



ANALISIS BAHAYA BENCANA GEMPA BUMI DI WILAYAH KOTA GUNUNGSITOLI

Riang Wirastin Harefa¹, Helfia Edial,²

Program Studi Geografi,

Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang.

Email : riangharefa06@gmail.com

ABSTRAK

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. 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

ABSTRACT

The aim of this study was to find: 1) Distribution of the value of Peak Ground Acceleration (PGA) from earthquake source subduction in the Nias-Simeuleu segmen and the Batu segment in Gunungsitoli City. 2) Distribution of regional hazard level to earthquake in Gunungsitoli City. The method used in this study is descriptive analysis with quantitative approaches and spatial analysis. The results of the calculation of Peak Ground Acceleration (PGA) value show a range of variations between 100,51 gal – 117,22 gal. The Peak Ground Acceleration (PGA) value in the highest value group has an area of 14232,68 hectares. While the Peak Ground Acceleration (PGA) in the lowest value group has an area of 79,60 hectares. The distribution of regional hazard levels to earthquake in Gunungsitoli City consists of three classes, namely low, medium and high hazards. Low area hazards (type A) is spread in Gunungsitoli District, Gunungsitoli Alo'oa District, West Gunungsitoli District, Gunungsitoli Idanoi District and South Gunungsitoli District with a total area of 3450,66 hectares. Medium area hazards (type B and C) is spread in West Gunungsitoli District, Gunungsitoli Idanoi District, South Gunungsitoli District and North Gunungsitoli District with a total area of 14081,09 hectares. High area hazards (type D and type E) spread in Gunungsitoli District, Gunungsitoli Alo'oa District, West Gunungsitoli District, Gunungsitoli Idanoi District, South Gunungsitoli District and North Gunungsitoli District with a total area of 10255,05 hectares.

Keywords: PGA, Regional Hazard Levels To The Earthquake Disaster, Subduction Earthquake

¹ Mahasiswa Geografi FIS UNP

² Dosen Geografi FIS UNP

A. PENDAHULUAN

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 magnitudo (\sim 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 dalam Majalah Geologi Populer (2015), Nias-Simeuleu juga pernah mengalami gempa bumi besar pada tahun 2008 berkekuatan 6,3 M tanpa mengakibatkan tsunami, sedangkan pada segmen Batu mengalami gempa bumi besar pada tahun 1935 berkekuatan 7,7 M_w (USGS, 1935).

Gempa bumi pada tahun 2005 menyebabkan 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). Hal tersebut dikarenakan letaknya yang berada di pinggir pantai Timur Pulau Nias, memiliki kepadatan penduduk tinggi, sebagai pusat perekonomian di Pulau Nias dan terbentuk oleh pasir endapan aluvial (sungai dan pantai) yang tidak kompak.

Kondisi tanah yang buruk (aluvial) dapat mengakibatkan terjadinya amplifikasi sehingga ketika gempa bumi terjadi maka bisa meluluhlantakkan semua bangunan yang ada dan semakin diperparah akibat konstruksi bangunan yang tidak didesain dengan bangunan yang tahan gempa bumi. Penilaian bahaya kegempaan hubungannya dengan kerusakan infrastruktur bangunan dapat dilakukan dengan pendekatan nilai akselerasi di batuan dasar atau *Peak Ground Acceleration* (PGA).

Dampak buruk akibat bencana gempa bumi dapat diminimalisir dengan upaya mitigasi secara dini dan optimal, salah satu upaya mitigasi yang perlu dilakukan adalah dengan membuat peta bahaya gempa bumi yang bermanfaat dalam menggambarkan efek gempa bumi pada suatu lokasi yang akan membantu dalam rangka antisipasi dan minimalisasi korban jiwa maupun kerugian materi. (Sih dan

Natawidjaja, 2000). Berdasarkan uraian tersebut peneliti tertarik mengambil judul “Analisis Bahaya Bencana Gempa Bumi di Wilayah Kota Gunungsitoli”.

B. METODE PENELITIAN

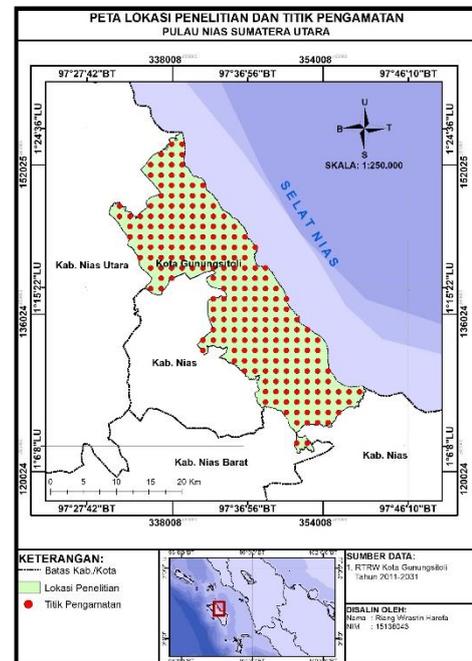
1. Jenis Penelitian

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 diperoleh 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.

