ANALISIS PERCEPATAN TANAH DI WILAYAH MENTAWAI DENGAN METODE *PROBABILISTIC SEISMIC HAZARD ANALYSIS* (PSHA)

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains

Oleh:
MATIAS ADAM CANNY CALVARY LAIA
NIM. 17034014/2017

PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022

PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISIS PERCEPATAN TANAH DI WILAYAH MENTAWAI DENGAN METODE *PROBABILISTIC SEISMIK HAZARD ANALYSIS* (PSHA)

Nama	: Matias Adam Canny Calvary Laia
NIM	: 17034014
Program Studi	: Fisika
Jurusan	: Fisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Februari 2022

Mengetahui

Ketua Jurusan Kimia

Dr. Ratnawulan, M.Si
NIP. 196901201993032002

Disetujui Oleh:

Pembimbing

Syafriani, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP.197403051998022001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama	: Matias Adam Canny Calvary Laia
NIM	: 17034014
Program Studi	: Fisika
Jurusan	: Fisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

ANALISIS PERCEPATAN TANAH DI WILAYAH MENTAWAI DENGAN METODE *PROBABILISTIC SEISMIK HAZARD ANALYSIS* (PSHA)

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

Padang, Februari 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Syafriani, S.Si., M.Si., Ph.D	
Anggota	: Dr. Ahmad Fauzi, M.Si	
Anggota	: Drs. Hamdi, M.Si	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama	: Matias Adam Canny Calvary Laia
NIM/BP	: 17034014/2017
Program Studi	: Fisika
Jurusan	: Fisika
Fakultas	: FMIPA

Dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitain saya dengan judul "Analisis Percepatan Tanah Di Wilayah Mentawai Dengan Metode Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA)" adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menrima sanksi akademis mupun hukum sesuai dengan hukum dan ketntuan yang berlaku, baik di Intitusu UNP maupun dimasyarakat dan hukum Negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarkat ilmiah.

takan,

Matias Adam C C Laia
17034014

ANALISIS PERCEPATAN TANAH DI WILAYAH MENTAWAI DENGAN METODE *PROBABILISTIC SEISMIC HAZARD ANALYSIS* (PSHA)

ABSTRAK

Kepulauan Mentawai merupakan salah satu wilayah yang aktif dalam kegempaan (seismisitas). Peristiwa gempa berkekuatan 7.2 SR pada tanggal 25 Oktober 2010 mengakibatkan banyak korban jiwa dan kerugian materi. Banyak Bangunan yang roboh dan fasilitas yang rusak sehingga para pengelola ruang memerlukan peta *hazard* seismik untuk dapat menata ruang dengan mempertimbangkan aspek kebencanaan. Hal ini mendorong peneliti melakukan penelitian yang bertujuan membuat peta *hazard* seismik dan mengetahui tingkat *hazard* gempa di wilayah Mentawai. Peta Hazard seismik bermanfaat dalam perencanaan bangunan tahan gempa dan dapat menggambarkan efek gempa pada suatu lokasi yang akan membantu dalam rangka antisipasi kesiapsiagaan masyarakat serta upaya mitigasi bencana gempabumi.

Pengolahan data hazard seismik menggunakan metode *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA). PSHA didasarkan pada parameter gempa yang menghasilkan pergerakan tanah terbesar. Besarnya intensitas pada suatu lokasi akibat gempabumi di daerah sumber gempa dengan magnitudo M dan berjarak R dapat digunakan fungsi atenuasi. Fungsi atenuasi pada penelitian ini adalah Joyner-Boore (1997) dan Young et al (1997). Jenis penelitian ini deskriptif, yaitu dengan mengumpulkan data katalog gempabumi NEIC/USGS dengan periode tahun 1950 - 2021 dengan $M \geq 5$ SR.

