

TUGAS AKHIR

ANALISIS STRUKTUR RANGKA TERBUKA TERHADAP BEBAN GEMPA DINAMIK RESPON SPEKTRUM DAN *TIME HISTORY*

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

FADELLA AULIA ANNUR

20150110063

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2019

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadella Aulia Annur
NIM : 20150110063
Judul : Analisis Struktur Rangka Terbuka Terhadap Beban
Gempa Dinamik Respon Spektrum dan *Time History*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, Mei 2019
Yang membuat pernyataan



Fadella Aulia Annur

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk:

Ibu, Tuti Meitha Rini

Bapak, Ir. M. Nurhozim

Abang, Fadli Ahreja Annur

Adik, Fatha Agnia Annur dan Fadellon Afifi Annur

dan juga kepada seluruh keluarga besar yang telah mendo'akan dan mendukung
Fadella

Sagita dan Conny

Terimakasih telah berjuang bersama selama hampir 4 tahun dalam suka dan duka,
semoga kebersamaan kita dapat terjalin hingga tua nanti

Dosen Pembimbing

Terimakasih kepada Bapak Yoga Aprianto, S.T., M.Eng, dan Bapak Dr. Guntur
Nugroho, S.T., M.Eng yang telah membimbing, mengajarkan, memberikan arahan
dengan sabar.

Rahadian Surya Baskara, S.T

Terimakasih telah sabar menanti, menyemangati, mendo'akan, dan memberi
bantuan dengan sabar.

Sahabat Abbyu Fans Club

Terimakasih untuk Astria, Sagita, Hanna, Conny, Abbyu, Pradipta, Ali, Jheval,
Dhanangdan Yanuar, keluarga baru yang berbagi canda, tawa, suka, dan duka.

Sipil Kelas B 2015

Terimakasih telah menjadi teman yang selalu solid sampai saat ini, banyak
kenangan indah yang tak akan terlupakan bersama kalian semua.

PRAKATA

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini berjudul “Analisis Struktur Rangka Terbuka Terhadap Beban Gempa Dinamik Respon Spektrum dan *Time History*”

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D, selaku Ketua Program Studi Fakultas Teknik Sipil
2. Yoga Aprianto, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Pertama Tugas Akhir
3. Dr. Guntur Nugroho S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Kedua Tugas akhir
4. Kedua Orang Tua, kakak dan adik yang selalu memberikan arahan, dukungan, do'a, dan kebutuhan lainnya yang diberikan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Sagita dan Conny yang telah membantu dan memberi semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Rahadian Surya Baskara S.T., yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan do'a sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
7. Sahabat-sahabat saya selama kuliah yang telah mendukung dan berjuang bersama.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 1 Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR SIMBOL, LAMBANG DAN NOTASI.....	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
ABSTRAK.....	xviii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Lingkupan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Dasar Teori	13
2.2.1 Analisis Gempa	13
2.2.2 Metode Analisis Respon Spektrum	14
2.2.3 Metode Analisis <i>Time History</i>	18
2.2.4 Sistem Struktur.....	19
2.2.5 Batasan Kinerja Struktur.....	20
2.2.6 Pengaruh P-delta	20
2.2.7 <i>Mode Shapes</i>	21
2.2.8 Periode dan Frekuensi	22
2.2.9 Periode Fundamental Pendekatan	22

