

**ANALISIS BAHAYA BENCANA GEMPA BUMI DI WILAYAH
KOTA GUNUNGSITOLI**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Sains (S1)



OLEH :

**RIANG WIRASTIN HAREFA
NIM 15136043/2015**

Pembimbing:

Drs. Helfia Edial, MT
NIP. 19650426 199001 1 004

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI
JURUSAN GEOGRAFI
FAKULTAS ILMU SOSIAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

**ANALISIS BAHAYA BENCANA GEMPA BUMI DI WILAYAH
KOTA GUNUNGSITOLI**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Sains (S1)



OLEH :

**RIANG WIRASTIN HAREFA
NIM 15136043/2015**

Pembimbing:

**Drs. Helfia Edial, MT
NIP. 19650426 199001 1 004**

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI
JURUSAN GEOGRAFI
FAKULTAS ILMU SOSIAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

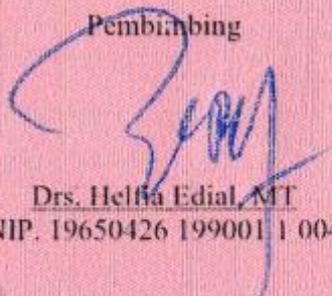
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI

Judul : Analisis Bahaya Bencana Gempa Bumi di Wilayah Kota
Gunungsitoli
Nama : Riang Wirastin Harefa
NIM/TM : 15136043/2015
Program Studi : Geografi
Jurusan : Geografi
Fakultas : Fakultas Ilmu Sosial

Padang, Oktober 2019

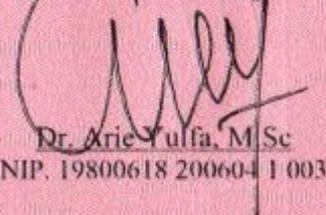
Disetujui Oleh :

Pembimbing



Drs. Helffa Edial MT
NIP. 19650426 199001 1 004

Mengetahui :
Ketua Jurusan Geografi



Dr. Arie Yulfa, M.Sc
NIP. 19800618 200604 1 003

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

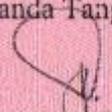
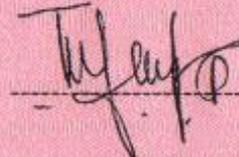
Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang
Pada Hari Rabu, Tanggal 2 Oktober 2019 Pukul 13.00 WIB

ANALISIS BAHAYA BENCANA GEMPA BUMI DI WILAYAH KOTA GUNUNGSITOLI

Nama : Riang Wirastin Harefa
TM/NIM : 2015 / 15136043
Program Studi : Geografi
Jurusan : Geografi
Fakultas : Fakultas Ilmu Sosial

Padang, Oktober 2019

Tim Penguji :

	Nama	Tanda Tangan
Ketua Tim Penguji :	Dr. Paus Iskarni, M.Pd	
Anggota Penguji :	Triyatno, S.Pd, M.Si	





**UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS ILMU SOSIAL
JURUSAN GEOGRAFI**

Jalan. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Padang – 25131 Telp 0751-7875159

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Riang Wirastin Harefa
NIM/BP : 15136043/2015
Program Studi : Geografi
Jurusan : Geografi
Fakultas : Fakultas Ilmu Sosial

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul :

“ANALISIS BAHAYA BENCANA GEMPA BUMI DI WILAYAH KOTA GUNUNGSITOLI” adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat dari karya orang lain maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan syarat hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di instansi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui Oleh,
Ketua Jurusan Geografi

Dr. Arie Yulfa, M.Sc
NIP. 19800618 200604 1 003

Padang, Oktober 2019
Saya yang menyatakan



Riang Wirastin Harefa
15136043/2015

Riang Wirastin Harefa
(15136043)

ANALISIS BAHAYA BENCANA GEMPA BUMI DI WILAYAH KOTA GUNUNGSITOLI

ABSTRAK

Studi tentang bahaya gempa bumi bertujuan untuk meminimalisir dampak buruk dari guncangan gempa bumi di wilayah rawan bencana gempa bumi. Tujuan penelitian ini, antara lain untuk mengetahui: 1) Persebaran nilai getaran tanah (PGA) dari sumber gempa subduksi pada segmen Nias-Simeuleu dan segmen Batu di Kota Gunungsitoli. 2) Sebaran tingkat bahaya wilayah terhadap bencana gempa bumi di Kota Gunungsitoli. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dan analisis spasial. Analisis deskriptif kuantitatif bertujuan untuk mendeskripsikan tentang hasil yang telah peneliti peroleh dari pengolahan data sekunder baik itu dengan rumus empiris maupun dari analisis spasial. Sedangkan analisis spasial bertujuan untuk mendeskripsikan secara spasial (peta) bagaimana sebaran tingkat dan tipe bahaya wilayah Kota Gunungsitoli. Analisis spasial yang dimaksud pada penelitian ini yaitu analisis yang menggunakan metode *overlay* dan pembobotan berdasarkan Permen PU No. 21 Tahun 2007. Hasil perhitungan nilai percepatan getaran tanah (PGA) didapatkan variasi rentang antara 100,51 gal – 117,22 gal. Nilai percepatan getaran tanah (PGA) pada kelompok nilai yang tertinggi memiliki luas wilayah 14232,68 Ha. Sedangkan nilai percepatan getaran tanah (PGA) pada kelompok nilai yang terendah memiliki luas 79,60 Ha. Persebaran tingkat bahaya wilayah terhadap bencana gempa bumi di Kota Gunungsitoli terdiri dari tiga kelas, yaitu bahaya rendah, sedang dan tinggi. Bahaya wilayah rendah (tipe A) tersebar di Kecamatan Gunungsitoli, Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa, Kecamatan Gunungsitoli Barat, Kecamatan Gunungsitoli Idanoi dan Kecamatan Gunungsitoli Selatan dengan luas wilayah keseluruhan yaitu 3450,66 Ha. Bahaya wilayah sedang (tipe B dan C) tersebar di Kecamatan Gunungsitoli, Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa, Kecamatan Gunungsitoli Barat, Kecamatan Gunungsitoli Idanoi, Kecamatan Gunungsitoli Selatan dan Kecamatan Gunungsitoli Utara dengan luas wilayah keseluruhan yaitu 14081,09 Ha. Bahaya wilayah tinggi (tipe D dan E) yang tersebar di Kecamatan Gunungsitoli, Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa, Kecamatan Gunungsitoli Barat, Kecamatan Gunungsitoli Idanoi, Kecamatan Gunungsitoli Selatan dan Kecamatan Gunungsitoli Utara dengan luas wilayah keseluruhan yaitu 10255,05 Ha.

Kata Kunci: PGA, Tingkat Bahaya Bencana Gempa Bumi, Gempa Bumi Subduksi

KATA PENGANTAR

Penulis haturkan puji syukur kehadirat Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan kekuatan dan kesehatan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Bahaya Bencana Gempa Bumi Di Wilayah Kota Gunungsitoli” dengan sebaik-baiknya. Skripsi ini penulis susun untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) Program Studi Geografi, Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah membantu penulis selama pembuatan skripsi. Dengan penuh rasa hormat dan dengan kerendahan hati yang terdaam penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orangtua penulis papa Olembata Harefa dan mama Suasani Waruwu, serta kepada kakak Ros Juberniat Harefa, abang Ronald Fondrorogo Harefa, adek Ribka Solider Harefa beserta kakak ipar Beneta yang selalu mendukung penulis baik dalam segi doa, saran, semangat maupun dalam segi materi sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini dengan begitu baik dan penuh perjuangan.
2. Dr. Arie Yulfa, M.Sc selaku Ketua Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang beserta staf dan karyawan yang telah memberikan pengarahan dan kemudahan dalam bidang akademik.
3. Bapak Drs. Helfia Edial, MT, selaku dosen pembimbing skripsi yang menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan kesebaran untuk membimbing serta mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

4. Segenap tim penguji: Bapak Triyatno, S.Pd, M.Si dan Bapak Dr. Paus Iskarni, M.Pd yang telah memberikan saran dan solusi demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini.
5. Terkhusus buat abang Martin Parulian Jumiansa Nababan yang selalu mendukung dan memberikan semangat serta selalu mengingatkan penulis untuk tetap berpikir positif di dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Kepada abang Randi Sitorus Pane selaku pembimbing magang yang masih meluangkan waktunya untuk memberikan solusi serta saran dari setiap kesusahan penulis di dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Terkhusus juga kepada sahabat serta motivator Cakra Haji, Fakhrol Walad, Fitri Aji, Diah Permata Sari, Rido Koja dan seluruh rekan-rekan keluarga Geografi yang selalu mendukung dan membantu penulis selama pembuatan skripsi.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan mendapat balasan dari Tuhan Yang Maha Esa. Penulis menyadari penelitian ini masih banyak kekurangan. Penulis mengharapkan masukan dan saran demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini bisa memberikan manfaat untuk semua pihak

