

Analisis Percepatan Tanah Maksimum Wilayah Sumatera Barat (Studi Kasus Gempa Bumi 8 Maret 1977 dan 11 September 2014)

Marlisa^{1,*}, Dwi Pujiastuti¹, Rachmad Billyanto²

¹ Jurusan Fisika Universitas Andalas

² Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Padang Panjang

*marlisha.phy@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang analisis percepatan tanah maksimum atau *Peak Ground Acceleration* (PGA) di wilayah Sumatera Barat akibat gempa bumi 8 Maret 1977 di Segmen Sumpur dan gempa bumi 11 September 2014 di Segmen Sianok. Penelitian ini menggunakan metode *McGuire*. Hasil pengolahan data menghasilkan peta kontur PGA di wilayah Sumatera Barat. Nilai PGA terbesar akibat gempa bumi di Segmen Sumpur adalah 27,0 gal yang terjadi di daerah Pasaman. Gempa bumi di Segmen Sumpur merupakan gempa bumi berkategori merusak sedang dengan getaran yang dirasakan sangat kuat yaitu sebesar VII-VIII MMI (*Mercali Modified Intensity*). Nilai PGA terkecil adalah 1,1 gal yang terjadi di daerah Sijunjung, Dharmasraya, Pesisir Selatan, Kabupaten Solok, Solok Selatan, dan Kepulauan Mentawai. Efek gempa dirasakan sebesar II-VI MMI dengan kemampuan merusak berkategori ringan. Nilai PGA terbesar akibat gempa bumi di Segmen Sianok adalah 28,0 gal yang terjadi di daerah Tanah Datar, Padang Panjang, Solok, Sawahlunto, dan Bukittinggi. Dampak gempa dirasakan sangat kuat sebesar VII-VIII MMI dengan kemampuan merusak berkategori sedang. Nilai PGA terkecilnya adalah 1,1 gal yang terjadi di daerah Pasaman, Lima Puluh Kota, Pesisir Selatan, Sijunjung, Solok Selatan, Kabupaten Solok, Dharmasraya, dan Kepulauan Mentawai dengan intensitas II-VI MMI berkategori ringan.

Kata Kunci : Gempa bumi, grid, intensitas, metode McGuire, MMI, PGA, segmen Sianok, segmen Sumpur.

ABSTRACT

A research about Peak Ground Acceleration has been conducted in West Sumatera related with earthquake in March 8th, 1977 in Sumpur Segment and earthquake on September 11th, 2014 in Sianok Segment. This research uses McGuire method. The data processing generates a contour map of peak ground acceleration in West Sumatera. Maximum values of ground acceleration the earthquake in Sumpur Segment is 27.0 gal (cm/s²) in Pasaman. The earthquake in Sumpur Segment is a moderately destructive felt earthquake is very strong vibration in the amount of VII-VIII MMI (Modified Intensity Mercali). PGA smallest value is 1.1 gal that occurred in the area Sijunjung, Dharmasraya, Pesisir Selatan, Solok Selatan, Solok, and Kepulauan Mentawai. The effects of the earthquake was felt at II-VI MMI with perceived shaking of light category. While the value of PGA biggest earthquakes in Sianok Segment was 28.0 gal that occurred in the area of Tanah Datar, Padang Panjang, Solok, Sawahlunto and Bukittinggi. The impact of the earthquake was strongly felt VII-VIII MMI with perceived shaking of moderate category. PGA smallest value is 1.1 gal in Pasaman, Lima Puluh Kota, Pesisir Selatan, Sijunjung, Solok Selatan, Kabupaten Solok, Dharmasraya and Kepulauan Mentawai with the intensity of II-VI MMI of light category..

Keywords: earthquake, grid, intensity, McGuire method, MMI, PGA, Sianok segment, Sumpur segment, MMI, intensity.