2.2.10 Geser Dasar Seismik	23
2.2.11 Batasan Simpangan antar lantai	23
2.2.12 Ketidakberaturan Struktur	23
BAB III METODE PENELITIAN DAN ANALISIS	25
3.1 Data Struktur Gedung.....	25
3.2 Tahapan Analisis	27
3.2.1 Studi Literatur	27
3.2.2 Pengumpulan Data	27
3.2.3 Pemodelan 3D Struktur	28
3.2.4 Diagram Alir Penelitian	30
3.3 Pemodelan 3 Dimensi Bangunan	32
3.4 Data Elevasi Gedung	32
3.5 Spesifikasi Material	33
3.5.1 Struktur Portal	33
3.5.2 Data Elemen Struktur	33
3.6 Tahap Analisis	36
3.6.1 Pembebanan	36
3.6.2 Klasifikasi Situs	39
3.6.3 Analisis <i>Time History</i>	44
3.6.4 Periode Fundamental Pendekatan Struktur	44
3.6.5 Perhitungan Koefisien Respon Seismik dan Gaya Geser Seismik ..	45
3.6.6 Pengaruh P-delta	46
3.6.7 Ketidakberaturan Struktur	48
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Kontrol Jumlah Ragam dan Parameter Respon.....	50
4.2 Periode dan Frekuensi Struktur	50
4.3 <i>Base Shear</i> atau Gaya Geser Dasar	52
4.4 <i>Joint Displacement</i> atau Simpangan pada <i>Joint</i>	52
4.4.1 Simpangan <i>Joint</i> Setiap Lantai terhadap Analisis Respon Spektrum	53
4.4.2 Simpangan <i>Joint</i> Setiap Lantai terhadap Analisis <i>Time History</i>	54
4.5 Hasil Evaluasi Kinerja Batas Ultimit Struktur	55
4.5.1 Batas Ijin Tiap Lantai Struktur Terhadap Analisis Respon Spektrum	55
4.5.2 Batas Ijin Tiap Lantai Struktur Terhadap Analisis <i>Time History</i> ...	57

4.6	<i>Story Shear</i>	59
4.7	Pengaruh P-Delta.....	60
4.8	<i>Mode Shape</i>	61
4.9	Analisis Faktor Pembesaran Torsi.....	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		63
5.2	Kesimpulan.....	63
5.3	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA		64
LAMPIRAN.....		67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan penelitian terdahulu dan penelitian sekarang.....	10
Tabel 2.2 Kategori Risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa.....	14
Tabel 2.3 Faktor keutamaan gempa.....	16
Tabel 2.4 Faktori R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa.....	16
Tabel 2.5 Koefisien Situs, F_a	17
Tabel 2.6 Koefisien Situs, F_v	17
Tabel 2.7 Batas Ijin Simpangan Tiap Lantai.....	20
Tabel 2.8 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung.....	22
Tabel 2.9 Nilai parameter perioda pendekatan C_t dan x (SNI 1726:2012).....	22
Tabel 3.1 Deskripsi Gedung.....	25
Tabel 3.2 Data Elevasi Gedung.....	32
Tabel 3.3 Mutu Beton Rencana.....	33
Tabel 3.4 Notasi Elemen Plat dan Tebal.....	34
Tabel 3.5 Notasi Elemen Balok dan Dimensi.....	36
Tabel 3.6 Notasi Elemen Kolom dan Dimensi.....	36
Tabel 3.7 Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung.....	37
Tabel 3.8 Berat Dinding.....	38
Tabel 3.9 Jenis Beban Hidup.....	38
Tabel 3.10 Periode 1 ($0 \leq T < T_0$).....	41
Tabel 3.11 Periode 2 ($T_0 \leq T \leq T_s$).....	42
Tabel 3.12 Periode 3 ($T_0 \leq T \leq T_s$).....	42
Tabel 3.13 Skala Masukan RS.....	43
Tabel 3.14 Data gempa Imperial Valley atau El Centro.....	44
Tabel 3.15 P_x , Δ_x , V_x , dan h_{sx} tiap lantai.....	47
Tabel 3.16 Kontrol ketidakberaturan torsi untuk analisis respon spectrum.....	48
Tabel 3.16 Kontrol ketidakberaturan torsi untuk analisis <i>time history</i>	49
Tabel 4.1 Periode dan Frekuensi Struktur.....	50
Tabel 4.2 Gaya geser dasar akibat beban gempa dinamik.....	52
Tabel 4.3 Simpangan <i>joint</i> tiap lantai.....	53
Tabel 4.4 Simpangan <i>joint</i> tiap lantai.....	54

