

LAPORAN TUGAS AKHIR

OPTIMASI DIMENSI STRUKTUR BALOK DAN KOLOM PADA BANGUNAN TAHAN GEMPA HOTEL HARPER PALEMBANG MENGGUNAKAN PROGRAM ETABS



VINCENT TANSRI

03011281520122

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

LAPORAN TUGAS AKHIR

OPTIMASI DIMENSI STRUKTUR BALOK DAN KOLOM PADA BANGUNAN TAHAN GEMPA HOTEL HARPER PALEMBANG MENGGUNAKAN PROGRAM ETABS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



VINCENT TANSRI

03011281520122

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2019

HALAMAN PENGESAHAN

OPTIMASI DIMENSI STRUKTUR BALOK DAN KOLOM PADA BANGUNAN TAHAN GEMPA HOTEL HARPER PALEMBANG MENGGUNAKAN PROGRAM ETABS

SKRIPSI

Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh :

VINCENT TANSRI
03011281520122

Palembang, Mei 2019
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing 1, Dosen Pembimbing 2,

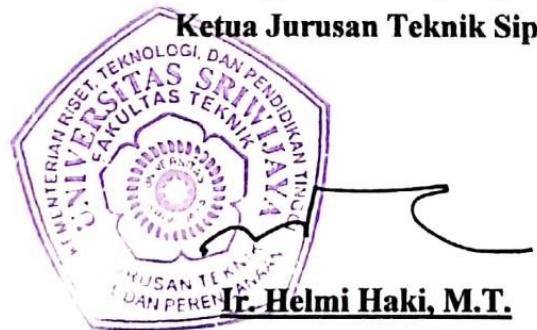


Ir. Yakni Idris, M.Sc., MSCE.
NIP. 195812111987031002



Ahmad Muhtarom, S.T., M.Eng.
NIP. 198208132008121002

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Optimasi Dimensi Struktur Balok dan Kolom Pada Bangunan Tahan Gempa Hotel Harper Palembang Menggunakan Program ETABS" telah dipertahankan di hadapan Tim Pengaji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 April 2019.

Palembang, April 2019

Tim Pengaji Karya Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Ir. Yakni Idris, M.Sc., MSCE.
NIP. 195812111987031002

2. Ahmad Muhtarom, S.T., M.Eng.
NIP. 198208132008121002

Anggota:

3. Dr. Ir. Hanafiah, M.S.
NIP. 195603141985031002

4. Dr. Rosidawani, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

5. Dr. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



Ir. Helmi Hakki, M.T.
NIP. 196107031991021001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Vincent Tansri

NIM : 03011281520122

Judul : Optimasi Dimensi Struktur Balok dan Kolom Pada Bangunan Tahan Gempa
Hotel Harper Palembang Menggunakan Program ETABS

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Mei 2019

Yang membuat pernyataan,



Vincent Tansri

NIM. 03011281520122

HALAMAN PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Vincent Tansri

NIM : 03011281520122

Judul : Optimasi Dimensi Struktur Balok dan Kolom Pada Bangunan Tahan Gempa
Hotel Harper Palembang Menggunakan Program ETABS

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Mei 2019

Yang membuat pernyataan,



Vincent Tansri
NIM. 03011281520122

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Vincent Tansri
Tempat Lahir : Palembang
Tanggal Lahir : 13 Februari 1997
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Budha
Status : Belum Menikah
Warga Negara : Indonesia
Alamat : Jl. Dempo Dalam Gg. Sadikin/ Budiman No.944B RT.019
RW.04 Kelurahan 15 Ilir IT 1 Palembang.
Alamat Tetap : Jl. Dempo Dalam Gg. Sadikin/ Budiman No.944B RT.019
RW.04 Kelurahan 15 Ilir IT 1 Palembang.
Nama Orang Tua : Sions Tansri
Erlin
Alamat Orang Tua : Jl. Dempo Dalam Gg. Sadikin/ Budiman No.944B RT.019
RW.04 Kelurahan 15 Ilir IT 1 Palembang.
No. HP : 087897965941
E-mail : sensen_vt@yahoo.com

Riwayat Pendidikan

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Xaverius 1 Palembang	-	-	-	2003-2009
SMP Xaverius 1 Palembang	-	-	-	2009-2012
SMA Xaverius 1 Palembang	-	IPA	-	2012-2015
Universitas Sriwijaya	Teknik	T. Sipil	S-1	2015-2019

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Vincent Tansri
NIM 03011281520122

