

DOI: doi.org/10.21009/0305020407

ANALISIS PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM, KECEPATAN TANAH MAKSIMUM DAN MMI DI WILAYAH SULAWESI UTARA

Muhammad Altin Massinai^{1,a)}, K. R. Amaliah¹, Lantu¹, Virman²,
Muhammad Fawzy Ismullah. M³

¹Prodi Geofisika FMIPA UNHAS, Jl. PK km 10, Makassar 90245

²Prodi Fisika FMIPA UNCEN, Jl. Woroth no 23, Jayapura

³Mhs S2 Prodi Teknik Geofisika ITB, Jl. Ganesa No 10, Bandung

Email: ^{a)}altin@science.unhas.ac.id

Abstrak

Sulawesi Utara adalah daerah tingkat kerawanan kegempaan yang tinggi di Pulau Sulawesi. Salah satu metoda untuk mendeteksi kerawanan tersebut, yaitu dengan meneliti hubungan antara percepatan tanah maksimum (PGA), kecepatan tanah maksimum (PGV) dan MMI. Data yang digunakan adalah hasil rekaman gempabumi berupa data sekunder. Pengolahan data menggunakan rumus empiris yang menunjukkan hubungan antara PGV dan intensitas serta PGA dan intensitas gempa. Hasil perhitungan PGA dan PGV kemudian dibuat menjadi basis data untuk pembuatan peta kontur PGA dan PGV serta kurva hubungan PGA dan PGV, PGA dan MMI serta PGV dan MMI. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai PGA terbesar untuk wilayah Sulawesi Utara adalah 46,33 gal dan nilai PGV terbesar adalah 20,67 cm/s. Wilayah yang mempunyai nilai intensitas terbesar adalah Bolaang Mongondow Utara dengan intensitas VII.

Kata-kata kunci: Gempabumi, Intensitas, Kecepatan tanah maksimum, percepatan tanah maksimum.

Abstract

North Sulawesi is a region of high seismicity levels for vulnerability on the Sulawesi Island. The method for this research to detect these vulnerabilities, which examines the relationship between Peak Ground Acceleration (PGA), Peak Ground Velocity (PGV) and Modified Mercalli Intensity (MMI). The data used in this experiment is earthquake secondary recorded data. The data proceed using empirical equation that correlated with PGV and PGA - vs - earthquake intensity. The result of calculation then become basis of the data to create map of PGA and PGV also relation between PGA with PGV, with MMI and relation between PGV with MMI. The result of analysis showed that highest value PGA in North Sulawesi is 46,33gal and PGV is 20,67cm/s. The region of that have has the biggest earthquake is North Bolaang Mongondow with earthquake intensity is VII.

Keywords: Earthquake, Intensity, Peak Ground Velocity, Peak Ground Acceleration.

1. Pendahuluan

Pengukuran PGA dan PGV dengan cara empiris sangat dibutuhkan dalam perencanaan tata ruang, khususnya pembangunan infrastruktur. Gaya yang dialami oleh suatu bangunan akibat getaran gempabumi akan mempengaruhi kestabilan dan kesetimbangan bangunan tersebut (Massinai, 2015).

Berdasarkan hal tersebut, analisis hubungan percepatan tanah maksimum (PGA), kecepatan tanah maksimum (PGV), dan Intensitas Mercalli (MMI) sangat diperlukan (Atkinson and Sonley, 2000). Oleh karena itu penelitian ini dianggap sangat penting. Penelitian ini menganalisis parameter-parameter tersebut menggunakan data historis gempabumi untuk mengetahui daerah rawan bencana pada wilayah Sulawesi Utara dan sekitarnya (Ismullah, at al., 2015).

Percepatan Tanah Maksimum atau *Peak Ground Velocity (PGA)* adalah nilai percepatan tanah terbesar pada permukaan yang pernah terjadi di suatu wilayah dalam periode waktu tertentu akibat getaran gempa bumi (Boatwright, at al., 2001). PGA ini merupakan gangguan yang perlu dikaji untuk setiap kejadian gempabumi. Dampak paling parah yang pernah dialami suatu lokasi gempabumi dapat dipahami dengan menggunakan data PGA. Efek primer gempa bumi adalah keadaan struktur bangunan, baik yang berupa bangunan perumahan rakyat, gedung bertingkat, fasilitas umum, monumen, jembatan dan infrastruktur lainnya yang diakibatkan oleh getaran yang ditimbulkan (Massinai, at al., 2013).

