

## ESTIMASI NILAI PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM DI SUMATERA BARAT BERDASARKAN SKENARIO GEMPA BUMI DI WILAYAH SIBERUT DENGAN MENGGUNAKAN RUMUSAN *SI AND MIDORIKAWA* (1999)

**Denisa Syafriana<sup>1</sup>, Dwi Pujiastuti<sup>1</sup>, Andiyansyah Z.Sabarani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Fisika Universitas Andalas

<sup>2</sup>Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Padang Panjang  
e-mail: syafriana.denissa@yahoo.com

### ABSTRAK

Telah dilakukan estimasi nilai percepatan tanah maksimum di Sumatera Barat berdasarkan skenario gempa bumi di wilayah Siberut. Rumusan empiris *Si and Midorikawa* (1999) digunakan untuk mencari nilai percepatan tanah maksimum dan rumusan empiris *Murphy O'Brein* untuk mencari nilai intensitas. Skenario gempa bumi dibuat dengan variasi magnitudo yaitu 8,0 Mw, 8,5 Mw, dan 8,9 Mw, variasi kedalaman hiposenter di 50 km (zona sesar Mentawai), 20 km (zona subduksi kerak), dan 70 km (zona subduksi *inter-plate*). Nilai percepatan tanah maksimum untuk tiap kabupaten/kota di Sumatera Barat dihitung dengan menggunakan posisi kabupaten/kota sebagai titik acuan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas terbesar untuk semua skenario berada di pulau Siberut. Wilayah yang paling rentan terhadap kejadian gempa bumi baik di zona sesar Mentawai maupun di zona subduksi adalah Pulau Siberut dan diikuti dengan Kota Pariaman, Kabupaten Padang Pariaman, Kabupaten Agam, dan Kota Padang. Sebagian wilayah yang berada di Kota Padang Panjang dan Kota Bukittinggi juga rentan terhadap kejadian gempa bumi.

Kata kunci : gempa bumi, percepatan tanah maksimum, intensitas, Kepulauan Mentawai

### ABSTRACT

*An estimation of peak ground acceleration values estimated in West Sumatra based on earthquake scenario in the Siberut area has been performed. Si and Midorikawa (1999) empirical formula was used to estimate peak ground acceleration value and Murphy O'Brein empirical formula was used to calculate the intensity value. Scenarios of earthquake were made with various magnitude i.e 8,0 Mw, 8,5 Mw and 8,9 Mw, various hypocenter depth 50 km (Mentawai fault zone), 20 km (subduction crust zone), and 70 km (subduction inter-plate zone). Peak ground acceleration value of each district/city in West Sumatra were calculated using the position of district/city as a reference point. The result of analysis shows that the Siberut island has the highest peak ground acceleration of value and intensity value for all scenarios. The most susceptible area to the earthquake event both in the Mentawai fault zone as well as in the subduction zone is Siberut Island and followed by Pariaman City, Padang Pariaman District, Agam District, and Padang City. Some areas in Padang Panjang City and Bukittinggi City are also susceptible to earthquake event.*

*Keywords: earthquake, peak ground acceleration, intensity, Mentawai island*

## I. PENDAHULUAN

Wilayah Sumatera berada pada wilayah pertemuan Lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Eurasia. Pertemuan lempeng ini membentuk tiga zona yang menjadi sumber gempa bumi, yaitu zona sesar Sumatera, zona sesar Mentawai, dan zona subduksi (Sunarjo, dkk., 2010). Selain itu, pulau Sumatera juga diduga memiliki kawasan seismik *gap*, yang terdapat di Kepulauan Mentawai (Natawidjaja, 2007). Adanya kawasan seismik *gap* di Kepulauan Mentawai ini didasarkan pada analisis yang dilakukan oleh para ahli dari catatan sejarah gempa bumi besar di Kepulauan Mentawai. Pada tahun 1797 pernah terjadi gempa bumi berkekuatan 8,3 SR yang berpusat di pulau Siberut dan tahun 1833 berkekuatan 9 SR yang berpusat di Pagai Utara (Natawidjaja, dkk., 2006). Pada tahun 2007, kembali terjadi gempa bumi berkekuatan 8,4 SR yang berpusat di perairan Sumatera Barat-Bengkulu (Natawidjaja, 2007). Pada tahun 2009, kawasan ini kembali terjadi gempa bumi berkekuatan 7,6 SR yang berpusat di lepas pantai Sumatera Barat (Sunarjo, dkk., 2010). Pada tahun 2010, juga kembali terjadi gempa bumi berkekuatan 7,2 SR yang berpusat di Pagai Selatan. Menurut Sieh dkk. (1994) dan Natawidjaja

(2007), Kepulauan Mentawai yang berlokasi di pulau Siberut masih menyimpan potensi energi gempa bumi sebesar 8,9 SR, yang sudah tersimpan sejak tahun 1797. Meskipun pernah terjadi gempa bumi di Kepulauan Mentawai, tetapi energi yang sudah dilepaskan ini kurang dari sepertiga total energi yang sudah terkumpul sejak tahun 1797.

Energi gempa bumi menjalar dari dalam bumi menuju ke permukaan dalam bentuk gelombang seismik. Ketika gelombang ini mencapai permukaan, tanah yang dilewati oleh gelombang seismik akan mengalami percepatan. Percepatan tanah di permukaan bumi ini disebut percepatan tanah maksimum. Faktor yang mempengaruhi konstruksi bangunan dan menjadi titik ukur dalam bangunan tanah gempa adalah percepatan tanah. Nilai percepatan tanah terhadap bangunan diperlukan untuk menyesuaikan bangunan yang dibangun, sehingga apabila terjadi gempa bumi, kerusakan pada bangunan dapat diminimalisir (Delfebriyadi, 2011).