RINGKASAN

OPTIMASI DIMENSI STRUKTUR BALOK DAN KOLOM PADA BANGUNAN TAHAN GEMPA HOTEL HARPER PALEMBANG MENGGUNAKAN PROGRAM ETABS

Karya tulis ilmiah ini berupa skripsi, 30 April 2019

Vincent Tansri; Dibimbing oleh Yakni Idris dan Ahmad Muhtarom

xviii + 112 halaman, 102 gambar, 42 tabel, 50 lampiran

Desain bangunan tinggi perlu untuk memperhatikan beragam faktor dan batasan-batasan yang berlaku. Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah faktor gempa. Bangunan yang didesain tahan terhadap gempa merupakan syarat penting terutama dalam merencanakan bangunan di Indonesia. Proses desain yang banyak dan sulit ini memerlukan bantuan program. Oleh karena itu perhitungan yang berdasarkan program dilakukan dalam berbagai analisis. Pada penelitian ini analisis dilakukan menggunakan bantuan program ETABS. Bangunan dimodelkan dalam ETABS untuk kemudian dioptimasi sesuai dengan standar SNI 1727-2013 dan SNI 2847-2013. Keseimbangan antara kekuatan dan biaya menjadi tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini. Dimensi balok dan kolom diusahakan untuk didesain sesuai dengan batasan-batasan desain yang ada. Optimasi pada balok dan kolom yang dilakukan telah menghasilkan efisiensi volume balok sebesar 15,63% sebesar 313,79 m³ dan volume kolom sebesar 42,62 m³. Diluar dari karakteristik bangunan tahan gempa, batasan-batasan yang digunakan terdiri dari konsep kapasitas rasio kolom serta penerapan konsep balok lemah-kolom kuat. Simpangan antarlantai model alternatif menghasilkan simpangan sebesar 20,94 mm yang menunjukkan bahwa bangunan memiliki performa yang baik terhadap gempa yang terjadi. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi karakteristik bangunan berupa irregularitas dan efek torsional telah dicek dan hasil yang didapatkan menjadi acuan desain yang dilakukan pada model alternatif.

Kata kunci : Optimization, Design, Beam, Column, Earthquake Resistant Building, ETABS

OPTIMASI DIMENSI STRUKTUR BALOK DAN KOLOM PADA BANGUNAN TAHAN GEMPA HOTEL HARPER PALEMBANG MENGGUNAKAN PROGRAM ETABS

Vincent Tansri^{1*}, Yakni Idris², Ahmad Muhtarom³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

*Korespondensi Penulis: sensen_vt@yahoo.com

Abstrak

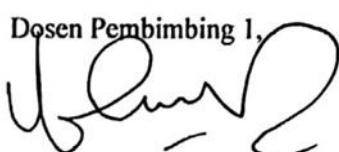
Indonesia merupakan negara yang terletak di lempeng tektonik dunia. Hal ini menyebabkan bencana alam berupa gempa bumi sering menciptakan kerugian yang sangat besar. Bangunan tinggi merupakan jenis bangunan yang paling rentan terhadap gempa bumi. Desain bangunan tinggi yang berbasis kepada ketahanan gempa telah banyak diterapkan dan terus berkembang. Konstruksi pada zaman ini telah memanfaatkan perkembangan teknologi yang pesat. Sebagian besar proses desain menggunakan perhitungan berbasis program. Penelitian ini memanfaatkan program ETABS dalam setiap analisis yang dilakukan. Bangunan tinggi selain perlu memperhatikan faktor ketahanan gempa, juga perlu untuk memperhatikan biaya konstruksi agar tidak berlebihan. Keseimbangan antara biaya dan kekuatan menjadi faktor penting sebuah bangunan. Dimensi struktur yang telah optimum diusahakan dapat dilihat dari indikator desainnya. Optimasi dari dimensi balok dan kolom pada model telah menghasilkan efisiensi balok sebesar 15,63% dan kolom sebesar 5,15%. Hasil ini didapatkan dari perubahan dimensi 967 dari 1945 balok serta perubahan dimensi 385 dari 681 kolom. Optimasi dimensi yang dilakukan telah memperhatikan aspek-aspek penting dalam desain yang merupakan escape closure atau batasan-batasan desain bangunan. Aspek-aspek tersebut berupa konsep rasio kapasitas kolom dan konsep kolom kuat-balok lemah. Simpangan antar lantai pada model optimasi adalah sebesar 20,94 mm, nilai ini menunjukkan kinerja bangunan yang masih dapat digunakan dalam menahan gaya gempa yang terjadi. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi adalah perilaku bangunan yang diwujudkan dalam irregularitas dan torsi bangunan telah dicek dan didesain sesuai dengan standar yang berlaku di Indonesia yaitu SNI 2847-2013 dan SNI 1726-2012.

Kata kunci: optimasi, balok, kolom, bangunan tahan gempa, struktur, ETABS

Palembang, Mei 2019

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing 1,



Ir. Yakni Idris, M.Sc., MSCE.

NIP. 195812111987031002

Dosen Pembimbing 2,



Ahmad Muhtarom, S.T., M.Eng.

NIP. 198208132008121002

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Ir. Helmi Haki, M.T.