Persamaan empiris yang menghubungkan antara PGA dan intensitas gempabumi (Wu, at al., 2003; Wu and Zhao, 2006) :

$$PGA = \exp\left(\frac{I-0,7}{2}\right) \quad (1)$$

Dimana : $I = I_0 \exp^{-b\Delta}$

Δ = Jarak episenter

$b = 0,00051$

I_0 = intensitas sumber gempa
 = 1.5 (M-0.5)

I = Intensitas pada jarak episenter
 (stasiun pengamatan)

Kecepatan Tanah Maksimum atau *Peak Ground Velocity (PGV)* adalah nilai kecepatan tanah terbesar pada permukaan yang pernah terjadi di suatu wilayah dalam periode waktu tertentu akibat getaran gempa bumi. Semakin besar nilai PGV yang pernah terjadi di suatu tempat, maka semakin besar resiko gempa bumi yang mungkin terjadi dikemudian hari. Persamaan empiris yang menghubungkan antara PGV dan intensitas gempabumi (Wu, at al., 2003; Wu and Zhao, 2006) adalah :

$$PGV = \exp\left(\frac{I-1,89}{2,14}\right) \quad (2)$$

Dimana : $I = I_0 \exp^{-b\Delta}$

Δ = Jarak episenter

$b = 0,00051$

I_0 = intensitas sumber gempa
 = 1.5 (M-0.5)

I = intensitas pada jarak episenter
 (stasiun pengamatan)

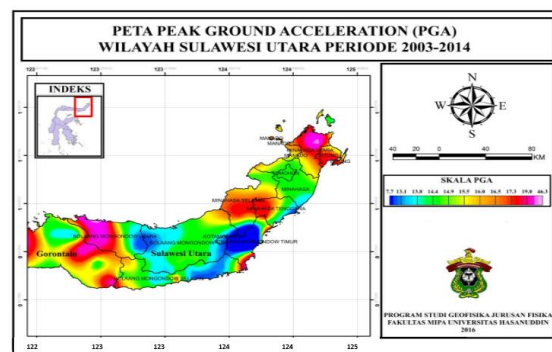
2. Metode Penelitian

Data yang digunakan adalah data hasil rekaman beberapa stasiun gempa bumi yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika kelas II Gowa

Sulawesi Selatan. Data ini berupa data gempabumi harian selama 12 tahun dari tahun 2003-2014 yang meliputi data waktu kejadian, lintang, bujur, kedalaman dan magnitudo. PGA dan PGV diperoleh melalui persamaan (1) dan (2).

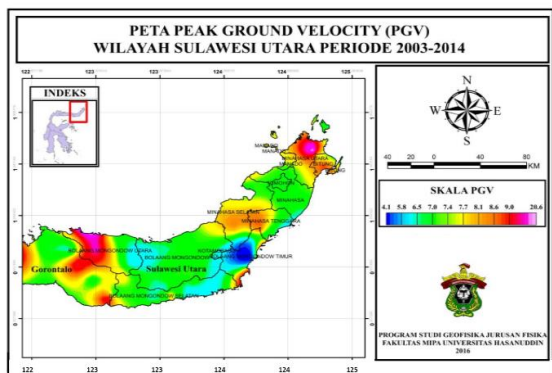
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil perhitungan nilai PGV dan nilai PGA di Sulawesi Utara pada tahun 2003-2014 dengan magnitudo $\geq 4,5$ SR berjumlah 193 kali gempa. Perhitungan yang dilakukan memperlihatkan hubungan PGA dan intensitas episenter gempabumi pada persamaan (1) serta hubungan PGV dan intensitas episenter gempa bumi pada persamaan (2). Gambar 1 berikut memperlihatkan peta percepatan tanah di Sulawesi Utara.



Gambar 1. Peta Percepatan Tanah Maksimum (PGA).