Padang, Oktober 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Kajian Teori.....	7
1. Gempa Bumi	7
2. Kecepatan Gelombang Geser (V_{s30}).....	13
3. Percepatan Tanah Maksimum (PGA)	15
4. Geologi.....	16
5. Lereng	19
6. Struktur Geologi.....	20
7. Bahaya Bencana Gempa Bumi.....	22
B. Penelitian Yang Relevan.....	25
C. Kerangka Berpikir	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian.....	29
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	30
C. Alat dan Bahan Penelitian.....	32
D. Objek Penelitian.....	32
E. Definisi Operasional	33
F. Variabel dan Data Penelitian.....	36
G. Teknik Pengumpulan Data.....	37
H. Pengolahan Data	38
I. Teknik Analisis Data.....	41
J. Diagram Alir Penelitian	52

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	54
1. Deskripsi Wilayah Penelitian	54
2. Persebaran Nilai <i>Peak Ground Acceleration</i> (PGA)	66
3. Sebaran Tingkat Bahaya Wilayah Terhadap Gempa Bumi	75
B. Pembahasan Penelitian	78
1. Persebaran Nilai <i>Peak Ground Acceleration</i> (PGA)	78
2. Sebaran Tingkat Bahaya Wilayah Terhadap Gempa Bumi	90
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	96
B. Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta Sumber Gempa Bumi Indonesia Tahun 2017	10
Gambar 2. Peta Sumber Gempa Bumi Indonesia Tahun 2017	11
Gambar 3. Bagan Kerangka Berpikir	27
Gambar 4. Peta Lokasi Penelitian dan Titik Pengamatan.....	31
Gambar 5. Persamaan Dalil Pythagoras	45
Gambar 6. Segitiga Bola.....	46
Gambar 7. Model <i>Logic Tree</i> Untuk Sumber Gempa Subduksi	47
Gambar 8. Bagan Alir Penelitian.....	53
Gambar 9. Peta Geologi Kota Gunungsitoli.....	59
Gambar 10. Peta Kemiringan Lereng Kota Gunungsitoli	60
Gambar 11. Peta Nilai Kecepatan Gelombang Geser (V_s30) Kota Gunungsitoli	64
Gambar 12. Peta Lokasi Gempa Bumi di Pulau Nias	65
Gambar 13. Peta Nilai Percepatan Getaran Tanah Rumusan Youngs dkk (1997)	71
Gambar 14. Peta Nilai Percepatan Getaran Tanah Rumusan Atkinson dan Boore (2003).....	72
Gambar 15. Peta Nilai Percepatan Getaran Tanah Rumusan Zhao dkk (2006).....	73
Gambar 16. Peta Nilai Percepatan Getaran Tanah Kota Gunungsitoli	74
Gambar 17. Peta Tingkat Bahaya Bencana Gempa Bumi di Kota Gunungsitoli	76
Gambar 18. Peta Tipe Bahaya Bencana Gempa Bumi di Kota Gunungsitoli	77
Gambar 19. Bangunan Tidak Tahan Gempa di Kota Gunungsitoli.....	95
Gambar 20. Jalan Rusak Berat di Kota Gunungsitoli.....	95

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1	Klasifikasi Kelas Situs Zhao yang Digunakan berdasarkan nilai periode dominan menurut NHERP	14
Tabel 2.	Urutan Keresistenan Kelompok Batuan	19
Tabel 3.	Jarak Suatu Wilayah Terhadap Zona Sesar	22
Tabel 4.	Variabel Penelitian.....	36
Tabel 5.	Pembobotan	48
Tabel 6.	Klasifikasi Nilai Kemampuan.....	49
Tabel 7.	Matriks Pembobotan Untuk Kestabilan Wilayah Terhadap Kawasan Letusan Gunung Berapi dan Kawasan Bahaya Gempa Bumi Komponen (Informasi Geologi) Yang Diperhitungkan	50
Tabel 8.	Klasifikasi Percepatan Gravitasi dan PGA	51
Tabel 9.	Modifikasi Klasifikasi Percepatan Gravitasi dan PGA.....	51
Tabel 10.	Modifikasi Klasifikasi Geologi.....	51
Tabel 11.	Modifikasi Klasifikasi Kemiringan Lereng	51
Tabel 12	Tipe Kawasan Bahaya Bencana Gempa Bumi	52
Tabel 13.	Tingkat dan Tipe Kawasan Bahaya Bencana Gempa Bumi (Tanpa Menggunakan Struktur Geologi)	52
Tabel 14.	Luas Kecamatan di Kota Gunungsitoli.....	54
Tabel 15.	Kelas Lereng dan Luas Wilayah.....	58
Tabel 16.	Klasifikasi Nilai Vs30 di Kota Gunungsitoli dan Luas Wilayah	62
Tabel 17.	Nilai Percepatan Getaran Tanah Menurut Youngs dkk (1997)	67
Tabel 18.	Nilai Percepatan Getaran Tanah Menurut Atkinson dan Boore (2003).....	68
Tabel 19.	Nilai Percepatan Getaran Tanah Menurut Zhao, dkk (2006)	69
Tabel 20.	Nilai Percepatan Getaran Tanah Berdasarkan Hasil Pembobotan	70
Tabel 21.	Tingkat Bahaya Wilayah Terhadap Gempa Bumi	75
Tabel 22.	Nilai Percepatan Getaran Tanah (PGA) Rumusan Youngs Dkk (1997) Menurut Sebaran Serta Formasi Geologi Pembentuknya.....	80
Tabel 23.	Nilai Percepatan Getaran Tanah (PGA) Rumusan Atkinson Dan Boore (2003) Menurut Sebaran Serta Nilai Kecepatan Gelombang Geser (V_s30).....	85
Tabel 24.	Nilai Percepatan Getaran Tanah (PGA) Rumusan Zhao, dkk (2006) Menurut Sebaran Serta Nilai Kecepatan Gelombang Geser (V_s30).....	86
Tabel 25.	Nilai Percepatan Getaran Tanah Menurut Sebaran Serta Nilai Kecepatan Gelombang Geser (V_s30) Klasifikasi Kelas Situs NHERP.....	88



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pulau Nias terletak di sebelah barat Pulau Sumatera dan secara administratif berada dalam wilayah provinsi Sumatera Utara. Letaknya yang berada di sebelah Barat Sumatera menyebabkan Pulau Nias rawan bencana gempa bumi dan tsunami. Wilayah Barat Sumatera sering terjadi gempa bumi karena posisinya di sepanjang jalur tumbukan dua lempeng bumi, dimana lempeng (Samudera) Indo-Australia bergerak menunjam ke bawah lempeng (benua) Eurasia.

Berdasarkan sejarah kegempaan, segmen Nias-Simeuleu telah mengalami tiga kali gempa bumi besar yaitu pada tahun 1861 berkekuatan lebih dari 8,5 skala magnitude (~ Richter) yang disusul dengan bencana tsunami, tahun 1907 kembali mengalami bencana gempa bumi berkekuatan 7,6 M yang menimbulkan bencana tsunami yang besar dan pada tahun 2005 berkekuatan 8,7 M_w (Natawidjaja, 2007). Selain itu menurut Supartoyo dkk., 2014 dalam Majalah Geologi Populer (2015) Nias-Simeuleu juga pernah mengalami gempa besar pada tahun 2008 berkekuatan 6,3 M tanpa mengakibatkan tsunami, sedangkan gempa bumi besar pada segmen Batu terjadi pada tahun 1935 berkekuatan 7,7 M_w (USGS,1935).

Gempa bumi pada tahun 2005, menyebabkan bagian Utara Pulau Nias mengalami pengangkatan dan bagian Selatannya mengalami penurunan. Sedangkan Kota Gunungsitoli yang terletak di sekitar sumbu pemisah antara wilayah yang naik di Barat dan wilayah yang turun di Timur sehingga kota ini posisinya tetap, tidak mengalami pengangkatan maupun penurunan, namun Kota Gunungsitoli sebagai ibukota Kabupaten Nias pada saat itu merupakan wilayah

yang mengalami kerusakan yang paling parah dari faktor bangunan, ekonomi dan jumlah korban akibat gempa bumi berkekuatan 8,7 M_w (Natawidjaja, 2007).

Kota Gunungsitoli terletak di pinggiran pantai Timur Pulau Nias dan wilayah yang berubah status kecamatannya menjadi kota dari hasil pemekaran Kabupaten Nias tahun 2008, memiliki kepadatan penduduk tinggi dan sebagai pusat perekonomian di Pulau Nias. Dilihat dari formasi pembentuknya, Kota Gunungsitoli terbentuk oleh pasir endapan aluvial (sungai dan pantai) yang tidak kompak. Sebagian arah Baratnya menempati morfologi bergelombang-perbukitan lemah yang terbentuk oleh selang-seling batu gamping pasiran, batu gamping lanauan, batu pasir gampingan, batupasir kwarsa halus gampingan, lanau, dan lempung pasiran dari formasi Gunungsitoli yang relatif kompak (Naryanto, 2005). Dari kondisi sosial, ekonomi dan fisik tersebut, Kota Gunungsitoli termasuk dalam wilayah rawan terhadap bahaya bencana gempa bumi di Pulau Nias. Hal tersebut dapat terbukti saat kejadian gempa bumi pada tahun 2005 yang lalu gedung-gedung bertingkat yang berupa pertokoan, pusat perdagangan, perkantoran, rumah warga, dan sebagainya hancur berantakan akibat goncangan gempa bumi. Selain itu juga, Kota Gunungsitoli yang masih berada dalam wilayah administrasi Kabupaten Nias pada saat itu merupakan wilayah yang paling banyak memiliki korban jiwa yaitu 422 orang saat satu minggu setelah kejadian gempa bumi dan 108 orang dari kabupaten Nias Selatan yang terdiri dari 8 kecamatan (Menurut informasi dari Satlak Kabupaten Nias dan Satkorlak Provinsi Sumatera Utara dalam Naryanto, 2005).

