	79
Tabel 4.3 Tebal Minimum Pelat dan Balok	90
Tabel 4.4 Hasil <i>Preliminary</i> Elemen Pelat.....	92

Tabel 4.5	Tebal Minimum Pelat dan Balok	92
Tabel 4.6	Tebal Minimum Balok	95
Tabel 4.7	Hasil <i>Preliminary</i> Elemen <i>Shear Wall</i>	97
Tabel 4.8.1	Beban Total Pada Lantai Ruang Meditasi.....	98
Tabel 4.8.2	Beban Total Pada Lantai Ruang Mesin.....	98
Tabel 4.8.3	Beban Total Pada Lantai 24 - 19.....	99
Tabel 4.8.4	Beban Total Pada Lantai 18-13.....	100
Tabel 4.8.5	Beban Total Pada Lantai 12-7.....	101
Tabel 4.8.6	Beban Total Pada Lantai 6-3.....	102
Tabel 4.8.7	Beban Total Pada Lantai 2 – Lantai Dasar	103
Tabel 4.8.8	Beban Total Pada Lantai Basment 3 – basment 1.....	103
Tabel 4.9	Rangkuman Dimensi Awal Kolom	104
Tabel 4.10	Pengecekan kolom langsing.....	105
Tabel 4.11	Faktor Reduksi Kekakuan Elemen Struktur.....	108
Tabel 4.12	Beban Mati Tambahan pada Struktur Bangunan	109
Tabel 4.13	Beban Hidup pada Struktur Bangunan.....	110
Tabel 4.14	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan non gedung.....	112
Tabel 4.15	Faktor Keutamaan Gempa	113
Tabel 4.16	Perhitungan Nilai SPT Rata-Rata	102
Tabel 4.17	Klasifikasi Situs	114
Tabel 4.18	Koefisien Situs, F_a	115
Tabel 4.19	Koefisien Situs, F_v	115
Tabel 4.20	Parameter Percepatan Gempa	117
Tabel 4.21	Kategori desain seismik berdasarkan respon percepatan pendek ..	118
Tabel 4.22	Kategori desain seismik berdasarkan respon periode 1 detik	118
Tabel 4.23	Tabel Kombinasi Pembebanan.....	120
Tabel 4.24	Modal Load Participation Ratios	121
Tabel 4.25	Modal Mass Participation Ratios	121
Tabel 4.26	Parameter System Struktur	124
Tabel 4.27	Parameter System Struktur	125
Tabel 4.28	Koefisien Batas Atas Periode.....	126
Tabel 4.29	Berat Struktur Tiap Lantai	128

Tabel 4.30 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah X.....	130
Tabel 4.31 Gaya Geser Statik Tiap Lantai	131
Tabel 4.32 Gaya Geser Statik dan Dinamik Tiap Lantai	132
Tabel 4.33 Relasi Gaya Gempa Statik	133
Tabel 4.34 Gaya Geser Dinamik Terkoreksi.....	133
Tabel 4.35 Gaya Geser Desain Tiap Lantai	134
Tabel 4.36 Gaya Gempa Desain.....	137
Tabel 4.37 Simpangan Antar Lantai Izin	138
Tabel 4.38 Simpangan Antar Lantai Arah X	139
Tabel 4.39 Simpangan Antar Lantai Arah Y	140
Tabel 4.40 Beban P (gravity) Kumulatif.....	141
Tabel 4.41 Perhitungan Efek P-Delta Arah X.....	143
Tabel 4.42 Perhitungan Efek P-Delta Arah Y.....	144
Tabel 4.43 Torsi Bawaan Pada Struktur Arah X dan Y.....	143
Tabel 4.44 Data Eksentrisitas Torsi Tak Terduga.....	145
Tabel 4.45 Nilai dari δ_{max} , δ_{min} dan δ_{avg} untuk Arah Gempa X Dominan	146
Tabel 4.46 Nilai dari δ_{max} , δ_{min} dan δ_{avg} untuk Arah Gempa Y Dominan	146
Tabel 4.47 Perhitungan Eksentrisitas Desain pada Arah Sumbu X.....	149
Tabel 4.48 Perhitungan Eksentrisitas Desain pada Arah Sumbu Y.....	149
Tabel 4.49 Hasil Pengecekan untuk Ketidakberaturan Struktur Horizontal ..	150
Tabel 4.50 Hasil Pengecekan untuk Ketidakberaturan Struktur Vertikal	150
Tabel 4.51 Gaya Geser Ultimit Geser Tumpuan.....	164