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Kota Gunungsitoli, Pulau Nias, Provinsi Sumatera Utara. Waktu Pelaksanaan penelitian dilaksanakan dalam jangka waktu 3 bulan. Titik pengamatan berjumlah 229 buah titik yang tersebar di seluruh Kota Gunungsitoli dengan jarak antar

titik 1 km untuk mewakili kelas situs (Lia Vivi Farida, 2017).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian dan titik pengamatan

3. Alat dan Bahan Penelitian

a) Alat Penelitian

- 1) Seperangkat *notebook* untuk melakukan pengolahan data gempa bumi
- 2) Perangkat lunak untuk mengoperasikan dan menghasilkan nilai percepatan tanah, dan sebaran wilayah bahaya bencana gempa bumi (ArcGIS 10.3, dan Microsoft Excel).
- 3) Alat-alat tulis

b) Bahan

- 1) Peta RTRW Kota Gunungsitoli
- 2) Peta Geologi Lembar Nias Sumatera, Skala 1:250.000
- 3) Data raster kecepatan gelombang geser (V_s30) global
- 4) Data *Digital Elevation Model* (DEM) Kota Gunungsitoli
- 5) Peta sumber gempa bumi Indonesia Tahun 2017
- 6) Data parameter gempa bumi
- 7) Lokasi pengukuran V_s30 dan nilai PGA Variabel Penelitian

4. Objek Penelitian

Objek penelitian adalah hal yang menjadi sasaran penelitian (Kamus Bahasa Indonesia, 1989). Objek penelitian ini adalah wilayah Kota Gunungsitoli yang terdiri dari 6 (enam) kecamatan.

5. Variabel dan Data Penelitian

Variabel dalam penelitian ini dibagi dalam dua bagian antara lain, yaitu: a) variabel untuk mengetahui nilai percepatan getaran tanah dan b) variabel dalam penentuan sebaran tingkat bahaya wilayah terhadap bencana gempa bumi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel

1 di bawah ini.

Tabel 1. Variabel Penelitian

No	Variabel	Indikator	Sumber Data
1	Parameter Gempa Bumi	a) Lokasi gempa bumi	PUSGEN 2017, BMKG dan USGS
		b) Kedalaman	
		c) Magnitudo gempa bumi	
		d) Skenario gempa bumi	
		e) Jarak dari titik pengamatan	
2	V_s30	a) Kelas situs	Slope Based V_s30 USGS
		1. Batuan	
		2. Batuan Keras	
		3. Tanah keras, sangat padat dan batuan lunak	
		4. Tanah Sedang	
5. Tanah Lunak			
3	Kondisi Geologi	a) Jenis Batuan	Peta Geologi Pulau Nias
		b) Struktur Geologi	
4	Kemiringan Lereng	a) Datar-Landai (0-7%)	Data DEM Kota Gunungsitoli
		b) Miring-Agak Curam (7-30%)	
		c) Curam-Sangat Curam (30-140%)	
		d) Terjal (>140%)	

Sumber: Pengolahan data sekunder, 2019

6. Teknik Analisis Data

a) Persebaran Nilai *Peak Ground Accelaration* (PGA)

1) Fungsi Atenuasi

Fungsi atenuasi merupakan rumusan empiris yang digunakan untuk menghitung nilai percepatan getaran tanah (PGA) tanpa harus menggunakan alat dengan biaya yang besar. Fungsi atenuasi yang digunakan di Indonesia diturunkan dari wilayah lain yang memiliki kesamaan kondisi geologi dan tektonik dengan wilayah Indonesia. Fungsi atenuasi yang digunakan sebagian besar sudah menggunakan *Next Generation Attenuation* (NGA), dimana

dalam pembuatan atenuasi ini sudah menggunakan data gempa global (*worldwide data*). Dasar dalam pemilihan fungsi atenuasi apa yang hendak digunakan adalah berdasarkan mekanisme kejadian gempa bumi yang secara umum dikategorikan dalam zona gempa bumi subduksi (*megathrust*), zona gempa bumi *background* dan zona gempa bumi *shallow crustal* (patahan). Namun, dalam penelitian ini fungsi atenuasi yang digunakan adalah fungsi atenuasi untuk analisis sumber gempa bumi subduksi, antara sebagai berikut:

(a) Fungsi atenuasi dengan persamaan Youngs dkk (1997)

Untuk batuan (*rock*) :

$$\ln(y) = 0,2418 + 1,414 Mw - 2,552 \ln [rrup + 1,7818 e^{0,554 Mw}] + 0,00607 H + 0,3846 Zt$$

Keterangan:

- Y : *spectra acceleration* (g)
 MW : moment magnitude
 rrup : jarak terdekat ke rupture (km)
 H : kedalaman (km)
 Zt : tipe sumber gempa (0 untuk interface, dan 1 untuk *intraslab*)
 Zss : (*shallow soil*) kedalaman ke batuan dasar (kecepatan dalam 30m dari permukaan)

(b) Fungsi atenuasi Atkinson dan Boore (2003)

$$\text{Log } Y = c_1 + c_2 M + c_3 h + c_4 R - g \log R + c_5 s l S_c + c_6 s l S_D + c_7 s l S_E$$

$$R = \sqrt{D_{fault}^2 + \Delta^2}$$

$$\Delta = 0.00724 \times 10^{0.507M}$$

SC = 1 untuk NEHRP type soil B ($360 < V_s \leq 760$ m/s) dan SC = 0, untuk tipe tanah lain

SD = 1 untuk NEHRP type soil C ($180 < V_s \leq 360$ m/s) dan SD = 0, untuk tipe tanah lain

SE = 1 untuk NEHRP type soil D ($V_s < 180$ m/s) dan SD = 0, untuk tipe tanah lain

$$g = 10^{1,2-0,18M}$$

sl =

(1) 1 untuk $PGAr_x \leq 100$ cm/s² atau frekuensi < 1 Hz

(2) $1 - (f-1) (PGAr_x - 100) / 400$ untuk $100 \leq PGAr_x \leq 500$ cm/s² atau frekuensi $1 < f < 2$ Hz