I. PENDAHULUAN

Gempa bumi adalah suatu peristiwa pelepasan energi gelombang seismik yang terjadi secara tiba-tiba. Pelepasan energi ini di akibatkan adanya deformasi lempeng tektonik yang terjadi pada kerak bumi (Hartuti, 2009). Secara tektonik wilayah Sumatera Barat merupakan daerah rawan gempa bumi karena berada di pertemuan lempeng Indo-Australia yang menunjam ke bawah lempeng Eurasia yang membentuk jalur gempa bumi. Kawasan gempa bumi di Sumatera Barat berada pada daerah *Megathrust*, Sesar Mentawai dan Sesar Sumatera (Novita, 2008). Sistem Sesar Sumatera terjadi akibat adanya lempeng Indo-Australia yang menabrak bagian barat pulau Sumatera secara miring, sehingga menghasilkan tekanan dari pergerakan ini, karena adanya tekanan, maka terbentuklah Sesar Sumatera yang membentang mulai dari Aceh sampai Lampung. Sesar Sumatera yang terdapat pada wilayah Sumatera Barat

terdiri dari Segmen Sumpur, Segmen Sianok, Segmen Sumani, Segmen Suliti (Simanjuntak, 2014).

Gempa bumi menghasilkan nilai percepatan tanah akibat percepatan gelombang yang sampai ke permukaan bumi. Percepatan tanah maksimum (PGA) adalah parameter penting dalam menggambarkan kekuatan getaran gempa bumi. Pengukuran dan perhitungan percepatan tanah yang diakibatkan oleh gempa bumi sangat dibutuhkan, dengan mengetahui nilai percepatan tanah maksimum, maka dapat mengetahui daerah mana yang rawan terhadap gempa bumi (Gustian, 2009). Konversi nilai percepatan tanah maksimum (PGA) dapat di klasifikasikan menjadi 9 macam berdasarkan kategori percepatan tanah maksimum, kecepatan maksimum, kemampuan merusak, getaran dirasakan dan intensitas seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Konversi nilai gal ke MMI berdasarkan tabel Worden 2011 (bmk.g.go.id, 2015)

Getaran Dirasakan	Kemampuan Merusak	Peak Acceleration (cm/s ²)	Peak Velocity (cm/s)	Intensitas
Tidak dirasakan	Tidak	< 0,03	< 0,01	I
Lemah	Tidak	0,3	0,1	II-III
Ringan	Tidak	2,8	1,4	IV
Sedang	Sangat Ringan	6,2	4,7	V
Kuat	Ringan	12	9,6	VI
Sangat Kuat	Sedang	22	20	VII
Keras	Sedang berat	40	41	VIII
Sangat Keras	Berat	75	85	IX
Berbahaya	Sangat berat	>139	>178	X+

Hubungan magnitudo dengan nilai percepatan tanah telah dibuat dalam bentuk rumusan empiris, diantaranya rumusan *Donovan*, *McGuire*, *Kawashumi*, *Si and Modirokawa* dan sebagainya. Untuk mencari nilai percepatan tanah maksimum yang sesuai dengan kondisi patahan Sumatera khususnya Sumatera Barat digunakan rumusan empiris *McGuire*. Rumusan tersebut pernah di pakai pada gempa bumi yang ada di California Selatan, yaitu di patahan San Andreas. Kondisi patahan yang ada di San Andreas memiliki karakteristik yang sama dengan patahan Sumatera khususnya Sumatera Barat (Pawirodikromo, 2012). Rumusan empiris *McGuire* pernah dilakukan oleh Novita (2008) di daerah Padang Panjang, bahwa metode *McGuire* memiliki harga korelasi lebih besar yaitu 0,137 dengan nilai percepatan tanah maksimumnya adalah 133,975 gal – 138,256 gal yang memberikan gambaran bahwa korelasi percepatan tanah maksimum terhadap persentase rumah rusak berat adalah sama. Selanjutnya Yulia (2006) melakukan analisis percepatan tanah maksimum untuk wilayah Sumatera Barat (1900-2005) diperoleh hasil bahwa percepatan tanah berkisar 40,451 gal - 331,587 gal. Untuk nilai PGA tertinggi berada di 2°LS dan 102° BT dan PGA terendah berada 1°LS dan 101° BT.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan serta menganalisis nilai percepatan tanah maksimum (PGA) di wilayah Sumatera Barat. Selanjutnya melakukan pemetaan nilai PGA dengan soft ware *Arc view gis 3.3*.