Tabel 4.5	Batas ijin defleksi tiap lantai struktur.....	55
Tabel 4.6	Rasio Ijin Simpangan Antar Lantai Respon Spektrum.....	56
Tabel 4.7	Batas ijin defleksi tiap lantai struktur.....	57
Tabel 4.8	Rasio Ijin Simpangan Antar Lantai <i>Time History</i>	58
Tabel 4.9	P-delta analisis respon spektrum.....	60
Tabel 4.10	P-delta analisis <i>time history</i>	60
Tabel 4.11	Nilai-nilai ordinat.....	61
Tabel 4.12	Analisis faktor pembesaran torsi respon spektrum	62
Tabel 4.13	Analisis faktor pembesaran torsi <i>time history</i>	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kerusakan Gempa Yogyakarta, 2006.....	1
Gambar 1.2	Kerusakan Gempa Yogyakarta, 2006.....	2
Gambar 2.1	Spektrum Respons Desain.....	18
Gambar 2.2	Struktur rangka berdinding.....	19
Gambar 2.3	Struktur rangka terbuka.....	19
Gambar 2.4	Pengaruh efek P-delta.....	21
Gambar 2.5	Faktor pembesaran torsi (SNI 1726:2012).....	23
Gambar 3.1	Denah 3D Struktur gedung.....	25
Gambar 3.2	Denah Struktur Gedung.....	26
Gambar 3.3	Penampang Kolom K1.....	28
Gambar 3.4	Modifikasi properti pada penampang kolom K1.....	29
Gambar 3.5	Penampang balok B1.....	29
Gambar 3.6	Modifikasi properti pada penampang balok B1.....	29
Gambar 3.7	Pengaturan total massa bangunan.....	30
Gambar 3.8	Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar 3.9	Pemodelan 3D Bangunan pada <i>SAP2000</i>	32
Gambar 3.10	(a) Plat A1', (b) Plat A1, (c) Plat A2, (d) Plat A3.....	34
Gambar 3.11	Bagian gedung yang diberi beban angin.....	39
Gambar 3.13	Peta percepatan batuan dasar pada periode pendek di lokasi pembangunan.....	40
Gambar 3.14	Peta percepatan batuan dasar pada periode 1 detik di lokasi pembangunan.....	40
Gambar 3.15	Hubungan antara S_a dan T pada desain respon spektrum.....	43
Gambar 3.16	Akselogram gempa Imperial Valley.....	44
Gambar 3.17	Faktor pembesaran torsi (SNI 1726:2012).....	48
Gambar 4.1	Hasil <i>output</i> untuk partisipasi massa pada modal.....	50
Gambar 4.2	Hubungan antarmode dan periode struktur.....	51
Gambar 4.3	Hubungan antarmode dan frekuensi struktur.....	51
Gambar 4.4	<i>Joint</i> yang ditinjau.....	52

Gambar 4.5 Hubungan antara elevasi bangunan dan <i>displacement</i> pada analisis respon spektrum arah X dan Y.....	53
Gambar 4.6 Hubungan antara elevasi bangunan dan <i>displacement</i> pada analisis <i>time history</i> arah X dan Y.....	54
Gambar 4.7 Hubungan antara elevasi bangunan dan <i>interstory drift</i> pada analisis respon spektrum arah X dan Y.....	56
Gambar 4.8 Hubungan antara elevasi bangunan dan <i>interstory drift</i> pada analisis <i>time history</i> arah X dan Y.....	57
Gambar 4.9 Hubungan antara jumlah lantai bangunan dan <i>force</i> arah X untuk analisis respon spektrum dan <i>time history</i>	59
Gambar 4.10 Hubungan antara jumlah lantai bangunan dan <i>force</i> arah Y untuk analisis respon spektrum dan <i>time history</i>	59
Gambar 4.11 <i>Mode Shapes</i>	61