(3) $1 - (f-1)$ untuk $PGAr_x \geq 500$ cm/s² ($1 < f < 2$ Hz)

(4) $1 - (PGAr_x - 100) / 400$ untuk $100 < PGAr_x < 500$ cm/s² atau frekuensi $f \geq$ Hz

(5) 0 untuk $PGA \geq 500$ cm/s²
atau frekuensi $f \geq 2$ Hz
dan PGA

Keterangan:

Y = PGA (cm/s²)

M = Momen Magnitudo
dengan $M = 8,5$
untuk *Interface*
dengan $M > 8,5$ dan
 $M = 8,0$ untuk
intralab dengan
 $M > 8,0$

H = Kedalaman sumber
gempa, jika $h > 100$
maka $h = 100$ km

D_{fault} = Jarak terdekat
dengan titik sumber
yang diproyeksi ke
permukaan (km)

PGATX = Prediksi PGA di
bedrock (NEHRP
type soil B) (cm/s).

$C_1 = 2,991$; $C_2 = 0,03235$;

$C_3 = 0,00759$; $C_4 = 0,00206$;

$C_5 = 0,19$; $C_6 = -0,24$;

$C_7 = 0,29$.

**(c) Fungsi Zhao (Zhao dkk.,
2006)**

$$\log_e(y) = aM_w + bx - \log_e(r) + e(h - h_c) S_h + F_R + S_I + S_S + S_{sl} \log_e(x) + C_k$$

$$*r = x + c \exp(M_w)$$

Keterangan:

y : PGA (cm/s²)

M_w : moment magnitude

X : jarak dari sumber ke
lokasi (km)

h : *focal depth* (km)

F_R : parameter *reverse fault*
hanya digunakan untuk
shallow crustal event
(*reverse faulting*), selain
itu 0.

S_I : 0,000

S_S : 2,607

S_{SL} : -0,528

h_c : 15 km

*a : 1,101 *b : -0,00564

*c : 0,0055 *d : 1,080

*e : 0,01412

C_k : Konstanta *siteclass*

Penentuan koefisien C_k
ditentukan dari nilai V_{s30} di
wilayah tersebut. Model ini
menggunakan lima jenis
kategori site (T adalah periode
natural site).

(1) Hard rock NEHRP site
class A, $V_{s30} > 1100$ m/s.
 $C_k = 0,293$.

(2) SC I Rock, NEHRP site
classes A+B,
 $600 < V_{s30} \leq 1100$ m/s,
 $T < 0,2$ s. $C_k = 1,111$

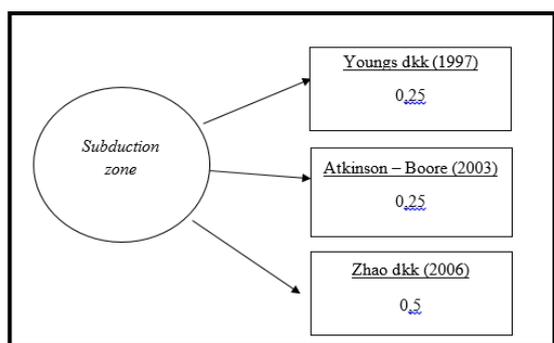
(3) SC II Hard soil, NEHRP
site class C,
 $300 < V_{s30} \leq 600$ m/s,
 $0,2 \leq T < 0,4$ s. $C_k = 1,344$

(4) SC III Medium soil,
NEHRP site class D,
 $200 < V_{s30} \leq 300$ m/s,
 $0,4 \leq T < 0,6$ s. $C_k = 1,355$

(5) SC IV Soft soil, NEHRP
site classes E+F, $V_{s30} \leq 200$
m/s, $T \geq 0,6$ s. $C_k = 1,420$.

2) Logic Tree

Model *logic tree* yang dipakai disesuaikan dengan model sumber gempa yang digunakan. Model untuk sumber subduksi seperti yang terlihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Model model *logic tree* untuk sumber gempa subduksi

Sumber : Tim revisi gempa bumi indonesia, 2010

b) Wilayah Bahaya Gempa Bumi

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (Permen PU) Nomor 21 Tahun 2007, wilayah bahaya gempa bumi didapatkan dari proses mengolah data PGA, jenis batuan serta kemiringan lereng dengan model pembobotan yang menggunakan ArcMap 10.3. Adapun modifikasi pembobotan yang dilakukan oleh peneliti, antara lain sebagai berikut:

Tabel 2. Modifikasi Klasifikasi Percepatan Gravitasi dan PGA

A (g)	PGA (gal)	Nilai Kemampuan
<0,107	<104,892	1
0,107-0,111	104,892-109,268	2
0,112-0,116	109,269-113,644	3
>0,116	>113,644	4

Sumber: Pengolahan data sekunder, 2019

Tabel 3. Modifikasi Klasifikasi Geologi

Kelas Informasi		Nilai
Formasi Geologi	Jenis Batuan	Kemampuan
Formasi Lolomatua (Tml)	Batu Pasir dan Batu Lanau	1
Formasi Gunungsitoli (QTg)	Batu Gamping	2
Aluvium (Qa)	Pasir dan Lumpur	3
Formasi Gomo (Tmq)	Batu Lempung	4

Sumber: Pengolahan data sekunder, 2019

Tabel 4. Modifikasi Klasifikasi Kemiringan Lereng

Kelas Informasi	Nilai Kemampuan
Datar-Landai (0-7%)	1
Miring-Agak Curam (7-30%)	2
Curam-Sangat Curam (30-100%)	3