II. METODE

Parameter yang digunakan berupa data magnitude, episenter, dan kedalaman yang di peroleh di Stasiun Geofisika Padang Panjang, Sumatera Barat. Tahap-tahap penelitian :

1. Mengubah magnitudo gelombang bodi ke dalam bentuk gelombang permukaan dengan menggunakan Persamaan 1.

$$M_s = 1,78M_b - 5,17 \tag{1}$$

dengan : M_b (magnitudo gelombang bodi), M_s (magnitudo gelombang permukaan).

2. Menghitung jarak antara koordinat episenter ke masing - masing koordinat daerah perhitungan, sehingga diperoleh jarak episenter. Jarak episenter bisa diketahui dengan menggunakan Persamaan 2.

$$\Delta^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 \tag{2}$$

dengan : x_1 (lintang daerah perhitungan dalam derajat), y_1 (bujur daerah perhitungan dalam derajat), x_2 (lintang episenter gempa dalam derajat), y_2 (bujur episenter gempa dalam derajat).

3. Dari nilai yang didapat dijadikan koordinat episenter dalam km dengan $1^\circ = 111$ km. Menghitung jarak hiposenter dengan Persamaan 3 :

$$R^2 = \Delta^2 + h^2 \tag{3}$$

dengan : R adalah jarak hiposenter (km), Δ adalah jarak episenter (km), dan h adalah kedalaman (km).

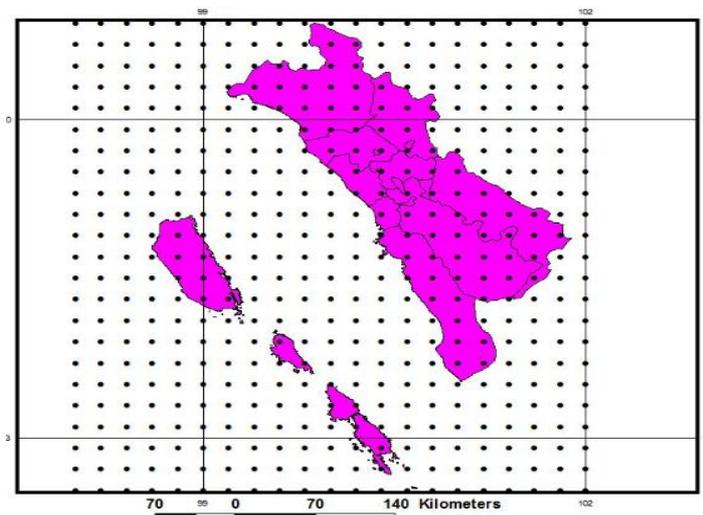
4. Selanjutnya daerah penelitian dibagi menjadi 483 grid dengan jarak $0,20^\circ$ Memasukan koordinat tiap-tiap grid dimana titik-titik perhitungan percepatan tanah maksimum dihitung. Selanjutnya menghitung nilai percepatan tanah dengan menggunakan rumus empiris *Mc. Guire* di tiap-tiap titik grid dengan Persamaan 4. Tahap terakhir membuat peta kontur percepatan tanah akibat gempa bumi 8 Maret 1977 dan gempa bumi 11 September 2014 dengan menggunakan program *Arc View Gis 3.3*

$$\alpha = (472,3)10^{0,278M} \times (R + 25)^{-1,301} \tag{4}$$

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Persebaran Titik Ukur Perhitungan Percepatan Tanah Maksimum

