

**STUDI PENGEMBANGAN PETA ZONA GEMPA  
UNTUK WILAYAH PULAU SUMATRA, JAWA DAN BALI  
(INDONESIA BAGIAN BARAT)**

**Dudi Udayana  
NRP : 0221017**

**Pembimbing : Theodore F. Najosan, Ir., M.Eng**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA  
BANDUNG**

---

**ABSTRAK**

Gempa bumi merupakan suatu bencana alam yang tidak dapat dihindari, tetapi kerusakan pada bangunan dapat dikurangi yaitu dengan membuat bangunan sipil tahan gempa.

Penulisan Studi Pengembangan Peta Zona Gempa Untuk Wilayah Pulau Sumatra, Jawa dan Bali ini dimaksudkan untuk membuat peta zona gempa Indonesia. Peta tersebut merupakan peta percepatan gempa di permukaan tanah, sehingga dengan peta tersebut besarnya percepatan gempa desain dapat diperoleh dengan cepat. Analisis mencakup wilayah Indonesia Barat yang terdiri dari pulau Sumatera, Jawa dan Bali dengan memperhitungkan kejadian gempa baik yang diakibatkan oleh subduksi maupun patahan. Agar didapat hubungan frekuensi kejadian gempa dan besaran magnitudo, digunakan analisa statistik dari GUTTENBERG RICHTER. Selanjutnya, untuk mencari besarnya percepatan gempa digunakan rumus dari FUKUSHIMA dan TANAKA. Program komputer yang digunakan dalam analisis ini adalah Seisrisk dan Map Info Profesional 8.0.

Dari output program komputer Seisrisk, diperoleh percepatan gempa permukaan untuk periode ulang 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 5000 dan 10000 tahun yang diplotkan dalam program Map Info 8.0 menjadi peta percepatan gempa untuk setiap kecamatan di pulau Sumatra, Jawa dan Bali. Untuk membuat peta zona gempa Indonesia, maka percepatan gempa untuk setiap koordinat harus dibagi dengan besarnya percepatan gempa kota Jakarta untuk selanjutnya dirata-ratakan. Berdasarkan peta zona tersebut, wilayah Indonesia dapat dibagi menjadi 6 buah zona gempa yaitu Zona A ( $Z=0.10-0.30$ ), Zona B ( $Z=0.30-0.60$ ), Zona C ( $Z=0.60-0.90$ ), Zona D ( $Z=0.90-1.20$ ), Zona E ( $Z=1.20-1.40$ ) dan Zona F ( $Z=1.40-2.0$ ), dimana  $Z$ =Nilai Koefisien Zona Gempa setiap Kecamatan. Nilai  $Z$  tersebut dapat dijadikan sebagai acuan dalam mendesain bendungan tahan gempa berupa besaran percepatan gempa desain yang telah dikoreksi terhadap pengaruh jenis tanah setempat untuk setiap periode ulang dan mendesain bangunan tinggi yang menghasilkan Kurva Spektrum Inelastik Desain yang telah dikoreksi. Besarnya faktor koreksi kurva tersebut didapat dengan cara membagi percepatan gempa desain dengan percepatan tanah maksimum akibat gempa rencana dengan periode ulang 200 tahun. Dan juga dibandingkan PGA (*Peak Ground Acceleration*) di beberapa kota di pulau Sumatra, Jawa dan Bali untuk mengetahui apakah pembuatan pengembangan peta zona gempa yang telah dibuat mengalami kenaikan, penurunan atau masih dalam nilai rata-rata dari nilai PGA sebelumnya.

## **PRAKATA**

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT Yang Maha Esa atas segenap rahmat dan karunia yang telah dilimpahkanNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ STUDI PENGEMBANGAN PETA ZONA GEMPA UNTUK WILAYAH PULAU SUMATARA, JAWA DAN BALI (INDONESIA BAGIAN BARAT} “.

Tugas Akhir ini ditujukan sebagai syarat untuk menempuh ujian sarjana di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha Bandung. Dalam Tugas Akhir ini dibahas mengenai keadaan tektonik dan kegempaan semua pulau di Indonesia, analisis resiko gempa berdasarkan subduksi dan patahan serta cara pembuatan peta zona gempa Indonesia per kecamatan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, mengingat keterbatasan waktu dan kemampuan penulis, sehingga tidak lepas dari banyaknya kekurangan yang ada dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Begitu banyak masukan, dorongan dan bantuan yang telah didapat oleh penulis dalam masa penyusunan Tugas Akhir ini, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan lancar. Maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Theodore F. Najoan, Ir., M.Eng, selaku Pembimbing Tugas Akhir Geoteknik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Hanny J. Dani., ST., MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha Bandung.
3. Ibu Rini I.R, Ir., selaku Koordinator Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha Bandung.

4. Ibu Asriwiyanti Desiani, Ir., MT, selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan selama masa studi penulis.
5. Ibu Asriwiyanti Desiani, Ir., MT, Bapak Herianto Wibowo., Ir., M.sc, dan Ibu Hanny J. Dani., ST., MT selaku Dosen penguji yang telah banyak memberikan Saran dan Kritik yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Staf Pengajar, Tata Usaha serta Perpustakaan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha Bandung.
7. Bapak, Mamah dan kakak-kakak tercinta yang dengan penuh kesabaran memberikan do'a serta dukungan baik moril, materiil dan semangat untuk tercapainya penyelesaian studi ini.
8. Renny Nugrahaeni., A.Ma tercinta yang selalu setia mendampingi, membantu, dan mendo'akan hingga tercapainya penyelesaian studi ini.
9. Rahmat, Mahdi ST., dari UNPAR, Irfan, Endang S., ST, Rizaldi, Mulyadi, Ahmad, Desi serta rekan-rekan seperjuangan angkatan 2002 FTS UKM.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu.

Akhir kata penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat baik bagi penulis, ilmu pengetahuan Teknik Sipil maupun bagi yang membacanya.

Bandung, 20 Juli 2007

Dudi Udayana  
Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR</b> .....	i
<b>SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>PRAKATA</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Ruang Lingkup Masalah.....	2
1.4 Sistematika Pembahasan.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Struktur Bumi.....	6
2.2 Definisi Gempa Bumi.....	7
2.3 Parameter Gempa.....	11
2.4 Kejadian Gempa.....	14
2.5 Statistik Kejadian Gempa.....	15
2.6 Peta Zona Gempa Wilayah Indonesia.....	17
2.6.1 Pengertian Dasar.....	17

2.6.2	Prosedur Pembuatan Peta Zona Gempa Wilayah Indonesia.....	18
2.7	Koreksi Pengaruh Jenis Tanah Setempat.....	22
2.8	Penentuan Beban Gempa.....	25
2.8.1	Penentuan Beban Gempa Untuk Bangunan Pengairan Dan Bendungan Tahan Gempa.....	25
2.8.2	Penentuan Beban Gempa Untuk Bangunan Tinggi Tahan Gempa.....	27
<b>BAB 3</b>	<b>TINJAUAN TEKTONIK DAN KEGEMPAAN WILAYAH PULAU SUMATRA, JAWA DAN BALI</b>	
3.1	Pendahuluan.....	29
3.2	Sejarah Kejadian Gempa Akibat Sesar/Patahan Dan Subduksi.....	31
3.3	Tinjauan Tektonik Dan Kegempaan Di Pulau Sumatera.....	35
3.3.1	Zona Subduksi Sumatera.....	37
3.3.2	Patahan Sumatera.....	37
3.4	Tinjauan Tektonik Dan Kegempaan Di Pulau Jawa-Bali.....	38
3.4.1	Zona Subduksi Jawa-Bali .....	40
3.4.2	Patahan Jawa .....	40
<b>BAB 4</b>	<b>ANALISIS DATA</b>	
4.1	Analisis Frekuensi Kejadian Gempa.....	41
4.2	Analisis Data Masukan dan Keluaran Program Seisrisk III.....	45
4.3	Data Masukan Program Komputer Seisrisk III.....	46
4.3.1	Penggunaan Fungsi Atenuasi.....	46
4.3.2	Penentuan Daerah Sumber Gempa Akibat Subduksi.....	49

4.3.3 Perhitungan Data Patahan.....	50
4.4 Data Keluaran Program Komputer.....	54
4.5 Peta Percepatan Gempa.....	54
4.6 Peta Zona Gempa Indonesia.....	55
4.7 Aplikasi Penggunaan Peta Zona Gempa Untuk Keperluan Rekayasa Sipil.....	56
4.8.1 Bendungan.....	56
4.8.2 Bangunan Tinggi.....	58
4.8 Hasil Perbandingan Peta Zona Gempa Indonesia.....	62
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>71</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>A– W</b>

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$+$	=	Jarak episentrum
$a, a'$	=	Konstanta yang bergantung pada periode pengamatan
$a_c$	=	Percepatan gempa dasar
$a_d$	=	Percepatan gempa desain
$a_{d1}$	=	Percepatan gempa desain menurut peraturan
$a_{d2}$	=	Percepatan gempa desain berdasarkan peta zona yang dibuat
$a_g$	=	Percepatan gempa maksimum di permukaan tanah
$b$	=	Konstanta yang bergantung pada sifat tektonik suatu daerah
BMG	=	Badan Meteorologi dan Geofisika
BT	=	Bujur Timur
C	=	Koreksi daerah
$g$	=	Percepatan gravitasi
$H_i$	=	Tebal lapisan tanah ke-i
Length	=	Panjang segmen patahan
LS	=	Lintang Selatan
LU	=	Lintang Utara
M	=	Magnitude/besaran gempa
M	=	Magnitude lokal rata-rata
$m_b$	=	Magnitude gempa berdasarkan gelombang badan
$M_L$	=	Magnitude lokal
MMI	=	Modified Mercalli Intensity
$M_{max}$	=	Magnitude maksimum yang dapat terjadi
$M_o$	=	Batas magnitude terendah

$M_s$	=	Magnitude gempa berdasarkan gelombang permukaan
$N$	=	Masa guna bangunan
$n(M)$	=	Frekuensi jumlah kejadian gempa $> M$
$N(M)$	=	Frekuensi kumulatif jumlah kejadian gempa $> M$
$N_1(M)$	=	Frekuensi kumulatif gempa tahunan
$R$	=	Jarak hiposentrum
$R_A$	=	Resiko tahunan untuk suatu intensitas gempa
$R_N$	=	Resiko gempa selama suatu masa guna bangunan
Slip-rate	=	Tingkat pergerakan patahan
SPT	=	Standard Penetration Test
$T$	=	Periode ulang rata-rata
$T_s$	=	Periode dominan dari perlapisan tanah dengan regangan besar pada waktu terjadi gempa
$T_p$	=	Periode dominan dari perlapisan tanah dengan regangan kecil pada waktu terjadi gempa
USGS	=	United States Geological Surveys
$v$	=	Faktor koreksi pengaruh jenis tanah setempat
$V_s$	=	Kecepatan rambat gelombang geser
$V_{si}$	=	Kecepatan rambat gelombang geser pada lapisan tanah ke-i
$Z$	=	Koefisien zona gempa



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 1.1	Flow Chart Pembuatan Peta Zona Gempa	
	Pulau Sumatra, Jawa dan Bali .....	5
Gambar 2.1	Susunan Lapisan Bumi .....	7
Gambar 2.2	Jarak Episentrum, Hiposentrum, Fokus dan Titik Pengamatan .....	10
Gambar 2.3	Model Gutenberg-Richter (Kramer, 1996).....	16
Gambar 2.4	Peta Wilayah Gempa Indonesia (Menurut SNI-1726).....	29
Gambar 2.5	Kurva Spektrum Respons Inelastik Desain (Menurut SNI-1726).....	30
Gambar 3.1	Peta Geoteknik Indonesia .....	33
Gambar 3.2	Terjadinya Sesar/Patahan Akibat Perbenturan 3 Lempeng .....	34
Gambar 3.3	Peta Zona Subduksi dan Patahan di Indonesia .....	37
Gambar 3.4	Daerah Patahan di Pulau Sumatra .....	38
Gambar 3.5	Penampang Melintang Pulau Sumatra .....	38
Gambar 3.6	Daerah Patahan di Pulau Jawa-Bali .....	41
Gambar 3.7	Penampang Melintang Pulau Sumatra .....	41
Gambar 4.1	Gambar Grafik Hubungan $M_s$ & $\log_1(M_s)$ .....	46
Gambar 4.2	Hubungan Jarak Episentrum Dan Jarak Hiposentrum Dengan Kedalaman Gempa .....	49
Gambar 4.3	Kurva Spektrum Respons Inelastik Desain Untuk Kota Jakarta ( Wilayah Gempa 4, Struktur Diatas Tanah Keras Dengan Koreksi = 1.45).....	64

Gambar 4.4	Kurva Spektrum Respons Inelastik Desain Untuk Kota Jakarta ( Wilayah Gempa 4, Struktur Diatas Tanah Lunak Dengan Koreksi = 1.31) .....	64
Gambar 4.5	Peta Zona Gempa Pulau Sumatra .....	65
Gambar 4.6	Peta Zona Gempa Pulau Jawa Dan Bali .....	66
Gambar 4.7	Peta Zona Gempa Indonesia .....	67

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Skala Intensitas Modified Mercalli.....	12
Tabel 2.2 Faktor Koreksi Pengaruh Jenis Tanah/Batuan Setempat.....	24
Tabel 2.3 Penggolongan Bangunan Pengairan Dan Bendungan.....	26
Tabel 2.4 Patokan Beban Gempa Untuk Bangunan Pengairan Dan Bendungan.....	26
Tabel 2.5 Kriteria Jenis Tanah Dan Percepatan Gempa Rencana Untuk Masing-Masing Wilayah Gempa Di Indonesia.....	28
Tabel 3.1 Besarnya Slip-rate dan Panjang Masing-Masing Patahan Sumatera.....	39
Tabel 3.2 Besarnya Slip-rate dan Panjang Masing-Masing Patahan Jawa.....	42
Tabel 4.1 Data Kejadian Gempa Per Kotak 1°bujur dan lintang.....	44
Tabel 4.2 Analisis Data Gempa Perkotak 1°bujur dan lintang.....	45
Tabel 4.3 Fungsi Atenuasi Fukushima Dan Tanaka Untuk Data Masukan Program.....	50
Tabel 4.4 Parameter Patahan Aktif Yang Digunakan Untuk Analisis Resiko Gempa.....	53
Tabel 4.5 Percepatan Gempa Dasar Kota Jakarta.....	58
Tabel 4.6 Contoh Perhitungan Percepatan Gempa Dasar Maksimum Di Permukaan Tanah Dari Peta Zona Gempa Indonesia.....	60
Tabel 4.7 Contoh Perhitungan Besarnya Percepatan Gempa Desain Yang Telah Dikoreksi Terhadap Pengaruh Jenis Tanah Setempat Untuk Setiap Periode Ulang.....	60

Tabel 4.8	Contoh Perhitungan Besarnya Percepatan Gempa Desain Yang Telah Dikoreksi Terhadap Pengaruh Jenis Tanah Setempat Untuk Periode Ulang 200 Tahun.....	62
Tabel 4.9	Perbandingan Percepatan Gempa Dasar ( $a_c$ ).....	66
Tabel 4.10	Perbandingan PGA Untuk Beberapa Kota Di Pulau Sumatera.....	66
Tabel 4.11	Perbandingan PGA Untuk Beberapa Kota Di Pulau Jawa Dan Bali.....	68

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Peta Indonesia Dilengkapi Dengan Nomor Kotak 1° Bujur Dan Lintang..... A
Lampiran 2	Hasil analisis data gempa perkotak..... C
Lampiran 3	Gambar grafik hubungan magnitudo dan frekuensi kejadian gempa perkotak..... G
Lampiran 4	Hasil analisis frekuensi kejadian gempa..... I
Lampiran 5	Tabel Parameter Kejadian Gempa Akibat Subduksi..... K
Lampiran 6	Data Masukan Program Seisrisk III..... O
Lampiran 7	Data Keluaran Program Seisrisk III..... R
Lampiran 8	Tabel Keluaran Dari Program Seisrisk III Berupa Parameter Percepatan Gempa (g)..... U
Lampiran 9	Tabel Rasio Rata-rata Percepatan Gempa Untuk Setiap Koordinat..... W