

TUGAS AKHIR

**ANALISIS *DISPLACEMENT* GEDUNG BETON BERTULANG
MIDDLE-RISE TERHADAP BEBAN GEMPA SESUAI BUKU PETA
GEMPA INDONESIA 2017 DENGAN ANALISIS *TIME HISTORY***



Disusun oleh:

Muhammad Ikhsan Gunaidi

20150110017

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2019

TUGAS AKHIR

ANALISIS *DISPLACEMENT* GEDUNG BETON BERTULANG *MIDDLE-RISE* TERHADAP BEBAN GEMPA SESUAI BUKU PETA GEMPA INDONESIA 2017 DENGAN ANALISIS *TIME HISTORY*

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



Disusun oleh:

Muhammad Ikhsan Gunaidi

20150110017

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

2019

HALAMAN PERNYATAAN

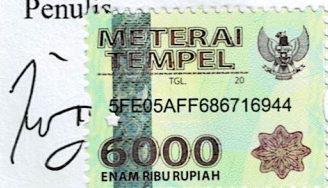
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ikhsan Gunaidi
NIM : 20150110017
Judul : Analisis *Displacement* Gedung Beton Bertulang *Middle-Rise* terhadap Beban Gempa Sesuai Buku Peta Gempa Indonesia 2017 dengan Analisis *Time History*

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul “Analisis Perpindahan Gedung Tipikal Tingkat Sedang dan Tinggi (*Middle-Rise & High-Rise Buildings*) Di Kota Indonesia Sesuai Buku Peta Gempa 2017 dengan Metode Riwayat Waktu (*Time History Analysis*)”

Yogyakarta, 24 Desember 2018

Penulis



Muhammad Ikhsan Gunaidi

Dosen Peneliti,

Taufiq Ilham Maulana, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamualaikum, Wr. Wb,

Dengan segala khidmad, saya persembahkan kepada :

Allah Subhaanahu Wa Ta'ala

Yang selalu memberikan hidayah dan inayah mengiringi hidup saya dan masih memberikan saya kehidupan di bumi yang indah ini....

Ayah dan Mama

Beribu-ribu terimakasih dan baktiku tidak akan setimpal dengan perbuatan ayah dan mama yang selama ini membina dan merawat kami bertiga...

Kakak dan Adik

Terimakasih atas perhatian, dukungan, serta bimbingan berupa nasehat dan wawasan kepada saya, semoga kakak dan adik bisa meraih kesuksesan suatu saat nanti, amin.

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT Tuhan semesta alam, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia dari zaman *jahilyah*, menuju ke zaman milenial seperti saat ini.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat utama untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk evaluasi gedung tipikal *low-rise*, *mid-rise*, dan *high-rise* di kota besar di Indonesia menggunakan *time history* analisis peta gempa 2017.

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

1. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D.
2. Adik, Kakak, dan kedua Orang Tua yang selalu memberikan pembelajaran dan dorongan agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini
3. Segenap teman, kerabat dan orang terdekat yang selalu memberikan *support* dan wawasan yang membantu dalam menyusun tugas akhir.

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

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 19 November 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR ISTILAH	xvi
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Lingkup Penelitian.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1. Analisis Riwayat Respons	5
2.1.2. Evaluasi Struktur Gedung Lainnya.....	7
2.1.3. Evaluasi Struktur Dengan Analisis Perpindahan.....	10
2.2. Dasar Teori	12
2.3. Pembebanan	12
2.3.1. Beban Mati.....	12
2.3.2. Beban Hidup	14
2.3.3. Beban Gempa.....	14
2.3.3.1 Analisis Beban Gempa Berdasarkan SNI 172:62012.....	14
BAB III. METODE PENELITIAN.....	28
3.1. Pendahuluan	28
3.2. Peraturan-Peraturan yang Dipakai	39
3.3. Deskripsi Bangunan Gedung Menengah (<i>Middle Rise</i>).....	40