Tahap pertama yang dilakukan untuk pembuatan peta kontur percepatan tanah maksimum (PGA) adalah menentukan jarak grid untuk tiap titik pengukuran. Jarak grid yang digunakan dalam penelitian ini adalah $0,20^\circ$ atau 22,2 km yang tersebar dari lintang $0,9^\circ$ LU - $3,5^\circ$ LS dan bujur 98° BT - 102° BT seperti dapat dilihat pada Gambar 1. Dasar penentuan titik ukur di atas dilihat dari letak geografis Sumatera Barat dengan batasan koordinat yang di ambil $0,9^\circ$ LU - $3,5^\circ$ LS dan 98° BT - 102° BT. Batasan koordinat yang telah ditentukan dibagi dengan jarak grid sebesar $0,20^\circ$ sehingga didapat titik pengukuran sebanyak 483 buah titik ukur. Pembuatan kontur hanya mengambil wilayah yang berada di area darat karena nilai percepatan tanah digunakan untuk daerah permukaan tanah (daratan) sebaliknya tidak untuk daerah perairan.

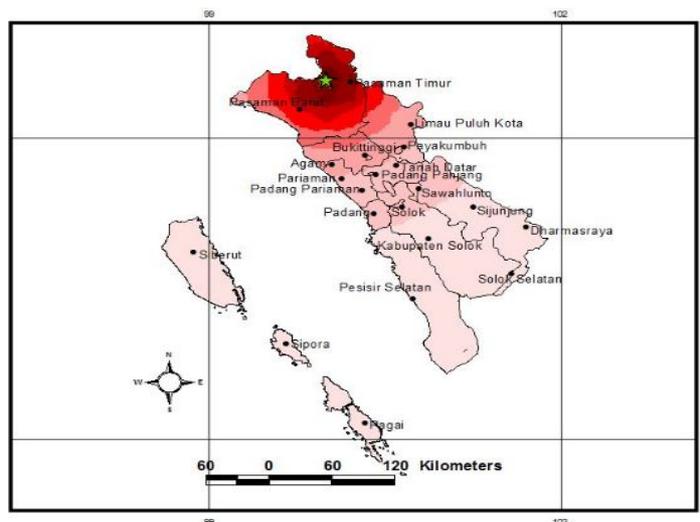


Gambar 1 Peta Persebaran Titik Ukur Perhitungan Percepatan Tanah Maksimum

3.2 Percepatan Tanah Maksimum (PGA) Wilayah Sumatera Barat akibat Gempa Bumi di Segmen Sumpur Tanggal 8 Maret 1977

Gempa bumi 8 Maret 1977 terjadi di segmen Sumpur yang berlokasi $0,45^{\circ}$ LU dan 100° BT dengan kedalaman 22 km dan berkekuatan 5,5 SR. Nilai percepatan tanah akibat gempa bumi di segmen Sumpur untuk lebih jelas dapat dilihat pada Lampiran 4. Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan kontur percepatan tanah untuk masing - masing wilayah 19 Kota atau Kabupaten yang ada di Sumatera Barat seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Klasifikasi percepatan tanah di wilayah Sumatera Barat akibat gempa bumi di segmen Sumpur ditentukan berdasarkan Tabel 1. Pada Gambar 2 terlihat bahwa nilai percepatan tanah maksimum (PGA) tertinggi berada di sekitar daerah segmen Sumpur tepatnya daerah Pasaman yaitu Pasaman Timur yang berada di koordinat $0,19^{\circ}$ LU - $100,13^{\circ}$ BT dan Pasaman Barat yang berada di koordinat $0,11^{\circ}$ LU - $99,83^{\circ}$ BT. Nilai PGA nya berkisar diantara $19,1$ - gal (cm/s^2) - $27,0$ gal (cm/s^2) dan tergolong gempa bumi dengan kemampuan merusak berkategori sedang dan sedang berat. Getaran yang dirasakan sangat kuat dan keras dengan intensitas VII-VIII MMI. Sedangkan untuk daerah Lima Puluh Kota, Payakumbuh, Tanah Datar, Padang Panjang, Bukittinggi, Agam, Padang, Pariaman, Padang Pariaman, Solok dan Sawahlunto nilai PGA nya adalah $13,1$ gal (cm/s^2) - $19,0$ gal (cm/s^2) dengan kemampuan merusak berkategori ringan dengan intensitas VI-VII MMI. Selanjutnya daerah Sijunjung, Dharmasraya, Pesisir Selatan, Kabupaten Solok, Solok Selatan dan Kepulauan Mentawai dengan nilai PGA tergolong rendah yaitu $1,1$ gal (cm/s^2) - $10,0$ gal (cm/s^2) dengan kemampuan merusak berkategori sangat ringan dengan intensitas II-VI MMI.