Sumber: Pengolahan data sekunder, 2019

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Letak dan Administrasi

Kota Gunungsitoli merupakan hasil pemekaran Kabupaten Nias yang diresmikan tanggal 26 November 2008 dan merupakan salah satu daerah kota dari 33 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara. Secara astronomis, Kota Gunungsitoli terletak di antara $1^{\circ}17'$ LU dan $97^{\circ}37'$ BT. Sedangkan berdasarkan posisi geografis, memiliki batas-batas wilayah sebagai berikut:

Sebelah Utara : Kabupaten Nias Utara

Sebelah Selatan : Kabupaten Nias

Sebelah Timur : Selat Nias

Sebelah Barat : Kabupaten Nias dan Kabupaten Nias Utara

Kota Gunungsitoli memiliki luas wilayah mencapai 27786,81 Ha atau 277,87 km², yang secara administratif terdiri dari 6 kecamatan dan 101 desa/kelurahan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Luas Kecamatan di Kota Gunungsitoli

No	Kecamatan	Luas	
		Ha	%
1	Gunungsitoli Idanoi	5722,816	20,595
2	Gunungsitoli Selatan	4399,157	15,832
3	Gunungsitoli Barat	2987,706	10,752
4	Gunungsitoli	4511,182	16,235
5	Gunungsitoli Alo'oa	4104,811	14,773
6	Gunungsitoli Utara	6061,133	21,813
Jumlah		27786,805	100,000

Sumber : Kota Gunungsitoli dalam angka 2018, BPS Kota Gunungsitoli

2. Persebaran Nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA)

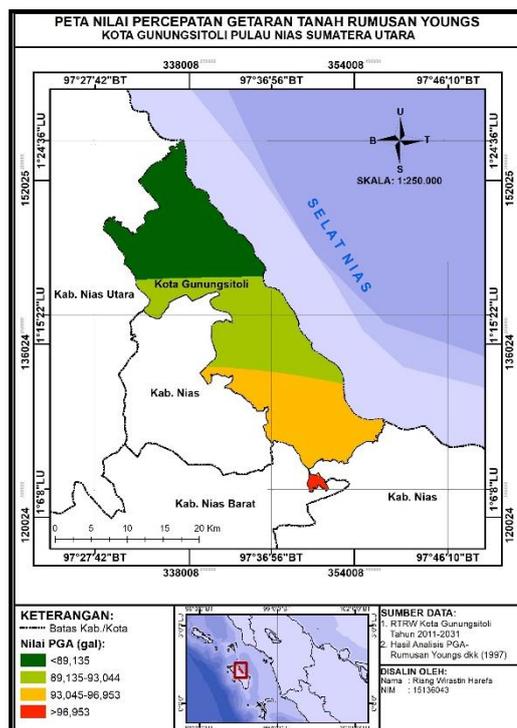
a) Persamaan Youngs dkk (1997)

Fungsi atenuasi Youngs dkk (1997) menghitung nilai percepatan getaran tanah dengan memperhatikan magnitudo, jarak, kedalaman dan tipe sumber gempa bumi tanpa memperhatikan nilai kecepatan gelombang geser (V_s30). Pada penelitian ini fungsi atenuasi Youngs dkk (1997) yang digunakan untuk menghitung nilai percepatan getaran tanah (PGA) pada batuan.

Hasil nilai percepatan getaran tanah yang diperoleh dari perhitungan fungsi atenuasi Youngs dkk (1997) pada gempa bumi subduksi di segmen Nias-Simeuleu dan segmen Batu yang telah dirata-ratakan menunjukkan

bahwa nilai percepatan getaran tanah di Kota Gunungsitoli yang tertinggi adalah 97,31 gal yang termasuk dalam kelompok nilai $>96,95$ gal sedangkan nilai percepatan getaran tanah yang terendah adalah 85,75 gal yang termasuk dalam kelompok nilai $<89,13$ gal.

Nilai percepatan getaran tanah (PGA) rumusan Youngs dkk (1997) pada kelompok nilai yang tertinggi, tersebar di bagian Selatan Kota Gunungsitoli, yaitu di Kecamatan Gunungsitoli Idanoi dengan luas 187,50 Ha. Formasi penyusunnya, antara lain Formasi *Lolomatua* dan Formasi *Gomo*. Sedangkan nilai percepatan getaran tanah (PGA) pada kelompok nilai yang terendah, tersebar di bagian Utara Kota Gunungsitoli, yaitu di Kecamatan Gunungsitoli, Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa, dan Kecamatan Gunungsitoli Utara dengan luas 10100,68 Ha. Formasi penyusunnya, antara lain Formasi *Gomo*, Aluvium, Formasi *Lolomatua*, dan Formasi Gunungsitoli. Adapun nilai percepatan getaran tanah menurut Youngs dkk (1997) yang disajikan pada gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Peta nilai percepatan getaran tanah menurut Youngs dkk (1997)