Berdasarkan uraian sebelumnya, penyebab Kota Gunungsitoli mengalami kerusakan yang paling parah dibandingkan 4 kabupaten lainnya diduga disebabkan oleh letak dan kondisi sosialnya. Kota Gunungsitoli yang terletak di pinggiran pantai Timur Pulau Nias memiliki kondisi tanah yang sangat buruk atau bersifat aluvial (lunak), sehingga bila terjadi gempa bumi akan mudah luluh lantak. Kondisi tanah yang aluvial mengakibatkan terjadinya amplifikasi sehingga ketika gempa itu terjadi, maka bisa meluluh lantakkan semua bangunan yang ada. Kondisi tanah yang buruk dipengaruhi oleh konstruksi bangunan yang tidak didesain dengan bangunan yang tahan gempa. Penilaian bahaya kegempaan hubungannya dengan kerusakan infrastruktur bangunan dapat dilakukan dengan pendekatan nilai akselerasi di batuan dasar atau *Peak Ground Acceleration* (PGA). Selain itu, kepadatan penduduk juga diduga mempunyai pengaruh dimana makin tinggi kepadatan penduduk maka penggarapan lahan semakin intensif baik pada lahan pertanian maupun permukiman. Pada kawasan permukiman, kepadatan penduduk yang tinggi menyebabkan kebutuhan untuk perumahan dan infrastruktur lainnya sehingga akan berpotensi menyebabkan bahaya bencana gempa bumi. Oleh karena itu untuk mencapai upaya dalam meminimalisir dampak buruk dari bahaya bencana gempa bumi di Kota Gunungsitoli, peneliti akan melakukan **Analisis Bahaya Bencana Gempa Bumi di Wilayah Kota Gunungsitoli**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, peneliti mengidentifikasi masalah-masalah yang ada dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Kota Gunungsitoli memiliki kondisi tanah yang buruk atau bersifat aluvial (lunak), sehingga bila terjadi gempa bumi akan mudah luluh lantak.
2. Perlu dilakukan penilaian bahaya kegempaan dengan pendekatan nilai akselerasi di bantuan dasar atau *peak ground acceleration* (PGA).
3. Kota Gunungsitoli memiliki kepadatan penduduk yang tinggi.
4. Kota Gunungsitoli merupakan sebagai pusat pembangunan infrastruktur di Pulau Nias.
5. Perlu diketahui tingkat bahaya wilayah Kota Gunungsitoli akibat bencana gempa bumi.

C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, terfokus dan tidak meluas, peneliti membatasi penelitian pada:

1. Penilaian bahaya kegempaan dengan pendekatan nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) dari sumber gempa subduksi pada segmen Nias-Simeuleu dan segmen Batu di Kota Gunungsitoli.
2. Sebaran tingkat bahaya wilayah Kota Gunungsitoli akibat bencana gempa bumi.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana persebaran nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) dari sumber gempa subduksi pada segmen Nias-Simeuleu dan segmen Batu di Kota Gunungsitoli?
2. Bagaimana sebaran tingkat bahaya wilayah akibat bencana gempa bumi di Kota Gunungsitoli?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui bagaimana persebaran nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) dari sumber gempa subduksi pada segmen Nias-Simeuleu dan segmen Batu di Kota Gunungsitoli
2. Untuk mengetahui bagaimana sebaran tingkat bahaya wilayah akibat bencana gempa bumi di Kota Gunungsitoli?

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini, yaitu:

1. Sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang.
2. Kontribusi keilmuan Geografi di bidang Kebencanaan dan Mitigasi beserta Sistem Informasi Geografi (SIG) dalam menganalisis fenomena spasial.

3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah data pendukung untuk rencana tata ruang dan mitigasi bencana gempa bumi wilayah Kota Gunungsitoli dari sumber gempa bumi subduksi.
4. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi masyarakat untuk mitigasi bencana gempa bumi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Gempa Bumi

Gempa bumi adalah getaran permukaan tanah yang diakibatkan oleh pelepasan energi terakumulasi secara tiba-tiba yang disebabkan oleh berbagai hal, diantaranya subduksi (Muhammad, 2008). Selanjutnya menurut Mustafa (2010), gempa bumi merupakan sebuah guncangan hebat yang menjalar ke permukaan bumi yang disebabkan oleh gangguan di dalam litosfer (kulit bumi). Gangguan ini terjadi karena di dalam lapisan kulit bumi dengan ketebalan 100 km terjadi akumulasi energi akibat dari pergeseran kulit bumi itu sendiri. Jadi dapat disimpulkan bahwa gempa bumi merupakan getaran yang merambat ke permukaan bumi yang berasal dari akumulasi energi lempeng bumi yang bergerak.

a) Jenis- Jenis Gempa Bumi

Berdasarkan kepada penyebabnya, gempa bumi dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- 1) Gempa Bumi Tektonik adalah gempa bumi yang disebabkan oleh dislokasi atau perpindahan pergeseran lapisan bumi yang tiba-tiba terjadi dalam struktur bumi sebagai akibat adanya tarikan atau tekanan. Pergeseran lapisan bumi dapat secara vertikal ataupun secara horizontal. Gempa bumi tektonik dapat menimbulkan kerusakan yang parah apabila episentrumnya dangkal.

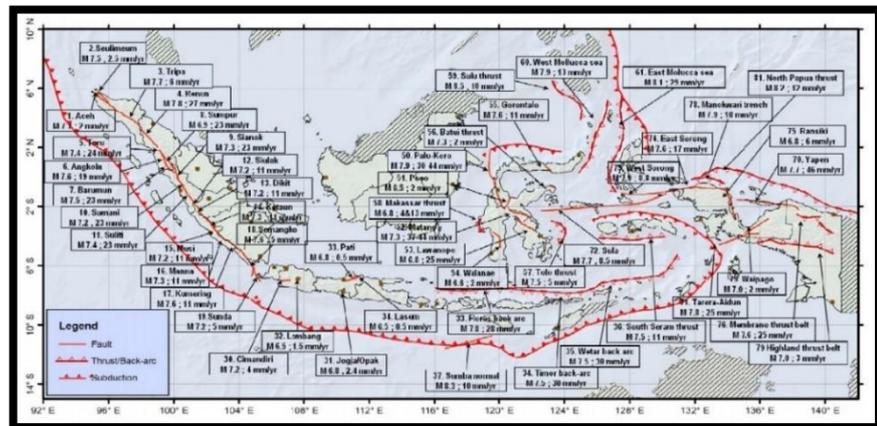
- 2) Gempa Bumi Vulkanik adalah gempa bumi yang disebabkan oleh kegiatan gunung api. Magma yang berada pada kantong di bawah gunung tersebut mendapat tekanan dan melepaskan energinya secara tiba-tiba sehingga menimbulkan getaran tanah. Gempa bumi ini disebabkan oleh kegiatan vulkanik (gunung api). Magma yang berada pada kantong di bawah gunung tersebut mendapat tekanan dan melepaskan energinya secara tiba-tiba sehingga menimbulkan getaran tanah. Gempa bumi vulkanik dapat menjadi gejala/petunjuk akan terjadinya letusan gunung berapi. Namun gempa bumi vulkanik ini biasanya tidak merusak karena kekuatannya cukup kecil, sehingga hanya dirasakan oleh orang-orang yang berada dalam radius yang kecil saja dari sebuah gunungapi.
- 3) Gempa Bumi Runtuhan adalah gempa bumi lokal yang terjadi apabila suatu gua di daerah topografi karst atau di daerah pertambangan runtuh atau massa batuan yang cukup besar di sebuah lereng bukit runtuh/longsor. Kekuatan gempa bumi akibat runtuh massa batuan ini juga kecil sehingga tidak berbahaya.
- 4) Gempa Bumi Buatan adalah gempa bumi yang disebabkan oleh aktivitas manusia, misalnya dalam kegiatan eksplorasi bahan tambang atau untuk keperluan teknik sipil dalam rangka mencari batuan dasar (*bedrock*) sebagai dasar fondasi bangunan. Kekuatannya juga kecil sehingga tidak menimbulkan bahaya bagi manusia dan bangunan.

b) Sumber Gempa bumi

Zona sumber gempa bumi merupakan area yang mempunyai derajat gempa yang sama, dimana di setiap titik di zona tersebut memiliki kemungkinan yang sama akan terjadinya gempa di masa mendatang. Sumber gempa dari zona *fault* atau sesar yang terdapat di lempeng tektonik dalam perkembangannya juga mengalami pergerakan dan juga memberikan kontribusi terhadap kejadian gempa bumi. Gambar 1 menjelaskan mekanisme pergerakan *fault* yang berupa *srikeslip*, *reverse* dan *normal*. Selain itu juga sumber gempa bumi subduksi, zona subduksi utama wilayah Indonesia tersebut merupakan zona-zona sumber gempa bumi yang memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kejadian gempa bumi yang telah lalu dan yang akan datang.

