

TUGAS AKHIR

**EVALUASI PEMBEBANAN GEMPA PADA
GEDUNG BERTINGKAT DENGAN METODE
TIME HISTORY DAN EKIVALEN STATIK**

(Studi Kasus 5, 6, dan 7 Lantai Model Portal 2D)

Disusun guna melengkapi persyaratan untuk mencapai
derajat kesarjanaan Strata-1
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:
ADE RIZKI NURMAYADI
20120110248

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSTAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2017**

HALAMAN MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyiraah 94:6)

“Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Allah adalah sebaik-baik pelindung”

(Q.S Ali-Imran 3:173)

"Ketika dunia ternyata jahat padamu, maka kau harus menghadapinya. Karena tidak seorangpun yang akan menyelamatkanmu jika kau tidak berusaha."

(Roronoa Zoro)

“Jika kamu tidak meresikokan hidupmu, kamu tidak dapat menciptakan masa depan”

(Monkey. D. Luffy)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis mempersembahkan Tugas Akhir ini untuk :

1. Allah Subhanahu wa Ta'ala atas karunia, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis diberi kekuatan dan kesabaran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Nabi Besar Muhammad Shallahu'alaihi wasallam sebagai rahmat untuk seluruh alam.
3. Ibunda tercinta Hj. Nunung Nurmayani. yang selalu senantiasa mendoakan, serta sebagai seorang motivator ulung pembangkit semangat untuk tetap melakukan yang terbaik.
4. Ayahanda tercinta H. Dedi Heryadi yang selalu senantiasa mendoakan, serta sebagai seorang motivator ulung pembangkit semangat untuk tetap melakukan yang terbaik.
5. Saudara tercinta Dicky Nurmayadi dan Tria Rahma Heryani yang selalu mendukung dalam pengerjaan tugas akhir ini.
6. Sahabat-sahabat yang selalu memberikan uluran bantuan apabila terdapat kesulitan, khususnya Nakosa Rafa Bimantara, Mukhtar Wijaya dan Doni Windartono.
7. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Angkatan 2012 yang sangat luar biasa.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr.wb

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

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan kelulusan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tugas akhir ini merupakan studi literatur yang membandingkan pembebanan gempa metode *Time History* dan Ekuivalen Statik menggunakan model struktur bangunan yang telah ada dilapangan, dengan berbagai jumlah tingkat dan dimensi yang berbeda, yaitu bangunan tingkat 5, 6 dan 7.

Atas segala bimbingan, petunjuk, dan saran hingga terselesainya laporan tugas akhir ini, penyusun ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Bagus Soebandono S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Ibu Restu Faizah S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Yoga Aprianto Harsoyo, S.T, M.Eng selaku Dosen Penguji dalam ujian pendadaran Tugas Akhir ini.
4. Kedua orang tua penyusun yang selalu memberi dukungan dan semangat dalam kondisi apapun;
5. Rekan-rekan seperjuangan yang telah membantu ketika penyusun membutuhkan bantuan;
6. dan semua rekan yang telah ikut bagian dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, diperlukan kritik dan saran yang membangun untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang telah penyusun lakukan. Akhir kata, Penyusun berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini berguna bagi para pembaca dan bagi penyusun sendiri.

Yogyakarta, Maret 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR LAMBANG, NOTASI DAN SINGKATAN.....	xiii
INTISARI	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah.....	3
F. Keaslian Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	9
A. Beban Gempa Bumi	9
B. Analisis Ekuivalen Statik	10
C. Analisis Dinamik <i>Time History</i>	25
D. Program SAP2000.....	32
E. Output Hasil Analisis	63
BAB IV METODE PENELITIAN	64
A. Waktu dan Lokasi	64
B. Model Struktur	64
C. Metode Analisis	67
D. Akselerogram Gempa Masukan.....	67
E. Tahapan Analisis	67
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	70
A. Hasil Analisis	70
1) <i>Displacement</i> (Δ_i).....	70
2) Gaya horizontal tingkat (F_i).....	70
3) Gaya geser tingkat (V_i).....	71
4) Gaya geser dasar (V)	72