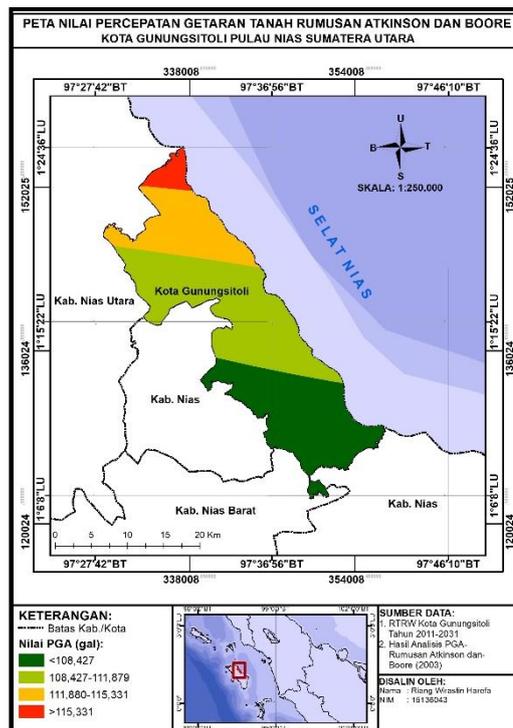
b) Atkinson dan Boore (2003)

Fungsi atenuasi Atkinson dan Boore (2003) berbeda dengan fungsi atenuasi Youngs dkk (1997). Fungsi Youngs dkk (1997) hanya memperhatikan magnitudo, jarak, kedalaman dan tipe sumber gempa bumi sedangkan fungsi Atkinson dan Boore (2003) selain memperhatikan magnitudo, jarak dan kedalaman gempa bumi juga memperhatikan nilai tanah berdasarkan kecepatan gelombang geser (V_{s30}).

Hasil nilai percepatan getaran tanah yang diperoleh dari perhitungan fungsi atenuasi Atkinson dan Boore (2003) pada gempa bumi subduksi di segmen Nias-Simeuleu dan segmen Batu yang telah dirata-ratakan menunjukkan bahwa nilai percepatan

getaran tanah di Kota Gunungsitoli yang tertinggi adalah 117,174 gal yang termasuk dalam kelompok nilai $>115,331$ gal dengan nilai kecepatan gelombang geser sebesar 529,199 m/s, sedangkan nilai percepatan getaran tanah yang terendah adalah 106,248 gal yang termasuk dalam kelompok nilai $<108,427$ gal dengan nilai kecepatan gelombang geser sebesar 320,628 m/s.

Nilai percepatan getaran tanah (PGA) rumusan Atkinson dan Boore (2003) pada kelompok nilai yang tertinggi, tersebar di bagian Utara Kota Gunungsitoli, yaitu di Kecamatan Gunungsitoli Utara dengan luas 1000,53 Ha. Tipe tanah pada wilayah tersebut adalah *type soil* B hingga *type soil* C dengan formasi geologi penyusunnya, antara lain Formasi *Gomo*, Aluvium dan Formasi Gunungsitoli. Sedangkan nilai percepatan getaran tanah (PGA) pada kelompok nilai yang terendah, tersebar di bagian Selatan Kota Gunungsitoli, yaitu di Kecamatan Gunungsitoli Idanoi, Kecamatan Gunungsitoli Barat dan Kecamatan Gunungsitoli Selatan dengan luas 9394,37 Ha. Tipe tanah pada wilayah tersebut adalah *type soil* B hingga *type soil* C dengan formasi geologi penyusunnya, antara lain Aluvium, Formasi *Lolomatua*, Formasi *Gomo*, dan Formasi Gunungsitoli. Adapun nilai percepatan getaran tanah menurut Atkinson dan Boore (2003) yang disajikan pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Peta nilai percepatan getaran tanah menurut Atkinson dan Boore (2003)

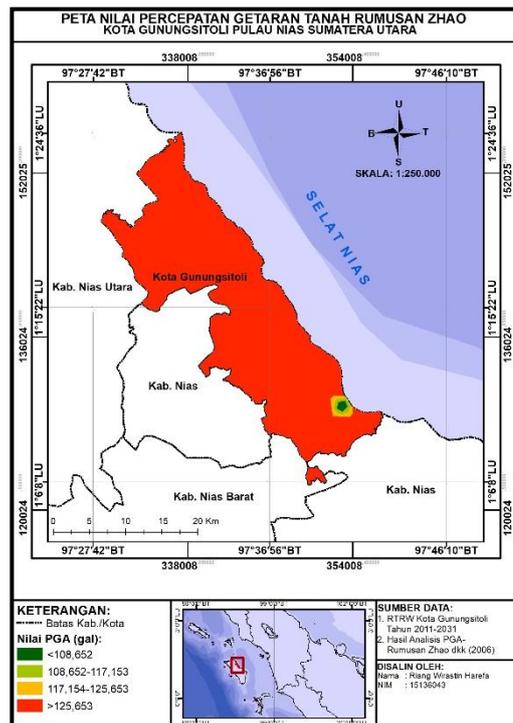
c) Zhao dkk (2006)

Pada fungsi Zhao, dkk (2006) menghitung nilai percepatan getaran tanah memperhatikan beberapa faktor, antara lain: magnitudo, jarak hiposenter, kedalaman gempa bumi dan konstantan *sitclass* (Ck). Konstantan *sitclass* (Ck) ditentukan berdasarkan nilai kelas Vs30 yang menunjukkan sifat batuan penyusun titik pengamatan gempa bumi.

Hasil nilai percepatan getaran tanah yang diperoleh dari perhitungan fungsi Zhao, dkk (2006) pada gempa bumi subduksi di segmen Nias-Simeuleu dan segmen Batu yang telah dirata-ratakan menunjukkan bahwa nilai percepatan getaran tanah di Kota Gunungsitoli yang tertinggi adalah 133,018 gal yang termasuk

dalam kelompok nilai >125,653 gal dengan nilai kecepatan gelombang geser sebesar 225,605 m/s, sedangkan nilai percepatan getaran tanah yang terendah adalah 100,152 gal yang termasuk dalam kelompok nilai <108,652 gal dengan nilai kecepatan gelombang geser sebesar 604,113 m/s.