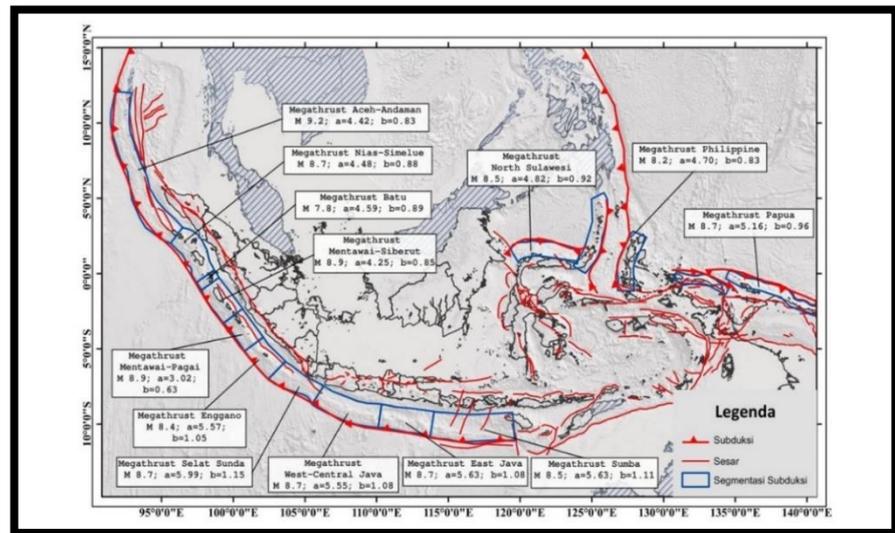
Sumber gempa bumi dalam *seismic hazard analysis* dibagi menjadi 3, yaitu:

- 1) Zona patahan (*fault*) yaitu zona kejadian gempa bumi patahan dangkal (*shallow crustal fault*) dengan mekanisme *strike-slip*, *reverse*, atau *normal* yang terjadi pada patahan-patahan yang sudah terdefinisi dengan jelas, termasuk soal mekanisme *slip-rate*, *dip*, panjang patahan dan lokasinya. Sumber gempa bumi patahan dangkal dimodelkan hingga kedalaman 15 km, seperti pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Peta Sumber Gempa Bumi Indonesia Tahun 2017
 Sumber: Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia, 2017

- 2) Zona subduksi (*megathrust*) terjadi karena gerakan menunjam dari litosfer samudera terhadap litosfer daratan. Hal ini terjadi karena kepadatan relatif litosfer samudera lebih besar dan karakter astenosfer yang relatif lemah. *Rate* dari subduksi dapat berupa *recurrence rate max* untuk model karakteristik yang diambil dari data historis. Batas kedalaman maksimum dari sumber gempa ini dimodelkan hingga 50 km atau merupakan daerah *megathrust*, seperti pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Peta Sumber Gempa Bumi Indonesia Tahun 2017
Sumber: Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia, 2017

- 3) Zona *background* yaitu sumber gempa bumi yang belum diketahui secara jelas. Tetapi pada tempat tersebut di dapat adanya beberapa kejadian gempa bumi yang belum diketahui sesar (Kramer dan Steven, 1996).

c) Parameter Gempa Bumi

Parameter gempa bumi merupakan informasi yang berkaitan dengan kejadian gempa bumi. Parameter gempa bumi ini meliputi waktu kejadian (*origin time*), lokasi episenter, kedalaman sumber gempa bumi, dan magnitudo.

Waktu kejadian gempa bumi (*origin time*) adalah waktu terlepasnya akumulasi tegangan (*stress*) yang berbentuk penjalaran gelombang gempa bumi dan dinyatakan dalam hari, tanggal, bulan, tahun, jam, menit dan detik dalam satuan UTC (*Universal Time Coordinated*).

Episenter adalah titik dipermukaan bumi yang merupakan refleksi tegak lurus dari hiposenter atau fokus gempa bumi. Lokasi episenter dibuat dalam sistem koordinat kartesian bola bumi atau sistem koordinat geografis dan dinyatakan dalam derajat lintang dan bujur.

Kedalaman sumber gempa bumi adalah jarak hiposenter dihitung tegak lurus dari permukaan bumi. Kedalaman dinyatakan oleh besaran jarak dalam satuan kilometer (km).

Intensitas gempa bumi merupakan ukuran gempa bumi yang pertama kali digunakan untuk menyatakan besar gempa bumi sebelum manusia dapat mengukur besarnya gempa bumi dengan alat. Ukuran ini dapat diketahui dengan cara melakukan pengamatan langsung efek gempa bumi terhadap manusia, struktur bangunan dan lingkungan pada suatu lokasi tertentu. Untuk mengetahui ukuran gempa bumi dijelaskan dalam skala MMI (*Modified Mercalli Intensity*), menurut BMKG Skala MMI adalah satuan untuk mengukur kekuatan gempa bumi. Satuan ini diciptakan oleh seorang vulkanologis dari Italia yang bernama Giuseppe Mercalli pada tahun 1902. Namun, di Indonesia telah memiliki ukuran gempa bumi tersendiri yang dinyatakan dalam Skala Intensitas Gempa Bumi (SIG). Skala Intensitas Gempa Bumi (SIG-BMKG) digagas dan disusun dengan mengakomodir keterangan dampak gempa bumi berdasarkan tipikal budaya atau bangunan di Indonesia.

Magnitudo gempa bumi adalah parameter gempa bumi yang berhubungan dengan besarnya kekuatan gempa bumi di sumbernya. Ukuran

kekuatan gempa bumi biasanya dinyatakan dalam skala magnitudo (M) atau skala *Richter* (SR). Skala *Richter* mengukur *Magnitude* gempa bumi berdasarkan amplitudo yang terjadi sehingga lebih objektif.

Skala magnitudo ini dihitung menggunakan angka arab dari 0 sampai 10 dan dapat menggunakan koma. Berdasarkan magnitudo gempa, maka gempa dapat pula digolongkan ke dalam 4 (empat) kelompok, yakni:

- 1) Gempa lemah : Magnitudo $< 3,5$ SR
- 2) Gempa sedang : Magnitudo antara 3,5 sampai 5,5 SR
- 3) Gempa kuat : Magnitudo 5,5 sampai 7 SR
- 4) Gempa sangat kuat : Magnitudo > 7 SR

Berdasarkan parameter gempa bumi yang telah diuraikan di atas, dapat disimpulkan bahwa gempa dangkal dan gempa yang memiliki kekuatan kuat atau sangat kuat merupakan gempa yang paling membahayakan bagi kehidupan manusia dan habitatnya.

2. Kecepatan Gelombang Geser (Vs30)

Kecepatan gelombang geser atau Vs30 merupakan kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 meter dari permukaan. Menurut Roser dan Gosar (2010) nilai Vs30 digunakan untuk menentukan klasifikasi batuan berdasarkan kekuatan getaran gempa bumi akibat efek lokal serta digunakan untuk keperluan dalam perancangan bangunan tahan gempa bumi. Vs30 merupakan data yang penting dan paling banyak digunakan dalam geofisika untuk menentukan karakteristik struktur bawah permukaan hingga kedalaman 30 meter. Menurut Wangsadinata (2006) hanya lapisan-lapisan batuan sampai

kedalaman 30 meter saja yang menentukan pembesaran gelombang gempa bumi (Nurahmi dkk., 2015).