Korelasi magnitudo dengan nilai percepatan tanah telah dibuat dalam bentuk rumusan empiris, diantaranya rumusan *Donovan*, *Guttenberg Richter*, *Kawashumi*, dan sebagainya. Untuk mencari nilai percepatan tanah maksimum yang sesuai dengan kondisi tektonik di Kepulauan Mentawai, maka digunakan rumusan empiris *Si and Midorikawa* (1999). Rumusan *Si and Midorikawa* (1999) dibuat berdasarkan analisis kecepatan dan percepatan tanah maksimum dari 21 gempa bumi yang terjadi di Kepulauan Jepang. Di tinjau dari kondisi tektonik, bentuk patahan lempeng di Kepulauan Jepang hampir mirip dengan bentuk patahan lempeng di Kepulauan Mentawai. Sumber gempa bumi di Kepulauan Jepang juga berada di zona subduksi dan zona sesar geser. Rumusan *Si and Midorikawa* (1999) pernah dilakukan dalam penelitian oleh Koketsu dkk. (2012), Miura dan Midorikawa (2012), dan Atsumi dkk. (2012). Menurut Koketsu dkk. (2012), gempa bumi di wilayah Kanto memiliki nilai percepatan tanah maksimum yang semakin kecil untuk stasiun yang jauh dari hiposenter. Menurut Miura dan Midorikawa (2012), gempa bumi di wilayah Tohoku memiliki amplitudo percepatan tanah maksimum dan karakteristik spektral yang sama, pada rentang waktu 10 detik saat terjadi gempa bumi ketika magnitudo melebihi 8,0 Mw. Menurut Atsumi dkk. (2012), atenuasi percepatan tanah maksimum meningkat pada magnitudo 8,0 Mw dan 8,5 Mw, dan melemah pada magnitudo 9,0 Mw.

Pada penelitian ini, rumusan empiris *Si and Midorikawa* (1999) digunakan dengan melakukan skenario gempa bumi bermagnitudo 8,0 Mw, 8,5 Mw, dan 8,9 Mw yang berpusat di wilayah Siberut. Skenario ini dilakukan untuk melihat bagaimana pengaruh gempa bumi terhadap nilai percepatan tanah maksimum di 19 kabupaten/kota provinsi Sumatera Barat.

## II. METODE

Parameter gempa bumi yang digunakan dalam penelitian ini adalah posisi episenter, magnitudo, kedalaman hiposenter, dan jarak hiposenter. Episenter gempa bumi ditentukan dengan melihat data sejarah gempa bumi merusak di Kepulauan Mentawai tahun 1797 sampai 2014. Episenter berada pada koordinat  $-1,04^{\circ}\text{LS} - 99,49^{\circ}\text{BT}$  (zona sesar Mentawai) dan koordinat  $-1,00^{\circ}\text{LS} - 99,00^{\circ}\text{BT}$  (zona subduksi). Data ini dilihat dari *bulletin International Seismological Center (ISC)*. Skenario gempa bumi dilakukan dengan variasi magnitudo yaitu 8,0 Mw, 8,5 Mw, dan 8,9 Mw. Hiposenter berada di zona sesar Mentawai dengan kedalaman 50 km dan zona subduksi dengan kedalaman 20 km (zona subduksi kerak) dan 70 km (zona subduksi *inter-plate*). Untuk menentukan jarak hiposenter di tiap-tiap titik acuan kabupaten/kota di Sumatera Barat dilakukan dengan tahapan berikut ini :

1. Menentukan koordinat lintang dan bujur tiap-tiap titik acuan kabupaten/kota di Sumatera Barat.

Koordinat lintang dan bujur tiap-tiap titik acuan kabupaten/kota di Sumatera Barat dapat dilihat pada Tabel 1.

2. Menghitung jarak dari episenter ke tiap-tiap titik acuan kabupaten/kota, dengan menggunakan Persamaan 1.

$$D^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 \quad (1)$$

dimana  $D$  adalah jarak dari episenter ke tiap-tiap ibukota kabupaten/kota,  $x_1$  adalah lintang episenter,  $x_2$  adalah lintang titik acuan kabupaten/kota,  $y_1$  adalah bujur episenter, dan  $y_2$  adalah bujur titik acuan kabupaten/kota, dimana  $D, x_1, x_2, y_1, y_2$  semuanya dalam derajat ( $^{\circ}$ ). Jarak yang didapatkan kemudian dikonversi ke dalam satuan km, dimana  $1^{\circ} = 111$  km

Tabel 1. Daftar kabupaten/kota di wilayah Sumatera Barat

No	Nama Kabupaten/Kota	Titik Acuan Kabupaten/Kota	Koordinat Lintang ( $^{\circ}$ )	Koordinat Bujur ( $^{\circ}$ )
1.	Kepulauan Mentawai	Pulau Siberut	-1,35	99,94
		Pulau Sipora	-2,20	99,69
		Pulau Pagai	-3,00	100,29
2.	Pariaman	Pariaman	-0,62	100,12
3.	Padang Pariaman	Parit Malintang	-0,63	100,27
4.	Padang	Padang	-0,88	100,34
5.	Agam	Lubuk Basung	-0,31	100,03
6.	Padang Panjang	Padang Panjang	-0,47	100,41
7.	Bukittinggi	Bukittinggi	-0,30	100,37
8.	Tanah Datar	Batusangkar	-0,46	100,59
9.	Solok	Solok	-0,79	100,65
10.	Kabupaten Solok	Arosuka	-1,03	100,78
11.	Pesisir Selatan	Painan	-0,63	100,27
12.	Pasaman Barat	Simpang Empat	0,11	99,83
13.	Payakumbuh	Payakumbuh	-0,23	100,63
14.	Lima Puluh Kota	Sarilamak	-0,15	100,66
15.	Pasaman Timur	Lubuk Sikaping	0,19	100,13
16.	Sawahlunto	Sawahlunto	-0,68	100,78
17.	Solok Selatan	Padang Aro	-1,53	101,26
18.	Sijunjung	Muaro Sijunjung	-0,66	100,94
19.	Dharmasraya	Pulau Punjung	-1,05	101,64

- Menghitung jarak hiposenter dengan menggunakan teorema *pythagoras*.

$$R = \sqrt{D^2 + H^2} \tag{2}$$

dimana  $R$  adalah jarak hiposenter (km),  $D$  adalah jarak dari episenter ke tiap-tiap titik acuan kabupaten/kota (km), dan  $H$  adalah kedalaman gempa bumi (km).