3.3.1. Tampak Struktur Gedung	41
3.3.2. Fungsi Struktur Gedung.....	43
3.3.3. Informasi Struktur Gedung	43
3.4. Parameter Struktur dan Material Bangunan.....	43
3.5. Langkah Perencanaan Pemodelan.....	44
3.6. Penggunaan Aplikasi Program Pendukung Penelitian.....	45
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	48
4.1. Pendahuluan	48
4.2. Penyesuaian dengan DED (Detail of Engineering Design)	48
4.3. Prakata Pembebanan	48
4.3.1. Beban Mati (Dead Load, DL)	48
4.3.2. Beban Hidup (Live Load, LL)	50
4.3.3. Beban Gempa (Earthquake, E).....	51
4.4. Analisis Displacement.....	56
4.4.1. Simpangan Antar Lantai	57
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
5.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Berat Sendiri Bahan Struktur Gedung (BSN, 1989).....	12
Tabel 2.2 Daftar Komponen Gedung (BSN, 1989).....	13
Tabel 2.3 Kategori Risiko Bangunan Struktur Gedung dan Non Gedung Untuk Pembebanan Gempa (BSN, 2012).....	15
Tabel 2.4 Faktor Keutamaan Gempa , I_e (BSN, 2012)	17
Tabel 2.5 Klasifikasi Situs (BSN, 2012).....	17
Tabel 2.6 Koefisien Situs, F_a (BSN, 2012).....	18
Tabel 2.7 Koefisien Situs, F_v (BSN, 2012).....	18
Tabel 2.8 Kategori Desain Seismik dari Parameter Rspns Percepatan Perioda Pendek 0,2 detik (S_{DS}) (BSN, 2012).....	22
Tabel 2.9 Kategori Desain Seismik dari Parameter Rspns Percepatan Perioda 1 detik (S_{D1}) (BSN, 2012).....	22
Tabel 2.10 Sistem Penahan Gaya Gempa (BSN, 2012).....	22
Tabel 2.11 Koefisien C_u untuk batasan atas perioda yang dihitung (BSN, 2012)	24
Tabel 2.12 Parameter nilai periode pendekatan C_t dan \times (BSN, 2012)	25
Tabel 2.13 Simpangan Antai Lantai Tingkat Izin, Δ_a (BSN, 2012).....	26
Tabel 3.1 Nama Kota dan Parameter nilai S_s dan S_I	32
Tabel 3.2 Contoh hasil <i>running</i> dari program Excel menggunakan <i>Micro Visual Basic</i>	47
Tabel 4.1 Titik Acuan dalam Menggambar Respons Spektrum Sesuai SNI Gempa 2012.....	53
Tabel 4.2 Simpangan izin antar lantai.....	58
Tabel 4.3 Urutan kota kelas situs SC arah X	59
Tabel 4.4 Urutan kota kelas situs SC arah Y	59
Tabel 4.5 Urutan kota kelas situs SD arah X	59
Tabel 4.6 Urutan kota kelas situs SD arah Y	60
Tabel 4.7 Urutan kota kelas situs SE arah X	60
Tabel 4.8 Urutan kota kelas situs SE arah Y	60
Tabel 4.9 Daftar nama kota yang melebihi <i>displacement</i> izin.....	62
Tabel 4.10 Perhitungan Kota Padang Sidempuan.....	63