NIP. 196107031991021001



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. karena berkat rahmat dan karunia-Nya laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan. Laporan tugas akhir ini berjudul “Optimasi Desain Struktur Bangunan Tahan Gempa Hotel Harper Palembang Menggunakan Program ETABS”. Laporan ini dibuat sebagai salah satu kelengkapan untuk mengambil tugas akhir pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Selain ucapan terima kasih kepada Allah SWT. yang telah memberikan kesempatan, tak lupa pula ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya ditunjukan bagi semua pihak yang telah membantu jalannya penyusunan laporan tugas akhir, mulai dari pelaksanaan hingga selesaiya laporan, yaitu antara lain:

1. Bapak, Ibu, dan Kakak yang selalu menjadi sumber motivasi.
2. Bapak Ir. Helmi Hakki, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Yakni Idris, M.Sc., MSCE. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu dan waktu untuk konsultasi dalam menulis laporan ini.
4. Bapak Ahmad Muhtarom, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu dan waktu untuk konsultasi dalam menulis laporan ini.
5. Bapak Rudi, Puji, Utu, Angsori, Eko, dan semua karyawan PT Waringin Megah.
6. Teman-teman SMA Xaverius 1 P7 dan teman-teman teknik sipil angkatan 2015.

Terdapat banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kemajuan karya tulis ini. Demikianlah semoga laporan ini dapat bermanfaat sehingga dapat mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil.

Palembang, Mei 2019



Vincent Tansri

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Sampul	i
Halaman Judul.....	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Persetujuan.....	iv
Halaman Pernyataan Integritas	v
Halaman Persetujuan Publikasi.....	vi
Riwayat Hidup	vii
Ringkasan.....	viii
Abstrak	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel	xv
Daftar Gambar.....	xvii
Daftar Lampiran	xxi
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5. Rencana Sistematika Penulisan	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Faktor Keutamaan (I_e) dan Kategori Resiko Bangunan	5
2.2. Perhitungan Beban Geser Dasar Struktur	5
2.3. Analisa Dinamik Struktur	6
2.3.1. Pengecekan Rasio Partisipasi Modal Massa.....	7
2.3.2. Perhitungan Faktor Skala Gaya	7

2.3.3. Pengecekan Gaya Geser	7
2.4. Konsep Desain Bangunan Tahan Gempa	8
2.5. <i>Preliminary Design</i>	8
2.5.1. <i>Preliminary</i> Elemen Balok	9
2.5.2. <i>Preliminary</i> Elemen Balok	9
2.6. Persyaratan Geometri Struktur	10
2.6.1.Persyaratan Geometri Balok SRPMK	10
2.6.2.Persyaratan Geometri Kolom SRPMK.....	11
2.7. Sistem Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa	12
2.8. Pengecekan Perilaku Struktur Bangunan Tahan Gempa	13
2.8.1.Pengecekan Simpangan Antar Lantai	13
2.8.2.Pengecekan Eksentrisitas dan Torsi	13
2.8.3.Pengecekan Ketidakberaturan Torsi	14
2.8.4.Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal	15
2.8.5.Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal	15
2.8.6.Pengecekan Kontribusi <i>Frame</i> Memikul 25% Gaya Lateral.....	16
2.9. Perencanaan Elemen Balok SRPMK.....	17
2.9.1.Pemeriksaan Terhadap Definisi Komponen Lentur	17
2.9.2.Pengecekan Penampang <i>Tension Controlled</i>	17
2.9.3.Perhitungan Tulangan Geser Balok	19
2.10. Perencanaan Elemen Kolom SRPMK	20
2.10.1.Pengecekan Definisi Kolom Menerima Aksial dan Lentur	20
2.10.2.Pengecekan Konfigurasi Tulangan	20
2.10.3.Pengecekan Tulangan <i>Confinement</i>	20
2.11. Respons Spektrum Gempa Rencana	21
2.12. Pembebanan Gravitasi	24
2.13.1.Beban Mati Berat Sendiri (DL)	24
2.13.2.Beban Mati Tambahan (SIDL)	25
2.13.3.Beban Hidup (LL).....	25
2.13. Kombinasi Beban.....	26
3. METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1. Alur Penelitian	27

3.2.	Studi Literatur	27
3.3.	Pengumpulan Data	28
3.4.	Permodelan Struktur Eksisting	28
3.5.	Tahap Analisa	29
3.5.1.	Perhitungan Pembebanan.....	29
3.5.2.	Analisa Dinamik Struktur	30
	3.5.3.Pengecekan Kinerja dan Perilaku Struktur Bangunan Tahan Gempa.....	30
3.6.	<i>Preliminary</i> Desain Alternatif	31
3.7.	Optimasi Desain.....	31
3.8.	Efisiensi Desain Alternatif.....	32
4.	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	33
4.1.	Tampak Bangunan	33
4.1.1.	Tampak 3D	33
4.1.2.	Tampak Perspektif	34
4.2.	Pembebanan	37
4.2.1.	Beban Mati	37
4.2.2.	Beban Hidup	38
4.2.3.	Beban Gempa	39
4.3.	Analisa Dinamik Gempa.....	40
4.3.1.	Pengecekan Rasio Partisipasi Modal Massa.....	40
4.3.2.	Arah Faktor Modal	41
4.3.3.	Perhitungan <i>Base Shear Static</i>	41
4.3.4.	Perhitungan Skala Faktor.....	42
4.4.	Pengecekan Perilaku Bangunan Tahan Gempa	42
4.4.1.	Simpangan Antar Lantai Struktur Eksisting	43
4.4.2.	Pembesaran Torsi Struktur Eksisting	44
4.4.3.	Ketidakberaturan Horizontal Struktur Eksisting	45
4.4.4.	Ketidakberaturan Vertikal Struktur Eksisting	46
4.4.5.	Kontribusi <i>Frame</i> Memikul Minimal 25% Gaya Lateral	51
4.5.	<i>Preliminary Design</i>	52
4.5.1.	<i>Preliminary</i> Elemen Balok	52