Vs30 merupakan parameter geoteknik yang sangat berguna untuk analisis gelombang seismik. Respon batuan terhadap getaran gelombang seismik yang melewatinya akan berbeda-beda, tergantung pada jenis batuan. Karakter respon batuan tersebut dapat menunjukkan spesifik dari jenis dan sifat dinamis suatu batuan, sehingga kekakuan batuan, dan kuat geser tanah dapat diketahui, dengan mengukur kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 meter. Pembagian klasifikasi situs untuk klasifikasi kecepatan gelombang geser atau Vs30 dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Klasifikasi Kelas Situs Zhao Yang Digunakan Berdasarkan Nilai Periode Dominan Menurut NHERP

<i>Site Class</i>	<i>Description</i>	Periode Natural	Vs30 (m/s)	NEHRRP Site Class
Hard rock			Vs30 > 1100	A
SC I	Rock	T < 0,2 s	Vs30 > 600	A+B
SC II	Hard soil	0.2 s ≤ T < 0,4 s	300 ≤ Vs30 ≤ 600	C
SC III	Medium soil	0.4 s ≤ T < 0,6 s	200 ≤ Vs30 ≤ 300	D
SC IV	Soft soil	T ≥ 0,6 s	Vs30 ≤ 200	E+F

Sumber: Zhao, dkk., 2006

Nilai Vs30 ini dapat dipergunakan untuk memperkirakan bahaya atau potensi kerusakan apabila terjadi gempa bumi. Hal ini disebabkan karena dampak kerusakan suatu tempat gempa bumi tidak hanya berdasarkan jarak episenter dan besar kekuatan gempa, tetapi juga kondisi lokal daerah setempat. Salah satu metode yang dapat menggambarkan kondisi lokal daerah setempat adalah pemetaan nilai kecepatan gelombang geser (Vs30). Guncangan lebih kuat terjadi pada daerah dengan nilai Vs30 yang rendah (Susilanto dan Ngadmanto, 2015). Selain itu juga nilai nilai Vs30 merupakan sebagai standar

penentuan standar bangunan tahan gempa bumi. Hal ini merupakan tahap dasar yang diperlukan untuk mengurangi risiko bencana gempa bumi, agar dapat menjadi salah satu tinjauan pemerintah daerah dalam mengatur tata ruang dan wilayah dalam pengembangan dan pembangunan yang akan dilakukan ke depannya.

3. Percepatan Tanah Maksimum (PGA)

Percepatan tanah maksimum atau *Peak Ground Acceleration* (PGA) adalah nilai percepatan tanah yang diukur selama gempa bumi. Percepatan getaran tanah maksimum yang terjadi pada suatu titik pada posisi tertentu dalam suatu kawasan yang dihitung dari akibat semua gempa bumi yang terjadi pada kurun waktu tertentu dengan memperhatikan besar magnitudo dan jarak hiposenternya, serta periode dominan batuan di mana titik tersebut berada, kemudian dengan rumus atenuasi yang kini sudah berkembang hingga beberapa generasi. Subardjo (2001) juga menjelaskan bahwa percepatan tanah maksimum adalah suatu nilai yang dihitung di titik pengamatan pada permukaan bumi dari riwayat gempa bumi dengan nilai perhitungan dipilih yang paling besar. Nilai percepatan getaran tanah yang akan diperhitungkan sebagai salah satu bagian dalam perencanaan bangunan tahan gempa adalah nilai percepatan maksimum. Namun berdasarkan hasil penelitian Hadi dkk (2012), percepatan tanah maksimum atau *Peak Ground Acceleration* (PGA) merupakan nilai percepatan getaran tanah rata-rata berdasarkan data historis gempa bumi dalam kurun waktu tertentu yang dapat menunjukkan tingkat risiko bencana gempa bumi di suatu wilayah. Semakin besar nilai *Peak Ground*

Acceleration (PGA) maka gempa bumi yang bersangkutan dianggap semakin kuat, energi besar dan dianggap semakin membuat banyak kerusakan (Pawirodikromo, 2012). Nilai-nilai ini bervariasi pada gempa bumi dan tempat yang berbeda, tergantung pada banyak faktor, termasuk panjang *fault*, kedalaman gempa, jarak hiposenter gempa bumi, durasi gempa bumi, dan geologi tanah (*subsurface*). Gempa bumi dangkal menghasilkan kuat getaran (percepatan) dari gempa menengah dan mendalam karena energi dilepaskan lebih dekat ke permukaan. Perambatan gelombang seismik yang menjadi akibat dari percepatan tanah maksimum.

Percepatan getaran tanah dinyatakan dalam (*Gravitational Acceleration* = g) atau m/s^2 ($1 g = 9,81 m/s^2$ atau dalam gal dimana $1 gal$ sama dengan $0,01 m/s^2$ $1 g = 981 gal$). Nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) yang dihasilkan dapat menunjukkan tingkat risiko bencana yang terjadi. Nilainya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan mitigasi bencana, desain struktur bangunan dan rencana tata ruang. Menurut para peneliti bahwa kondisi atau jenis situs telah berpengaruh terhadap percepatan tanah akibat gempa bumi. Selain jenis situs, maka jarak situs terhadap sumber gempa bumi juga telah berpengaruh baik terhadap kandungan frekuensi, respons tanah, disipasi energi dan durasi efektif getaran gempa bumi (Pawirodikromo, 2012).

4. Geologi

Geologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari material penyusun kerak bumi, proses-proses yang berlangsung selama dan atau setelah pembentukannya, serta makhluk hidup yang pernah ada atau hidup di bumi.

Kerak bumi (*crust*) merupakan lapisan terluar yang tipis, terdiri batuan yang lebih ringan dibandingkan dengan batuan mantel di bawahnya. Memiliki densitas rata-rata 2,7 gr/cc dengan ketebalan yang tidak merata sehingga dapat menimbulkan perbedaan elevasi antara benua dan samudera. Pada daerah pegunungan ketebalannya >50 km dan pada beberapa samudera <5 km. Berdasarkan data kegempaan dan komposisi material pembentuknya, para ahli membagi menjadi kerak benua dan kerak samudera.

- a) Kerak benua, terdiri dari batuan granitik, ketebalan rata-rata 45 km, berkisar antara 30-50 km. Kaya akan unsur Si dan Al, maka disebut juga sebagai lapisan SiAl.
- b) Kerak samudera, terdiri dari batuan basaltik, tebalnya sekitar 7 km. Kaya akan unsur Si dan Mg, maka disebut juga sebagai lapisan SiMa.

Kerak bumi terdiri dari aneka ragam jenis batu-batuan. Batuan merupakan material yang membentuk litosfir maupun kerak bumi, terdiri dari mineral-mineral, terbentuk di alam dan tidak hidup. Dalam batuan terekam proses-proses geologi yang telah terjadi pada masa pembentukan batuan tersebut (Sapiie dkk., 2006). Jenis-jenis batuan ini dapat mempengaruhi bentuk muka bumi. Tiap batuan memiliki corak, bentuk, warna serta cara terjadinya yang berbeda-beda. Batuan terbentuk dari kombinasi antara satu atau lebih mineral (Lobeck, 1939).

Untuk memudahkan batuan, dibuatlah klasifikasi secara sederhana yaitu:

- a) Batuan beku, terbentuk dari magma yang mendingin dan membeku

- b) Batuan sedimen, merupakan batuan yang terbentuk dari sedimen yang diendapkan (di darat atau di dalam air) dan setelah mengalami proses geologi menjadi batuan sedimen
- c) Batuan metamorfosa atau batuan malihan yaitu batuan yang telah mengalami perubahan karena tekanan atau suhu yang tinggi. Perubahannya menjadi batuan metamorfosa, atau batuan malihan tanpa melalui pelelehan (Sapiie dkk., 2006).

Batuan terbentuk dari macam-macam mineral, yang dikenal dengan mineral pembentuk batuan. Beberapa mineral utama pembentuk batuan yang umum dijumpai dalam batu-batuan:

- a) Batuan Beku: feldspar, mika, amfibol, piroksen, olivin dan kuarsa.
- b) Batuan Sedimen: kuarsa, kalsit, amfibol, lempung, halit, gypsum, dan feldspar.
- c) Batuan Metamorf: kuarsa, feldspar, amfibol, piroksen, mika, gamet, dan chlorit.

Menurut Pedoman Penataan Ruang dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.21/PRT/M/2007, sifat fisik batuan merupakan pencerminan dari kondisi kekuatan batuan di dalam menerima beban dan tekanan. Semakin kuat suatu batuan di dalam menerima beban dan tekanan, maka akan semakin stabil terhadap kemungkinan longsor dan amblasan, terutama pada saat terjadi guncangan pada kawasan bahaya bencana gempa bumi.

Urutan pertama menunjukkan kelompok batuan yang relatif kompak, lebih resisten terhadap gempa dan lebih stabil terhadap kemungkinan longsor

dan amblasan. Urutan selanjutnya nilai kemampuannya semakin mengecil, kelompok batuan tersebut yaitu:

- a) Andesit, granit, diorit, metamorf, breksi vulkanik, aglomerat, breksi sedimen dan konglomerat.
- b) Batupasir, tuf kasar, batulanau, arkose, greywacke dan batugamping
- c) Pasir, lanau, batulumpur, napal, tuf halus dan serpih
- d) Lempung, lumpur, lempung organik dan gambut.

Untuk lebih jelasnya, urutan keresistenan kelompok batuan dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Urutan Keresistenan Kelompok Batuan

Kelompok Batuan	Urutan
Andesit, granit, diorit, metamorf, breksi vulkanik, aglomerat, breksi sedimen dan konglomerat.	1
Batupasir, tuf kasar, batulanau, arkose, greywacke dan batugamping	2
Pasir, lanau, batulumpur, napal, tuf halus dan serpih	3
Lempung, lumpur, lempung organik dan gambut	4

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 21/PRT/M/2007

5. Lereng

Kemiringan lereng dapat memberikan gambaran tingkat stabilitas terhadap kemungkinan terjadinya longsor atau runtuh tanah dan batuan, terutama pada saat terjadi pada kawasan bahaya gempa bumi (Putri, 2011). Semakin terjal lereng maka potensi untuk terjadinya gerakan tanah dan batuan akan semakin besar, walaupun jenis batuan yang menempatinnya cukup berpengaruh untuk tidak terjadinya longsor. Longsor yang terjadi akibat gempa bumi disebabkan oleh adanya pengaruh kuat magnitudo, durasi guncangan, nilai PGA lokasi, dan sumber gempa (Keefer, 1984) (Meunier, 2007).