B. Pembahasan.....	72
1) <i>Displacement</i> (Δ_i).....	72
2) Gaya horizontal tingkat (F_i).....	74
3) Gaya geser tingkat (V_i).....	76
4) Gaya geser dasar (V).....	76
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAH	79
A. Kesimpulan	79
B. Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	xvii
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Penelitian terkait yang pernah dilakukan	4
Tabel 3.1	Nilai parameter perioda pendekatan C_t dan x	11
Tabel 3.2	Faktor keutamaan gempa	11
Tabel 3.3	Klasifikasi situs	14
Tabel 3.4	Koefisien situs F_a	17
Tabel 3.5	Koefisien situs F_v	18
Tabel 3.6	Eksponen terkait perioda struktur	20
Tabel 3.7	Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	21
Tabel 3.8	Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing wilayah gempa Indonesia.....	31
Tabel 3.9	Faktor keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan	32
Tabel 4.1	Dimensi balok portal 6 lantai	65
Tabel 5.1	<i>Displacement</i> (Δ_i) hasil analisis ekuivalen statik (cm).....	70
Tabel 5.2	<i>Displacement</i> (Δ_i) hasil analisis dinamik <i>time history</i> (cm).....	70
Tabel 5.3	Gaya horizontal tingkat hasil analisis ekuivalen statik (Ton)	71
Tabel 5.4	Gaya horizontal tingkat hasil analisis dinamik <i>time history</i> (Ton) ..	71
Tabel 5.5	Gaya geser tingkat hasil analisis ekuivalen statik (Ton).....	71
Tabel 5.6	Gaya geser tingkat hasil analisis dinamik <i>time history</i> (Ton)	72
Tabel 5.7	<i>Base shear</i> (Ton)	72
Tabel 5.8	Rangkuman hasil pembahasan	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Peta MCE_R untuk nilai S_S	12
Gambar 3.2	Peta MCE_R untuk nilai S_1	13
Gambar 3.3	Halaman web Desain Spektra Indonesia	13
Gambar 3.4	Klik hitung setelah input nama kota.....	13
Gambar 3.5	Nilai spektral percepatan dan berbagai parameter lainnya.....	14
Gambar 3.6	Nilai T antara T_a dan $T_a \times C_u$	21
Gambar 3.7	Akselerogram gempa Yogyakarta tahun 2006 hasil replikasi (Widodo, 2013).....	27
Gambar 3.8	Prinsip metode superposisi.....	28
Gambar 3.9	Perintah <i>define menu > coordinat system/grids</i>	33
Gambar 3.10	Kotak dialog <i>coordinate/grid system</i>	34
Gambar 3.11	Kotak dialog <i>define grid system data</i>	34
Gambar 3.12	<i>Gridline</i>	35
Gambar 3.13	Perintah <i>Define menu > materials</i>	36
Gambar 3.14	Kotak dialog <i>Define Materials</i>	36
Gambar 3.15	Kotak dialog <i>Material Property Data</i>	37
Gambar 3.16	Perintah <i>Define menu > Section properties > Frame section</i>	38
Gambar 3.17	Kotak dialog <i>frame properties</i>	39
Gambar 3.18	Kotak dialog <i>add frame section property</i>	39
Gambar 3.19	Kotak dialog <i>rectangular section</i>	40
Gambar 3.20	Kotak dialog <i>frame property/stiffness modification factors</i>	40
Gambar 3.21	Kotak dialog <i>property data</i>	41
Gambar 3.22	Kotak dialog <i>reinforcement data</i>	41
Gambar 3.23	Kotak dialog <i>properties of object</i>	42
Gambar 3.24	Perintah <i>Assign menu > Joint > Restraints</i>	43
Gambar 3.25	Kotal dialog <i>joint restraint</i>	43
Gambar 3.26	Contoh model portal	44
Gambar 3.27	Kotak dialog <i>selection list</i>	44
Gambar 3.28	Memilih semua bagian <i>frame</i>	45
Gambar 3.29	Perintah <i>Edit menu > Edit Lines > Divide frame</i>	45
Gambar 3.30	Kotak dialog <i>Divide selected frame</i>	46