4.5.2. <i>Preliminary</i> Elemen Balok	53
4.6. Pengecekan Persyaratan Geometri	55
4.7. Pengubahan Dimensi	56
4.8. Perencanaan Elemen Balok SRPMK.....	83
4.8.1.Pemeriksaan Balok Sebagai Komponen Lentur	83
4.8.1.Penulangan Balok	84
4.8.3.Pengecekan Momen Kapasitas dan <i>Tension</i> Tulangan Terpasang	86
4.8.4.Perhitungan Tulangan Geser Balok	88
4.9. Perencanaan Elemen Kolom SRPMK	90
4.9.1.Pengecekan Kolom Menerima Aksial dan Lentur.....	90
4.9.2.Pengecekan Konfigurasi Tulangan	90
4.9.3.Pengecekan Tulangan <i>Confinement</i>	91
4.10. Persentase Tulangan Balok dan Kolom Terhadap Penampang	92
4.11. Interaksi Gaya Pada Kolom	94
4.12. Desain Kapasitas Kolom Kuat-Balok Lemah.....	101
4.13. Pengecekan Perilaku Bangunan Tahan Gempa Desain Alternatif	102
4.13.1.Simpangan Antar Lantai Desain Alternatif	103
4.13.2.Kontribusi Frame Memikul Minimal 25% Gaya Lateral Desain Alternatif.....	106
4.14. Perhitungan Persentase Selisih Volume Desain Eksisting dan Alternatif	106
4.15. Analisa Hasil Penelitian.....	108
 5. PENUTUP	109
5.1. Kesimpulan	109
5.2. Saran	110
 DAFTAR PUSTAKA	111

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Kategori resiko gedung dan non gedung untuk beban gempa	5
Tabel 2.2. Faktor keutamaan gempa (SNI 1726-2012).....	5
Tabel 2.3. Syarat preliminary design balok (SNI 2847-2013)	9
Tabel 2.4. Beban hidup standar (SNI 1727-2013)	25
Tabel 4.1. Beban mati tambahan non-struktural	37
Tabel 4.2. Beban dinding	38
Tabel 4.3. Beban hidup	38
Tabel 4.4. Parameter respons spektra.....	39
Tabel 4.5. Parameter sistem struktur ganda hotel Harper Palembang	39
Tabel 4.6. Rekapitulasi percepatan respons spektrum desain	40
Tabel 4.7. Rasio partisipasi modal massa	40
Tabel 4.8. Arah faktor modal	41
Tabel 4.9. Gaya geser dasar statik.....	41
Tabel 4.10. Perhitungan <i>scale factor</i> gempa rencana.....	42
Tabel 4.11. Pengecekan <i>story drift</i> desain eksisting	43
Tabel 4.12. Ketidakberaturan horizontal pada struktur eksisting.....	50
Tabel 4.13. Ketidakberaturan vertikal pada struktur eksisting.....	50
Tabel 4.14. Modifikasi faktor keretakan struktural.....	51
Tabel 4.15. Pengecekan <i>frame</i> sumbu x menahan 25% gaya lateral pada desain eksisting.....	52
Tabel 4.16. Pengecekan <i>frame</i> sumbu y menahan 25% gaya lateral pada desain eksisting.....	52
Tabel 4.17. Hasil <i>preliminary design</i> balok	53
Tabel 4.18. Hasil <i>preliminary design</i> kolom.....	54
Tabel 4.19. Pengecekan persyaratan geometri kolom SRPMK	55
Tabel 4.20. Pengecekan persyaratan geometri balok SRPMK.....	56
Tabel 4.21. Ukuran balok desain eksisting dan alternatif	57