Informasi kemiringan lereng yang dipakai untuk zonasi bahaya bencana ini memakai klasifikasi lereng yang dibuat oleh Van Zuidam (1988), yaitu:

- a) 0° - 2° (0%-2%) : datar (*almost flat*)
- b) 2° - 4° (2%-7%) : landai (*genly sloping*)
- c) 4° - 8° (7%-15%) : miring (*sloping*)
- d) 8° - 16° (15%-30%) : agak curam (*moderately steep*)
- e) 16° - 35° (30%-70%) : curam (*steep*)
- f) 35° - 55° (70%-140%) : sangat curam (*very steep*)
- g) $>55^{\circ}$ ($>140\%$) : terjal (*extremely steep*)

Wilayah dengan kemiringan lereng antara 0% hingga 15% akan stabil terhadap kemungkinan longsor, sedangkan di atas 15% potensi untuk terjadi longsor pada kawasan bahaya gempa bumi akan semakin besar (Departemen Pekerjaan Umum, 2007).

6. Struktur Geologi

Tingginya aktivitas tektonik Indonesia disebabkan posisi Indonesia berada di daerah pertemuan antar lempeng. Secara tektonik Indonesia berada dalam zona tumbukan tiga lempeng yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Samudera Pasifik, dan lempeng Eurasia. Lempeng Indo-Australia yang bertumbukan dengan lempeng Eurasia sepanjang Sumatera, Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara. Zona subduksi di samudera Indonesia merupakan hasil interaksi lempeng Indo-Australia yang bergerak ke timur laut dengan lempeng Eurasia yang bergerak relatif ke tenggara dan cenderung stabil. Lempeng-lempeng yang saling bertumbukan akan berinteraksi baik horizontal maupun vertikal. Interaksi tersebut akan membentuk pegunungan lipatan, jalur gunung api atau magmatik, dan sistem persesaran (Ashar dkk., 2017). Pembentukan

lipatan, sistem kekar, sistem sesar, bidang perlapisan, dan ketidakselarasan yang dimaksud merupakan struktur atau kondisi geologi yang ada di suatu daerah.

Struktur dapat dilihat dari posisi dan susunan batuan di bumi. Struktur yang ada seperti sesar yang berarti diskontinuitas yang terjadi karena gaya tektonik pada batuan dan menunjukkan gejala pergeseran (Lobeck, 1993). Dalam struktur geologi, deformasi yang terjadi akibat gaya tektonik dikelompokkan sebagai struktur sekunder dan dibedakan dari struktur yang terbentuk pada saat atau sebelum batuan terbentuk yang dinamakan struktur primer (Sapiie dkk., 2006). Rekahan pada batuan dimana terjadi pergeseran di sepanjang rekahan dinamakan sesar, patahan atau fault. Meskipun gerakan sesar besar sampai beberapa kilometer, tetapi jarak tersebut merupakan jumlah dari gerakan mendadak yang kecil-kecil. Setiap gerak mendadak dapat menimbulkan gempa. Pergerakan mendadak pada litosfir biasanya disertai gempa bumi (Sapiie dkk., 2006).

Struktur geologi merupakan pencerminan seberapa besar suatu wilayah mengalami deraan tektonik. Semakin rumit struktur geologi yang berkembang di suatu wilayah, maka menunjukkan bahwa wilayah tersebut cenderung sebagai wilayah yang tidak stabil. Beberapa struktur geologi yang dikenal adalah berupa kekar, lipatan dan patahan/sesar (Departemen Pekerjaan Umum, 2007).

Dari penjelasan tersebut, maka selanjutnya dilakukan suatu pengkajian terhadap pengelompokan struktur geologi yaitu dengan melihat jarak terhadap zona sesar yang merupakan acuan kestabilan wilayah. Menurut peraturannya,

semakin jauh suatu wilayah dari zona sesar maka wilayah tersebut akan semakin stabil. Struktur geologi dengan jarak kurang dari 100 m dianggap sebagai zona tidak stabil, sementara antara 100 m – 1000 m dianggap sebagai zona kurang stabil dan lebih dari 1000 m diklasifikasikan sebagai zona stabil (Departemen Pekerjaan Umum, 2007). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Jarak Suatu Wilayah Terhadap Zona Sesar

Jarak Dari Patahan/ <i>Fault</i>	Keterangan
<100 m	Zona tidak stabil
100-1000 m	Zona kurang stabil
>1000 m	Zona stabil

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 21/PRT/M/2007

7. Bahaya Bencana Gempa Bumi

Kawasan bahaya gempa bumi ditetapkan dari hasil pengkajian terhadap daerah yang diindikasikan berpotensi terhadap bencana atau lokasi yang diperkirakan akan terjadi bencana atau dampak bencana. Pengkajian untuk menetapkan suatu kawasan yang disebut bahaya bencana gempa bumi dapat dilihat dari kondisi fisiknya dengan data pendukung seperti jenis batuan, struktur geologi, kemiringan lereng, dan kemantapan tanah.

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.21/PRT/M/2007 Mengenai Pedoman Penataan Ruang Kawasan Bahaya Letusan Gunung Api Dan Kawasan Bahaya Gempa Bumi, kawasan bahaya gempa bumi dapat dibedakan menjadi enam (6) tipe kawasan berdasarkan informasi geologi (sifat fisik batuan, kemiringan lereng, kegempaan dan struktur geologi) serta penilaian kestabilan yang diuraikan sebagai berikut:

a) Tipe A

Kawasan ini berlokasi jauh dari daerah sesar yang rentan terhadap getaran gempa. Kawasan ini juga dicirikan dengan adanya kombinasi saling melemahkan dari faktor dominan yang berpotensi untuk merusak. Bila intensitas gempa tinggi (*Modified Mercalli Intensity* / MMI VIII) maka efek rusaknya diredam oleh sifat fisik batuan yang kompak dan kuat.

b) Tipe B

- 1) Faktor yang menyebabkan tingkat bahaya bencana gempa pada tipe ini tidak disebabkan oleh satu faktor dominan, tetapi disebabkan oleh lebih dari satu faktor yang saling mempengaruhi, yaitu intensitas gempa tinggi (MMI VIII) dan sifat fisik batuan menengah.
- 2) Kawasan ini cenderung mengalami kerusakan cukup parah terutama untuk bangunan dengan konstruksi sederhana.

c) Tipe C

Terdapat paling tidak dua faktor dominan yang menyebabkan bahaya tinggi pada kawasan ini. Kombinasi yang ada antara lain adalah intensitas gempa tinggi dan sifat fisik batuan lemah; atau kombinasi dari sifat fisik batuan lemah dan berada dekat zona sesar cukup. Kawasan ini mengalami kerusakan cukup parah dan kerusakan bangunan dengan konstruksi beton terutama yang berada pada jalur sepanjang zona sesar.

d) Tipe D

- 1) Bahaya gempa diakibatkan oleh akumulasi dua atau tiga faktor yang

saling melemahkan. Sebagai contoh gempa pada kawasan dengan kemiringan lereng curam, intensitas gempa tinggi dan berada sepanjang zona sesar merusak; atau berada pada kawasan dimana sifat fisik batuan lemah, intensitas gempa tinggi, di beberapa tempat berada pada potensi landaan tsunami cukup merusak.

- 2) Kawasan ini cenderung mengalami kerusakan parah untuk segala bangunan dan terutama yang berada pada jalur sepanjang zona sesar.

e) Tipe E

- 1) Kawasan ini merupakan jalur sesar yang dekat dengan episentrum yang dicerminkan dengan intensitas gempa yang tinggi, serta di beberapa tempat berada pada potensi landaan tsunami merusak. Sifat fisik batuan dan kelerengan lahan juga pada kondisi yang rentan terhadap guncangan gempa.
- 2) Kawasan ini mempunyai kerusakan fatal pada saat gempa.

f) Tipe F

- 1) Kawasan ini berada pada kawasan landaan tsunami sangat merusak dan di sepanjang zona sesar sangat merusak, serta pada daerah dekat dengan episentrum dimana intensitas gempa tinggi. Kondisi ini diperparah dengan sifat fisik batuan lunak yang terletak pada kawasan morfologi curam sampai dengan sangat curam yang tidak kuat terhadap guncangan gempa.
- 2) Kawasan ini mempunyai kerusakan fatal pada saat gempa.

(Departemen Pekerjaan Umum, 2007).