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Gambar Rencana Plat LT. B1 Gedung Hotel El Royale Malioboro
- Lampiran 2. Gambar Rencana Plat LT. Dasar Gedung Hotel El Royale Malioboro
- Lampiran 3. Gambar Rencana Plat LT. 2 Gedung Hotel El Royale Malioboro
- Lampiran 4. Gambar Rencana Plat LT. 3 Gedung Hotel El Royale Malioboro
- Lampiran 5. Gambar Rencana Plat LT. 4 Gedung Hotel El Royale Malioboro
- Lampiran 6. Gambar Rencana Plat LT. 5-8 Gedung Hotel El Royale Malioboro
- Lampiran 7. Gambar Rencana Plat LT. 9 Gedung Hotel El Royale Malioboro
- Lampiran 8. Gambar Rencana Plat LT. 10 Gedung Hotel El Royale Malioboro
- Lampiran 9. Gambar Rencana Plat LT. Atap Gedung Hotel El Royale Malioboro

DAFTAR SIMBOL, LAMBANG DAN NOTASI

C_d	= Faktor amplifikasi defleksi
D	= Pengaruh beban mati
E	= Pengaruh beban gempa
F_a	= Koefisien situs untuk perioda pendek (pada perioda 0,2 detik)
F_{PGA}	= Koefisien situs untuk PGA
F_v	= Koefisien situs untuk perioda panjang (pada perioda 1 detik)
G	= Percepatan gravitasi, dinyatakan dalam meter per detik kuadrat (m/detik ²)
h_i, h_x	= Tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x , dinyatakan dalam meter
I_e	= Faktor keutama
PGA	= Percepatan permukaan tanah puncak MCE_G terpeta
R	= Beban air hujan
R	=Koefisien modifikasi respon
S_s	= Parameter percepatan respons spectral MCE dari peta gempa perioda pendek
S_l	= Parameter percepatan respons spectral MCE dari peta gempa perioda 1 detik
S_{DS}	=Parameter percepatan respons spectral pada perioda 1 pendek
S_{Dl}	= Parameter percepatan respons spectral pada periode 1 detik
S_{MS}	= Parameter percepatan respons spectral MCE pada preioda pendek yang sudah disesuaikan terhadappengaruh situs
S_{Ml}	= Parameter percepatan respons spectral MCE pada preioda 1 detik yang sudah disesuaikan terhadappengaruh situs
W	= Beban angin
Δ	= Simpangan antar lantai tingkat desain
Δ_a	= Simpangan antar lantai yang diijinkan
δ_{max}	= Perpindahan maksimum tingkat x , dinyatakan dalam millimeter (mm)
δ_x	= Defleksi massa tingkat x
θ	= Koefisien stabilitas untuk pengaruh P-delta
T	= Periode fundamental bangunan

DAFTAR ISTILAH

1. Efek P-delta
Efek sekunder yang bekerja pada elemen struktur, yang diakibatkan oleh penambahan beban vertikal sebagai akibat dari perpindahan horizontal struktur.
2. Gaya Geser Dasar
Gaya geser atau lateral total yang terjadi pada tingkat dasar.
3. Gempa Desain
Pengaruh gempa yang besarnya dua per tiga dari pengaruh MCE_R .
4. Percepatan tanag puncak (PGA) gempa maksimum yang dipertimbangkan rata-rata geometric (MCE_G)
Gempa terparah dalam tata cara ini, yakni nilai rata-rata geometric perceatan tanah puncak (PGA), didapatkan tanpa penyesuaian untuk risiko yang ditargetkan. Percepatan puncak MCE_G yang telah disesuaikan terhadap pengaruh situs (*site effect*, PGA_M) digunakan untuk evaluasi likulifaksi, serakan lateral, penurunan seismic, dan masalah geoteknik lainnya.
5. Kelas Situs
Klasifikasi situs yang dilakukan berdasarkan kondisi tanah dilapangan.
6. Rasio Simpangan antar Lantai
Simpangan antar lantai dibagi dengan tinggi lantai (h_x) tersebut.
7. Simpangan antar Lantai
Perpindahan horisontal di bagian atas tingkat relative terhadap bawahnya.