

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KERENTANAN STRUKTUR BANGUNAN DI
DAERAH RAWAN GEMPA DENGAN EVALUASI
PROBABILITAS *PEAK GROUND ACCELERATION* (PGA) :
STUDI KASUS GEMPA CIANJUR 2022**



Disusun oleh:

Imam Wicaksono

20200110113

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

2024

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KERENTANAN STRUKTUR BANGUNAN DI
DAERAH RAWAN GEMPA DENGAN EVALUASI
PROBABILITAS *PEAK GROUND ACCELERATION* (PGA) :
STUDI KASUS GEMPA CIANJUR 2022**

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



Imam Wicaksono

20200110113

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2024**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Imam Wicaksono
NIM : 20200110113
Judul : Analisis Kerentanan Struktur Bangunan di Daerah Rawan Gempa dengan Evaluasi Probabilitas *Peak Ground Acceleration* (PGA) : Studi Kasus Gempa Cianjur 2022

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, 29 Mei 2024

Yang membuat pernyataan



Imam Wicaksono

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala persembahan saya haturkan setingg-tingginya kepada Allah SWT, tuhan Yang Maha Esa, karena atas izin-Nya dan segala kemudahan-Nya penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

Ayah, Ibu, dan Adikku

Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua dan adik-adikku. Saya berterima kasih setinggi-tingginya kepada kedua orang tua tercinta atas doa, dukungan, dan cinta kasih yang selalu diberikan, serta atas pengorbanan, kerja keras, dan waktu yang telah diberikan. Serta saya ucapkan *thanksmate* kepada kedua adik saya yang menghibur dalam seluruh perjalanan penyusunan penelitian ini

Teman-teman PKKMB BNPB 2023

Teruntuk teman-teman ‘sobat tangguh’ Nur Fauzan dan Yogi Surya Nugraha yang telah kebersamai dan saling *support* dalam perjuangan mencari topik skripsi pada saat magang sampai dengan selesainya penelitian ini

Teman-teman dekatku

Semangat dan dukungan yang diberikan baik dalam verbal maupun *non-verbal*, serta kebersamaan yang telah dijalani selama ini khususnya Shelany Anugerah, S.Kep, Qonita, Sakinul Hafizh, Andrian Mardiansyah, Muhammad Qois, dan Abdul Mujib Rizal Hanif.

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 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 akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. 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. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku ketua program studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Ir. Muhammad Ibnu Syamsi, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing
3. Dr. Ir. Restu Faizah, S.T., M.T. selaku dosen penguji
4. Direktorat Pemetaan dan Evaluasi Risiko Bencana, BNPB, yang sudah mendukung penyediaan data dalam penelitian

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

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, Mei 2024


Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	18
2.2.1 Kegempaan di Kabupaten Cianjur	18
2.2.2 Kerentanan struktur bangunan	20
2.2.3 Peak Ground Acceleration (PGA)	24
2.2.4 Kurva kerentanan bangunan	27
BAB III	29
METODE PENELITIAN	29
3.1 Materi Penelitian	29
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	30

3.3 Tahapan Penelitian.....	33
3.4 Analisis Data.....	35
BAB IV	40
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	42
BAB V.....	49
KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
DAFTAR PUSTAKA	xviii
LAMPIRAN.....	xxii

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu.....	6
Tabel 3. 1 Informasi umum sampel penelitian.....	30
Tabel 3. 2 Detail hunian tetap sampel 1.....	31
Tabel 3. 3 Detail hunian tetap sampel 2.....	32
Tabel 3. 4 Detail hunian tetap sampel 4.....	33
Tabel 4. 1 Lendutan dari pengujian <i>SAP2000</i>	42
Tabel 4. 2 Hasil nilai %ISDR.....	44
Tabel 4. 3 Hasil interpolasi <i>damage state</i> dari setiap rekaman gempa.	45
Tabel 4. 4 Nilai rata-rata dan standar deviasi <i>damage state</i>	46
Tabel 4. 5 Distribusi normal untuk nilai kerentanan hunian tetap.	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta pusat Gempa Cianjur dan sebaran gempa (BMKG,2022).....	4
Gambar 2. 2 Dampak gempa bumi Cianjur 2022 (Pusat Studi Gempa Nasional, 2023)	5
Gambar 2. 3 <i>Webgis</i> Tanggap Darurat Gempa Cianjur (inaRISK, 2023).....	5
Gambar 2. 4 <i>Collapse fragility curve</i>	10
Gambar 2. 5 <i>Fragility curve</i> . (Bawono, 2016).....	11
Gambar 2. 6 Hasil fragility curve 4-story structural model.	11
Gambar 2. 7 Hasil parameter FRP dalam.....	12
Gambar 2. 8 <i>Fragility Curve</i> model 1.....	13
Gambar 2. 9 Kurva kerentanan arah X.....	13
Gambar 2. 10 Kurva kerentanan arah Y.....	14
Gambar 2. 11 Kurva kerentanan 3 lantai MRCF.	14
Gambar 2. 12 Kurva kerentanan bangunan 3 lantai MSRF.	15
Gambar 2. 13 Kurva kerentanan bangunan 6 lantai MCRF.....	15
Gambar 2. 14 Kurva kerentanan bangunan 6 lantai MSRF.	15
Gambar 2. 15 Komparasi <i>fragility curve</i> dari beberapa metode yang dipakai.....	16
Gambar 2. 16 Kurva kerentanan model 1.	17
Gambar 2. 17 Kurva kerentanan model 2	17
Gambar 2. 18 Kurva kerentanan model 3.	17
Gambar 2. 19 Peta indeks bahaya gempa bumi Kabupaten Cianjur.	19
Gambar 2. 20 Interpretasi jalur sesar pada gempa bumi Cianjur 2022.....	20
Gambar 2. 21 Struktur bangunan rumah tinggal tunggal. (PermenPU 05, 2016) ...	21
Gambar 2. 22 <i>Irregular plants</i> . (Herrera dan Soberón, 2008)	22
Gambar 2. 23 Metode untuk penilaian kerentanan bangunan. (Kerstin, 2002)	23
Gambar 2. 24 Contoh sebaran data gerakan tanah pada <i>database</i> PEER NGA ...	25
Gambar 2. 25 Grafik Respon Spektrum Desain (SD) Kabupaten Cianjur.....	26
Gambar 2. 26 Pemetaan cakupan PGA di Kabupaten Cianjur.....	26
Gambar 3. 1 Lokasi tiga sampel penelitian (Google Earth, 2024).....	30
Gambar 3. 2 Lokasi sampel 1 (Google Earth, 2024)	31
Gambar 3. 3 Lokasi sampel 2 (Google Earth, 2024)	32
Gambar 3. 4 Lokasi sampel 3. (Google Earth, 2024)	33
Gambar 3. 5 Bagan alir proses pelaksanaan penelitian	34
Gambar 3. 6 Pemodelan grid.	36
Gambar 3. 7 Kerangka struktur dibuat dan.....	36
Gambar 3. 8 Apply sendi plastis (hinges).....	37
Gambar 3. 9 Dilakukan define beban yang bekerja.....	37
Gambar 3. 10 Add "Load Case" pada pemodelan.	38
Gambar 3. 11 (a) GM1, (b) GM2, (c) GM3, (d) GM4, (e) GM5, (f) GM6, (g), GM7, (h) GM8, (i) GM9, (j) GM10, (k) GM11	40
Gambar 4. 1 Grafik lendutan.....	43
Gambar 4. 2 Kurva IDA.....	44
Gambar 4. 3 Kurva kerentanan pada 5 level performa bangunan.....	47
Gambar 4. 4 Kurva kerentanan pada performa <i>collapsing</i> (CP).....	47

Gambar 4. 5 Kurva kerentanan semua sampel..... 48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian Desa Nagrak	xxii
Lampiran 2. Hasil Pengujian Desa Cibulakan	xxiv
Lampiran 3. Hasil pengujian prototipe RTG PUPR.....	xxvi

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
PGA	[g]	Percepatan gerakan tanah
μ	[-]	Rata-rata
σ	[-]	Standar deviasi

DAFTAR SINGKATAN

BNPB	: Badan Nasional Penanggulangan Bencana
PUPR	: Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
RTG	: Rumah Tahan Gempa
PKKM	: Program Kompetisi Kampus Merdeka
GM	: <i>Ground Motion</i>
IM	: <i>Intensity Measure</i>
IDA	: <i>Incremental Dynamic Analysis</i>
ISDR	: <i>Interstorey Drift Ratio</i>
OP	: <i>Operation Phase</i>
IO	: <i>Immediate Occupancy</i>
DC	: <i>Damage Control</i>
LS	: <i>Life Safety</i>
CP	: <i>Collapse Prevention</i>

DAFTAR ISTILAH

1. **Rumah Tahan Gempa**
Rumah tinggal tunggal dengan desain struktur dan material tahan gempa
2. **Kurva kerentanan**
Kurva yang menunjukkan nilai dari probabilitas kerusakan yang dialami suatu bangunan terhadap besaran gempa