Tabel 4.11 Perhitungan Kota Sungai Penuh	63
Tabel 4.12 Perhitungan Kota Tual	63
Tabel 4.13 Perhitungan Kota Jayapura	63
Tabel 4.14 Perhitungan Kota Bukittinggi	64
Tabel 4.15 Perhitungan Kota Palu	64
Tabel 4.16 Perhitungan Kota Bengkulu	64
Tabel 4.17 Perhitungan Kota Gunung Sitoli	64
Tabel 4.18 Presentase tidak aman terhadap beban gempa	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Percepatan Respons Spektrum Periode 0,2 detik (F_a).....	19
Gambar 2.2 Percepatan Respons Spektrum Periode 1 detik (F_v).....	19
Gambar 2.3 Grafik Spektrum Respons Desain (BSN, 2012).....	21
Gambar 3.1 Peta lokasi rencana pembangunan struktur gedung tingkat menengah.....	28
Gambar 3.2 Peta percepatan respons spektrum 1 detik (S_I).....	29
Gambar 3.3 Peta Percepatan respons spektrum pendek (S_s).....	29
Gambar 3.4 Contoh pengambilan lokasi dengan <i>Google Maps</i>	30
Gambar 3.5 Potongan gambar yang sudah digabungkan.....	31
Gambar 3.6 Keterangan nilai percepatan spektrum respons pendek (S_s) berdasarkan gradasi warna (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017).....	31
Gambar 3.7 Keterangan nilai percepatan spektrum respons 1 detik (S_I) berdasarkan gradasi warna (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017).....	31
Gambar 3.8 Tampilan depan dalam input data pada <i>website Berkeley</i>	35
Gambar 3.9 Riwayat Respons untuk tanah <i>SC</i>	36
Gambar 3.10 Riwayat Respons untuk tanah <i>SD</i>	36
Gambar 3.11 Riwayat Respons untuk tanah <i>SE</i>	36
Gambar 3.12 Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>) pelaksanaan penelitian secara umum...38	
Gambar 3.13 Potongan peta gempa dalam menentukan percepatan periode pendek, S_s (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017).....	40
Gambar 3.14 Potongan peta gempa dalam menentukan percepatan periode 1 detik, S_I (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017).....	40
Gambar 3.15 Tampak depan struktur gedung.....	41
Gambar 3.16 Tampak perspektif 3 dimensi struktur 5 lantai (SAP2000).....	41
Gambar 3.17 Potongan struktur gedung.....	42
Gambar 3.18 Portal As C gedung 5 lantai (SAP2000).....	42

Gambar 3.19 Tampilan Program SeismoMatch dengan contoh percepatan yang sudah disesuaikan dengan respon spektrum desain.....	46
Gambar 3.20 Tampilan Program <i>Micro Visual Basic</i>	47
Gambar 4.1 Potongan Peta Gempa 2017 untuk menentukan parameter percepatan periode 1 detik (kiri, S_I), dan periode pendek (kanan, S_s) (Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017).....	52
Gambar 4.2 Grafik Respons Spektrum Gedung Tipikal <i>Middle-Rise</i> di Jakarta Pusat dengan kelas situs SC.....	54
Gambar 4.3 Parameter <i>displacement</i> dari hasil <i>running</i> program SAP2000.....	57
Gambar 4.4 Petunjuk warna nilai perpindahan.....	61
Gambar 4.5 Grafik perpindahan dengan kelas situs SC arah X.....	61
Gambar 4.6 Grafik perpindahan dengan kelas situs SC arah Y.....	61
Gambar 4.7 Grafik perpindahan dengan kelas situs SD arah X.....	61
Gambar 4.8 Grafik perpindahan dengan kelas situs SD arah Y.....	61
Gambar 4.9 Grafik perpindahan dengan kelas situs SE arah X.....	62
Gambar 4.10 Grafik perpindahan dengan kelas situs SE arah Y.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Rencana Kerja (<i>Shop Drawing</i>).....	69
Lampiran 2. SAP2000 Versi 21 <i>Report</i>	85
Lampiran 3. Grafik hubungan antara perpindahan dengan jumlah lantai.....	102