Hasil penelitian ini menunjukan bahwa wilayah yang memiliki tingkat hazard seismik tinggi terdapat di wilayah Siberut dengan rentang PGA maksimum sebesar 1.17 g - 3.70 g. Wilayah dengan tingkat hazard seismik rendah yaitu di wilayah Pagai dengan rentang PGA 0.80 g - 2.86 g. Hasil ini merupakan kemungkinan terlampaui 10% dalam 50 tahun.

Kata Kunci : Gempa, Hazard, PGA, PSHA.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Analisis Percepatan Tanah di Wilayah Mentawai dengan Metode *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA)".

Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik bantuan secara moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Syafriani, M. Si, Ph. D., selaku Pembimbing dan sekaligus ketua Prodi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang, yang telah meluangkan waktu, pikiran, saran dan tenaga serta kesabarannya untuk membimbing penulis dalam kegiatan penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Hamdi, M. Si., selaku Penguji 1 yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan saran kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ahmad Fauzi, M.Si selaku Penguji 2 yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan saran kepada penulis.
4. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan M. Si selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
5. Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan IPA Universitas Negeri Padang.
6. Kedua orang tua tercinta yang telah menjadi alasan penulis untuk tetap berjuang dan tidak menyerah.

7. Seluruh Tim Seismik, Adya Mustika Sari, Dendy Oktama, Risa Syaputri, Miftahul Rizka, Vicky Fikrotu Zakiyah yang telah melakukan penelitian bersama penulis dan banyak membantu serta memberikan semangat kepada penulis.
8. Keluarga tercinta yang telah menjadi alasan penulis untuk tetap berjuang dan tidak menyerah.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna, meskipun penulis sudah melakukan usaha terbaik untuk menjadikan skripsi ini lebih baik. Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan, kritikan, dan saran yang dapat membantu untuk menjadikan skripsi ini lebih baik

Padang, November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK v

KATA PENGANTAR vi

DAFTAR ISI viii

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR xi

BAB I PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Identifikasi Masalah 6

C. Batasan Masalah 7

D. Rumusan Masalah 7

E. Tujuan Penelitian 8

F. Manfaat Penelitian 8

BAB II KAJIAN PUSTAKA 9

A. Gempa Bumi 9

B. Tatanan Tektonik Kepulauan Mentawai 21

C. Percepatan Tanah Maksimum (PGA) 25

D. PSHA (Probabilistic Seismic Hazard Analysis) 27

E. Fungsi Atenuasi 32

F. Penelitian-Penelitian Relevan 35

G. Deskripsi Geologi Daerah Penelitian 36

H. Kerangka Berpikir 38

BAB III METODE PENELITIAN 40

A. Jenis Penelitian 40

B. Variabel Penelitian 40

C. Instrumen Penelitian 40
D. Teknik Pengambilan Data 41
E. Teknik Pengolahan Data 41
F. Teknik Interpretasi Data 43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 44
A. Hasil 44
B. Pembahasan 51
BAB V PENUTUP 58
A. Kesimpulan 58
B. Saran 59
Daftar Pustaka 60

DAFTAR TABEL

Table 1. Hubungan antara Skala MMI dengan nilai Percepatan tanah 20
Table 2. Persamaan Fungsi Atenuasi 26
Table 3. Hubungan parameter-parameter resiko gempa 31
Table 4. Percepatan batuan dasar pada T = 0 detik 48
Table 5. Percepatan batuan dasar pada T = 0.2 detik 49
Table 6. Percepatan batuan dasar pada T = 1 detik 50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mekanisme terjadinya gempa bumi (Edwiza,2008) 10
Gambar 2. Tatanan Tektonik Sumatera 22
Gambar 3. Tipe pergerakan sesar gempabumi (1) Turun, (2) Naik, (3) Mendatar, dan (4) Sesar Oblique (Sumber : USGS). 23
Gambar 4. Tahapan dari analisis hazard seismik probabilitas (Baker, 2008). 28
Gambar 5. Peta Kepulauan Mentawai 37
Gambar 6. Kerangka Berpikir Penelitian 38
Gambar 7. Konversi skala magnitudo (Tim Revisi Peta Gempa Indonesia,2010) 42
Gambar 8. Peta Percepatan Batuan Dasar di Wilayah Mentawai T = 0 detik..... 45
Gambar 9. Peta Percepatan Batuan Dasar di Wilayah Mentawai T = 0.2 detik... 46
Gambar 10. Peta Percepatan Batuan Dasar di Wilayah Mentawai T = 1 detik.... 47

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia secara geografis terletak di antara dua benua dan dua samudera. Posisi tektonik Indonesia juga terletak pada pertemuan tiga lempeng yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng Indo-Australia. Pertemuan lempeng ini terkadang menyebabkan pengumpulan energi yang berlangsung terus menerus sampai suatu saat batuan pada lempeng tektonik tersebut tidak kuat lagi menahan gerakan tersebut sehingga terjadi pelepasan energi mendadak yang disebut sebagai gempabumi. Dampak kondisi tektonik yang sedemikian inilah yang menjadikan Indonesia sangat rawan terhadap bencana gempabumi, karena itulah dengan sendirinya Kepulauan Indonesia juga rawan bencana tsunami (Bock, dkk., 2003).

Pulau Sumatera merupakan salah satu wilayah yang memiliki tatanan tektonik yang cukup unik. Hal ini dikarenakan pulau Sumatera memiliki dua kondisi geologi yang dapat mempengaruhi aktivitas dan kondisi tektonik pulau Sumatera. Pertama, zona subduksi yang merupakan batas antar lempeng India - Australia yang menunjang ke dalam lempeng Eurasia. Pada zona subduksi ini yang merupakan jalur pergerakan lempeng, sehingga pergerakan lempeng inilah yang dapat berpotensi menimbulkan gempabumi dengan magnitudo relatif lebih besar sehingga sangat mungkin bisa menimbulkan tsunami (Madlazim. 2013). Kedua, zona sesar Sumatera yang juga dikenal sebagai sesar Semangko atau *Sumatera Fault Zone* (SFZ). Zona ini membelah pulau Sumatera menjadi dua yang membentang

sepanjang bukit barisan, dari laut Andaman sampa Teluk Semangko (Natawidjaja, D. H, 2002).

Gempabumi terjadi akibat adanya pergerakan/pergeseran lapisan batuan pada permukaan bumi akibat pelepasan energi di kerak bumi. Pelepasan energi inilah yang mengakibatkan terjadinya deformasi pada lempeng tektonik di dalam kerak bumi (Syafriani,2018). Gempa bumi yang terjadi di daerah Sumatera Barat, diakibatkan oleh pergeseran lempeng Eurasia ke arah Selatan dan lempeng Indo Australia ke arah Utara serta adanya sistem sesar Sumatera yang memanjang dari Aceh sampai teluk Semangko di Lampung (Gunawan, 2000). Untuk memahami proses yang mengontrol gempabumi besar diperlukan pengetahuan mengenai bagaimana karakteristik pertemuan antar lempeng tektonik dan variasi kegempaan spasialnya (Rohadi,S., 2015).

Kepulauan Mentawai merupakan salah satu wilayah yang aktif dalam kegempaan (seismisitas), dimana hal ini terbukti dari rekaman kejadian gempa yang terjadi baik yang bermagnitudo kecil maupun bermagnitudo besar selama periode 2010-2016. Kepulauan Mentawai termasuk dalam wilayah tektonik Sumatera dimana terdapat penunjaman lempeng tektonik Indo-Australia ke Pulau Sumatera (Rohadi, dkk, 2008). Kepulauan Mentawai terdapat Sesar Mentawai yang berada pada batas zona subduksi Sumatera dengan Sesar Sumatera (Mukti, M., dkk, 2012).

Peristiwa gempa berkekuatan 7.2 SR pada tanggal 25 Oktober 2010 di Kepulauan Mentawai mengakibatkan terjadinya gelombang tsunami

yang hanya membutuhkan waktu antara 5- 10 menit untuk mencapai pantai. Waktu yang singkat untuk mengevakuasi dalam sepuluh menit sebelum tsunami mencapai pantai. Banyak korban jiwa yang mencapai lebih dari 500 orang dan kerugian materi yang besar, seharusnya menjadi pelajaran bagi para pengelola ruang untuk dapat menata ruang dengan mempertimbangkan aspek kebencanaan. Dengan didasari oleh undang-undang dan peraturan pemerintah serta kejadian bencana yang telah menimpa Kabupaten Kepulauan Mentawai ini, maka sudah sewajarnya perlu dilakukan penataan kembali ruang berbasis bencana di Kabupaten Kepulauan Mentawai ini agar dampak bencana dapat diminimalisir seoptimal mungkin (Putra A. P, 2011).

Bencana telah menghancurkan hasil-hasil pembangunan yang diperoleh dengan susah payah. Dana yang digunakan untuk tanggap darurat dan pemulihan pasca bencana juga telah mengurangi anggaran yang seharusnya dapat dimanfaatkan untuk pembangunan nasional dan program - program pemberantasan kemiskinan. Pemahaman akan resiko tinggal didaerah dengan kerawanan bencana tinggi ini harus disikapi secara bijak dan pandai menyiasati cara-cara hidup berdampingan dengan kondisi alam yang rawan bencana tersebut. Mitigasi menurut UU No. 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana, merupakan serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi bencana. Sehubungan dengan risiko bencana gempa bumi berpotensi Tsunami

khususnya di daerah penelitian maka perlu dilakukan upaya Mitigasi (pengurangan resiko bencana).

Berdasarkan rumusan masalah pada penlitian tentu tidak lepas dari lokasi Mentawai sendiri, dimana Mentawai merupakan daerah yang rawan kegeempaan, dimana gempa yang terjadi tentu menimbulkan kehancuran dan kerusakan bangunan-bangunan, kemudian pemahaman akan resiko tinggal di daerah kegempaan ini perlu kita sikapi dengan bijak dan dilakukan mitigasi bencana. Salah satunya dengan mengetahui percepatan tanah agar pemetakan daerah *seismic hazard* dapat kita ketahui, sehingga dapat dilakukan mitigasi bencana untuk meminimalisir dampak dari gempa seperti korban jiwa, bangunan dan kerugian materi lainnya. Mitigasi bencana dilakukan untuk mengurangi dampak bahaya dari gempabumi seperti kerusakan bangunan, korban jiwa dan sebagainya.. Setiap kerusakan yang terjadi akibat gempabumi di wilayah tertentu ditentukan oleh parameter-parameter gempabumi salah satunya yaitu dengan menggunakan nilai percepatan tanah maksimum atau peak ground acceleration (PGA).

Nilai percepatan tanah maksimum atau *peak ground acceleration* (PGA) merupakan salah satu parameter penting yang digunakan dalam studi tingkat bahaya dan resiko gempabumi yang dapat menimbulkan kerusakan. Nilai percepatan tersebut merupakan suatu parameter yang penting karena merupakan titik tolak dalam membuat struktur bangunan tahan gempa dan tindakan mitigasi lainnya. Sehingga data percepatan tanah maksimum akibat getaran gempa bumi pada suatu lokasi menjadi penting

untuk menggambarkan tingkat resiko gempa bumi pada suatu lokasi tertentu (Radiori, 2013).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA). PSHA dikembangkan berdasarkan teori probabilitas total yang dikemukakan oleh Cornell (1968). Penggunaan metode PSHA menggunakan teorema probabilitas total dan atenuasi Youngs. Dimana fungsi dari atenuasi digunakan untuk menggambarkan besarnya intensitas pada suatu lokasi akibat peristiwa gempabumi di wilayah sumber gempa dengan magnitudo dan jarak dari lokasi gempa itu terjadi. *Hazard* seismik dapat menggambarkan efek gempa pada suatu lokasi yang akan membantu dalam rangka antisipasi dan minimalisir korban jiwa maupun kerugian materi. Meminimalisir dampak bencana perlu dilakukan secara dini dan optimal. Para peneliti mengembangkan metode-metode perhitungan *hazard* seismik untuk meminimalisir kerusakan yang ditimbulkan akibat gempa, salah satunya dikenal dengan metode P*robabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA). Karena adanya ketidak-pastian kejadian gempa pada suatu wilayah, maka PSHA selalu mengaitkan keberagaman (*uncertainties*) dari parameter magnituda, lokasi kejadian gempa, atenuasi guncangan gempa dan tingkat perulangan dari kejadian gempa. Model dari analisis dan teknik perhitungannya yang terus dikembangkan hingga memiliki empat tahapan pengolahan data yaitu a) identifikasi sumber gempabumi, b) karakterisasi sumber gempabumi, c) pemilihan fungsi atenuasi, dan d) perhitungan bahaya gempabumi.Tujuan

akhir dari PSHA adalah memperkirakan parameter gempa rencana (*seismic design*) yang kemungkinan akan terlampaui pada periode tertentu.

Selain itu kita juga dapat memetakan daerah *hazard* gempa di wilayah Mentawai dengan metode *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA). Hal ini dapat dilakukan dengan mengetahui *hazard* seismik, yang dapat bermanfaat dalam perencanaan bangunan tahan gempa. *Hazard* seismik dapat menggambarkan efek gempa pada suatu lokasi yang akan membantu dalam rangka antisipasi dan meminimalisir korban jiwa maupun kerugian materi.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, penelitian ini dilakukan sebagai upaya dalam mitigasi dari bencana gempa bumi khusus di wilayah Mentawai. Selain itu hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam perencanaan pembangunan infrastruktur di Mentawai.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat ditentukan identifikasi masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Kepulauan Mentawai merupakan wilayah yang berpotensi terjadinya gempa karena terdapat sesar Mentawai yang tepat berada pada batas zona subduksi Sumatera dan sesar Sumatera dan termasuk dalam wilayah tektonik sumatera terdapat penunjaman lempeng tektonik Indo-Australia ke Pulau Sumatera.

2. Perlunya penelitian tentang mitigasi bencana untuk meminimalisir dampak dari gempabumi.

C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan pada penelitian dan keterbatasan penulis, maka dilakukan pembatasan masalah, yaitu :

1. Wilayah Kepulauan Mentawai yang akan diteliti berada pada koordinat (98,547°BT – 100,767° BT dan -3,579°LU - 0,89° LS).
2. Gempa yang digunakan pada penelitian ini merupakan gempa signifikan yang terjadi pada periode 1950 – 2021 dengan parameter magnitudo gempabumi magnitudo M ≥ 5.0 SR dan bersumber dari katalog *National Earthquakes Information Center U.S Geological survey (NEIC/USGS)* dan *International Seismological Center (ISC)* periode 1950 sampai 2021.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka didapatkan rumusan masalah, yaitu :

1. Bagaimana memetakan daerah *hazard* seismik berdasarkan PGA di wilayah Mentawai dengan metode *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA)?
2. Bagaimana tingkat *hazard* gempa berdasarkan hasil PGA dengan metode *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA) di wilayah Mentawai?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian, yaitu :

1. Membuat peta *hazard* gempa berdasarkan PGA di wilayah Mentawai dengan metoda *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA).
2. Mengetahui tingkat *hazard* gempa berdasarkan hasil PGA di wilayah Mentawai dengan metoda *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA).

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui *hazard* gempa sebagai bahan acuan dalam perencanaan pembangunan infrastruktur di wilayah Sumatera Barat.
2. Untuk meningkatkan kewaspadaan sebelum terjadinya gempa signifikan dan juga sebagai upaya dalam mitigasi bencana di wilayah Mentawai.
3. Memberi informasi terkait *hazard* gempa di Mentawai sebagai studi tingkat bahaya dan resiko gempa yang menimbulkan kerusakan.