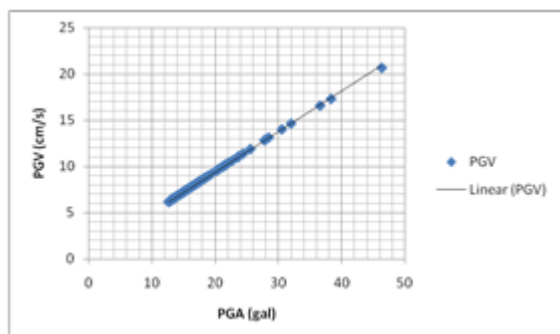
Berdasarkan peta Percepatan Tanah Maksimum (PGA) pada gambar 1 terlihat bahwa sebagian besar daerah Sulawesi Utara memiliki percepatan tanah yang tergolong besar. Gambar yang berwarna ungu menunjukkan nilai Percepatan Tanah Maksimum (PGA) yang terbesar yaitu berkisar antara 19,0 - 46,3 gal, daerah yang tergolong dalam kisaran tersebut adalah kabupaten Minahasa Utara, Bolaang Mongondow Utara dan Bolaang Mongondow Selatan. Gambar yang berwarna biru menunjukkan nilai PGA yang terkecil yaitu berkisar antara 7,7-13,1 gal. Gambar 2 berikut memperlihatkan peta kecepatan tanah Sulawesi Utara.



Gambar 2. Peta Kecepatan Tanah Maksimum (PGV).

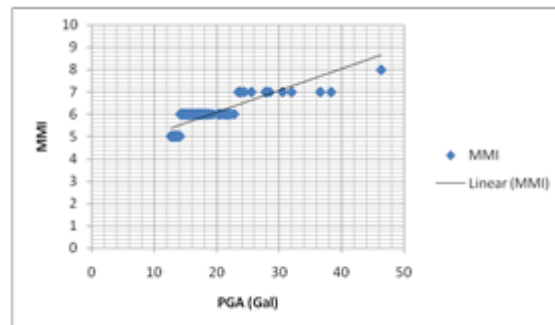
Berdasarkan peta Kecepatan Tanah Maksimum (PGV) pada gambar 2 terlihat bahwa gambar yang berwarna ungu menunjukkan nilai Kecepatan Tanah Maksimum (PGV) terbesar yaitu berkisar antara 9-20,6 cm/s, sedangkan gambar yang berwarna biru menunjukkan nilai PGV yang terkecil yaitu 4,1-5,8 cm/s. Jika melihat dari keadaan tektoniknya, hal ini disebabkan karena daerah tersebut terdapat busur gunungapi yang terbentuk karena adanya tunjaman ganda, yaitu lajur tunjaman Sulawesi Utara lengan utara dan lajur tunjaman Sangehe Timur di sebelah timur dan selatan lengan utara.

Kurva PGA memperlihatkan hubungan linier antara PGA, PGV, dan MMI. Hal ini menunjukkan keterkaitan antara ketiga parameter tersebut dalam menentukan daerah rawan bencana gempa bumi. Gambar 3, 4 dan 5 memperlihatkan kurva tersebut.



Gambar 3. Kurva hubungan antara PGA dengan PGV.

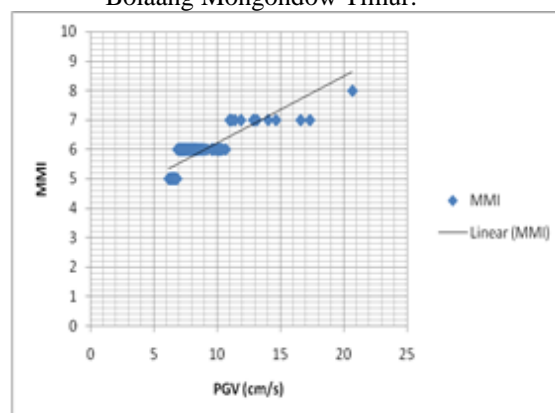
Berdasarkan kurva hubungan antara Percepatan Tanah Maksimum (PGA) dan Kecepatan Tanah Maksimum (PGV) terlihat bahwa PGA dan PGV berbanding lurus. Wilayah-wilayah yang memiliki nilai PGA dan PGV yang besar diantaranya Minahasa Utara, Minahasa Selatan, Bitung dan Bolaang Mongondow Utara.



Gambar 4. Kurva hubungan antara PGA dengan MMI.