Gambar 3.31	<i>Joint</i> terbentuk dipersilangan kolom dan balok.....	46
Gambar 3.32	Perintah <i>Define menu > Load patterns</i>	47
Gambar 3.33	Kotak dialog <i>Define Load patterns</i>	47
Gambar 3.34	Perintah <i>Define menu > Load cases</i>	48
Gambar 3.35	Kotak dialog <i>Define load cases</i>	48
Gambar 3.36	Kotak dialog <i>Load case data – modal</i>	49
Gambar 3.37	Kotak dialog <i>Time history function definition</i>	50
Gambar 3.38	Kotak dialog <i>Define load case - linier modal history</i>	51
Gambar 3.39	Kotak dialog <i>modal damping</i>	52
Gambar 3.40	Perintah <i>Define menu > Mass source</i>	53
Gambar 3.41	Kotak dialog <i>Define mass source</i>	53
Gambar 3.42	Pemilihan substruktur bagian dari lantai 4	55
Gambar 3.43	Perintah <i>Assign menu > Assign to group</i>	55
Gambar 3.44	Kotak dialog <i>Assign/define group names</i>	55
Gambar 3.45	Kotak dialog <i>Group definition</i>	56
Gambar 3.46	Memilih nama grup yang baru saja dibuat pada kotak dialog <i>Assign/define group names</i>	56
Gambar 3.47	Pemilihan <i>frame</i> dan <i>joint</i> untuk berbagai tingkat, dan lokasi <i>section cut</i>	57
Gambar 3.48	Perintah <i>Define menu > Section cuts</i>	58
Gambar 3.49	Kotak dialog <i>Section cuts</i>	58
Gambar 3.50	Kotak dialog <i>Section cut data</i>	58
Gambar 3.51	Perintah <i>Analyze menu > Run analysis</i>	59
Gambar 3.52	Perintah <i>Display menu > Show deformed shape</i>	60
Gambar 3.53	Kotak dialog <i>Deformed shape</i>	60
Gambar 3.54	Perintah <i>Display menu > Show Tables</i>	61
Gambar 3.55	Kotak dialog <i>Choose tables for display</i>	61
Gambar 3.56	Kotak dialog <i>Select load patterns</i>	62
Gambar 3.57	Kotak dialog <i>Select load cases</i>	62
Gambar 3.58	Kotak dialog <i>output options</i>	63
Gambar 4.1	Bentuk portal 5 tingkat	64
Gambar 4.2	Bentuk portal 6 tingkat	62

Gambar 4.3	Bentuk portal 7 tingkat	65
Gambar 4.4	Diagram alir penelitian	69
Gambar 5.1	Grafik <i>displacement</i> struktur portal.....	73
Gambar 5.2	Grafik kekuan tingkat struktur portal	74
Gambar 5.3	Grafik gaya horizontal tingkat struktur portal	75
Gambar 5.4	Grafik gaya geser tingkat struktur portal.....	77
Gambar 5.5	Grafik <i>base shear</i> struktur portal.....	78

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabel kategori resiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa
- Lampiran 2 Tabel koefisien modifikasi respon untuk berbagai sistem penahan gaya seismik
- Lampiran 3 Tabel Faktor reduksi gempa maksimum beberapa jenis sistem dan subsistem struktur
- Lampiran 4 Gambar denah struktur Rusunawa Pemprov DIY t-24
- Lampiran 5 Gambar denah struktur Hotel Tara Yogyakarta
- Lampiran 6 Gambar denah struktur Gedung Kuliah E-6 UMY

