

TUGAS AKHIR

**SIMULASI *GROUND MOTION* BERBASIS SKENARIO UNTUK
PENILAIAN BAHAYA SEISMIK DI CIANJUR**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Ahmad Syarif Edi Nugroho

20190110086

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

2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Syarif Edi Nugroho
NIM : 20190110086
Judul : Simulasi *Ground Motion* Berbasis Skenario Untuk
Penilaian Bahaya Seismik Di Cianjur

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, 17 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



Ahmad Syarif Edi Nugroho

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Syarif Edi Nugroho

NIM : 20190110086

Judul : Simulasi *Ground Motion* Berbasis Skenario Untuk Penilaian Bahaya Seismik Di Cianjur

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul Simulasi *Ground Motion* Berbasis Skenario Untuk Penilaian Bahaya Seismik Di Cianjur.

Yogyakarta, 17 Juli 2023

Penulis,

Dosen Peneliti,



Ahmad Syarif Edi Nugroho

Dr. Ir. Restu Faizah, S.T., M.T.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya tugas akhir ini dapat diselesaikan. Sholawat serta salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Dengan rasa hormat tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Dr. Ir. Restu Faizah S.T., M.T. dan Bambang Sunardi, S.Si., M.T. yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
2. Kedua orang tua (Bpk. Masrukin dan Ibu Salamah) yang selalu mendoakan, mengorbankan waktu, materi, tenaga, dan pikiran untuk kesuksesan anaknya. Serta kakak (Mbak Ica) yang selalu memberikan semangat, motivasi, dukungan dan do'a. Terimakasih sudah mengizinkan penulis untuk melangkah sejauh ini.
3. Kelompok tugas akhir penulis Yudha, Fadhil, dan Herlambang yang telah berjuang bersama dalam mengerjakan tugas akhir hingga selesai.
4. Teman-teman dekat yang telah memberikan semangat dan motivasi.
5. Teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2019 yang telah berjuang bersama selama perkuliahan.

Terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan memotivasi penyusun baik secara langsung maupun tidak langsung hingga terselesainya tugas akhir ini.

PRAKATA



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT telah memberikan kemudahan, karunia, rahmat, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Simulasi *Ground Motion* Berbasis Skenario Untuk Penilaian Bahaya Seismik Di Cianjur”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Dr. Ir. Restu Faizah, S.T., M.T. dan Bambang Sunardi, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
3. Ir. Fanny Monika, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Kedua orang tua dan Saudara yang selalu memberi dukungan secara moril dan materiil guna menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Seluruh sahabat, serta teman yang selalu memberikan dukungan selama perkuliahan dan menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik, saran, dan pengembangan penelitian selanjutnya sangat diperlukan.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 17 Juli 2023

Ahmad Syarif Edi Nugroho

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
DAFTAR ISTILAH	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.1.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2 Dasar Teori	13
2.2.1 Kondisi Wilayah Cianjur.....	13
2.2.2 Gempa Bumi	16
2.2.3 Skenario <i>Ground Motion</i>	18
2.2.4 Penilaian Bahaya Seismik.....	21
2.2.5 Kerusakan Struktur Akibat Gempa	23

BAB III. METODE PENELITIAN	28
3.1 Bahan atau Materi	28
3.2 Alat	28
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.4 Tahapan Penelitian	30
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Simulasi <i>Ground Motion</i>	39
4.2 Pemilihan GMPE yang Sesuai dengan Rekaman Alat	41
4.3 Tingkat Bahaya Seismik di Cianjur	43
4.4 Dampak Kerusakan Bangunan dan Rekomendasi Perbaikan	45
4.4.1 Analisis Kerusakan Bangunan Berdasarkan Hasil Simulasi	45
4.4.2 Analisis Kerusakan Bangunan Berdasarkan Fakta Lapangan	46
4.4.3 Perbandingan Kerusakan Bangunan Berdasarkan Hasil Simulasi dan Fakta Lapangan	47
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan antara penelitian terdahulu dengan sekarang	12
Tabel 2.2 Klasifikasi bahaya gempa bumi (BNPB No 2 Tahun 2012)	23
Tabel 2.3 Skala SIG BMKG (www.bmkg.go.id)	23
Tabel 2.4 Klasifikasi kerusakan bangunan dan tindakan perbaikannya (PU Bangunan Tahan Gempa, 2006)	24
Tabel 4.1 Nilai PGA gempa bumi Cianjur (BMKG, 2022)	42
Tabel 4.2 Nilai PGA dari masing-masing GMPE	43
Tabel 4.3 Dampak kerusakan dan jenis perbaikan bangunan berdasarkan hasil simulasi akibat gempa bumi Cianjur	46
Tabel 4.4 Hasil survey dampak kerusakan dan perbaikan berdasarkan fakta lapangan gempa bumi Cianjur (BMKG, 2022)	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta lempeng tektonik aktif wilayah Indonesia, panah menunjukkan pergerakan lempeng (PusGen, 2017)	1
Gambar 2.1 Peta bahaya gempa bumi Kota Cilacap (Muhaimin, 2016)	6
Gambar 2.2 Peta kerentanan gempa bumi Kota Cilacap (Muhaimin, 2016) ...	7
Gambar 2.3 Peta risiko gempa bumi Kota Cilacap (Muhaimin, 2016).....	7
Gambar 2.4 Peta PGA di wilayah Jawa Tengah untuk probabilitas 10 % dalam 50 tahun (Ashadi dkk., 2015)	10
Gambar 2.5 Peta administrasi Kabupaten Cianjur (petatematikindo.wordpress.com)	14
Gambar 2.6 Peta sesar aktif yang berada di Jawa Barat (Arifin, 2022).....	15
Gambar 2.7 Hasil perbedaan <i>ground motion</i> di batuan dasar wilayah Semarang (a) Probabilitas 2% (b) Probabilitas 10% (Astutik, 2022)	19
Gambar 2.8 Nilai PGA Gempa maksimum yang dipertimbangkan rata-rata geometrik (MCEG) wilayah Indonesia (SNI 1726-2019).....	21
Gambar 2.9 Level-level kerusakan bangunan (Widodo, 2012)	27
Gambar 3.1 Laptop yang digunakan pada penelitian.....	28
Gambar 3.2 <i>Software Microsoft Word</i> (course-net.com).....	29
Gambar 3.3 <i>Software Microsoft Excel</i> (id.wikipedia.org)	29
Gambar 3.4 <i>Software OpenQuake Engine</i> (github.com)	29
Gambar 3.5 <i>Software QGis</i> (www.wikidata.org).....	30
Gambar 3.6 <i>Software notepad</i> (www.wizcase.com).....	30
Gambar 3.7 Bagan alir penelitian.....	32
Gambar 3.8 Bagan alir analisis bahaya seismik (<i>OpenQuake Engine</i>).....	33
Gambar 3.9 Tampilan peta batas kecamatan Cianjur (<i>QGis</i>)	34
Gambar 3.10 Tampilan pada <i>QGis</i> (a) penginputan <i>Hazard Map</i> , (b) <i>layer Hazard Map</i>	35
Gambar 3.11 Tampilan pada <i>QGis</i> (a) Pengisian <i>Parameters</i> (b) hasil <i>TIN Interpolation</i>	36
Gambar 3.12 Tampilan pada <i>QGis</i> (a) Pengisian <i>Parameters</i> (b) hasil dari <i>Clip</i>	37
Gambar 3.13 Tampilan pada <i>QGis</i> (a) Nama kecamatan di Cianjur (b) hasil penambahan warna wilayah berdasarkan nilai PGA.....	38
Gambar 4.1 File konfigurasi yang akan digunakan dalam pembuatan simulasi <i>ground motion</i>	39