Tabel 4.22.	Ukuran kolom desain eksisting dan alternatif	57
Tabel 4.23.	Perubahan dimensi balok tiap lantai	82
Tabel 4.24.	Perubahan dimensi kolom tiap lantai	82
Tabel 4.25.	Area tulangan butuh hasil analisis ETABS balok 250x600.....	84
Tabel 4.26.	Tulangan dan area tulangan terpasang pada balok 250x600.....	86
Tabel 4.27.	Area tulangan terpasang	86
Tabel 4.28.	Pengecekan momen kapasitas tulangan tumpuan terpasang	87
Tabel 4.29.	<i>Tension-controlled</i> tulangan tumpuan terpasang	87
Tabel 4.30.	Pengecekan momen kapasitas tulangan tumpuan terpasang	88
Tabel 4.31.	<i>Tension-controlled</i> tulangan tumpuan terpasang	88
Tabel 4.32.	Tulangan sengkang terpasang	89
Tabel 4.33.	Hubungan gaya aksial dan momen pada kolom 55x55.....	94
Tabel 4.34.	Pengecekan <i>story drift</i> desain alternatif	103
Tabel 4.35.	Pengecekan <i>frame</i> sumbu x menahan 25% gaya lateral desain alternatif	105
Tabel 4.36.	Pengecekan <i>frame</i> sumbu y menahan 25% gaya lateral desain alternatif	105
Tabel 4.37.	Rekapitulasi selisih volume balok eksisting dan alternatif	106
Tabel 4.38.	Rekapitulasi selisih volume kolom eksisting dan alternatif.....	106

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Beban gempa pada struktur bangunan (Indarto dkk., 2012)	6
Gambar 2.2. Ketentuan dimensi penampang balok (Imran dkk., 2010)	10
Gambar 2.3. Persyaratan geometri kolom (Imran dkk., 2010)	11
Gambar 2.4. Konsep kolom kuat-balok lemah (Imran dkk., 2010)	11
Gambar 2.5. Peta gempa Indonesia, S_s (SNI 1726-2012).....	22
Gambar 2.6. Peta gempa Indonesia, S_1 (SNI 1726-2012).....	21
Gambar 2.7. Grafik spektrum respons desain (SNI 1726-2012)	24
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	27
Gambar 4.1. Tampak 3D model hotel Harper Palembang	33
Gambar 4.2. Perspektif tampak depan lantai 1-5	34
Gambar 4.3. Perspektif tampak depan lantai 6-12	34
Gambar 4.4. Perspektif tampak belakang lantai 1-5	35
Gambar 4.5. Perspektif tampak belakang lantai 6-12	35
Gambar 4.6. Perspektif tampak samping kiri lantai 1-5	35
Gambar 4.7. Perspektif tampak samping kiri lantai 6-12	36
Gambar 4.8. Perspektif tampak samping kanan lantai 1-5	36
Gambar 4.9. Kurva respon spektrum desain kota Palembang	36
Gambar 4.10. Perspektif tampak samping kanan lantai 6-12	40
Gambar 4.11. Grafik simpangan antar lantai (<i>story drift</i>).....	43
Gambar 4.12. Grafik faktor pembesaran torsi tidak terduga arah x	44
Gambar 4.13. Grafik faktor pembesaran torsi tidak terduga arah y	44
Gambar 4.14. Grafik faktor pengecekan ketidakberaturan torsi a dan b arah x	45
Gambar 4.15. Grafik faktor pengecekan ketidakberaturan torsi a dan b arah y	45
Gambar 4.16. Ilustrasi pengecekan ketidakberaturan sistem nonparalel	46
Gambar 4.17. Grafik ketidakberaturan vertikal 1a arah x.....	47

Gambar 4.18. Grafik ketidakberaturan vertikal 1a arah y.....	47
Gambar 4.19. Grafik ketidakberaturan vertikal 1b arah x	48
Gambar 4.20. Grafik ketidakberaturan vertikal 1b arah x	48
Gambar 4.21. Grafik ketidakberaturan vertikal 5a	49
Gambar 4.22. Grafik ketidakberaturan vertikal 5b	49
Gambar 4.23. Grafik ketidakberaturan massa.....	50
Gambar 4.24. Tampak A model bangunan hotel Harper	54
Gambar 4.25. Tampak B model bangunan hotel Harper	54
Gambar 4.26. Dimensi penampang balok eksisting lantai 1	58
Gambar 4.27. Dimensi penampang balok alternatif lantai 1.....	58
Gambar 4.28. Dimensi balok eksisting lantai 2	59
Gambar 4.29. Dimensi balok alternatif lantai 2	59
Gambar 4.30. Dimensi balok eksisting lantai 3	60
Gambar 4.31. Dimensi balok alternatif lantai 3	60
Gambar 4.32. Dimensi balok eksisting lantai 4	61
Gambar 4.33. Dimensi balok alternatif lantai 4	61
Gambar 4.34. Dimensi balok eksisting lantai 5	62
Gambar 4.35. Dimensi balok alternatif lantai 5	62
Gambar 4.36. Dimensi balok eksisting lantai 6	63
Gambar 4.37. Dimensi balok alternatif lantai 6	63
Gambar 4.38. Dimensi balok eksisting lantai 7	64
Gambar 4.39. Dimensi balok alternatif lantai 7	64
Gambar 4.40. Dimensi balok eksisting lantai 8	65
Gambar 4.41. Dimensi balok alternatif lantai 8	65
Gambar 4.42. Dimensi balok eksisting lantai 9	66
Gambar 4.43. Dimensi balok alternatif lantai 9	66
Gambar 4.44. Dimensi balok eksisting lantai 10	67
Gambar 4.45. Dimensi balok alternatif lantai 10	67
Gambar 4.46. Dimensi balok eksisting lantai 11	68
Gambar 4.47. Dimensi balok alternatif lantai 11	68