DAFTAR LAMBANG, NOTASI DAN SINGKATAN

Lambang dan Notasi

- A Nilai percepatan puncak setelah dipengaruhi faktor keutamaan gedung dan faktor reduksi gempa
- A_{\max} Nilai percepatan puncak pada rekaman gempa (akselerogram)
- A_0 Percepatan puncak muka tanah
- b Lebar kolom/balok
- C_t Parameter perioda pendekatan
- C_m Koefisien kekakuan muto
- C_s Koefisien respons gempa
- C_u Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung
- C_{vx} Faktor distribusi vertikal
- d_c Ketebalan total dari lapisan-lapisan tanah kohesif di dalam lapisan 30 meter paling atas
- d_i Tebal setiap lapisan antara kedalaman 0 sampai 30 meter
- E Modulus Elastisitas Bahan
- f Faktor pengali atau faktor skala
- F_a Koefisien situs untuk nilai S_{MS}
- F_i Distribusi vertikal gaya gempa pada tingkat ke- i
- F_v Koefisien situs untuk nilai S_{M1}
- g Percepatan gravitasi yang ditetapkan sebesar $9,81 \text{ m/det}^2$
- h Tinggi kolom/balok
- h_i Tinggi dari dasar sampai tingkat i , dinyatakan dalam meter (m)
- I Momen Inersia Penampang
- I_e Faktor keutamaan gempa
- K Konstanta kekakuan
- k Eksponen yang terkait dengan periode struktur
- k Konstanta kekakuan relatif
- k' Koefisien kekakuan relatif kolom yang telah dipengaruhi oleh kekakuan balok
- K_f Kekakuan kolom dengan metode jepit-jepit (*shear building*)

- \bar{N} Tahanan penetrasi standar rata-rata dalam lapisan 30 m paling atas
- \bar{N}_{cht} Tahanan penetrasi standar rata-rata tanah non kohesif dalam lapisan 30 m paling atas
- N_i Tahanan penetrasi standar pada lapisan ke- i
- R Koefisien modifikasi respon
- S_1 Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5 persen
- S_{D1} Parameter percepatan respons spektral pada perioda 1 detik dengan redaman 5 persen
- S_{DS} Parameter percepatan respons spektral pada perioda pendek dengan redaman 5 persen
- S_{M1} Parameter percepatan respons spektral MCE pada perioda 1 detik yang sudah disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs
- S_{MS} Parameter percepatan respons spektral MCE pada perioda pendek yang sudah disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs
- S_S Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada perioda pendek, redaman 5 %
- \bar{S}_u Kuat geser niralir rata-rata didalam lapisan 30 meter paling atas
- S_{ui} Kuat geser niralir (kPa), dengan nilai tidak lebih dari 250 kPa seperti yang ditentukan dan sesuai dengan tata cara yang berlaku
- T_a Periode Fundamental Pendekatan
- T_c Nilai periode dari hasil perhitungan komputer, merupakan periode getar struktur pada mode 1.
- T_R Periode struktur menurut rumus Rayleigh
- V Gaya geser dasar seismik
- V_d Gaya geser dasar berdasarkan analisis dinamik *Time History*
- V_s Gaya geser dasar berdasarkan analisis statik ekuivalen.
- \bar{v}_s Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada regangan geser yang kecil, di dalam lapisan 30 meter teratas.
- v_{si} Kecepatan gelombang geser lapisan i dinyatakan dalam meter per detik (m/detik)

- w_i Bagian berat seismik efektif total struktur (W_t) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i
- W_t Berat seismik efektif
- Δ_i Perpindahan (*displacement*)

Singkatan

- DL *Dead Load* (Beban Mati)
- LL *LiveLoad* (Beban Hidup)
- MCE_R *Maximum Considered Earthquake* Resiko tertarget
- USGS *United State Geological Survey*
- CSI *Computer and Structure Inc.*
- SAP2000 *Structure Analysis Program*
- MDOF *Multi Degree of Freedom*
- KBBI Kamus Besar Bahasa Indonesia
- UMY Universitas Muhammadiyah Yogyakarta