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan
A	= Luas bidang struktur
A_i	= Luas bidang dinding geser
C	= Faktor respons gempa dinyatakan dalam gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur
C_d	= Faktor amplifikasi defleksi
C_s	= Koefisien respons gempa
C_{vx}	= Faktor distribusi vertikal beban gempa statik ekuivalen
D	= Perpindahan
D_i	= Panjang dinding geser
DL	= Beban mati pada struktur bangunan
E_h	= Pengaruh beban gempa horisontal
E_v	= Pengaruh beban gempa vertikal
F_a	= Koefisien situs untuk perioda 0,2 detik
F_c'	= Kuat rencana mutu beton
F_v	= Koefisien situs untuk perioda 1,0 detik
g	= Percepatan gravitasi
h_i, h_x	= Tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x
h_n	= Tinggi bangunan dari dasar sampai tingkat tertinggi
I_e	= Faktor keutamaan gempa
K	= Faktor eksponen yang berhubungan pada struktur
LL	= Beban hidup pada struktur bangunan
p	= Faktor redundansi gempa
PI	= Indeks plastisitas
qd	= Berat dinding pasangan batu bata ringan
Q_e	= Pengaruh gaya yang ditimbulkan gempa horisontal dan vertikal
R	= Faktor reduksi gempa
R^a	= Faktor modifikasi respons spektrum sistem penahan gaya gempa
S_a	= Akselerasi respon spektrum yang berhubungan dengan waktu getar

		alami efektif yang ditinjau
S_I	=	Parameter respons spektrum percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda 1,0 detik, koefisien situs F_a dan F_v
S_d	=	Spektral perpindahan
S_{DI}	=	Parameter respons spektrum percepatan gempa yang terpetakan untuk perioda (1,0 detik)
S_{DS}	=	Parameter percepatan spektrum respons desain rentang perioda pendek (0,2 detik)
S_{MI}	=	Parameter respons spektral percepatan gempa perioda 1,0 detik
S_{MS}	=	Parameter respons spektral percepatan gempa perioda 0,2 detik
S_S	=	Parameter respons spektrum percepatan gempa yang terpetakan untuk perioda pendek (0,2 detik)
T	=	Periode getar fundamental struktur bangunan
t'	=	Tinggi efektif dinding dari satu lantai ke lantai yang ada di atas
T_a	=	Parameter percepatan respons spektral
TB	=	Tidak dibatasi
TI	=	Tidak diizinkan
T_S	=	Waktu geser karakteristik yang didapat dari kurva respon spektrum pada titik dimana terdapat transisi bagian akselerasi konstan ke bagian kecepatan konstan
V	=	Gaya geser dasar struktur
V_{30}	=	Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada regangan geser yang kecil, di dalam lapisan 30 m teratas
W	=	Berat bangunan, berat sendiri dan beban hidup
w_i, w_x	=	Berat seismik efektif total struktur yang dikenakan pada tingkat i, x
Ω_0	=	Faktor kuat lebih sistem penahan gaya gempa
r_b	=	Koefisien berat pasangan batu bata ringan
Δ	=	Simpangan antar lantai
Δ_a	=	Simpangan antar ijin lantai

DAFTAR ISTILAH

1. Efek P-Delta
Efek yang bekerja pada elemen struktur bangunan, akibat penambahan beban vertikal sebagai akibat dari perpindahan horisontal struktur.
2. Gaya Geser Dasar
Gaya lateral total yang terjadi pada lantai dasar.
3. Gempa Desain
Pengaruh gempa yang besarnya dua per tiga dari pengaruh MCE_R .
4. Kelas Situs
Klasifikasi situs yang dilakukan berdasarkan kondisi tanah pada suatu proyek.
5. Partisi
Dinding interior non struktural yang membentang horisontal dan vertikal dari tumpuan ke tumpuan yang lain.
6. Rasio Simpangan Antar Lantai
Simpangan antar lantai dibagi dengan tinggi lantai.
7. Dinding Geser (*Shear wall*)
Elemen vertikal dari sistem penahan gaya seismik yang dirancang untuk menahan gaya lateral dan beban seismik.
8. Simpangan Antar Lantai
Perpindahan horisontal dibagian tingkat relatif terhadap bawahnya.
9. Sistem Rangka Pemikul Momen
Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa dipikul oleh rangka pemikul momen melalui mekanisme lentur, sistem ini terbagi menjadi 3, yaitu SRPMB (Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa), SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah), dan SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus).