

**STUDI PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM WILAYAH SUMATERA
BARAT DENGAN METODE NGA (*NEXT GENERATION ATTENUATION*)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang*



SANDRA GUSDALINA

14034010/2014

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

PERSETUJUAN SKRIPSI

STUDI PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM WILAYAH SUMATERA
BARAT DENGAN METODE NGA (*NEXT GENERATION ATTENUATION*)

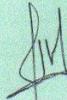
Nama : Sandra Gusdalina
TM/NIM : 2014/14034010
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 8 Agustus 2018

Disetujui oleh:

Pembimbing I

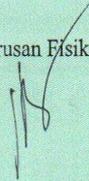
Pembimbing II



Syafriani, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19740305 199802 2 001

Ma'muri, S.Si, M.T.I
NIP. 19810207 200312 1 001

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si
NIP. 19690120 199303 2 002

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Sandra Gusdalina
TM/NIM : 2014/14034010
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

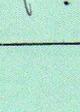
dengan judul

**STUDI PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM WILAYAH SUMATERA
BARAT DENGAN METODE NGA (*NEXT GENERATION ATTENUATION*)**

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

Padang, 8 Agustus 2018

Tim Penguji

| | Nama | Tanda Tangan |
|---------------|---------------------------------|--|
| 1. Ketua | : Syafriani, S.Si., M.Si., Ph.D | 1.  |
| 2. Sekretaris | : Ma'muri, S.Si., M.T.I | 2.  |
| 3. Anggota | : Dr. Hamdi, M.Si | 3.  |
| 4. Anggota | : Drs. Letmi Dwiridal, M.Si | 4. _____ |

SURAT PERNYATAAN

dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul “Studi Percepatan Tanah Maksimum Wilayah Sumatera Barat dengan Metode NGA (*Next Generation Attenuation*)” adalah asli karya saya sendiri.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, Agustus 2018

V
membuat pernyataan



METERAI
TEMPEL
NO. 06C1CAFF212222566
6000
ENAM RIBURUPIAH

Sandra Gusdalina
NIM/TM.14034010/2014

ABSTRAK

Sandra Gusdalina : Studi Percepatan Tanah Maksimum Wilayah Sumatera Barat dengan Metode NGA (*Next Generation Attenuation*).

Sumatera Barat merupakan daerah rawan gempabumi karena berada pada zona subduksi aktif antara lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia. Selain itu Sumatera Barat juga dilalui oleh sistem sesar Sumatera yang terdiri dari empat segmen sesar aktif yaitu segmen Sumpur, segmen Sianok, segmen Sumani dan segmen Suliti. Dari setiap gempabumi yang terjadi pada suatu tempat akan menimbulkan satu nilai percepatan tanah. Nilai percepatan tanah maksimum dapat ditentukan dengan pengukuran secara langsung menggunakan *Accelerograph* atau dengan rumusan atenuasi seperti rumusan atenuasi Fukushima dan Tanaka (1990) dan rumusan atenuasi Patwardhan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mendapatkan nilai percepatan tanah maksimum di wilayah Sumatera Barat pada Februari 2013-Desember 2017 berdasarkan rumusan empiris atenuasi NGA (*Next Generation Attenuation*) dan menganalisa perbandingan nilai percepatan tanah maksimum yang didapatkan dari pengukuran menggunakan *Accelerograph* dan menggunakan rumusan empiris atenuasi NGA (*Next Generation Attenuation*).

Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat deskriptif. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu nilai PGA *Accelerograph* yang tercatat pada periode Februari 2013-Desember 2017 di BMKG Padang Panjang. Magnitudo yang digunakan 3.3-6.1 SR dan kedalaman nya 2-218 km. Nilai PGA hasil perhitungan dengan menggunakan rumusan atenuasi akan dibandingkan dengan nilai PGA dari *Accelerograph*.

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan tiga sensor yaitu sensor Stasiun Geofisika Padang Panjang, Stasiun Meteorologi Ketaping dan Stasiun Maritim Teluk Bayur Padang. Berdasarkan ketiga sensor tersebut dihitung nilai PGA berdasarkan rumusan atenuasi Fukushima dan Tanaka (1990) dan Patwardhan sesuai dengan koordinat dari masing-masing sensor tersebut. Setelah didapatkan nilai PGA hasil perhitungan rumusan atenuasi tersebut maka dibandingkan dengan nilai PGA yang tercatat oleh *Accelerograph*. Dari ketiga sensor tersebut didapatkan bahwa nilai PGA yang dihitung dengan menggunakan rumusan atenuasi Fukushima dan Tanaka (1990) mendekati nilai PGA dari *Accelerograph*. Maka rumusan Fukushima dan Tanaka (1990) digunakan untuk mencari nilai PGA di wilayah Sumatera Barat. Berdasarkan rumusan atenuasi Fukushima dan Tanaka (1990) tersebut didapatkan kota atau kab. yang memiliki nilai PGA tertinggi berada di kab. Kepulauan Mentawai. Hal ini dikarenakan gempabumi yang terjadi memiliki magnitudo yang bernilai besar.

Kata Kunci : PGA, gempabumi, NGA

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis diberi kesempatan, kekuatan dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **Studi Percepatan Tanah Maksimum Wilayah Sumatera Barat dengan Metode NGA (*Next Generation Attenuation*)**. Penulisan skripsi ini merupakan syarat dalam menyelesaikan Program Studi Strata Satu (S1) dan memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang dan merupakan bagian dari penelitian Ibu Syafriani, Ph.D, dkk pada Skema Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2018 dengan nomor kontrak 1247/UN35.2/PG/2018 dengan judul studi Kegempaan dan Struktur Bawah Permukaan Berdasarkan Data Tomography Gelombang Permukaan untuk Usaha Mitigasi Bencana Gempabumi di Sumatera Barat.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Syafriani, M.Si, Ph.D sebagai Pembimbing I dan Ketua Program Studi Fisika Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Ma'muri, S.Si, M.T.I sebagai Pembimbing II.
3. Bapak Dr. Hamdi, M.Si dan Bapak Drs. Letmi Dwiridal, M.Si, sebagai Tim Penguji.

4. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Yohandri, M.Si, Ph.D sebagai Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.
6. Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si selaku Penasehat Akademik.
7. Bapak Rahmat Triyono, S.T. Dipl.Seis, M.Sc selaku Kepala Stasiun Geofisika Klas I Padang Panjang.
8. Bapak dan Ibu staff Stasiun BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) Klas I Padang Panjang.
9. Bapak dan Ibu staff pengajar serta staff administrasi dan Laboran Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Padang.
10. Kedua orangtua penulis yang selalu mendukung dan mendoakan penulis.
11. Serta seluruh pihak yang telah berkontribusi dan telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Skripsi ini masih terdapat kekurangan yang belum penulis sadari. Kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan dari semua pihak untuk kesempurnaa skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Amiiinn.

Padang, Agustus 2018

Sandra Gusdalina

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| ABSTRAK | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | viii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| A. Latar Belakang Masalah | 1 |
| B. Identifikasi Masalah | 6 |
| C. Batasan Masalah | 6 |
| D. Rumusan Masalah..... | 7 |
| E. Tujuan Penelitian..... | 7 |
| F. Manfaat Penelitian..... | 7 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | |
| A. Gempabumi | 8 |
| B. Tatahan Tektonik Sumatera Barat | 15 |
| C. Atenuasi | 20 |
| D. Percepatan Tanah Maksimum | 20 |
| E. Penelitian-Penelitian Relevan..... | 23 |
| F. Kerangka Berpikir Penelitian | 24 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | |
|----------------------------------|----|
| A. Jenis Penelitian | 25 |
| B. Variabel Penelitian | 25 |
| C. Data Penelitian..... | 25 |
| D. Teknik Pengumpulan Data | 26 |
| E. Teknik Pengolahan Data..... | 26 |
| F. Teknik Analisa Data | 28 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|--------------------------|----|
| A. Hasil Penelitian..... | 29 |
| B. Pembahasan | 40 |

BAB V PENUTUP

| | |
|--------------------|----|
| A. Kesimpulan..... | 46 |
| B. Saran | 46 |

| | |
|----------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA | 48 |
|----------------------|----|

| | |
|---------------|----|
| LAMPIRAN..... | 51 |
|---------------|----|

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|----------------|
| Gambar 1. Mekanisme Terjadinya Gempabumi | 9 |
| Gambar 2. Peta Tektonik Pulau Sumatera | 16 |
| Gambar 3. Empat Segmen Patahan Aktif di Sumatera Barat | 18 |
| Gambar 4. Kerangka Berpikir Penelitian | 24 |
| Gambar 5. Perbandingan Nilai PGA yang Sudah Dinormalisasi yang Didapatkan dari <i>Accelerograph</i> Dengan Nilai PGA dari Hasil Perhitungan Menggunakan Rumusan Atenuasi NGA Berdasarkan Sensor Stasiun Geofisika Padang Panjang | 34 |
| Gambar 6. Perbandingan Nilai PGA yang Sudah Dinormalisasi yang Didapatkan dari <i>Accelerograph</i> Dengan Nilai PGA dari Hasil Perhitungan Menggunakan Rumusan Atenuasi NGA Berdasarkan Sensor Stasiun Meteorologi Ketaping..... | 35 |
| Gambar 7. Perbandingan Nilai PGA yang Sudah Dinormalisasi yang Didapatkan dari <i>Accelerograph</i> Dengan Nilai PGA dari Hasil Perhitungan Menggunakan Rumusan Atenuasi NGA Berdasarkan Sensor Stasiun Maritim Teluk Bayur Padang | 36 |
| Gambar 8. Peta Seismisitas di Provinsi Sumatera Barat (Periode Data Gempa 2013-2017) | 37 |
| Gambar 9. Gempa yang Bersumber pada Zona Sesar Sumatera Terjadi pada Periode 2013-2017 di Provinsi Sumatera Barat | 38 |
| Gambar 10. Gempa yang Bersumber pada Zona Subduksi Terjadi pada Periode 2013-2017 di Provinsi Sumatera Barat | 38 |
| Gambar 11. Gempa yang Bersumber pada Zona Sesar Mentawai Terjadi pada Periode 2013-2017 di Provinsi Sumatera Barat | 39 |
| Gambar 12. Peta Kontur Nilai Percepatan Tanah Maksimum di Wilayah Sumatera Barat pada Tahun 2013-2017 Berdasarkan Rumusan Fukushima dan Tanaka (1990)..... | 40 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|----------------|
| Tabel 1. Skala Intensitas Gempabumi (SIG-BMKG) | 13 |
| Tabel 2. Perhitungan Nilai Percepatan Tanah Maksimum Menggunakan Kedua Rumusan Atenuasi NGA Berdasarkan Koordinat Stasiun Geofisika Padang Panjang | 30 |
| Tabel 3. Perhitungan Nilai Percepatan Tanah Maksimum Menggunakan Kedua Rumusan Atenuasi NGA Berdasarkan Koordinat Stasiun Meteorologi Ketaping | 31 |
| Tabel 4. Perhitungan Nilai Percepatan Tanah Maksimum Menggunakan Kedua Rumusan Atenuasi NGA Berdasarkan Koordinat Stasiun Maritim Teluk Bayur Padang | 32 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|---|----------------|
| Lampiran 1. Perhitungan Jarak Episenter (D) | 51 |
| Lampiran 2. Perhitungan Jarak Hiposenter Gempabumi (R)..... | 73 |
| Lampiran 3. Perhitungan Nilai PGA..... | 95 |

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik. Lempeng Indo-Australia bergerak ke arah utara, sedangkan lempeng Eurasia bergerak ke arah selatan dan lempeng Pasifik bergerak ke arah barat daya serta saling bertumbukan satu dengan yang lainnya (Plummer dkk, 2003: 14). Lempeng-lempeng tektonik tersebut melakukan pergerakan sehingga menyebabkan Indonesia menjadi wilayah yang rawan terhadap gempa bumi, lempeng Indo-Australia menyusup masuk ke bawah lempeng Eurasia dengan kedalaman ± 300 km yang berada di bawah Pulau Sumatera dengan kecepatan rata-rata $\pm 5.5 - 7.0$ cm/tahun serta kedalamannya ± 650 km di bawah Pulau Jawa. Lempeng Pasifik bertumbukan dengan lempeng Indo-Australia dengan kecepatan ± 11 cm/tahun (Karyadi, 2008: 14). Selain adanya pergerakan dari lempeng-lempeng tektonik, patahan lokal yang saling bergerak satu sama lain juga dapat memperbesar resiko terjadinya gempa bumi di Indonesia.

Pulau Sumatera berada diantara pertemuan dua lempeng tektonik aktif yaitu lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia. Pertemuan kedua lempeng tektonik tersebut membentuk tiga zona yaitu zona Subduksi yang diakibatkan karena lempeng Indo-Australia yang bergerak di bawah lempeng Eurasia, zona sesar Mentawai yang terletak diantara zona sesar Sumatera dan

zona sesar Subduksi. Zona sesar Sumatera yang terjadi akibat adanya tekanan yang dihasilkan oleh lempeng Indo-Australia yang menabrak bagian barat Pulau Sumatera secara miring sehingga menyebabkan Pulau Sumatera terbelah menjadi dua bagian (Garini, 2014).

Wilayah Sumatera Barat dikenal dengan daerah rawan gempa bumi karena berada pada zona subduksi aktif antara lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Eurasia. Sieh dan Natawidjaja (2000) mengatakan bahwa selain berada pada zona subduksi aktif, Sumatera Barat juga dilalui oleh sistem sesar Sumatera yang terdiri dari empat segmen sesar aktif yaitu Segmen Sumpur, Segmen Sianok, Segmen Sumani dan Segmen Suliti. Segmen-segmen ini terbentang dari Solok Selatan hingga daerah Rao di Kabupaten Pasaman, kondisi geologis ini yang menyebabkan terjadinya gempa bumi di wilayah Sumatera Barat.

Sumatera Barat telah tercatat beberapa kali dalam sejarah mengalami guncangan gempa bumi yang kuat diakibatkan karena aktivitas pergerakan lempeng yang telah dijelaskan sebelumnya. Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), di wilayah Sumatera Barat telah tercatat beberapa kali terjadinya gempa bumi yang kuat dan merusak, gempa bumi tersebut antara lain yaitu Gempa bumi Singkarak terjadi pada tahun 1926 dan 1943, gempa bumi yang terjadi di Pasaman pada tahun 1977, gempa bumi di Solok terjadi pada tahun 2004 dan gempa bumi yang terjadi di Gunung Rajo pada tahun 2007 terjadi dua kali gempa dengan kekuatan 6.4 SR dan 6.3 SR (Triyono, 2015). Gempa bumi di Sumatera Barat juga bersumber dari zona

subduksi seperti yang terjadi pada tahun 1779 dengan magnitudo 8.4 SR, gempa bumi yang terjadi pada tahun 1861 dengan magnitudo 8.3 SR, gempa bumi yang terjadi pada tahun 2004 dengan magnitudo 9.2 SR, gempa bumi yang terjadi pada tahun 2007 dengan magnitudo 7.9 SR dan 8.4 SR dan gempa bumi yang terjadi pada tahun 2009 dengan magnitudo 7.6 SR (Putra, R. R dkk, 2012). Gempa bumi Padang pada tanggal 30 September 2009 berkekuatan 7.6 SR dan gempa bumi Pagai Selatan-Mentawai yang terjadi pada 25 Oktober 2010 dengan magnitudo 7.2 SR. Kedua gempa bumi tersebut menyebabkan banyak korban jiwa serta kerusakan yang sangat parah.

Besar kecilnya percepatan tanah pada suatu tempat menunjukkan resiko gempa bumi. Dari setiap gempa bumi yang terjadi pada suatu tempat akan menimbulkan satu nilai percepatan tanah. Percepatan tanah maksimum adalah nilai terbesar percepatan tanah pada suatu tempat akibat getaran gempa bumi dalam periode waktu tertentu (Hadi, 2012). Percepatan getaran tanah dapat diukur secara langsung dengan menggunakan suatu alat yang dinamakan dengan *Accelerograph* yang dipasang pada suatu tempat maupun secara tidak langsung menggunakan rumusan atenuasi dengan menggunakan data gempa bumi seperti rumusan atenuasi NGA (*Next Generation Attenuation*). Rumusan NGA ini terdiri dari rumusan atenuasi Youngs, rumusan atenuasi Fukushima dan Tanaka (1990), rumusan atenuasi Setiawan, rumusan atenuasi Lin dan Wu dan rumusan atenuasi Patwardhan.

Nilai PGA (*Peak Ground Acceleration*) dihitung berdasarkan magnitudo dan jarak sumber gempa bumi yang pernah terjadi terhadap titik

perhitungan. Semakin besar nilai PGA yang terjadi akibat gempa bumi maka akan semakin besar pula intensitas gempa bumi yang dirasakan. Informasi yang didapatkan dari nilai PGA ini berguna untuk mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh gempa bumi, seperti robohnya bangunan serta perumahan penduduk, kerusakan infrastruktur, terjadinya tanah longsor, memicu terjadinya tsunami serta mendatangkan korban jiwa karena tertimpa bangunan.

Beberapa negara termasuk Indonesia belum memiliki rumusan empiris atenuasi yang sesuai dengan kondisi geologi Indonesia. Hal ini dikarenakan minimnya rekaman nilai percepatan tanah yang dimiliki. BMKG pada saat ini masih merintis pembuatan dan pengembangan rumusan empiris atenuasi untuk Indonesia. Akan tetapi banyak peneliti yang menggunakan rumusan empiris atenuasi dari negara lain seperti rumusan atenuasi Youngs, rumusan atenuasi Fukushima dan Tanaka (1990), rumusan atenuasi Setiawan, rumusan atenuasi Lin dan Wu dan rumusan atenuasi Patwardhan.

Rumusan atenuasi yang digunakan pada penelitian ini untuk menentukan nilai PGA di wilayah Sumatera Barat yaitu menggunakan rumusan empiris atenuasi Fukushima dan Tanaka (1990) dan rumusan atenuasi Patwardhan. Rumusan atenuasi yang sesuai dengan patahan Sumatera yaitu rumusan atenuasi Fukushima dan Tanaka (1990). Rumusan atenuasi Fukushima dan Tanaka (1990) digunakan untuk daerah yang berada pada zona subduksi. Rumusan ini pernah dipakai pada gempa bumi yang pernah terjadi di Jepang (Meitawati, 2017). Kondisi wilayah di Jepang ini

sama dengan kondisi wilayah yang dimiliki oleh Sumatera Barat. Selain dari rumus atenuasi Fukushima dan Tanaka (1990), rumus lain yang juga digunakan pada penelitian ini yaitu rumus atenuasi Patwardhan yang pernah dipakai pada penelitian yang berada di daerah Yogyakarta. Daerah yang menggunakan rumusan atenuasi Patwardhan ini memiliki kesamaan bentuk kondisi geologi dengan wilayah Sumatera Barat.

Penelitian tentang analisis nilai percepatan tanah maksimum menggunakan rumusan empiris *Mc Guire, Si and Midorikawa* dan Donovan di wilayah Sumatera Barat telah dilakukan Romadiana (2018), hasil penelitian yang didapatkan yaitu Kabupaten Kepulauan Mentawai mendapatkan nilai PGA terbesar di beberapa kejadian gempa bumi. Hal ini dikarenakan gempa bumi yang terjadi kebanyakan merupakan gempa bumi dengan kedalaman yang dangkal.

Selain itu, penelitian tentang estimasi nilai percepatan tanah maksimum wilayah Sumatera Barat berdasarkan skenario gempa bumi M 8.8 SR menggunakan rumusan empiris *Mc. Guire* (1963) dan Donovan (1973) telah dilakukan Leviana (2017). Hasil penelitian yang didapatkan yaitu nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas terbesar untuk kedua rumusan tersebut berada pada Kota Pariaman dan Kep. Mentawai. Hal ini dikarenakan posisi lokasi kota Pariaman dan Kabupaten Mentawai adalah lokasi yang terdekat dari episenter.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang studi percepatan tanah maksimum di wilayah

Sumatera Barat apabila potensi kejadian gempa bumi tersebut benar akan terjadi. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian dengan judul “Studi Percepatan Tanah Maksimum Wilayah Sumatera Barat dengan Metode NGA (*Next Generation Attenuation*)”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, terdapat beberapa identifikasi masalah yaitu :

1. Sejarah gempa bumi di Sumatera Barat kebanyakan termasuk gempa bumi yang berbahaya dan menimbulkan kerusakan.
2. Di wilayah Sumatera Barat belum terdapat penelitian yang menggunakan rumusan empiris atenuasi NGA (*Next Generation Attenuation*) dalam menentukan nilai percepatan tanah maksimum.

C. Batasan Masalah

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

1. Wilayah yang menjadi lokasi penelitian adalah wilayah Sumatera Barat dengan koordinat $3.5^{\circ}\text{LS}-1.8^{\circ}\text{LU}$ dan $95^{\circ}\text{BT}-103.5^{\circ}\text{BT}$.
2. Data penelitian yang digunakan yaitu Februari 2013–Desember 2017.
3. Magnitudo yang digunakan pada penelitian yaitu 3.3–6.1 SR dengan kedalaman 2–218 km.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu :

1. Bagaimana mendapatkan nilai percepatan tanah maksimum berdasarkan rumusan empiris atenuasi NGA (*Next Generation Attenuation*)?
2. Bagaimana analisa perbandingan nilai percepatan tanah maksimum yang didapatkan dari pengukuran menggunakan *Accelerograph* dan menggunakan rumusan empiris atenuasi NGA (*Next Generation Attenuation*)?

E. Tujuan Penelitian

Agar penelitian ini lebih terarah, maka adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan nilai percepatan tanah maksimum di wilayah Sumatera Barat pada Februari 2013-Desember 2017 berdasarkan rumusan empiris atenuasi NGA (*Next Generation Attenuation*).
2. Menganalisa perbandingan nilai percepatan tanah maksimum yang didapatkan dari pengukuran menggunakan *Accelerograph* dan menggunakan rumusan empiris atenuasi NGA (*Next Generation Attenuation*).

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya:

1. Mengetahui nilai percepatan tanah maksimum untuk menentukan tingkat kegempaan di wilayah Sumatera Barat menggunakan metode NGA (*Next Generation Attenuation*).
2. Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai kegempaan bagi masyarakat khususnya di wilayah Sumatera Barat.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Gempabumi

1. Pengertian Gempabumi

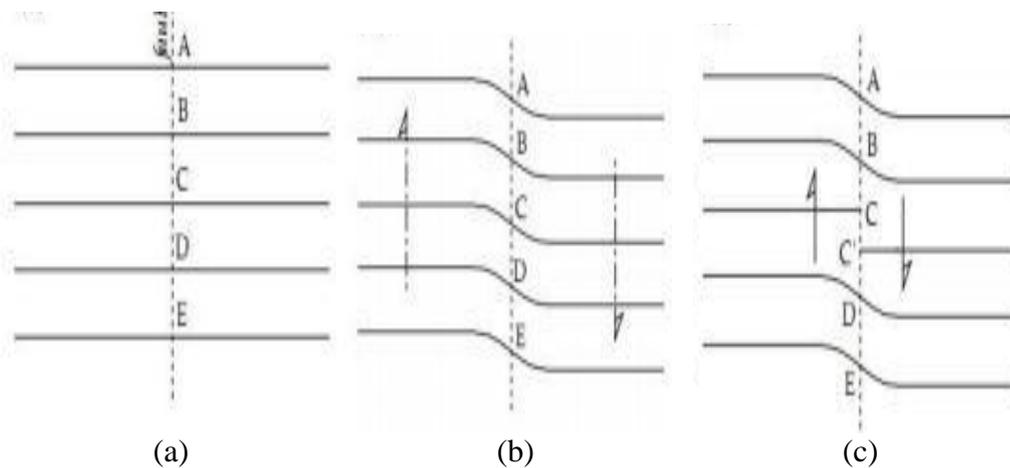
Gempabumi adalah guncangan yang terjadi pada permukaan bumi yang dihasilkan dari gelombang seismik sebagai akibat dari pelepasan energi secara tiba-tiba dari dalam bumi (Supartoyo dan Surasono, 2008: 6). Gempabumi terjadi karena adanya gesekan dan tumbukan diantara lempeng-lempeng tektonik yang berada di bawah permukaan bumi. Pergeseran inilah yang nantinya akan mengeluarkan energi yang kuat dan terjadilah gempabumi (Dir, 2007).

Menurut BMKG (2014) gempabumi mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- a. Berlangsung dalam waktu yang sangat singkat
- b. Akibatnya dapat menimbulkan bencana
- c. Memiliki potensi terulang lagi
- d. Lokasi kejadian tertentu
- e. Tidak dapat dicegah tetapi dapat diprediksi

Mekanisme terjadinya gempabumi dijelaskan oleh teori yang dikenal dengan “*Elastic Rebound*” yang dikemukakan oleh seorang seismolog Amerika yang bernama Rheid (Karyadi, 2008). Teori ini menjelaskan bahwa apabila permukaan bidang sesar bergesekan antara satu dengan yang lain maka permukaan tersebut mengalami perubahan bentuk yang dinamakan dengan *deformation*. *Deformation* yang terjadi melebihi batas

elastisitas batuan maka batuan tersebut akan patah (*rupture*) dan kembali ke bentuk asalnya (*rebound*). Mekanisme terjadinya gempa bumi berdasarkan Teori *Elastic Rebound* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme Terjadinya Gempabumi (Lowrie, 2007)

Berdasarkan Gambar 1 menjelaskan mekanisme terjadinya gempa bumi terjadi melalui beberapa tahap diantaranya pada Gambar a memperlihatkan keadaan awal bagian A dan B merupakan batuan kompak yang dibentuk dengan garis-garis khayal yang saling menyambung. Gambar b memperlihatkan bahwa ketika ada *stress* yang diberikan pada batuan tersebut maka bagian kiri batuan bergerak ke atas sedangkan bagian kanan batuan bergerak ke bawah. Hal ini menyebabkan terjadinya *deformation* pada batuan tersebut. Sifat elastik batuan akan menyebabkan garis-garis khayal ikut terbawa oleh gaya yang bekerja dan terjadilah pembengkokan (Lowrie, 2007).

Sedangkan pada Gambar c memperlihatkan bahwa apabila *stress* yang diberikan melebihi batas elastisitas batuan maka batuan tersebut akan pecah menjadi dua bagian, pecahnya batuan tersebut menjadi dua bagian

ditunjukkan oleh adanya garis-garis yang tidak menyambung. Semakin tinggi kekuatan batuan untuk menahan *stress* maka semakin besar energi yang dilepaskan (Lowrie, 2007).

2. Klasifikasi Gempabumi

Hartuti (2009: 23-26) menyatakan bahwa gempabumi dapat diklasifikasikan kedalam beberapa jenis yaitu berdasarkan proses terjadinya dan berdasarkan kedalaman hiposentrum.

a. Berdasarkan proses terjadinya

Berdasarkan proses terjadinya, gempabumi dikelompokkan menjadi lima jenis diantaranya :

- 1) **Gempabumi vulkanik** merupakan gempabumi yang terjadi akibat adanya aktivitas gunung api.
- 2) **Gempabumi tektonik** merupakan gempabumi yang diakibatkan karena adanya tumbukan lempeng-lempeng tektonik di lapisan litosfer bumi.
- 3) **Gempabumi jatuhan** merupakan gempabumi yang terjadi akibat jatuhnya benda dari langit ke bumi contohnya meteor.
- 4) **Gempabumi runtuh** merupakan gempabumi yang terjadi akibat runtuh tanah atau batuan.
- 5) **Gempabumi buatan** merupakan gempabumi yang sengaja dibuat oleh manusia seperti ledakan nuklir yang menyebabkan getaran di permukaan bumi.

b. Berdasarkan kedalaman hiposentrum

Berdasarkan kedalaman pusat gempa yang terletak di dalam permukaan bumi, gempabumi dikelompokkan menjadi tiga jenis diantaranya :

- 1) **Gempabumi dangkal** adalah gempabumi yang terjadi dengan kedalaman hiposentrumnya kurang dari 60 km di bawah permukaan bumi.
- 2) **Gempabumi menengah** adalah gempabumi dengan kedalaman hiposentrumnya berada diantara 60-300 km di bawah permukaan bumi.
- 3) **Gempabumi dalam** adalah gempabumi dengan kedalaman hiposentrumnya lebih dari 300 km di bawah permukaan bumi.

3. Parameter-Parameter Gempabumi

a. Waktu Terjadi (*Origin Time*)

Origin Time adalah waktu pelepasan energi pertama kali terjadi pada lempeng tektonik bumi yang mengalami tekanan akibat tumbukan atau gesekan. Menurut Krisbudianto (2009) "*origin time* merupakan waktu kejadian gempabumi yang menggambarkan waktu terlepasnya tegangan (*stress*)". Akumulasi tegangan ini berbentuk penjalaran gelombang gempabumi dan dinyatakan dalam hari, tanggal, bulan, tahun, jam, detik, dalam satuan UTC (*Universal Time Coordinate*). Pada saat terjadinya gempabumi, sebuah seismograf yang dilengkapi dengan GPS akan menampilkan waktu kejadian gempa.

b. Episenter

Episenter adalah pusat gempa bumi yang terletak di permukaan bumi sebagai proyeksi dari fokus gempa bumi di dalam bumi yang tegak lurus terhadap hiposenter. Krisbudianto (2009: 10) menyatakan bahwa episenter merupakan titik pertemuan bumi yang merupakan refleksi tegak lurus dari hiposenter atau fokus gempa bumi.

c. Hiposenter

Pusat gempa bumi yang terletak di dalam permukaan bumi disebut dengan hiposenter. Kedalaman sumber gempa bumi bervariasi mulai dari dangkal, menengah dan dalam yang harga batasannya tergantung dari keadaan tektonik setempat. Menurut Tim Geofisika UGM (2013) hiposenter dibagi menjadi tiga bagian, diantaranya:

- 1) Kedalaman dangkal, untuk gempa bumi yang terjadi pada kedalaman kurang dari 60 km.
- 2) Kedalaman menengah, untuk gempa-gempa yang mempunyai kedalaman 60 km hingga 300 km di bawah permukaan bumi.
- 3) Kedalaman dalam, untuk gempa-gempa yang mempunyai kedalaman lebih dari 300 km.

d. Magnitudo

Skala kekuatan gempa bumi yang menjelaskan besarnya energi yang dilepaskan saat terjadi gempa bumi dikenal dengan magnitudo. Magnitudo gempa bumi adalah besaran yang berhubungan dengan kekuatan gempa bumi di sumbernya. Besarnya magnitudo didasarkan pada hasil pengamatan seismogram dan dinyatakan dalam Skala *Richter*

(SR). Menurut Veith dan Clawson (1972) magnitudo gempabumi terdiri dari beberapa jenis diantaranya:

- 1) Magnitudo Gelombang Badan (M_b), yaitu magnitudo gempa yang diperoleh berdasarkan magnitudo gelombang badan (P atau S).
- 2) Magnitudo Gelombang Permukaan (M_s), merupakan magnitudo yang diukur dari amplitudo gelombang permukaan.

e. Intensitas

Intensitas merupakan suatu besaran yang menunjukkan kekuatan gempabumi berdasarkan kerusakan yang diakibatkan oleh gempabumi tersebut. Semakin besar nilai PGA yang terjadi akibat gempabumi maka akan semakin besar pula intensitas gempabumi yang dirasakan. Tabel 1 berikut ini menjelaskan skala SIG (Skala Intensitas Gempabumi) yang dikeluarkan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.

Tabel 1. Skala Intensitas Gempabumi (SIG-BMKG)

| Skala SIG | Deskripsi Sederhana | Deskripsi Rinci | Level MMI | PGA (%g) | PGA (gal) |
|-----------|---|---|-----------|----------|-----------|
| I | Tidak dirasakan (<i>Not Felt</i>) | Tidak dirasakan oleh semua orang tetapi terekam oleh alat | I–II | < 0.3 | < 2.9 |
| II | Dirasakan (<i>Felt</i>) | Dirasakan oleh kebanyakan orang tetapi tidak merusak. Benda-benda ringan yang digantung bergoyang dan rak piring bergetar | III–V | 0.3–0.9 | 2.9–88 |
| III | Kerusakan Ringan (<i>Slight Damage</i>) | Bagian nonstruktur bangunan mengalami kerusakan ringan seperti retak pada dinding. | VI | 9.1–17 | 89–167 |

| Skala SIG | Deskripsi Sederhana | Deskripsi Rinci | Level MMI | PGA (%g) | PGA (gal) |
|-----------|--|--|-----------|-----------|-----------|
| IV | Kerusakan Sedang (<i>Moderate Damage</i>) | Banyak retakan terjadi pada dinding bangunan sederhana, sebagian roboh, kaca pecah, sebagian plaster dinding lepas. Hampir sebagian besar genteng melorot atau jatuh. Struktur bangunan mengalami kerusakan ringan sampai sedang | VII–VIII | 17.1–57.5 | 168–564 |
| V | Kerusakan Berat (<i>Heavy Damage</i>) | Sebagian besar dinding bangunan permanen roboh. Struktur bangunan mengalami kerusakan berat. Rel kereta api melengkung | IX–XII | >57.5 | > 564 |

(Sumber : PGR VI Padang Panjang)

Tabel 1 menjelaskan bahwa skala SIG dibagi menjadi lima skala yaitu skala SIG I, skala SIG II, skala SIG III, skala SIG IV, skala SIG V. Pada skala-skala tersebut dapat diketahui tingkat kerusakan akibat gempa bumi. Skala I menjelaskan gempa bumi tidak dirasakan oleh semua orang tetapi terekam oleh alat. Skala II menjelaskan gempa bumi dirasakan oleh kebanyakan orang tetapi tidak merusak, benda-benda ringan yang digantung bergoyang dan rak piring bergetar.

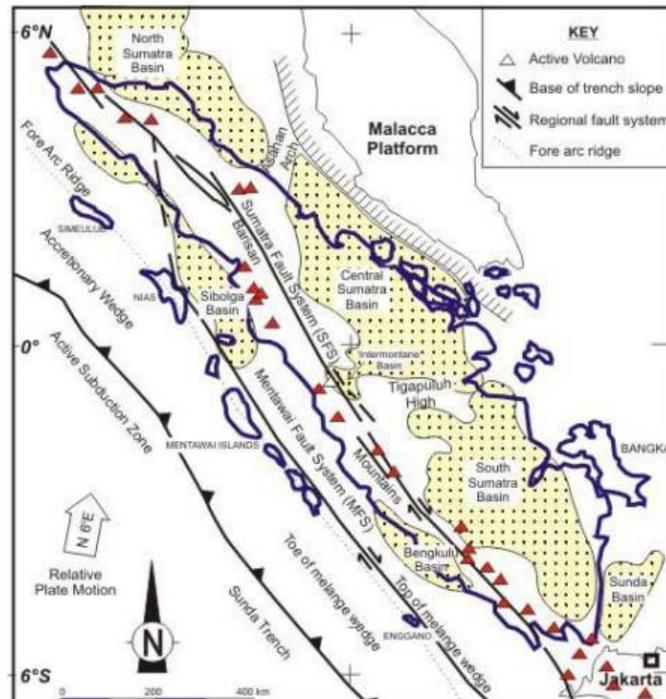
Sedangkan Skala III menjelaskan kerusakan yang diakibatkan gempa bumi yaitu bagian nonstruktur bangunan mengalami kerusakan ringan seperti retak pada dinding. Skala IV menjelaskan kerusakan akibat gempa bumi mengalami kerusakan sedang seperti sebagian besar genteng melorot atau jatuh, banyak retakan terjadi pada dinding

bangunan sederhana, kaca pecah, sebagian plaster dinding lepas dan struktur bangunan mengalami kerusakan ringan sampai sedang. Sedangkan pada skala V mengalami kerusakan berat seperti sebagian besar dinding bangunan permanen roboh, struktur bangunan mengalami kerusakan yang berat serta rel kereta api melengkung.

B. Tatanan Tektonik Sumatera Barat

Sumatera berada pada lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia. Lempeng Indo-Australia atau Samudera Hindia bergerak ke arah utara-timur laut dan mendorong lempeng Eurasia yang berada di bagian bawah Sumatera. Kedua lempeng tersebut melakukan pergerakan yang nantinya akan mengakibatkan terjadinya peningkatan energi disepanjang *interface*. Gempabumi kuat dan tsunami dapat ditimbulkan apabila energi sudah melebihi batas dan akan terjadi *rupture* serta gerakan tiba-tiba (*lurch*) (Purnamasari, 2015).

Tatanan tektonik di Sumatera secara umum dicirikan oleh tiga sistem tektonik. Ketiga sistem tektonik tersebut, yaitu *Zona Subduksi antara lempeng tektonik Indo-Australia dengan lempeng Eurasia, Sesar Mentawai dan Sesar Sumatera* (Triyono, 2015). Peta tektonik wilayah Pulau Sumatera ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Tektonik Pulau Sumatera
(Darman dan Sidi, 2000)

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa zona subduksi membentang di sebelah barat Pulau Sumatera dan sejajar dengan garis pantai. Sedangkan sesar Sumatera terletak di daratan Pulau Sumatera yang membelah Pulau Sumatera menjadi dua bagian. Selain itu, sesar Mentawai terletak diantara zona subduksi dan sesar Sumatera.

1. Zona Subduksi

Jalur subduksi lempeng tektonik India-Australia dan Eurasia di Indonesia memanjang dari pantai barat Sumatera sampai ke selatan Nusa Tenggara. Zona Subduksi Sumatera dicirikan dengan terdapatnya rangkaian busur pulau depan (*forearch island*) yang non-vulkanik (Pulau Simeule, Nias, Banyak, Batu, Siberut hingga pulau Enggano). Lempeng India-Australia menunjam ke bawah lempeng Benua Eurasia dengan

kecepatan \pm 50-60 mm/tahun. Batas antara dua lempeng ini terdapat zona subduksi dangkal yang disebut *Megathrust Subduction Sumatera*. Para ahli memprediksi zona subduksi dangkal ini menyimpan potensi gempabumi dengan magnitudo 8.9 SR. Zona ini dikenal dengan istilah Mentawai Megathrust (Triyono, 2015).

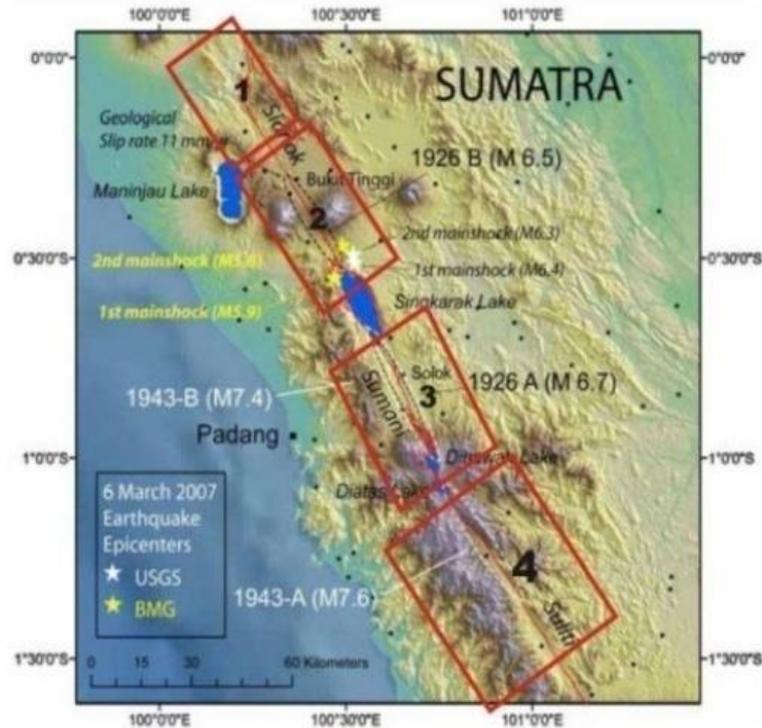
2. Sesar Mentawai (*Mentawai Fault System* atau *MFS*)

Selain jalur tumbukan dua lempeng tektonik, di sebelah barat pantai Sumatera Barat terdapat juga sesar Mentawai (*Mentawai Fault System*). Sesar Mentawai merupakan sesar mendatar yang disebabkan karena proses penujaman miring di sekitar pulau-pulau Mentawai dari selatan hingga ke utara menerus hingga ke sekitar utara Nias (Triyono, 2015).

3. Sesar Sumatera (*Sumatera Fault System* atau *SFS*)

Sumatera Fault System atau sesar Sumatera diakibatkan karena adanya lempeng India-Australia yang menabrak bagian barat Pulau Sumatera secara miring, sehingga menghasilkan tekanan dari pergerakan ini. Karena adanya tekanan ini maka terbentuklah sesar Sumatera atau disebut "*The Great Sumatera Fault*" yang membelah Pulau Sumatera, membentang mulai dari Lampung sampai Banda Aceh, sesar ini menerus sampai ke laut Andaman hingga Burma. Sieh dan Natawidjaja (2000) menyebutkan besarnya kecepatan pergerakan sesar Sumatera adalah 10 mm/tahun.

Sesar Sumatera ini membelah wilayah Sumatera Barat menjadi beberapa segmen sesar seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Empat Segmen Patahan Aktif di Sumatera Barat (Natawidjaja dan W. Triyoso, 2007)

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa Sumatera Barat terdiri dari empat segmen sesar (Triyono, 2015). Keempat segmen sesar tersebut diantaranya:

a) Segmen Sumpur ($0.1^{\circ}\text{N} \sim 0.3^{\circ}\text{N}$)

Segmen Sumpur memiliki panjang patahan ± 35 km. Segmen Sumpur terletak di daerah Rao, Lubuk Sikaping Kabupaten Pasaman. Segmen Sumpur di bagian utara berujung pada sisi selatan Depresi Sumpur, di selatan Panti, kemudian menyusuri Lembah Batang Sumpur ke tenggara, Salabawan, hingga Bonjol, menyusuri Sungai Silasung dan pergeseran segmen Sumpur berkisar 23-24 mm/tahun. Segmen Sumpur melewati kota Lubuk Sikaping, pada segmen ini tahun 1977 pernah terjadi gempa bumi dengan kekuatan 5.5 SR.

b) Segmen Sianok ($0.7^{\circ}\text{S} \sim 0.1^{\circ}\text{N}$)

Segmen Sianok mempunyai panjang patahan ± 90 km berada di sekitar Ngarai Sianok kota Bukittinggi sampai Tenggara Danau Singkarak melewati sisi Timur Danau. Pergeseran patahan di segmen Sianok ini berkisar 23 mm/tahun. Kota Bukittinggi termasuk kota yang rawan gempa bumi darat yang bersumber dari patahan segmen Sianok. Pada segmen Sianok pernah terjadi dua kali gempa bumi yaitu pada tanggal 6 Maret 2007 dengan magnitudo 6.4 SR dan 6.3 SR dan gempa terbesar pernah tercatat pada segmen ini yaitu pada 4 Agustus 1926 dengan pusat hancuran antara Bukit Tinggi dan Danau Singkarak.

c) Segmen Sumani ($1.0^{\circ}\text{S} \sim 0.5^{\circ}\text{S}$)

Segmen Sumani memiliki panjang patahan ± 60 km, ujung utara segmen ini berada di sisi utara Danau Singkarak, menyusuri sisi Barat Daya danau tersebut melintasi daerah Kota Solok, Sumani, Selayo dan berakhir di utara Danau Diatas, sebelah tenggara Gunung Talang. Gempa merusak terjadi pada tanggal 9 Juni 1943 dengan magnitudo 7.4 SR di bawah danau Singkarak dan gempa bumi yang terjadi pada tanggal 6 Maret 2007 juga telah menyebabkan banyak kerusakan di sepanjang segmen Sumani hingga Selayo (Natawidjaja. DH, 2005).

d) Segmen Suliti ($1.75^{\circ}\text{S} \sim 1.0^{\circ}\text{S}$)

Segmen Suliti memiliki panjang patahan sekitar 90 km dan pergeserannya sekitar ± 23 mm/tahun. Ujung utara segmen ini berada pada Danau Diatas dan Danau Dibawah dengan lebar zona 4 km pada

wilayah tersebut. Patahan Sumatera pada segmen Suliti menelusuri lembah Segmen Suliti ke Tenggara hingga anak-anak Sungai Liki di Barat Laut Gunung Kerinci.

C. Atenuasi

Atenuasi merupakan pelemahan atau berkurangnya energi gempa karena adanya pengaruh medium rambat (lapisan bawah bumi) menuju permukaan kerak bumi. Fungsi atenuasi adalah suatu fungsi yang menggambarkan hubungan antara intensitas gerakan tanah (I) dan magnitude (M) serta jarak (R) dari suatu sumber titik dalam daerah sumber (Irsyam et al, 2010).

Tidak tersedianya data untuk menurunkan suatu fungsi atenuasi di Indonesia, maka digunakan fungsi atenuasi dari wilayah lain yang memiliki kemiripan kondisi geologi dan tektonik dengan Indonesia. Fungsi atenuasi sebagian besar sudah menggunakan NGA (*Next Generation Attenuation*), dalam pembuatannya fungsi atenuasi ini sudah menggunakan data gempa global (*world wide data*) (Afidah dkk, 2014).

D. Percepatan Tanah Maksimum

Peak Ground Acceleration (PGA) atau percepatan tanah maksimum adalah nilai percepatan tanah yang diukur selama gempabumi terjadi. Sedangkan percepatan adalah parameter yang menyatakan perubahan kecepatan mulai dari keadaan diam sampai pada kecepatan tertentu (Syifa'uddin, 2017). Parameter getaran gelombang gempa yang dicatat oleh seismograf umumnya adalah simpangan kecepatan atau *velocity* dalam satuan

kine (cm/s). Selain kecepatan parameter yang lainnya juga dapat ditentukan seperti *displacement* (simpangan dalam satuan mikrometer) dan percepatan (*acceleration* dalam satuan gal atau cm/s^2). Besar kecilnya suatu percepatan tanah menunjukkan resiko gempabumi yang perlu diperhatikan sebagai perencanaan bangunan tahan gempa (Ibrahim dan Subardjo, 2004: 48).

Apabila magnitudo suatu gempa semakin besar maka energi yang dipancarkan dari sumber gempa tersebut juga semakin besar, sehingga percepatan tanah yang timbul juga semakin besar pula. Faktor lainnya yang juga menjadi penentuan besarnya percepatan tanah yaitu tingkat kepadatan tanah di daerah tersebut. Percepatan permukaan tanah yang timbul berbanding lurus dengan magnitudo dan berbanding terbalik dengan jarak episenter, kedalaman hiposenter dan kepadatan tanah tersebut.

Nilai percepatan tanah maksimum bisa diketahui dengan pengukuran secara langsung menggunakan *Accelerograph* atau dengan perhitungan secara empiris menggunakan data gempabumi yang pernah terjadi. Perhitungan secara empiris merupakan perhitungan yang menggunakan rumusan yang sederhana untuk mendapatkan nilai percepatan tanah maksimum di suatu wilayah tertentu.

Rumusan empiris atenuasi NGA (*Next Generation Attenuation*) yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Fukushima dan Tanaka (1990)

Rumus ini diterapkan di wilayah Jepang, sumber gempabumi yang berada di wilayah Jepang berasal dari zona subduksi (Meitawati, 2017).

Rumusan atenuasi Fukushima dan Tanaka (1990) adalah rumusan yang sesuai untuk menentukan nilai percepatan tanah maksimum di Kepulauan Mentawai karena ditinjau dari kondisi tektonik, bentuk patahan lempeng di Kepulauan Jepang hampir mirip dengan bentuk patahan lempeng di Kepulauan Mentawai (Syafriana, 2015).

Fungsi atenuasi ini memiliki persamaan sebagai berikut:

$$\log A = 0,41M_s - \log (R + 0,032 \times 100,41M_s) - 0,0034R + 1,30 \quad (1)$$

dengan A merupakan nilai percepatan tanah maksimum (gal), M_s merupakan magnitudo permukaan (SR) dan R merupakan jarak hiposenter (km) (Meitawati, 2017).

2. Patwardhan

$$\ln a = \ln (363) + 0,587 M_s - 1,05 \ln (R + 0,864 e^{0,463M_s}) \quad (2)$$

dengan a merupakan percepatan tanah permukaan (gal), M_s merupakan magnitudo gelombang permukaan (SR) dan R merupakan jarak hiposenter (km) (Haris dan Irjan, 2013).

Rumusan ini pernah dipakai pada penelitian di wilayah Yogyakarta, tetapi di wilayah Sumatera Barat belum ada dilakukan penelitian menggunakan rumusan ini. Sumatera Barat memiliki kondisi geologis yang sama dengan wilayah Yogyakarta yang berada di pertemuan lempeng Indo-Australia yang menunjam ke bawah lempeng Eurasia yang membentuk jalur gempa bumi, maka dari kesamaan kondisi geologis tersebut rumusan ini dapat digunakan untuk mencari nilai percepatan tanah di wilayah Sumatera Barat.

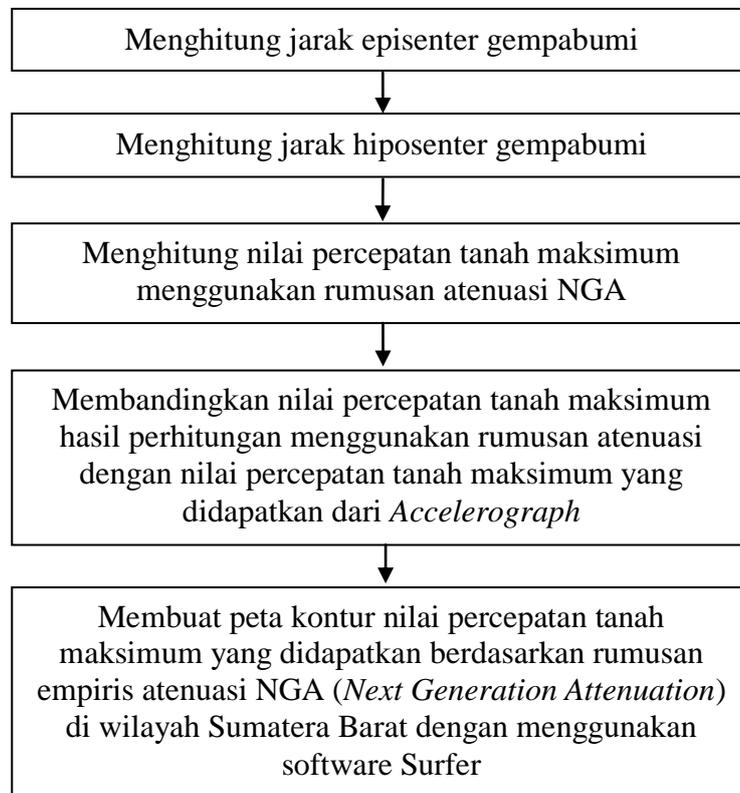
E. Penelitian-Penelitian Relevan

Penelitian tentang percepatan tanah maksimum sebelumnya telah dilakukan di daerah Lampung. Meitawati (2017) melakukan penelitian tentang perbandingan nilai percepatan tanah maksimum berdasarkan modifikasi konstanta atenuasi dan data *Accelerograph* tahun 2008-2016 pada stasiun BMKG Lampung. Pada penelitian tersebut rumusan yang digunakan yaitu rumusan Esteva, rumusan Fukushima dan Tanaka dan rumusan Lin dan Wu. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan bahwa wilayah Liwa memiliki nilai PGA besar, yaitu 10-20 gal serta nilai intensitas seismiknya yaitu V-VI MMI. Hal tersebut terjadi karena sumber gempa bumi berada di laut bagian barat Liwa.

Haris dan Irjan (2013) melakukan penelitian tentang analisis percepatan getaran tanah maksimum wilayah Yogyakarta dengan metode atenuasi patwardhan. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan bahwa wilayah Yogyakarta memiliki percepatan getaran tanah maksimum tertinggi pertama yaitu antara 50 gal – 60 gal terkonsentrasi kecil di daerah Yogyakarta bagian tengah dengan nilai intensitas yang cukup tinggi yaitu V-VII MMI. Sedangkan untuk daerah dengan nilai percepatan getaran tanah maksimum tertinggi ketiga yang relatif kecil yaitu sebesar 10 gal – 40 gal meliputi daerah Yogyakarta bagian Barat dan Timur dengan nilai intensitas sebesar III – IV MMI.

F. Kerangka Berpikir Penelitian

Alur dari kerangka berpikir dari penelitian ini dijelaskan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kerangka Berpikir Penelitian

Berdasarkan Gambar 4 menjelaskan bahwa untuk mencari nilai PGA dihitung nilai jarak episenter dan nilai jarak hiposenter terlebih dahulu, kemudian setelah didapatkan nilai jarak episenter dan nilai jarak hiposenter tersebut maka dihitung nilai PGA yang didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan rumusan atenuasi NGA. Setelah didapatkan nilai PGA berdasarkan rumusan atenuasi NGA maka nilai tersebut akan dibandingkan terhadap nilai PGA yang didapatkan dari *Accelerograph*. Selain itu akan dihasilkan peta kontur nilai PGA untuk mengetahui potensi gempa bumi di wilayah Sumatera Barat.

BAB V PENUTUP

A. KESIMPULAN

Hasil analisis nilai percepatan tanah maksimum dengan menggunakan rumusan atenuasi Fukushima dan Tanaka (1990) dan rumusan atenuasi Patwardhan di wilayah Sumatera Barat, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai percepatan tanah maksimum berdasarkan rumusan empiris atenuasi NGA (*Next Generation Attenuation*) didapatkan bahwa Kabupaten Kep. Mentawai mendapatkan nilai percepatan tanah tertinggi yaitu sebesar 1.04 gal di wilayah Sumatera Barat dalam beberapa kejadian gempa bumi. Hal ini dikarenakan gempa bumi yang terjadi memiliki magnitudo yang bernilai besar.
2. Perbandingan nilai percepatan tanah maksimum yang didapatkan dari pengukuran menggunakan *Accelerograph* dan menggunakan rumusan empiris atenuasi NGA (*Next Generation Attenuation*) didapatkan rumusan yang sesuai yaitu rumusan Fukushima dan Tanaka (1990), maka rumusan inilah yang digunakan untuk menentukan nilai percepatan tanah maksimum di wilayah Sumatera Barat.

B. SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait penggunaan rumusan atenuasi dalam menghitung nilai percepatan tanah maksimum di wilayah Sumatera Barat.

2. Perlu dilakukan penelitian rumusan atenuasi yang sesuai dengan kondisi tektonik Indonesia khususnya Sumatera Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Afidah, Zainatul, Adi Susilo, Muhajir Anshori. 2014. *Studi Percepatan Tanah Maksimum di Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Metode NGA (Next Generation Attenuation)*. Universitas Brawijaya.
- BMKG. 2014. *Gempabumi*. Diakses dari www.bmkg.go.id pada tanggal 12 Maret 2018, jam 13.04 WIB.
- Darman, H., dan Sidi, F.H., 2000. *An outline of The Geology of Indonesia*. IAGI. Jakarta.
- Dir. 2007. *Interprestasi Bawah Permukaan Dengan Metode Self Potensial Daerah Bledug Kuwu Kradenan Grobogan*. Semarang: Laboratorium Geofisika, Jurusan Fisika Universitas Diponegoro.
- Garini, Sherly A. 2014. “*Studi Kegempaan Wilayah Sumatera Bagian Utara Berdasarkan Relokasi Hiposenter Menggunakan Metode Inversi*”. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII Jateng % DIY Yogyakarta.
- Hadi, ArifIsmul., Muhammad Farid dan Yulian Fauzi. 2012. *Pemetaan Percepatan Getaran Tanah dan Indeks Kerentanan Seismik Akibat Gempabumi untuk Mendukung Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Kota Bengkulu*. Bengkulu: Ilmu Fisika Universitas Bengkulu.
- Haris, Adam dan Irjan. 2013. *Analisis Percepatan Getaran Tanah Maksimum Wilayah Yogyakarta dengan Metode Atenuasi Patwardhan*. Malang: UIN Maliki Malang.
- Hartuti, E.R. (2009). *Buku Pintar Gempa*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Ibrahim, G., dan Subardjo, 2004. *Pengetahuan Seismologi*. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.
- Irsyam, Josina. 2010. *Gempa Bumi dan Aktivasnya di Indonesia*. http://www.academia.edu/13038442/GEMPA_BUMI_DAN_AKTIVITA_SNYA_DI_INDONESIA. Diakses pada tanggal 12 Maret 2018.

- Karyadi, D. 2008. *Penentuan Pola Mekanisme Sumber Gempabumi Berdasarkan Polarisasi Pertama Gelombang P (Gempabumi Bengkulu 12 September 2007)*. Jakarta: Akademi Meteorologi dan Geofisika.
- Krisbudianto, Malik. 2009. *Analisa Pola Subduksi Daerah Bengkulu dengan Metoda Segmen Irisan Vertikal*. Jakarta: AMG.
- Leviana, Mia, Syafriani dan Andiyansyah Z.Sabarani. (2017). *Estimasi Nilai Percepatan Tanah Maksimum Wilayah Sumatera Barat Berdasarkan Skenario Gempabumi M 8.8 Sr Menggunakan Rumusan Empiris Mc. Guire (1963) Dan Donovan (1973)*. *Pillar of Physics UNP* (Volume 10, Oktober 2017). Hal 55 – 62.
- Lowrie, William. 2007. *Fundamental Geophysics*. NewYork: Cambridge University Press.
- Meitawati, P.M. 2017. *Perbandingan Nilai Percepatan Tanah Maksimum Berdasarkan Modifikasi Konstanta Atenuasi dan Data Accelerograph Tahun 2008-2016 pada Stasiun BMKG Lampung*. Skripsi. Universitas Lampung.
- Natawidjaja, D.H. 2005. *Menyimak Gempabumi Dan Tsunami Aceh 26 Desember 2004 Untuk Rekonstruksi Aceh dan Mitigasi Bencana Di Sumatera Dan Daerah Lainnya. Makalah Potensi Gempa Dan Tsunami*. IAGI. Bandung.
- Natawidjaja, D.H., and W. Triyoso. (2007) *The Sumatran fault zone: from source to hazard*, 1 (No. 1), 21-47.
- Plummer, C dkk. 2003. *Physical Geology*. New York: McGraw Hill Companies.
- Purnamasari, D. Intan dan Madlazim. (2015). *Analisis Korelasi Antara Magnitudo Momen Gempa Bumi Regional Dengan Periode Dominan Gelombang P Di Wilayah Indonesia*. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia* (Volume 04 Nomor 02). Hal 10 – 15.
- Putra, R. R., Kiyono, J. *Shaking Characteristic of Padang City, Indonesia*. Graduate School of Engineering, Kyoto University, Japan. Ono Y. Departement of Urban Social System and Civil Engineering, Tottori University, Japan. 15 WCEE. LISBOA 2012.

- Romadiana, Dwi, Syafriani dan Andiyansyah Z. Sabarani. (2018). *Analisis Nilai Percepatan Tanah Maksimum Menggunakan Rumusan Empiris Mc. Guire, Si and Midorikawa Dan Donovan Di Wilayah Sumatera Barat*. Padang: UNP.
- Sieh, K., and Natawidjaja, D. H. 2000. Neotectonics of the Sumatera Fault, Indonesia. *Journal of Geophysical Research*, 105, B12, pp. 28, 295-28, 326.
- Supartoyo dan Surasono. 2008. *Katalog Gempabumi Merusak di Indonesia tahun 1629-2007*. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Badan Geologi Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. 159 hal.
- Syafriana, Denisa, Dwi Pujiastuti, Andiyansyah Z. Sabarani. (2015). *Estimasi Nilai Percepatan Tanah Maksimum di Sumatera Barat Berdasarkan Skenario Gempa Bumi di Wilayah Siberut dengan Menggunakan Rumusan Si and Midorikawa (1999)*, Jurnal Fisika Unand (Vol. 4, No. 4, Oktober 2015 Issn 2302-8491).
- Syafriana, Denisa.dkk. 2015. *Estimasi Nilai Percepatan Tanah Maksimum Di Sumatera Barat Berdasarkan Skenario Gempa Bumi Di Wilayah Siberut Dengan Menggunakan Rumusan Si And Midorikawa (1999)*. Jurnal Fisika Unand (Vol.4, No.4, Oktober 2015 ISSN 2302-8491).
- Syifa'uddin, Muhammad. 2017. *Pemetaan Tingkat Resiko Kerusakan Akibat Gempa Bumi di Sekitar Sesar Palu Koro Berdasarkan Pola Percepatan Tanah Maksimum dengan Metode Mc. Guirre. R.K.* Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Tim Geofisika UGM. 2013. *Geophysics Expedition*. Yogyakarta: UGM.
- Triyono, Rahmat. 2015. *Ancaman Gempabumi di Sumatera Barat Tidak Hanya Bersumber dari Mentawai Megathrust*. Artikel Stasiun Geofisika Kelas 1 Padang Panjang.