- Setelah diperoleh nilai dari parameter gempa bumi, maka nilai tersebut dimasukkan ke dalam rumusan empiris *Si and Midorikawa* (1999) pada Persamaan 3.

$$\log A = aM_w + hD + \sum d_i s_i - \log X_{eq} - kX_{eq} + \epsilon + \epsilon \tag{3}$$

dimana  $A$  adalah *peak ground acceleration* ( $\text{cm/s}^2$ ; gal),  $X_{eq}$  adalah jarak hiposenter (km),  $M_w$  adalah momen magnitudo,  $D$  adalah kedalaman gempa bumi,  $d$  adalah koefisien jarak dari pusat gempa bumi ke lokasi (*crust* = 0,00; *inter-plate* = 0,09; *intra-plate* = 0,28),  $s$  adalah variabel *dummy* untuk tipe/jenis patahan ( $s=1$ ),  $a, h, k, \epsilon$  adalah koefisien regresi (0,50; 0,0036; 0,003; 0,60), dan  $\epsilon$  adalah standar deviasi (0,24).

Dari Persamaan 3, maka ditentukan nilai  $A$  dengan menggunakan Persamaan 4.

$$A = 10^{aM_w + hD + \sum d_i s_i - \log X_{eq} - kX_{eq} + \epsilon + \epsilon} \tag{4}$$

Kemudian nilai  $A$  dinyatakan dalam g (percepatan gravitasi bumi) dengan cara membagi dengan  $980 \text{ cm/s}^2$ .

- Nilai PGA yang diperoleh dari Persamaan 4 di konversi ke skala *Modified Mercalli Intensity (MMI)* untuk menunjukkan skala intensitas dengan menggunakan rumusan empiris *Murphy & O'Brien* pada Persamaan 5.

$$MMI = 2,86 \log(A) + 1,24 \tag{5}$$

dimana  $MMI$  adalah *Mercally Modified Intensity*.

- Langkah selanjutnya adalah membuat peta kontur percepatan tanah maksimum dan intensitas untuk tiap-tiap kabupaten/kota di Sumatera Barat, dengan menggunakan *software*

*Arc View GIS 3.3.* Nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas dianalisis untuk tiap-tiap kabupaten/kota di Sumatera Barat dari pemetaan yang telah dilakukan.

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Nilai Percepatan Tanah Maksimum dan Intensitas Dari Skenario Gempa Bumi Dengan Episenter di Zona Sesar Mentawai

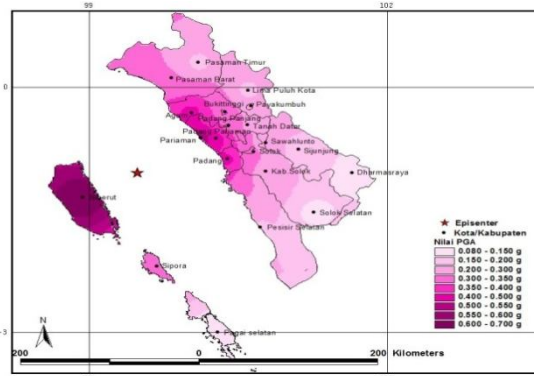
Nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas untuk 19 kabupaten/kota di Sumatera Barat, dari skenario gempa bumi di wilayah Siberut dengan episenter di zona sesar Mentawai dapat dilihat pada Tabel 2. Pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas terbesar untuk ketiga variasi magnitudo berada di Pulau Siberut, Kabupaten Kepulauan Mentawai. Nilai percepatan tanah maksimum diperoleh sebesar 0,678 g dengan intensitas 9,31 MMI untuk magnitudo 8,0 Mw, untuk magnitudo 8,5 Mw diperoleh nilai percepatan tanah maksimum sebesar 1,206 dengan intensitas 10,03 MMI, dan untuk magnitudo 8,9 Mw diperoleh nilai percepatan tanah maksimum sebesar 1,912 dengan intensitas 10,60 MMI. Nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas terkecil terdapat di Kabupaten Dharmasraya, dengan nilai sebesar 0,081 g dan intensitas sebesar 6,68 MMI untuk magnitudo 8,0 Mw, untuk magnitudo 8,5 Mw diperoleh nilai percepatan tanah maksimum sebesar 0,144 g dengan intensitas 7,39 MMI, dan untuk magnitudo 8,9 Mw diperoleh nilai percepatan tanah maksimum sebesar 0,229 g dengan intensitas 7,96 MMI. Berdasarkan data yang diperoleh, dihasilkan peta percepatan tanah maksimum dan intensitas untuk skenario gempa bumi di wilayah Siberut dengan episenter di zona sesar Mentawai seperti pada Gambar 1 sampai Gambar 6.

Tabel 2. Nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas dari skenario gempa bumi dengan episenter di zona sesar Mentawai

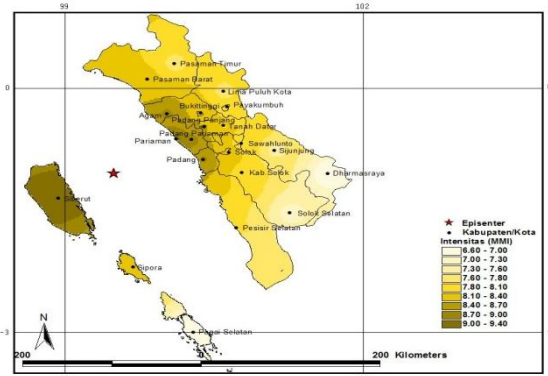
No	Nama Kabupaten/Kota	Titik Acuan Kabupaten/Kota	R (km)	Magnitudo					
				8,0Mw		8,5 Mw		8,9 Mw	
				PGA g	I (MMI)	PGA g	I (MMI)	PGA g	I (MMI)
1.	Kepulauan Mentawai	Pulau Siberut	86,59	0,678	9,31	1,206	10,03	1,912	10,60
		Pulau Sipora	139,36	0,293	8,27	0,521	8,98	0,825	9,56
		Pulau Pagai	240,02	0,085	6,73	0,151	7,44	0,239	8,02
2.	Pariaman	Pariaman	97,61	0,558	9,07	0,992	9,78	1,572	10,36
3.	Padang Pariaman	Parit Malintang	109,79	0,456	8,82	0,811	9,53	1,285	10,10
4.	Agam	Lubuk Basung	111,92	0,441	8,78	0,784	9,49	1,242	10,06
5.	Padang	Padang	112,71	0,435	8,76	0,774	9,48	1,226	10,05
6.	Padang Panjang	Padang Panjang	129,57	0,337	8,44	0,599	9,16	0,950	9,73
7.	Bukittinggi	Bukittinggi	136,43	0,305	8,32	0,543	9,04	0,860	9,61
8.	Solok	Solok	140,73	0,287	8,24	0,511	8,96	0,809	9,53
9.	Pasaman Barat	Simpang Empat	142,13	0,282	8,22	0,501	8,94	0,794	9,51
10.	Tanah Datar	Batusangkar	146,90	0,264	8,14	0,469	8,85	0,743	9,42
11.	Kabupaten Solok	Arosuka	151,18	0,249	8,07	0,442	8,78	0,701	9,35
12.	Sawahlunto	Sawahlunto	156,11	0,233	7,98	0,414	8,70	0,656	9,27
13.	Payakumbuh	Payakumbuh	163,07	0,212	7,87	0,378	8,59	0,599	9,16
14.	Pesisir Selatan	Painan	163,68	0,211	7,86	0,375	8,58	0,883	9,64
15.	Pasaman Timur	Lubuk Sikaping	170,69	0,193	7,75	0,342	8,46	0,609	9,18
16.	Lima Puluh Kota	Sarilamak	172,66	0,188	7,72	0,344	8,43	0,545	9,04
17.	Sijunjung	Muaro Sijunjung	188,66	0,154	7,47	0,274	8,18	0,525	8,99
18.	Solok Selatan	Padang Aro	209,68	0,120	7,16	0,213	7,87	0,338	8,45
19.	Dharmasraya	Pulau Punjung	244,00	0,081	6,68	0,144	7,39	0,229	7,96

Pada Gambar 1 sampai Gambar 6, dapat dilihat bahwa pemetaan nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas tidak jauh berbeda. Wilayah yang memiliki nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas terbesar berada di Pulau Siberut. Percepatan tanah maksimum dan intensitas yang besar juga berada di Kota Pariaman, Kabupaten Padang Pariaman, Kabupaten Agam, dan Kota Padang. Wilayah yang berada di Pulau Pagai, Kabupaten Solok Selatan, dan Kabupaten Dharmasraya memiliki percepatan tanah maksimum dan intensitas terkecil. Sebagian wilayah di Kota Padang Panjang dan Kota Bukittinggi juga memiliki percepatan tanah dan intensitas yang besar untuk variasi magnitudo 8,9 Mw. Pada Gambar 3 dan Gambar 4, terlihat

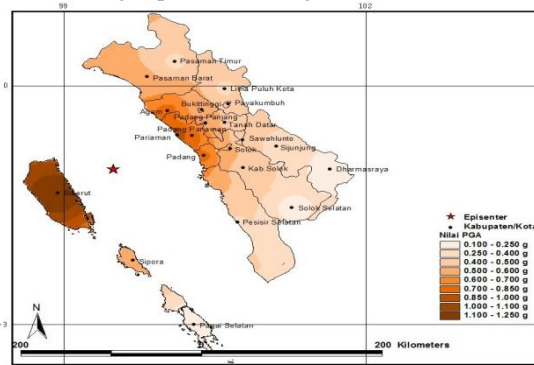
bahwa ketika magnitudo ditingkatkan menjadi 8,5 Mw, peta nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas memiliki radius wilayah kerentanan yang semakin luas dibandingkan dengan skenario gempa bumi untuk magnitudo 8,0 Mw dengan episenter di zona sesar Mentawai. Pada Gambar 5 dan Gambar 6 juga terlihat bahwa peta nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas untuk magnitudo 8,9 Mw memiliki radius kerentanan wilayah yang semakin meluas dibandingkan dengan skenario gempa bumi untuk magnitudo 8,0 Mw dan 8,5 Mw dengan episenter di zona sesar Mentawai.



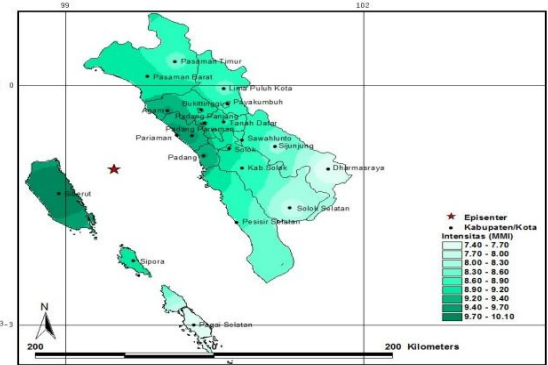
Gambar 1 Peta percepatan tanah maksimum dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,0 Mw



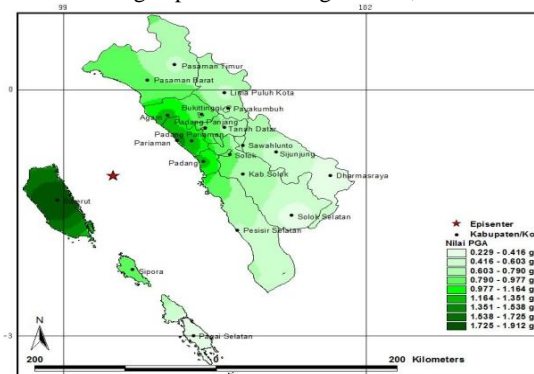
Gambar 2 Peta intensitas dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,0 Mw



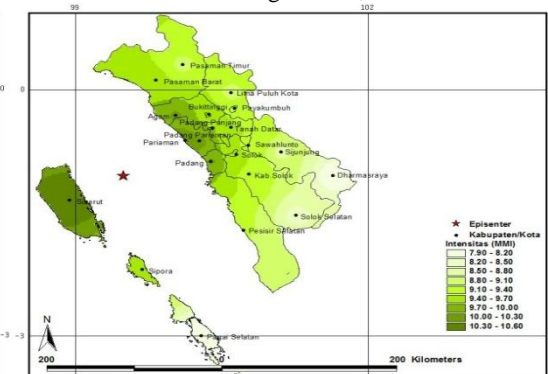
Gambar 3 Peta percepatan tanah maksimum dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,5 Mw



Gambar 4 Peta intensitas dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,5 Mw



Gambar 5 Peta percepatan tanah maksimum dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,9 Mw



Gambar 6 Peta intensitas dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,9 Mw

### 3.2 Nilai Percepatan Tanah Maksimum dan Intensitas Dari Skenario Gempa Bumi Dengan Episenter di Zona Subduksi (Kerak)

Nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas untuk 19 kabupaten/kota di Sumatera Barat, dari skenario gempa bumi di wilayah Siberut dengan episenter di zona subduksi kerak dapat dilihat pada Tabel 3. Pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas terbesar berada di Pulau Siberut, Kabupaten Kepulauan Mentawai. Nilai percepatan tanah maksimum diperoleh sebesar 1,375 g dengan intensitas 10,20 MMI untuk

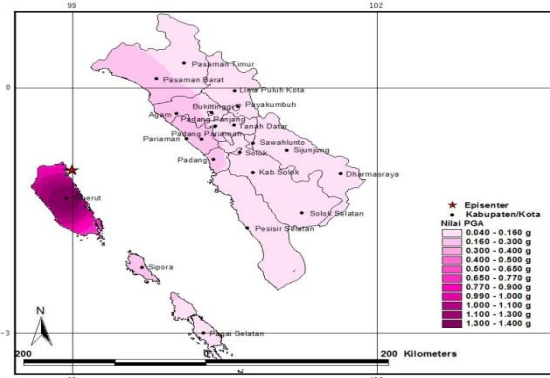
magnitudo 8,0 Mw, untuk magnitudo 8,5 Mw diperoleh nilai percepatan tanah maksimum sebesar 2,446 g dengan intensitas 10,91 MMI, dan untuk magnitudo 8,9 Mw diperoleh nilai percepatan tanah maksimum sebesar 3,876 g dengan intensitas 11,48 MMI. Nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas terkecil terdapat di Kabupaten Dharmasraya, dengan nilai sebesar 0,037 g dan intensitas sebesar 5,70 MMI untuk magnitudo 8,0 Mw, untuk magnitudo 8,5 Mw diperoleh nilai percepatan tanah sebesar 0,066 g dengan intensitas 6,42 MMI, dan untuk magnitudo 8,9 Mw diperoleh nilai percepatan tanah maksimum sebesar 0,140 g dengan intensitas 6,99 MMI. Berdasarkan data yang diperoleh, dihasilkan peta percepatan tanah maksimum dan intensitas untuk skenario gempa bumi di wilayah Siberut dengan episenter di zona subduksi kerak seperti Gambar 7 sampai Gambar 12.

Tabel 3. Nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas dari skenario gempa bumi dengan episenter di zona subduksi (kerak)

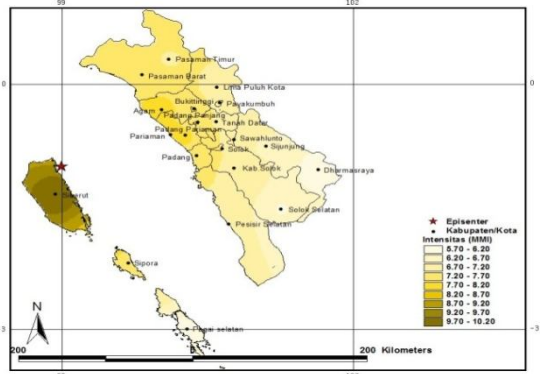
No	Nama Kabupaten/Kota	Titik Acuan Kabupaten/Kota	R (km)	Magnitudo					
				8,0Mw		8,5 Mw		8,9 Mw	
				PGA g	I (MMI)	PGA g	I (MMI)	PGA g	I (MMI)
1.	Kepulauan Mentawai	Pulau Siberut	44,54	1,375	10,20	2,446	10,91	3,876	11,48
		Pulau Sipora	144,54	0,186	7,70	0,330	8,42	0,523	8,99
		Pulau Pagai	265,01	0,050	6,08	0,090	6,80	0,142	7,37
2.	Pariaman	Pariaman	133,03	0,250	8,07	0,444	8,79	0,707	9,36
3.	Padang Pariaman	Parit Malintang	148,53	0,201	7,80	0,358	8,52	0,567	9,09
4.	Agam	Lubuk Basung	138,71	0,230	7,97	0,410	8,69	0,649	9,26
5.	Padang	Padang	156,12	0,182	7,67	0,323	8,39	0,512	8,96
6.	Padang Panjang	Padang Panjang	155,01	0,184	7,69	0,328	8,41	0,519	8,98
7.	Bukittinggi	Bukittinggi	168,04	0,155	7,48	0,276	8,20	0,438	8,77
8.	Solok	Solok	171,62	0,148	7,42	0,264	8,14	0,418	8,71
9.	Pasaman Barat	Simpang Empat	185,97	0,124	7,20	0,221	7,92	0,349	8,49
10.	Tanah Datar	Batusangkar	187,95	0,121	7,12	0,215	7,89	0,341	8,46
11.	Kabupaten Solok	Arosuka	189,99	0,118	7,14	0,210	7,86	0,333	8,43
12.	Sawahlunto	Sawahlunto	198,55	0,106	7,01	0,189	7,73	0,300	8,30
13.	Payakumbuh	Payakumbuh	201,39	0,103	6,97	0,183	7,69	0,290	8,26
14.	Pesisir Selatan	Painan	201,38	0,103	6,97	0,183	7,69	0,290	8,26
15.	Pasaman Timur	Lubuk Sikaping	207,75	0,095	6,88	0,170	7,59	0,269	8,16
16.	Lima Puluh Kota	Sarilamak	208,27	0,095	6,87	0,169	7,58	0,268	8,16
17.	Sijunjung	Muaro Sijunjung	236,45	0,069	6,47	0,122	7,19	0,194	7,76
18.	Solok Selatan	Padang Aro	258,65	0,054	6,17	0,096	6,88	0,152	7,46
19.	Dharmasraya	Pulau Punjung	294,39	0,037	5,70	0,066	6,42	0,104	6,99

Pada Gambar 7 sampai Gambar 12 dapat dilihat bahwa peta nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas memiliki radius kerentanan wilayah yang kecil. Wilayah yang memiliki percepatan tanah maksimum dan intensitas terbesar berada di Pulau Siberut. Percepatan tanah maksimum dan intensitas yang besar juga berada di Kota Pariaman, Kabupaten Padang Pariaman, dan Kabupaten Agam. Wilayah yang berada jauh dari episenter seperti Pulau Pagai, Kabupaten Sijunjung, Kabupaten Solok Selatan, dan Kabupaten Dharmasraya memiliki nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas yang kecil. Ketika magnitudo ditingkatkan menjadi 8,5 Mw (Gambar 9 dan Gambar 10) terlihat bahwa peta nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas memiliki radius kerentanan wilayah yang semakin luas dibandingkan dengan skenario gempa bumi untuk magnitudo 8,0 Mw dengan episenter di zona subduksi kerak. Pada Gambar 11 dan Gambar 12 juga dapat dilihat bahwa ketika magnitudo ditingkatkan menjadi 8,9 Mw, maka peta nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas memiliki radius kerentanan wilayah yang lebih luas dibandingkan dengan skenario gempa bumi bermagnitudo 8,0 Mw dan 8,5 Mw dengan episenter di zona subduksi kerak.

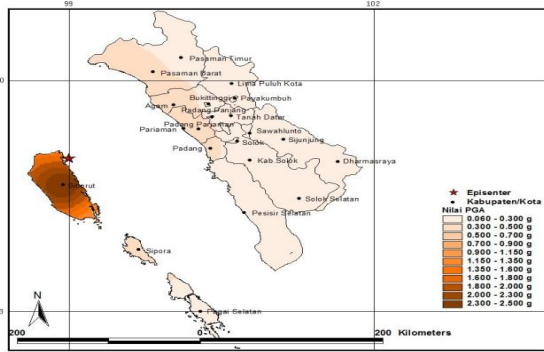




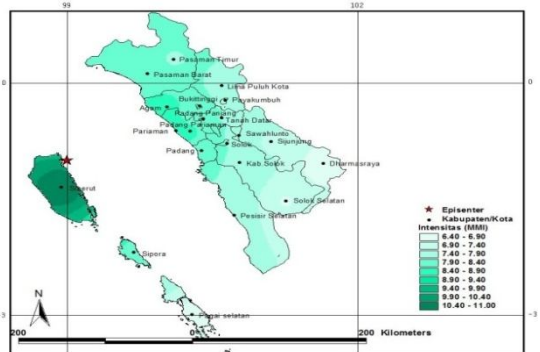
Gambar 7 Peta percepatan tanah maksimum dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,0 Mw



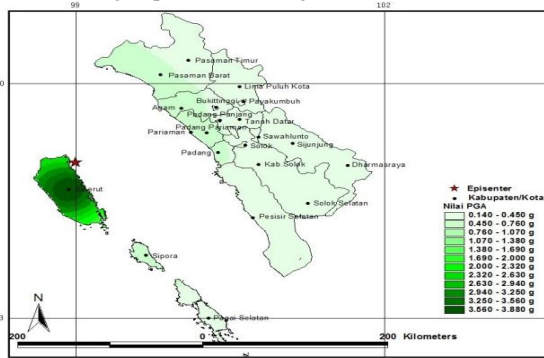
Gambar 8 Peta intensitas dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,0 Mw



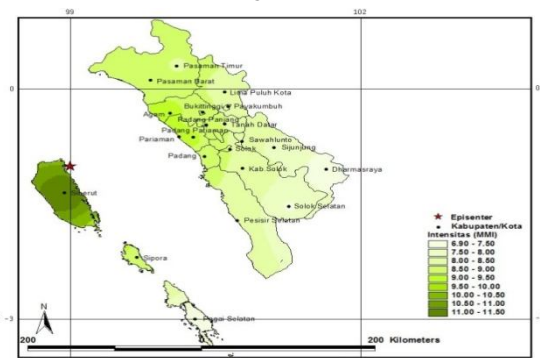
Gambar 9 Peta percepatan tanah maksimum dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,5 Mw



Gambar 10 Peta intensitas dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,5 Mw



Gambar 11 Peta percepatan tanah maksimum dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,9 Mw



Gambar 12 Peta intensitas dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,9 Mw

### 3.3 Nilai Percepatan Tanah Maksimum dan Intensitas Dari Skenario Gempa Bumi Dengan Episenter di Zona Subduksi (*Inter-plate*)

Nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas untuk 19 kabupaten/kota di Sumatera Barat, dari skenario gempa bumi di wilayah Siberut dengan episenter di zona subduksi *inter-plate* dapat dilihat pada Tabel 4. Pada Tabel 4, dapat dilihat bahwa nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas terbesar berada di Pulau Siberut, Kabupaten Kepulauan Mentawai. Nilai percepatan tanah maksimum diperoleh sebesar 1,105 g dengan intensitas sebesar 9,92 MMI untuk magnitudo 8,0 Mw, untuk magnitudo 8,5 Mw diperoleh nilai percepatan tanah maksimum diperoleh sebesar 1,965 g dengan intensitas 10,63 MMI, dan untuk magnitudo 8,9 diperoleh nilai percepatan tanah maksimum sebesar 3,114 g dengan intensitas 11,21 MMI. Nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas terkecil terdapat di Kabupaten Dharmasraya, dengan nilai sebesar 0,064 g dan intensitas sebesar 6,38 MMI untuk magnitudo 8,0 Mw, untuk magnitudo 8,5 diperoleh nilai percepatan tanah maksimum sebesar 0,114 g dengan intensitas 7,09 MMI, dan untuk magnitudo 8,9 Mw diperoleh nilai percepatan tanah maksimum sebesar 0,180 g dengan intensitas 7,66 MMI. Berdasarkan data yang diperoleh, dihasilkan peta

percepatan tanah maksimum dan intensitas untuk skenario gempa bumi di wilayah Siberut dengan episenter di zona subduksi (*inter-plate*) seperti pada Gambar 13 sampai Gambar 18.

Tabel 4. Nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas dari skenario gempa bumi dengan episenter di zona subduksi (*inter-plate*)