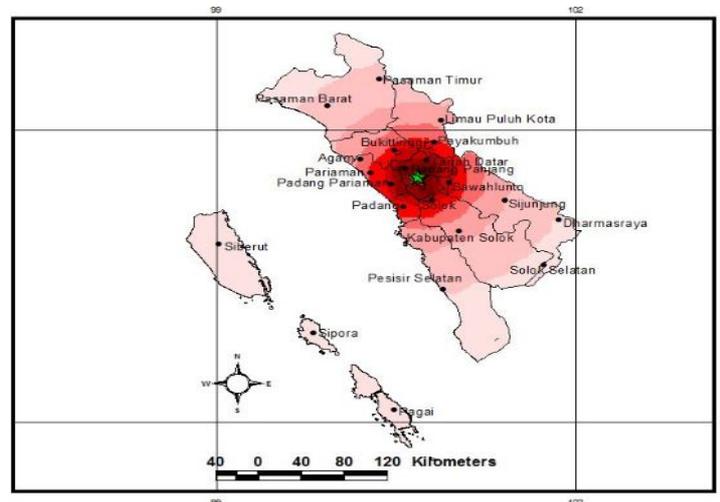
Gambar 2 Percepatan tanah maksimum (PGA) wilayah Sumatera Barat akibat gempa bumi di segmen Sumpur tanggal 8 Maret 1977.

3.3 Percepatan Tanah Maksimum (PGA) di Wilayah Sumatera Barat akibat Gempa Bumi di Segmen Sianok Tanggal 11 September 2014

Gempa bumi 11 September 2014 berlokasi di $0,57^{\circ}$ LU dan $100,53^{\circ}$ BT tepatnya berada di segmen Sianok dengan kedalaman gempa bumi 10 km dan berkekuatan 5,0 SR. Nilai Percepatan tanah akibat gempa bumi di segmen Sianok untuk lebih jelas dapat dilihat pada Lampiran 5. Berdasarkan hasil perhitungan percepatan tanah maksimum gempa bumi 11 September 2014 untuk wilayah Sumatera Barat didapatkan kontur wilayah Sumatera Barat seperti yang terlihat pada Gambar 3.

Peta tersebut menggambarkan bahwa nilai percepatan tanah maksimumnya (PGA) tertinggi berada di koordinat $0,47^{\circ}$ LS - $100,41^{\circ}$ BT (Padang Panjang), $0,46^{\circ}$ LS - $100,59^{\circ}$ BT (Tanah Datar), $0,3^{\circ}$ LU - $100,37^{\circ}$ BT (Bukittinggi), $0,79^{\circ}$ LS - $100,65^{\circ}$ BT (Solok), $0,68^{\circ}$ LS - $100,78^{\circ}$ BT (Sawahlunto) dengan nilai $28,0$ gal (cm/s^2). Tergolong gempa bumi dengan kemampuan merusak sedang dan sedang berat. Getaran yang dirasakan sangat kuat dan keras dengan intensitas VII-VIII MMI. Sedangkan untuk daerah Agam, Payakumbuh, Padang,