Nilai percepatan getaran tanah (PGA) rumusan Zhao, dkk (2006) pada kelompok nilai yang tertinggi hampir tersebar di seluruh Kota Gunungsitoli dengan luas 27413,91 Ha. Sifat batuan pada wilayah tersebut adalah *medium soil* hingga *rock* dengan formasi geologi penyusunnya, antara lain Formasi *Lolomatua*, Formasi *Gomo*, Aluvium dan Formasi Gunungsitoli. Sedangkan nilai percepatan getaran tanah (PGA) pada kelompok nilai yang terendah, tersebar di bagian Tenggara Kecamatan Gunungsitoli Idanoi dengan luas 74, 898 Ha. Sifat batuan pada wilayah tersebut adalah *hard soil* hingga *rock* dengan formasi geologi penyusunnya, antara lain Formasi *Gomo*. Adapun nilai percepatan getaran tanah menurut Zhao, dkk (2006) yang disajikan pada gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Peta nilai percepatan getaran tanah menurut Zhao, dkk (2006)

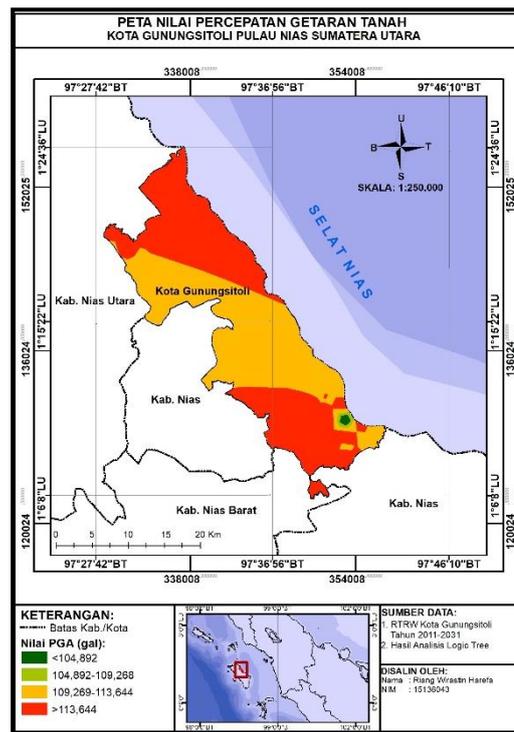
d) *Logic Tree*

Nilai bobot yang digunakan pada masing-masing rumusan fungsi atenuasi, yaitu: Youngs dkk (1997) dengan bobot 0,25, Atkinson dan Boore (2003) dengan bobot 0,25, Zhao dkk (2006) dengan bobot 0,50. Pembobotan ini bertujuan untuk mendapatkan hasil akhir nilai percepatan getaran tanah (PGA) di Kota Gunungsitoli.

Hasil nilai percepatan getaran tanah yang diperoleh dari pembobotan pada gempa bumi subduksi di segmen Nias-Simeuleu dan segmen Batu yang telah dirata-ratakan menunjukkan bahwa nilai percepatan getaran tanah di Kota Gunungsitoli yang tertinggi adalah 117,224 gal yang termasuk dalam kelompok nilai >113,644 gal dengan nilai kecepatan gelombang geser sebesar 225,605 m/s, sedangkan nilai percepatan

getaran tanah yang terendah adalah 100,516 gal yang termasuk dalam kelompok nilai <104,892 gal dengan nilai kecepatan gelombang geser sebesar 604,113 m/s.

Nilai percepatan getaran tanah (PGA) pada kelompok nilai yang tertinggi, tersebar di bagian Utara dan Selatan Kota Gunungsitoli, yaitu di Kecamatan Gunungsitoli Idanoi, Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa, Kecamatan Gunungsitoli Selatan, Kecamatan Gunungsitoli, Kecamatan Gunungsitoli Utara dan Kecamatan Gunungsitoli Barat dengan luas 14232,67 Ha. Sifat batuan penyusun wilayah tersebut yaitu *medium soil* hingga *rock* dengan formasi penyusunnya, antara lain Formasi *Gomo*, Aluvium, Formasi Gunungsitoli dan Formasi *Lolomatua*. Sedangkan nilai percepatan getaran tanah (PGA) pada kelompok nilai yang terendah, tersebar di bagian Tenggara Kecamatan Gunungsitoli Idanoi dengan luas 79,59 Ha. Sifat batuan penyusun wilayah tersebut yaitu *hard soil* hingga *rock* dengan formasi penyusunnya, antara lain Formasi *Gomo*. Adapun nilai percepatan getaran tanah berdasarkan hasil pembobotan yang disajikan pada gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Peta nilai percepatan getaran tanah

3. Sebaran Tingkat Bahaya Wilayah Terhadap Gempa Bumi

Tingkat bahaya bencana gempa bumi dipengaruhi oleh karakteristik fisik yang membentuk wilayah tersebut menjadi wilayah bahaya akan guncangan gempa bumi. Karakteristik fisik tersebut, antara lain: geologi, kemiringan lereng, serta sebaran nilai percepatan getaran tanah (PGA). Dalam penentuan tingkat bahaya di Kota Gunungsitoli didasari dengan kestabilan wilayah penelitian dalam menanggapi guncangan bencana gempa bumi. Kestabilan wilayah tersebut dibagi menjadi tiga (3) kelas, yaitu stabil, kurang stabil dan tidak stabil. Semakin stabil wilayah terhadap guncangan gempa bumi

maka semakin rendah tingkat bahaya yang ada pada wilayah tersebut.