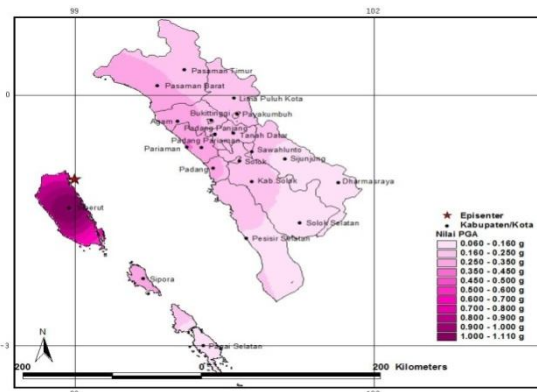
No	Nama Kabupaten/Kota	Titik Acuan Kabupaten/Kota	R (km)	Magnitudo					
				8,0Mw		8,5 Mw		8,9 Mw	
				PGA g	I (MMI)	PGA g	I (MMI)	PGA G	I (MMI)
1.	Kepulauan Mentawai	Pulau Siberut	80,52	1,105	9,92	1,965	10,63	3,114	11,21
		Pulau Sipora	168,38	0,288	8,25	0,512	8,96	0,812	9,54
		Pulau Pagai	273,37	0,086	6,75	0,153	7,46	0,242	8,03
2.	Pariaman	Pariaman	148,99	0,372	8,57	0,662	9,28	1,049	9,85
3.	Padang Pariaman	Parit Malintang	162,97	0,309	8,34	0,549	9,05	0,870	9,62
4.	Agam	Lubuk Basung	154,08	0,347	8,48	0,618	9,20	0,979	9,77
5.	Padang	Padang	169,92	0,282	8,22	0,502	8,94	0,796	9,51
6.	Padang Panjang	Padang Panjang	168,91	0,286	8,24	0,509	8,95	0,806	9,53
7.	Bukittinggi	Bukittinggi	180,94	0,246	8,05	0,437	8,77	0,693	9,34
8.	Solok	Solok	184,27	0,236	8,00	0,419	8,71	0,665	9,29
9.	Pasaman Barat	Simpang Empat	197,70	0,200	7,80	0,356	8,51	0,565	9,08
10.	Tanah Datar	Batusangkar	199,57	0,196	7,77	0,348	8,48	0,552	9,06
11.	Kabupaten Solok	Arosuka	201,49	0,191	7,74	0,340	8,46	0,540	9,03
12.	Sawahlunto	Sawahlunto	209,58	0,174	7,62	0,310	8,34	0,491	8,91
13.	Payakumbuh	Payakumbuh	212,27	0,169	7,58	0,300	8,30	0,475	8,87
14.	Pesisir Selatan	Painan	212,26	0,169	7,58	0,300	8,30	0,475	8,87
15.	Pasaman Timur	Lubuk Sikaping	218,31	0,157	7,50	0,280	8,21	0,443	8,78
16.	Lima Puluh Kota	Sarilamak	218,81	0,156	7,49	0,278	8,21	0,441	8,78
17.	Sijunjung	Muaro Sijunjung	244,78	0,116	7,11	0,206	7,83	0,326	8,40
18.	Solok Selatan	Padang Aro	267,21	0,092	6,83	0,163	7,54	0,258	8,11
19.	Dharmasraya	Pulau Punjung	301,93	0,064	6,38	0,114	7,09	0,180	7,66

Pada Gambar 13 sampai Gambar 18, dapat dilihat bahwa peta nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas memiliki radius kerentanan wilayah yang kecil. Percepatan tanah maksimum dan intensitas terbesar berada di Pulau Siberut. Percepatan tanah maksimum dan intensitas yang cukup besar juga berada di Kota Pariaman dan Kabupaten Agam untuk magnitudo 8,5 Mw dan 8,9 Mw. Percepatan tanah maksimum dan intensitas terkecil berada di Pulau Pagai, Kabupaten Solok Selatan, Kabupaten Sijunjung, dan Kabupaten Dharmasraya. Ketika magnitudo ditingkatkan menjadi 8,5 Mw, terlihat bahwa peta nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas memiliki radius wilayah kerentanan yang lebih luas dibandingkan dengan skenario gempa bumi bermagnitudo 8,0 Mw dengan episenter di zona subduksi (*inter-plate*). Pada Gambar 17 dan Gambar 18 juga terlihat bahwa ketika magnitudo ditingkatkan menjadi 8,9 Mw, peta nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas memiliki radius kerentanan wilayah yang lebih luas dibandingkan dengan skenario gempa bumi bermagnitudo 8,0 Mw dan 8,5 Mw dengan episenter di zona subduksi (*inter-plate*).

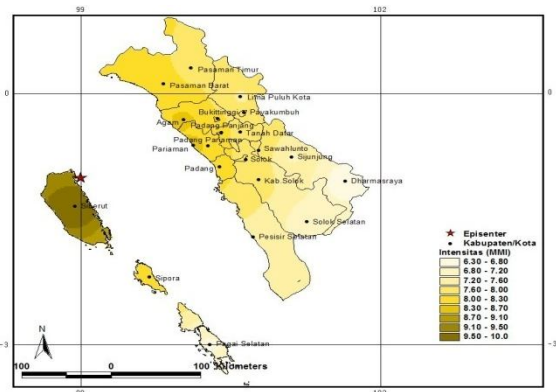
Berdasarkan skenario gempa bumi yang telah dilakukan di wilayah Siberut, terlihat bahwa nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas semakin meningkat apabila magnitudo semakin besar. Nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas semakin meningkat dengan meningkatnya magnitudo, disebabkan oleh apabila magnitudo semakin besar maka getaran tanah akibat gempa bumi juga semakin besar, sehingga nilai percepatan tanah maksimum dan intensitasnya semakin meningkat. Berdasarkan variasi posisi episenter yang diskenariokan, terlihat bahwa gempa bumi dengan episenter di zona sesar Mentawai memiliki nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas terbesar untuk masing-masing wilayah dibandingkan dengan gempa bumi dengan episenter di zona subduksi kerak dan zona subduksi *inter-plate*. Nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas didapatkan lebih besar untuk gempa bumi dengan episenter di zona sesar Mentawai, karena jarak episenter ke tiap-tiap kabupaten/kota lebih dekat untuk gempa bumi dengan episenter di zona sesar Mentawai dibandingkan dengan gempa bumi dengan episenter di zona subduksi. Semakin dekat jarak tiap-tiap kabupaten/kota dengan episenter, maka getaran dari gempa bumi akan terasa lebih besar, sehingga nilai percepatan tanah maksimum dan intensitasnya semakin besar. Pada peta percepatan tanah maksimum dan intensitas, juga terlihat bahwa semakin dekat posisi suatu wilayah dari episenter, maka getaran



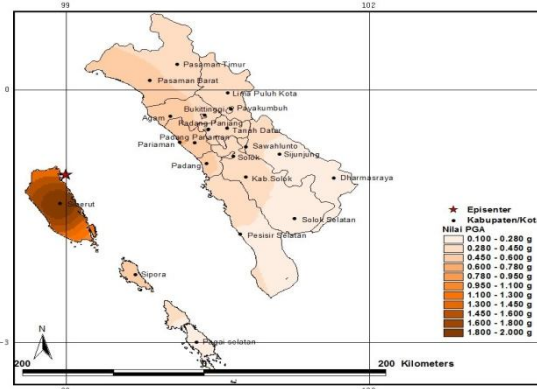
gempa bumi yang dirasakan semakin besar. Hal ini ditandai dengan tampilan warna yang lebih pekat untuk wilayah yang berada dekat ke episenter, dan tampilan warna yang semakin memudar untuk wilayah yang berada jauh dari episenter.



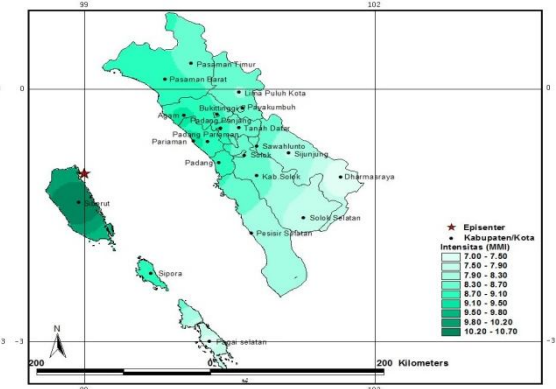
Gambar 13 Peta percepatan tanah maksimum dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,0 Mw



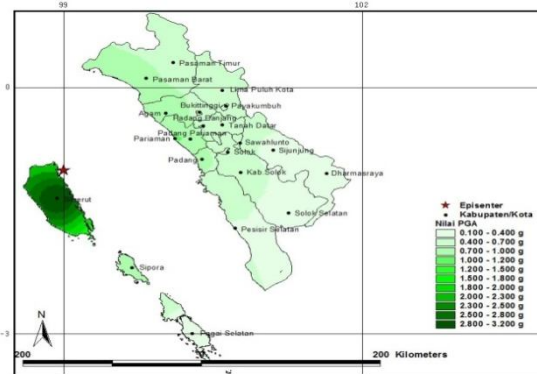
Gambar 14 Peta intensitas dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,0 Mw



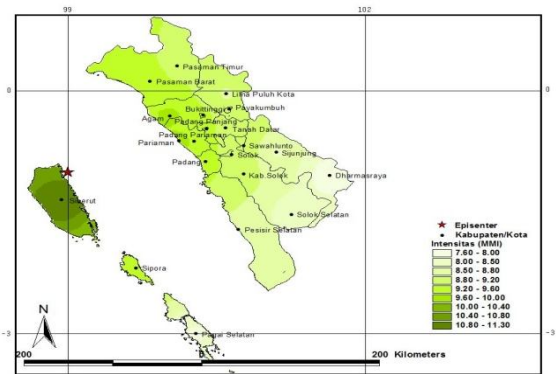
Gambar 15 Peta percepatan tanah maksimum dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,5 Mw



Gambar 16 Peta intensitas dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,5 Mw



Gambar 17 Peta percepatan tanah maksimum dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,9 Mw



Gambar 18 Peta intensitas dari skenario gempa bumi bermagnitudo 8,9 Mw

Wilayah yang paling rentan terhadap nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas terbesar adalah Pulau Siberut, Kota Pariaman, Kabupaten Padang Pariaman, Kabupaten Agam, dan Kota Padang. Sebagian wilayah yang berada di Kota Padang Panjang dan Kota Bukittinggi juga rentan terhadap nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas yang besar.

#### IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa gempa bumi dengan episenter di zona sesar Mentawai memiliki nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas terbesar dibandingkan

dengan gempa bumi dengan episenter di zona subduksi kerak dan zona subduksi *inter-plate*. Dari hasil variasi magnitudo gempa bumi yang di skenarioikan, terlihat bahwa nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas meningkat dengan meningkatnya magnitudo. Dari hasil jarak episenter gempa bumi terhadap tiap-tiap kabupaten/kota, terlihat bahwa nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas meningkat apabila jarak tiap-tiap kabupaten/kota dari episenter semakin dekat. Wilayah yang paling rentan berdasarkan nilai percepatan tanah maksimum dan intensitas adalah Pulau Siberut dan diikuti dengan Kota Pariaman, Kabupaten Padang Pariaman, Kabupaten Agam, dan Kota Padang. Sebagian wilayah yang berada di Kota Padang Panjang dan Kota Bukittinggi juga rentan terhadap kejadian gempa bumi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, S., 2014, Energi Potensial Gempa Bumi di Kawasan Segmen Mentawai Sumatera Barat (0.50LS - 4.00LS dan 1000BT - 1040BT), Jurnal PSJ, Vol.2, No.1, BMKG Bengkulu.
- Atsumi, T., Midorikawa, S., Miura, H., 2011, Strong Motion Records From The 2011 off The Pacific Coast of Tohoku Earthquake, Japan.
- Delfebriyadi, 2010, Rekayasa Gempa Teknik Sipil, CV.Ferila, Padang
- Delfebriyadi, 2011, Pembuatan Peta Spektral Percepatan Gempa Dengan Metoda Probabilitas, CV.Ferila, Padang
- Koketsu, K., Si, H., Miyake, H., Ibrahim, R., 2012, High Attenuation Rate For Shallow, Small Earthquake in Japan, Japan.
- Miura, H., Midorikawa, S., 2012, Preliminary Analysis for Characteristics of Strong Ground Motion from Gigantic Earthquakes, Japan.
- Natawidjaja, D. H., 2007, Gempa Bumi dan Tsunami di Sumatera dan Upaya Untuk Mengembangkan Lingkungan Hidup Yang Aman Dari Bencana Alam, Laporan KHL, LIPI, Jakarta.
- Natawidjaja, D. H., Sieh, K., Chlieh, M., Getzka, J., Suwargadi, B. W., Cheng, H., Edwards, R. L., Avouac, J. P., Ward, S. N., 2006, Source Parameters Of The Great Sumatran Megathrust Earthquakes of 1797 and 1833 Inferred From Coral Microatolls, Journal of Geophysical Research, Volume 111, American Geophysical Union.
- Sieh, K., Bock, L. E., Taylor, F., Gans P., 1994, Active Tectonics of Sumatra, American Geophysical Union.
- Sunarjo, Gunawan, M. T., Pribadi, S., 2010, Gempa Bumi Edisi Populer, BMKG, Jakarta.