Pariaman, Padang Pariaman nilai PGA nya adalah 13,1 gal (cm/s^2) - 19,0 gal (cm/s^2) dengan kemampuan merusak berkategori ringan dan getaran yang dirasakan kuat dengan intensitas VI-VII MMI. Nilai PGA terendah nya adalah 1,1 gal (cm/s^2) - 19,0 gal (cm/s^2) tepatnya berada di sekitar daerah Pasaman Timur, Pasaman Barat, Lima Puluh Kota, Pesisir Selatan, Sijunjung, Solok Selatan, Kabupaten Solok, Dharmasraya, dan Kepulauan Mentawai. dengan kemampuan merusak berkategori sangat ringan dengan intensitas II-VI MMI. Hal ini disebabkan letak wilayah nya yang jauh dari pusat gempa bumi.



Gambar 3 Percepatan tanah maksimum (PGA) di wilayah Sumatera Barat akibat gempa bumi di segmen Sianok tanggal 11 September 2014

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis nilai percepatan tanah maksimum (PGA) akibat gempa bumi di segmen Sumpur tanggal 8 Maret 1977 dapat diketahui bahwa untuk nilai PGA tertinggi adalah 27,0 gal yang terjadi di daerah Pasaman. Gempa bumi di segmen Sumpur merupakan gempa bumi berkategori sedang dengan getaran yang dirasakan sangat kuat yaitu sebesar VII-VIII MMI (*Modified Mercalli Intensity*). Nilai PGA terkecil adalah 1,1 gal yang terjadi di daerah Sijunjung, Dharmasraya, Pesisir Selatan, Kabupaten Solok, Solok Selatan dan Kepulauan Mentawai. Efek gempa dirasakan II-VI MMI dengan kemampuan kategori ringan.

Dari hasil analisis nilai percepatan tanah maksimum (PGA) akibat gempa bumi di segmen Sianok tanggal 11 September 2014 dapat diketahui bahwa untuk nilai percepatan tanah maksimumnya (PGA) adalah 28,0 gal yang terjadi di daerah Tanah Datar, Padang Panjang, Solok, Sawahlunto dan Bukittinggi. Dampak gempa dirasakan sangat kuat VII-VIII MMI dengan kemampuan kategori sedang. Nilai PGA terkecil adalah 1,1 gal yang terjadi di daerah Pasaman, Lima Puluh Kota, Pesisir Selatan, Sijunjung, Solok Selatan, Dharmasraya dan Kepulauan Mentawai dengan intensitas berkategori ringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillahirobil'alamiin segala puji beserta syukur saya sampaikan kehadirat Allah SWT, yang mana dengan rahmat dan kuasa-Nya itulah sehingga saya masih diberikan kesempatan untuk dapat melaksanakan proses penyelesaian jurnal ini. Rasa terima kasih yang besar dan mendalam saya haturkan kepada pihak yang telah membantu dalam penyelesaian jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Gustian, A, "Perhitungan Percepatan Tanah Maksimum Wilayah Sumatera dan Sekitarnya dengan Metoda Mc Guire R.K", Laporan Kerja, Akademi Meteorologi Dan Geofisika, Jakarta, (2009).
- Hartuti, E.R., *Buku Pintar Gempa*, DIVA Press, Yogyakarta (2009).

- Novita, H, “Analisis Percepatan Tanah Terhadap Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Di Padang Panjang”, Tesis S2, Universitas Andalas, (2008).
- Pawirodikromo, W, *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta (2012).
- Simanjuntak, B, “Pengamatan Geofisika Dan Klimatologi”, *Buletin Stasiun Geofisika Klas 1 Padang Panjang*, Nomor 1, BMKG, Hal 1-4, (2014).
- Yulia, “Analisis Percepatan Tanah Maksimum Wilayah Sumatera Barat”, Skripsi S1, Universitas Andalas, (2006). [http://www.bmkg.go.id /bmkg Padang Panjang/Pusat Gempa Regional VI Padang Panjang](http://www.bmkg.go.id/bmkg/Padang_Panjang/Pusat_Gempa_Regional_VI_Padang_Panjang), diakses September 2015