Gambar 4.2 Tampilan file GMPE <i>logic tree</i> (a) <i>Boore-Atkinson NGA 2014</i> (b) <i>Campbell-Bozorgnia NGA 2014</i> (c) <i>Chiou-Youngs NGA 2014</i>	40
Gambar 4.3 Perbandingan grafik spectra antara rekaman alat dengan hasil simulasi	43
Gambar 4.4 Hazard map Gempa bumi Cianjur.....	44
Gambar 4.5 Klasifikasi situs tanah di wilayah Cianjur.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data gempa bumi Cianjur 21 November 2022 dari BMKG dan <i>USGS</i>	54
Lampiran 2 Hasil simulasi <i>ground motion</i> dengan GMPE <i>Boore-Atkinson</i> NGA (2014), <i>Campbell-Bozorgnia</i> NGA (2014) dan <i>Chiou-Youngs</i> NGA (2014)	74

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Satuan	Keterangan
$Z_{1.0}$	m	kedalaman batuan dimana kecepatan rambat gelombang geser 1000 m/detik
$Z_{2.5}$	km	kedalaman batuan dengan kecepatan rambat gelombang geser 2500 m/detik
V_{s30}	m/s	Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada kedalaman 30m dari permukaan

DAFTAR SINGKATAN

BMKG	: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
BNPB	: Badan Nasional Penanggulangan Bencana
DSHA	: <i>Deterministik Seismic Hazard Analysis</i>
GMPE	: <i>Ground Motion Prediction Equations</i>
PSHA	: <i>Probabilistic Seismic Hazard Analysis</i>
PGA	: <i>Peak Ground Acceleration</i>
SIG	: Skala Intensitas Gempa
USGS	: <i>United States Geological Survey</i>
UTC	: <i>Universal Time Coordinate</i>

DAFTAR ISTILAH

1. Amplitudo
Jarak terjauh dari sebuah titik kesetimbangan dalam gelombang sinusoidal yang disebabkan oleh guncangan gempa bumi.
2. Akselerograf
Alat yang digunakan untuk merekam percepatan tanah pada saat terjadinya gempa bumi.
3. Episenter
Titik di permukaan bumi yang berupa refleksi tegak lurus dari Hiposenter yang dinyatakan dalam koordinat garis lintang dan garis bujur.
4. g
Satuan unit dari percepatan tanah dimana 1 g setara dengan 9.8 m/s^2 (percepatan gravitasi bumi).
5. Gals
Satuan unit dari percepatan tanah dimana 1 gals setara dengan $1 \text{ cm/s}^2 = 1/980 \text{ g}$.
6. *Ground Motion Prediction Equations (GMPE)*
Fungsi atenuasi yang digunakan untuk memprediksi tingkat guncangan tanah akibat gempa bumi.
7. Hiposenter
Titik pusat gempa bumi terjadi, lokasinya berada di dalam permukaan bumi.
8. Magnitudo
Sebuah besaran yang menggambarkan kekuatan atau besarnya energi seismik yang dihasilkan oleh sumber gempa bumi.
9. Parameter gempa bumi
Informasi yang berkaitan dengan kejadian gempa bumi berupa waktu terjadinya, tanggal terjadinya, episenter, magnitudo, dan kedalaman hiposenter.
10. *Peak Ground Acceleration (PGA)*
Percepatan getaran tanah maksimum yang terjadi pada permukaan bumi akibat gempa bumi yang terjadi.
11. Vs30
Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada kedalaman 30m dari permukaan (m/detik).
12. Z1.0 dan Z2.5
Parameter pertimbangan geologi / efek basin.