Hasil yang diperoleh dari tumpang susun (*overlay*) peta geologi, peta kemiringan lereng, peta percepatan getaran tanah (PGA) didapatkan tingkat bahaya bencana gempa bumi sebagai berikut:

- Bahaya rendah (tipe A) yang tersebar di Kecamatan Gunungsitoli seluas 556,95 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa seluas 1003,72 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Barat seluas 67,52 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Idanoi seluas 929,92 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Selatan seluas 799,14 Ha dan Kecamatan Gunungsitoli Utara seluas 93,39 Ha.
- Bahaya sedang (tipe B dan C) yang tersebar di Kecamatan Gunungsitoli seluas 2860,76 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa seluas 2329,98 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Barat seluas 1923,21 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Idanoi seluas 1050,00 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Selatan seluas 1875,90 Ha, dan Kecamatan Gunungsitoli Utara seluas 4041,22 Ha.
- Bahaya tinggi (tipe D dan E) yang tersebar di Kecamatan Gunungsitoli seluas 1093,46 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa seluas 771,10 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Barat seluas 996,96 Ha, Kecamatan Gunungsitoli

Idanoi seluas 3742,88 Ha, Kecamatan Gunungsitoli Selatan seluas 1724,10 dan Kecamatan Gunungsitoli Utara seluas 1926,51 Ha.

Wilayah bahaya sedang (tipe B dan tipe C) mendominasi Kota Gunungsitoli terutama di bagian Utara Kota Gunungsitoli, yaitu Kecamatan Gunungsitoli Utara, Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa dan Kecamatan Gunungsitoli. Hal ini disebabkan oleh karakteristik fisik pada kecamatan-kecamatan tersebut, antara lain: 1) geologi di bagian Utara Kota Gunungsitoli didominasi oleh batu gamping yang memiliki tingkat kestabilan yang sedang terhadap getaran seismik dan sedikit mampu bertahan terhadap getaran seismik. Sehingga terbukti pada metode skoring nilai kemampuannya yaitu 2 yang berarti nilai kemampuan sedang untuk stabil terhadap bencana gempa bumi. 2) kemiringan lereng di bagian Utara meliputi kemiringan antara 0-7%, 7-30% dan 30-100% dengan nilai PGA yang paling mendominasi adalah 109,26-113,64 gal.

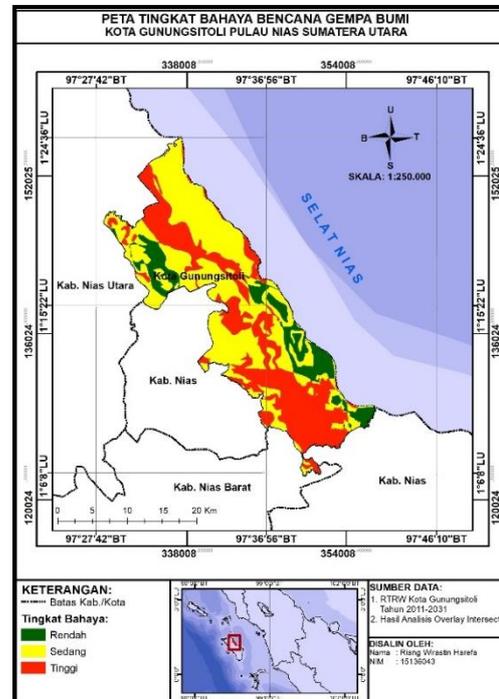
Wilayah bahaya tinggi (tipe D dan tipe E) tersebar di bagian Tengah Kecamatan Gunungsitoli Utara dan Kecamatan Gunungsitoli serta di bagian Timur Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa. Wilayah bahaya tinggi (tipe D dan tipe E) juga tersebar di bagian selatan Kota Gunungsitoli, yaitu di bagian Tengah Kecamatan Gunungsitoli Selatan dan

Kecamatan Gunungsitoli Idanoi. Selain dipengaruhi oleh kondisi geologi, kemiringan lereng, dan nilai PGA, faktor kawasan dekat dengan episentrum juga memengaruhi wilayah-wilayah tersebut menjadi kawasan bahaya gempa bumi tinggi. Kondisi geologi pada kawasan ini disusun oleh Formasi *Gomo* yang didominasi oleh batu lempung dan Formasi Aluvium yang didominasi oleh pasir dan lumpur. Sifat batu lempung dan lumpur memiliki tingkat kestabilan yang sangat rendah terhadap getaran seismik sedangkan sifat pasir memiliki tingkat kestabilan rendah terhadap getaran seismik sehingga jenis-jenis batu tersebut tidak mampu bertahan terhadap guncangan gempa bumi yang terjadi. Sehingga terbukti pada metode skoring nilai kemampuan 3 untuk pasir dan nilai kemampuan 4 untuk batu lempung dan lumpur yang berarti nilai kemampuan yang rendah hingga sangat rendah untuk stabil terhadap bencana gempa bumi. Kemiringan lereng pada kawasan bahaya tinggi meliputi kemiringan 0-7%, 7-30% dan 30-100%. Nilai PGA di bagian Utara Kota Gunungsitoli memiliki nilai >113,64 gal dan nilai PGA ini sangat berperan jika dibandingkan dengan faktor penentu lainnya. Hal ini dibuktikan dengan bobot yang digunakan untuk PGA, yaitu 5 yang berarti bahwasanya nilai PGA merupakan parameter yang sangat berpengaruh terhadap bahaya wilayah terhadap bencana