B. Penelitian Yang Relevan

Penelitian yang relevan menyatakan uraian tentang pendapat atau hasil penelitian yang terdahulu dan kaitannya dengan permasalahan yang akan ditemukan. Hasil-hasil studi yang relevan dengan penelitian peneliti antara lain:

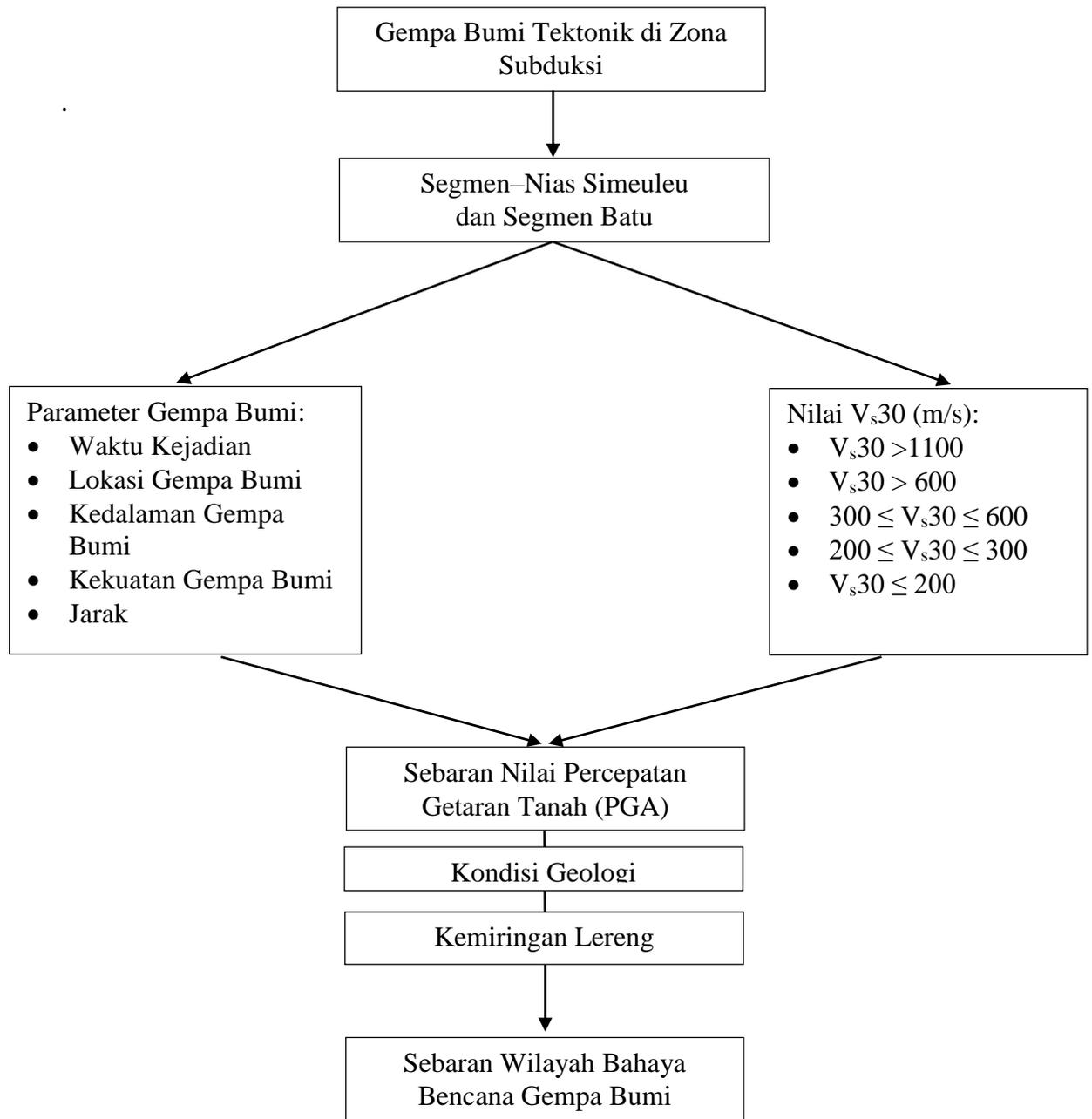
1. Lia Vivi Farida (2017) “Analisis Bahaya Gempa Bumi *Deterministic* dengan Pendekatan *Peak Ground Acceleration* (PGA) dari Patahan Musi dan Zona Siberut *Megathrust* terhadap Kota Bengkulu”, dalam penelitian ini mengatakan bahwa diperoleh nilai V_{s30} antara 213,25 m/s hingga 437,37 m/s dan nilai PGA batuan dasar antara 0,11 g hingga 0,16 g serta nilai PGA permukaan antara 0,13 g hingga 0,34 g.
2. Arif Ismul Hadi, dkk (2012) “Pemetaan Percepatan Getaran Tanah Maksimum dan Kerentanan Seismik Akibat Gempa Bumi untuk Mendukung Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Kota Bengkulu”, dalam penelitian ini mengatakan bahwa nilai PGA rata-rata pada beberapa titik lokasi di kecamatan di Kota Bengkulu berdasarkan data historis gempa selama periode 40 tahun (1971-2011) adalah 297,28 – 300,47 gals dengan tingkat risiko besar dan risiko sangat besar. Sedangkan nilai indeks kerentanan seismik di beberapa titik lokasi di kecamatan di Kota Bengkulu cukup berbeda signifikan dikarenakan kondisi geologi pada masing-masing titik lokasi turut diperhitungkan. Indeks kerentanan seismik ≥ 9 merupakan daerah yang memiliki tingkat kerawanan yang tinggi terhadap kejadian gempa bumi. Sehingga dalam rencana tata ruang dan wilayah (RTRW) perlu menempatkan bangunan maupun prasarana lainnya

di daerah yang mempunyai nilai PGA dan indeks kerentanan seismiknya rendah.

3. Tiara Ramadhanti Putri (2011) “Kerentanan Wilayah Terhadap Gempa Bumi di Tasikmalaya”, dalam penelitian ini mengatakan bahwa kerawanan wilayah di Tasikmalaya lebih dipengaruhi oleh faktor fisik berupa PGA, yaitu pada rawan rendah (tipe A) yang tersebar di bagian utara dan didominasi batuan vulkanik dengan sebaran nilai PGA <74,85 gals hingga 92,72 gals dan kemiringan lereng yang bervariasi dari 7% hingga >140% serta terdapat geologi berupa sesar. Sedangkan wilayah rawan sedang (tipe B) dan rawan tinggi (tipe C) tersebar di bagian tengah hingga selatan Tasikmalaya. Kerentanan wilayah terhadap gempa bumi berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan modifikasi pembobotan dipengaruhi oleh kondisi fisik berupa wilayah rawan gempa bumi dan kondisi sosial ekonomi. Tingkat kerentanan wilayah yang tinggi berada di selatan Tasikmalaya.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka pikir bertujuan untuk mempermudah peneliti dalam penelitian, agar proses penelitian yang dilakukan peneliti dapat terarah. Adapun kerangka pikir penelitian ini seperti pada gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Bagan Kerangka Berpikir
Sumber: Peneliti, 2019

Berdasarkan kerangka pikir pada gambar 3 dapat dijelaskan bahwa pada penelitian ini, jenis gempa bumi yang akan digunakan untuk menentukan tingkat bahaya bencana gempa bumi adalah gempa bumi tektonik di zona subduksi Pulau Nias, yaitu segmen Nias-Simeuleu dan segmen Batu. Langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah menentukan parameter gempa bumi yang akan digunakan, seperti waktu kejadian; lokasi gempa bumi; kedalaman gempa bumi dan kekuatan gempa bumi di setiap kejadian bencana gempa bumi besar, yaitu bencana gempa bumi di segmen Batu tahun 1935 dan di segmen Nias-Simeuleu tahun 2005 dan tahun 2008. Selain itu juga perlu dilakukan pengklasifikasian kelas situs untuk menentukan sifat batuan berdasarkan nilai V_{s30} . Penentuan parameter gempa bumi dan kelas situs merupakan beberapa langkah dalam mengukur nilai percepatan getaran tanah (PGA), kemudian mengetahui kondisi geologi dan kemiringan lereng guna menentukan sebaran tingkat bahaya wilayah terhadap bencana gempa bumi pada wilayah penelitian.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, adapun hasil kesimpulan yang dapat ditarik sebagai berikut:

1. Persebaran nilai percepatan getaran tanah atau *Peak Ground Acceleration* (PGA) dari sumber gempa subduksi pada segmen Nias-Simeuleu dan segmen Batu di Kota Gunungsitoli memiliki variasi rentang antara 100,51 gal – 117,22 gal. Nilai percepatan getaran tanah (PGA) pada kelompok nilai yang tertinggi memiliki luas wilayah 14232,67 Ha. Sedangkan nilai percepatan getaran tanah (PGA) pada kelompok nilai yang terendah memiliki luas 79,59 Ha.
2. Sebaran tingkat bahaya wilayah terhadap bencana gempa bumi di Kota Gunungsitoli terdiri dari tiga kelas, antara lain:
 - a) Bahaya rendah (tipe A) yang tersebar di Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa seluas 176,15 Ha, dan Kecamatan Gunungsitoli Idanoi seluas 68,38 Ha.
 - b) Bahaya sedang (tipe B dan C) yang tersebar di Kecamatan Gunungsitoli seluas 2335,79 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa seluas 3370,73 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Barat seluas 2987,46 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Idanoi seluas 854,58 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Selatan seluas 2818,19 Ha, dan Kecamatan Gunungsitoli Utara seluas 2737,69 Ha.
 - c) Bahaya tinggi (tipe D dan E) yang tersebar di Kecamatan Gunungsitoli seluas 2175,38 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa seluas 557,92 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Barat seluas 0,23 Ha, Kecamatan Gunungsitoli

Idanoi seluas 4799,84 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Selatan seluas 1580,96 Ha dan Kecamatan Gunungsitoli Utara seluas 3323,44 Ha.