Gambar 4.48. Dimensi balok eksisting lantai 12	69
Gambar 4.49. Dimensi balok alternatif lantai 12	69
Gambar 4.50. Dimensi kolom eksisting lantai 1	70
Gambar 4.51. Dimensi kolom alternatif lantai 1	70
Gambar 4.52. Dimensi kolom eksisting lantai 2	71
Gambar 4.53. Dimensi kolom alternatif lantai 2	71
Gambar 4.54. Dimensi kolom eksisting lantai 3	72
Gambar 4.55. Dimensi kolom alternatif lantai 3	72
Gambar 4.56. Dimensi kolom eksisting lantai 4	73
Gambar 4.57. Dimensi kolom alternatif lantai 4	73
Gambar 4.58. Dimensi kolom eksisting lantai 5	74
Gambar 4.59. Dimensi kolom alternatif lantai 5	74
Gambar 4.60. Dimensi kolom eksisting lantai 6	75
Gambar 4.61. Dimensi kolom alternatif lantai 6	75
Gambar 4.62. Dimensi kolom eksisting lantai 7	76
Gambar 4.63. Dimensi kolom alternatif lantai 7	76
Gambar 4.64. Dimensi kolom eksisting lantai 8	77
Gambar 4.65. Dimensi kolom alternatif lantai 8	77
Gambar 4.66. Dimensi kolom eksisting lantai 9	78
Gambar 4.67. Dimensi kolom alternatif lantai 9	78
Gambar 4.68. Dimensi kolom eksisting lantai 10	79
Gambar 4.69. Dimensi kolom alternatif lantai 10	79
Gambar 4.70. Dimensi kolom eksisting lantai 11	80
Gambar 4.71. Dimensi kolom alternatif lantai 11	80
Gambar 4.72. Dimensi kolom eksisting lantai 12	81
Gambar 4.73. Dimensi kolom alternatif lantai 12	81
Gambar 4.74. Diagram interaksi kolom K55x55 pada <i>software SP Column</i> ..	91
Gambar 4.75. Persentase tulangan balok potongan denah lantai 1	93
Gambar 4.76. Persentase tulangan kolom potongan tampak samping	93
Gambar 4.77. Grafik interaksi kolom 55x55 lantai 3	94

Gambar 4.78. Diagram interaksi kolom.....	94
Gambar 4.79. Warna indikator <i>capacity ratio</i> kolom pada ETABS	95
Gambar 4.80. Pengecekan <i>capacity ratio</i> pada kolom lantai 1.....	95
Gambar 4.81. Pengecekan <i>capacity ratio</i> pada kolom lantai 2.....	96
Gambar 4.82. Pengecekan <i>capacity ratio</i> pada kolom lantai 3.....	96
Gambar 4.83. Pengecekan <i>capacity ratio</i> pada kolom lantai 4.....	97
Gambar 4.84. Pengecekan <i>capacity ratio</i> pada kolom lantai 5.....	97
Gambar 4.85. Pengecekan <i>capacity ratio</i> pada kolom lantai 6.....	98
Gambar 4.86. Pengecekan <i>capacity ratio</i> pada kolom lantai 7.....	98
Gambar 4.87. Pengecekan <i>capacity ratio</i> pada kolom lantai 8.....	99
Gambar 4.88. Pengecekan <i>capacity ratio</i> pada kolom lantai 9.....	99
Gambar 4.89. Pengecekan <i>capacity ratio</i> pada kolom lantai 10.....	100
Gambar 4.90. Pengecekan <i>capacity ratio</i> pada kolom lantai 11.....	100
Gambar 4.91. Pengecekan <i>capacity ratio</i> pada kolom lantai 12.....	101
Gambar 4.92. Besaran nilai konsep kolom kuat-balok lemah	101
Gambar 4.93. Kolom kuat-balok lemah (Imran dkk., 2010).....	102
Gambar 4.94. Grafik simpangan antarlantai desain alternatif	104

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Perhitungan Gaya Gempa Rencana
- Lampiran 2 : Tabel-Tabel Perhitungan Perilaku Bangunan Eksisting
- Lampiran 3 : Tabel-Tabel Perhitungan Perilaku Bangunan Optimasi
- Lampiran 4 : *Preliminary Design* Balok dan Kolom

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kemajuan dibidang konstruksi dapat dilihat melalui teknologi dan pengetahuan konstruksi yang berkembang pesat terutama dalam hal desain dan perencanaan struktur bangunan yang optimal. Setiap perencanaan bangunan yang optimal memerlukan desain struktur yang memperhatikan berbagai faktor dan selalu berpedoman pada peraturan yang telah ditetapkan. Desain yang berpedoman kepada standar yang berlaku disebut sebagai CBD (*Code Based Design*). Kesesuaian desain bangunan terutama untuk bangunan tinggi dan bangunan tahan gempa di Indonesia diatur dalam peraturan SNI 1726-2012.