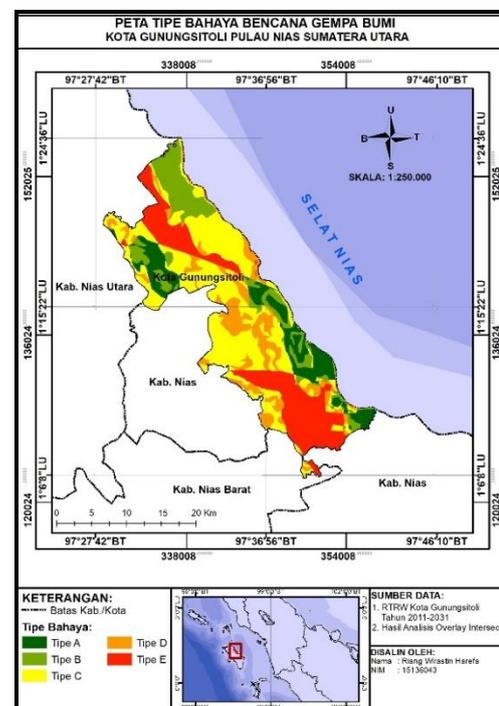
gempa bumi. Penyebab nilai PGA memiliki bobot tinggi dikarenakan Nilai PGA ini diperoleh dari parameter kejadian gempa bumi yang besar dan membahayakan yang pernah terjadi di Pulau Nias. Semakin besar magnitudo kejadian gempa bumi yang terjadi maka akan membuat wilayah tersebut menjadi semakin berbahaya terhadap bencana gempa bumi.

Sebaran wilayah bahaya gempa bumi yang terdapat di seluruh Kota Gunungsitoli dipengaruhi oleh kondisi geologi (jenis batuan), kemiringan lereng, nilai percepatan getaran tanah (PGA) dan dekat dengan lokasi episentrum. Semakin dekat dengan lokasi episentrum serta nilai PGA tinggi, kondisi geologi dan kemiringan lereng yang tidak stabil dengan bencana gempa bumi maka tingkat bahaya yang terjadi semakin tinggi, yaitu tipe D dan E yang tersebar di bagian Utara dan Selatan Kota Gunungsitoli. Sedangkan semakin jauh dengan lokasi episentrum serta nilai PGA rendah, kondisi geologi dan kemiringan lereng yang stabil dengan bencana gempa bumi maka tingkat bahaya yang terjadi semakin rendah, yaitu tipe A yang dominan tersebar di bagian Tengah Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa dan di bagian Timur Kecamatan Gunungsitoli Selatan dan Kecamatan Gunungsitoli Idanoi. Adapun sebaran tingkat dan tipe bahaya wilayah

terhadap gempa bumi yang disajikan pada gambar 7 dan 8 berikut ini.



Gambar 7. Peta tingkat bahaya bencana gempa bumi



Gambar 8. Peta tipe bahaya bencana gempa bumi

D. KESIMPULAN

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 100,516 gal – 117,224 gal. Nilai percepatan getaran tanah (PGA) pada kelompok nilai yang tertinggi memiliki luas wilayah 14232,679 Ha. Sedangkan nilai percepatan getaran tanah (PGA) pada kelompok nilai yang terendah memiliki luas 79,592 Ha.

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 Barat, Kecamatan Gunungsitoli Idanoi dan Kecamatan Gunungsitoli Selatan dengan luas keseluruhan yaitu 3450,658 Ha. b) bahaya sedang (tipe B dan C) yang tersebar di Kecamatan Gunungsitoli, Kecamatan Gunungsitoli Alo'oa, Kecamatan Gunungsitoli Barat, Kecamatan Gunungsitoli Idanoi, Kecamatan Gunungsitoli Selatan dan Kecamatan Gunungsitoli Utara dengan luas keseluruhan yaitu 14081,099 Ha. c) bahaya 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 Selatan

dengan luas keseluruhan yaitu 10255,052 Ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkinson, G.M. dan Boore, D.M., 2003. Empirical Ground-Motion Relations for Subduction-Zone Earthquakes and Their Application to Cascadia and Other Regions. *Bulletin of the Seismological Society of America*. Vol. 93, No. 4, pp. 1703–1729.
- BPS. 2018. *Kota Gunungsitoli Dalam Angka*. Gunungsitoli: BPS Kota Gunungsitoli.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2007. *Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Letusan Gunung Berapi dan Kawasan 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*.
- Natawidjaja, D. H., And W. Triyoso. 2007, The Sumatran Fault Zone—From Source To Hazard, *J. Earthq. Tsunami*, 1(01), 21–47.
- Tim Revisi Peta Gempa Indonesia., 2010. *Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia*.

Sieh, K., dan Natawidjaja, D., 2000. Neotectonics of the Sumatra Fault, Indonesia. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 105, No. B12, page 28, 295-28, 326.

Surveyor Pemetaan Madya di PVMBG. 2015. Mengenang Gempa Nias 2005. Bandung: *Majalah Geologi Populer*.

United States Geological Survey (USGS) Tahun 1935.

Youngs. R.R., Chiou, S.J., 1997. *Strong Ground Motion Attenuation Relationships for Subduction Zone Earthquakes*. *Seismol. Res. Lett.* 68. 58-73.

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. 33, pp. 898-913.