Bahaya rendah tersebar di bagian Tengah Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa dan di bagian Tengah Kecamatan Gunungsitoli Idanoi. Bahaya tinggi di bagian Utara, Timur dan Selatan Kota Gunungsitoli sedangkan bahaya sedang hampir di seluruh wilayah Kota Gunungsitoli. Semakin dekat dengan lokasi episentrum, nilai PGA tinggi, kondisi geologi dan kemiringan lereng tidak stabil dengan bencana gempa bumi maka tingkat bahaya yang terjadi semakin tinggi.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, penulis menyarankan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan upaya penelitian lebih lanjut tentang perhitungan nilai percepatan getaran tanah (PGA) dengan menggunakan metode dan rumus yang berbeda, serta pengkajian lebih lanjut terkait analisis yang tepat digunakan untuk membuat peta kontur atau peta persebaran nilai percepatan getaran tanah (PGA) di ArcMap atau *software* pemetaan lainnya agar dapat menjadi pembandingan dan evaluasi penulis.
2. Perlu dilakukan upaya penelitian lebih lanjut tentang risiko bencana gempa bumi di Kota Gunungsitoli dengan menggunakan hasil sebaran bahaya bencana gempa bumi yang sudah penulis peroleh beserta variabel-variabel kerentanan guna untuk menghasilkan peta risiko bencana gempa bumi di Kota Gunungsitoli yang terbaru.

3. Penulis menyarankan kepada masyarakat Kota Gunungsitoli untuk melakukan pembangunan yang tahan gempa.
4. Meningkatkan budaya Nias di dalam melakukan peringatan dini akan bencana gempa bumi dan tsunami yang dimulai dari keluarga, dimana para orangtua menceritakan tragedi bencana alam kepada anaknya, yaitu “apabila nanti air laut tiba-tiba surut sampai jauh ke tengah maka itulah tandanya *smong* akan datang, larilah cepat ke bukit, selamatkan jiwa dan tinggalkan saja harta benda”.
5. Melakukan pembangunan jalur evakuasi bencana gempa bumi di Kota Gunungsitoli.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashar Muhammad Isom, dkk., 2007. Pemodelan Bawah Permukaan Zona Subduksi Daerah Selatan Jawa Barat Berdasarkan Data Anomali Medan Gravitasi. *Youngster Physics Journal*. Vol. 6, No. 4, Oktober 2017, Hal. 382-387.
- Bakornas Penanggulangan Bencana. 2007. *Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia*. Jakarta: Direktorat Mitigasi Lahar BAKORNAS PB.
- BPS. 2018. *Kota Gunungsitoli Dalam Angka*. Gunungsitoli: BPS Kota Gunungsitoli.
- Departemen Pendidikan Nasional. 1989. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2007. *Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Letusan Gunung Berapi dan Kawasan Rawan Gempa Bumi Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.21/prt/ m/2007*. Jakarta.
- Farida, Lia Vivi. 2017. Analisis Bahaya Gempa Bumi Deterministik Dengan Pendekatan *Peak Ground Acceleration* (PGA) dari Patahan Musi dan Zona Siberut *Megathrust* Terhadap Kota Bengkulu. *Skripsi Fakultas Teknik*.
- Hadi Arif Ismul, dkk. 2012. Pemetaan Percepatan Getaran Tanah Maksimum dan Kerentanan Seismik Akibat Gempa Bumi untuk Mendukung Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Kota Bengkulu. *Jurnal Ilmu Fisika Indonesia*. Vol. 1 No. 2, September 2012, Hal. 81-86.
- Ihsan, Mohammad. 2008. Analisa Ketahanan Gempa Pada Struktur Rumah Tradisional Sumatra. *Skripsi Fakultas Teknik Universitas Indonesia*.
- Katili, J.A., 1973. *Volcanism and Plate Tectonics in Indonesian Island Arc, Tectonophys.*,
- Kramer dan Steven, L., 1996. *Geotechnical Earthquake Engineering*. Upper Saddle River, New Jersey 07458: Prantice Hall, Inc.
- Keefer, D., 1984. Landslide caused of earthquake. *Geological Society of America Bulletin* , pp.406 - 421.

- Lobeck, A.K. 1939. *Geomorphology: An Introduction Study Of Landscape*. Mc Grahill Book Co. Inc. New York.
- Meunier, P., 2007. Regional Patterns of Earthquake-triggered Landslides and Their Relation to Ground Motion. *Geophysical Research Letters*. Vol. 34, p.1.
- Mustafa, Badrul. 2010. Analisis Gempa Nias dan Gempa Sumatera Barat Dan Kesamaannya Yang Tidak Menimbulkan Tsunami. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Andalas*. Vol. 2, No. 1, Maret 2010, Hal 44-50.
- Natawidjaja, D. H., And W. Triyoso. 2007, The Sumatran Fault Zone—From Source To Hazard, *J. Earthq. Tsunami*, 1(01), 21–47.
- Naryanto, S. H. 2005. Zonasi Kerusakan, Analisis Kegempaan Dan Mitigasi Bencana Pasca Gempa Nias, Sumatera Utara 28 Maret 2005. *Jurnal Alami*. Vol. 10 Nomor 2 Tahun 2005.
- Nurahmi, Effendi. R. dan Sandra., 2015. Analisis Kecepatan Gelombang Geser Vs30 Menggunakan Metode Refraksi Mikrotremor (Remi) Di Kelurahan Talise. *Jurnal Gravitasi*. Vol. 14 No.1 (Januari-Juni 2015). Universitas Tadulako, Palu, Indonesia.
- Putri, Tiara Ramadhanti. 2011. Kerentanan Wilayah Terhadap Gempa Bumi Di Tasikmalaya. *Skripsi Fakultas Matematika dan IPA Departemen Geografi*.
- Pawirodikromo, Widodo. 2012. *Seismologi Teknik Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta: Pusaka Pelajar.
- Peta Geologi Lembar Nias Sumatera. 1975. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Reza, Muhammad. 2008. *Studi Mekanisme Sumber Gempa Bumi Nias 2005*. Jakarta: Program Pendidikan Diploma III, Jurusan Geofisika, Akademi Meteorologi dan Geofisika.
- Rusman, Muh. Khairil. 2016. *Geologi Dasar (Basic of Geology)*. Kendari: Jurusan Teknik Geologi, Angkatan 2014, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Universitas Halu Oleo.
- Riyanti, Azis. 2017. Analisis Zona Bahaya Gempa Bumi Berdasarkan Metode Deterministik dan Pendekatan Geomorfologi Kota Padang Sumatera Barat. *Skripsi Fakultas Teknik*.

- Rencana Terpadu Program Investasi Infrastruktur Jangka Menengah (RPI2JM) Kota Gunungsitoli 2016-2020.
- Soeria-Atmadja, R., Suparka, S., Abdullah, C., Noeradi, D., dan Sutanto. 1998. Magmatism in Western Indonesia, the Trapping of the Sunda Block and the Gateways to the East of Sundaland. *Journal of Asian Earth Sciences*. Vol. 16 (1), p.1- 12.
- Subardjo. 2001. Intensitas Seismik dan Percepatan Tanah untuk Beberapa Kota di Indonesia. *Jurnal BMG*. Vol. 2 No. 3 : 37-41.
- Sapiie, B. 2006. *Geologi Fisik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Subarnas, Agus dan Tobing, Robert L., 2006. *Inventarisasi Endapan Batu Bara Di Daerah Marginal Kabupaten Nias, Provinsi Sumatera Utara*.
- Susilanto, P., dan Ngadmanto, D., 2015. Analisis Kecepatan Gelombang Geser (VS) di Cilacap, Jawa Tengah sebagai Upaya Mitigasi Gempabumi, *Jurnal Meteorologi dan Geofisika (JMG)*. Vol. 16 No. 1 : 57-64.
- Surveyor Pemetaan Madya di PVMBG. 2015. Mengenang Gempa Nias 2005. Bandung: *Majalah Geologi Populer*.
- Tim Pusat Studi Gempa Nasional. 2017. *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan dan Perumahan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Tim Revisi Peta Gempa Indonesia., 2010. *Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia*.
- United States Geological Survey (USGS) Tahun 1935*
- Undang-Undang RI No. 24 Tahun 2007. *Tentang Penanggulangan Bencana*. Jakarta.
- Zhao, dkk. 2006. Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period. *Bulletin of the Seismological Society of America*. Vol.96, No. 3, pp. 898-913, Juni 2006.