Faktor lain yang berperan dalam desain terutama untuk bangunan bertingkat tinggi adalah faktor gempa bumi. Negara Indonesia yang rentan terhadap gempa bumi membutuhkan bangunan tinggi yang dirancang dengan ketahanan gempa yang baik. Bangunan tahan gempa yang dimaksud merupakan bangunan yang tidak gagal atau tidak runtuh saat gempa besar terjadi sehingga mampu meminimalkan kerugian material dan juga korban jiwa (Budiono dkk., 2017). Berdasarkan uraian di atas, penerapan dan pelaksanaan peraturan SNI pada desain bangunan tahan gempa menjadi sebuah hal yang perlu untuk dipertanggung jawabkan.

Proses desain sebuah bangunan tinggi telah banyak berubah pada masa ini. Meningkatnya penggunaan model komputer dan *software* diharapkan memberikan efek yang baik terhadap perencanaan sebuah bangunan terutama pada aspek keamanan. Permodelan sebuah bangunan tinggi akan menghasilkan data dalam kuantitas yang besar yang dapat berakibat pada kemungkinan kesalahan yang lebih besar. Oleh karena itu penyesuaian konsep desain dan teknologi yang berkembang perlu dilaksanakan agar perubahan yang terjadi tidak berakibat buruk pada susunan *layout* dan performa struktural dari sebuah bangunan.

Konstruksi sebuah bangunan perlu memperhatikan keseimbangan antara faktor keamanan, biaya, serta faktor arsitektural. Pemenuhan konsep bangunan yang ekonomis dan baik secara arsitektural dapat dicapai dengan meminimalkan ukuran desain terutama desain komponen strukturalnya. Konsep bangunan yang

ekonomis ini akan memberikan efek pada kekuatan bangunan dan kinerja bangunan yang menurun hingga dapat mengalami kegagalan Penurunan dan kegagalan konstruksi perlu dihindari pada saat melakukan optimasi agar hasil desain optimasi tetap dalam batas yang kuat secara struktural.

Beberapa perilaku khusus perlu diperhatikan dalam menghindari kegagalan konstruksi pada desain gedung tinggi tahan gempa adalah penyesuaian periode getar, faktor skala gaya gempa, pengecekan stabilitas struktur, faktor redundansi, dan berbagai syarat lainnya yang sesuai dengan SNI 1726-2012. Bangunan tinggi yang perencanaannya melewati batas desain yang disyaratkan perlu mendapatkan beberapa penalti dalam proses desainnya untuk menjamin keandalan struktur (Budiono dkk., 2017). Penalti struktur dapat berupa penambahan maupun pengurangan dimensi struktur, perubahan beban rencana yang diberikan pada struktur, maupun syarat-syarat khusus yang diberikan untuk menjamin daktilitas bangunan. Desain yang efisien akan menciptakan optimasi struktur dan mengurangi biaya bangunan dan konstruksi secara keseluruhan.

Optimasi berarti pencarian nilai terbaik (maksimum) dari berbagai fungsi yang diberikan pada suatu konteks. Optimasi juga dapat berarti upaya untuk meningkatkan kinerja sehingga mempunyai kualitas yang baik dan hasil kerja yang tinggi (Mehta dkk., 2016). Berdasarkan uraian di atas, optimasi beberapa komponen dapat dilakukan pada bangunan hotel Harper dengan tetap merencanakannya sebagai sebuah bangunan tahan gempa yang sesuai standar yang telah ditetapkan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas dari penelitian mengenai optimasi desain struktur bangunan tahan gempa hotel Harper Palembang menggunakan program ETABS adalah:

1. Bagaimana alternatif desain struktur bangunan tahan gempa pada gedung Harper Palembang ?
2. Bagaimana hasil pengecekan perilaku struktur bangunan tahan gempa pada desain struktur eksisting maupun alternatif ?
3. Bagaimana perbandingan efisiensi desain elemen struktural model alternatif dengan model eksisting ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian mengenai optimasi desain struktur bangunan tahan gempa hotel Harper Palembang menggunakan program ETABS adalah:

1. Menganalisis alternatif desain struktur bangunan tahan gempa pada gedung Harper Palembang.
2. Menganalisis hasil pengecekan perilaku struktur bangunan tahan gempa pada desain struktur eksisting maupun alternatif.
3. Menganalisis perbandingan efisiensi desain elemen struktural model alternatif dengan model eksisting.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup yang menjadi batasan dalam penelitian mengenai optimasi desain struktur bangunan tahan gempa hotel Harper Palembang menggunakan program ETABS yaitu:

1. Struktur yang dianalisis adalah struktur atas yang terdiri dari 12 lantai dengan lantai 1 sebagai *lower ground* dan lantai 12 sebagai atap.
2. Peraturan yang digunakan antara lain peraturan pembebatan sesuai dengan SNI 1727-2013, peraturan perencanaan ketahanan gempa bangunan berupa SNI 1726-2012, dan peraturan beton bertulang sesuai SNI 2847-2013.
3. Wilayah gempa yang digunakan adalah wilayah gempa Palembang dengan komponen situs tanah yang berdasarkan data tanah yang telah diambil di lokasi.
4. Struktur gedung dimodelkan dan dianalisis dengan bantuan program ETABS 2015 v15.0.0.
5. Perhitungan dan penyusunan secara manual perlu dilakukan pada analisis dinamik struktur, pengecekan perilaku struktur bangunan tahan gempa, serta perhitungan volume struktural.
6. Komponen elemen struktural yang diubah dibatasi pada elemen balok dan kolom.
7. Sistem bangunan yang dipakai adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK) yang kemudian digolongkan sebagai bangunan *dual system* karena menggunakan dua sistem dalam menahan gaya gempa.

1.5. Rencana Sistematika Penulisan

Rencana sistematika penulisan mengenai optimasi desain struktur bangunan tahan gempa hotel Harper Palembang menggunakan program ETABS, disusun menjadi enam bagian yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian yang berisikan latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kajian-kajian literatur bersumber dari buku, jurnal, artikel, dan sumber literatur lain yang menjadi rujukan teori pendukung yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai teknik pengumpulan data, diagram alir, permodelan struktur pada program, metode pengolahan data, dan metode penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang perhitungan dan analisis struktur beserta pembahasan hasil analisis yang dilakukan.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini membahas kesimpulan yang diambil dari penelitian serta saran untuk perbaikan penelitian di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

Pada bab ini membahas mengenai daftar pustaka dari literatur yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arasy, Shef Amir, Wiratman Wangsadinata, Bambang Budiono, Junisa Arini Patrisia. 2016. *The Effectiveness of Performance Based Design to Establish Architectural Feature of Structural Design for Slender Building*. Journal of Engineering Technology (JET). Volume 4, No:01, ISSN: 2251-3701.
- Budiono, Bambang, Nyoman Triani Herlina Dewi, Merilda Kristalya, Silviani Lionita Claudya Manik, Eben Haezer Kurniawan Ong. 2017. *Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Dan Sistem Dinding Struktur Khusus Di Jakarta*. Bandung: Penerbit ITB.
- Computers & Structures, Inc. 2014. *CSI Analysis Reference Manual*. Berkeley, California: Computers & Structures, Inc.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebaan Indonesia Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987)*. Yayasan Badan Pekerjaan Umum. Indonesia
- Fauzan, Sayed Ahmad, Erizal, Asep Sapei. 2016. *Evaluasi Ketahanan Gempa Pada Struktur Gedung X Di Jakarta Berdasarkan SNI 03-1726-2012*. Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan. Volume 1 No:01.
- Federal Emergency Management Agency. 1998. FEMA 306, *Evaluation of Earthquake Damage Concrete and Masonry Wall Buildings. Basic Prosedures Manual*. Washington, D.C.
- Imran, Iswandi dan Fajar Hendrik. 2010. *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa*. Bandung: Penerbit ITB.
- Indarto, Himawan, Hanggoro Tri Cahyo A., Kukuh C. Adi Putra. 2013. Aplikasi SNI Gempa 1726:2012. Jurnal Teknik Sipil UNNES.
- Kahiking, Regen Loudewik, J.D. Pangouw, R.E. Pandaleke. 2013. *Evaluasi Struktur Kolom Kuat Balok Lemah Pada Bangunan Beton Bertulang Dengan Metode Desain Kapasitas*. Jurnal Sipil Statik. Volume 1, No:09, ISSN: 2337-6732.
- Mehta, Geeta, Bidhan Sharma, Anuj Kumar. 2016. *Optimazion of Member Size and Materials for Multistoried RCC Buildings Using ETABS*. Indian Journal of Science and Technology. Volume 9 No:44, ISSN: 0974-5645.
- Purnomo, Edy, Edy Purwanto, Agus Supriyadi. 2014. *Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Analisis Dinamik Respons Spektrum Menggunakan Software ETABS (Studi Kasus:Bangunan Hotel Di Semarang)*. e-Journal Matriks Teknik Sipil.

- Rahmasari, Puspita, Yoke Lestyowati, Gatot Setya Budi. 2016. *Analisis Perhitungan Struktur Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura Pontianak*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Tanjungpura.
- Soelarso, Baehaki, Fajar Diantos Subhan. 2015. *Analisis Struktur Beton Bertulang SRPMK Terhadap Beban Gempa Statik Dan Dinamik Dengan Peraturan SNI 1726 2012*. Jurnal Fondasi. Volume 4 No:02.
- Standar Nasional Indonesia. SNI 1726-2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Non Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia. SNI 1727-2013. *Tata Cara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia. SNI 2847-2013. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Indonesia.
- Tumilar, Steffie. 2008. *Petunjuk Penggunaan Ketentuan Seismik dan Angin Berdasarkan ASCE 7-05 dan IBC 2006*. Jakarta: HAKI Jakarta.