Berdasarkan kurva hubungan antara Percepatan Tanah Maksimum (PGA) dan MMI terlihat bahwa :

1. Nilai PGA 12,67 – 14,09 gal mempunyai nilai intensitas V di kabupaten Kotamobagu.
2. Nilai PGA 14,21 – 22, 80 gal mempunyai nilai intensitas VI Bitung, Manado, Minahasa Tenggara, Tomohon, Minahasa Selatan, dan Minahasa.
3. Nilai PGA 23,50 – 38,32 gal mempunyai nilai intensitas VII di kabupaten Minahasa Utara dan Bolaang Mongondow Utara.
4. Nilai PGA 46,33 gal mempunyai nilai intensitas VIII di sebagian kecil kabupaten Bolaang Mongondow Timur.



Gambar 5. Kurva hubungan antara PGV dengan MMI.

Berdasarkan kurva hubungan antara Kecepatan Tanah Maksimum (PGV) dan MMI terlihat bahwa :

1. Nilai PGV 6,15 – 6,79 cm/s mempunyai nilai intensitas V di kabupaten Kotamobagu dan sebagian besar Bolaang Mongondow Timur.
2. Nilai PGV 6,85 – 10,65 cm/s mempunyai nilai intensitas VI di kabupaten Tomohon, Minahasa dan Bolaang Mongondow.
3. Nilai PGV 10,96 – 17,21 cm/s mempunyai nilai intensitas VII di kabupaten Minahasa Utara, Bolaang Mongondow Utara, Bitung, Manado, Minahasa Selatan dan Minahasa Tenggara.

4. Nilai PGV 20,67 cm/s mempunyai nilai intensitas VIII di sebagian kecil kabupaten Bolaang Mongondow Timur.

4. Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Nilai Percepatan tanah maksimum (PGA) dan kecepatan tanah maksimum (PGV) terbesar di Sulawesi Utara pada tahun 2003-2014 dengan magnitudo $\geq 4,5$ SR berada di kabupaten Bolaang Mongondow Timur yaitu PGA sebesar 46,33 gal dan PGV sebesar 20,67 cm/s.
2. Nilai PGA yang terbesar yaitu berkisar antara 19,0 - 46,3 gal, Sedangkan nilai PGA yang terkecil yaitu berkisar antara 7,7-13,1 gal. Nilai PGV terbesar yaitu berkisar antara 9-20,6 cm/s, sedangkan nilai PGV yang terkecil yaitu 4,1-5,8 cm/s. Daerah yang tergolong dalam kisaran tersebut adalah kabupaten Minahasa Utara, Bolaang Mongondow Utara dan Bolaang Mongondow Selatan.
3. Wilayah yang memiliki nilai PGA yang besar ternyata juga memiliki nilai PGV yang besar pula. Semakin besar nilai PGA dan nilai PGV maka nilai intensitasnya juga semakin besar, makin besar nilai intensitas makin tinggi pula tingkat resiko gempa gempa bumi. Daerah yang mempunyai tingkat resiko gempa bumi yang paling besar adalah Kabupaten Bolaang mongondow Utara dengan intensitas VII.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada bapak Dekan FMIPA UNHAS atas bantuan dalam pelaksanaan penelitian ini. Dan Terimakasih pula kepada teman-teman yang telah berpartisipasi dalam diskusi pembuatan paper ini.

Daftar Acuan

- [1] Arkitson, G., and Sonley, E. Empirical relationships between Modified Mercalli Intensity and response spectra. Bull. Sism. Soc. Am. 90 (2000), p. 537-544.
- [2] Boatwright, J., Thywissen, K. and Seekins, L.. Correlation of ground motion and intensity for the 17 January 1994 Northridge, California earthquake. Bull. Sism. Soc. Am. 91 (2001), p. 739-752.
- [3] Ismullah, M.F., Lantu, Aswad, S., Massinai, M.A. Tectonics earthquake distribution patterns analysis based focal mechanism. AIP Conference Proceedings, Bandung (2015), p. 1-10.
- [4] Massinai, M.A., Sudradjat, A., Lantu. The influence of seismic activity in South Sulawesi area to the geomorphology of Jeneberang Watershed. Int. J. Eng. and Tech. 10 (2013), p. 945-948.
- [5] Massinai, M. A. Geomorfologi Tektonik. Jogjakarta, Pustaka Ilmu (2015), p. 352.
- [6] Wu, Y. M., Teng, T. L., Syin, T. C., Hsiao, N. C. Relationships between peak ground acceleration, peak ground velocity and intensity in Taiwan. Bull. Sism. Soc. Am. 93 (2003), p. 386-396.
- [7] Wu, Y. M., Zhao, L. Magnitudo estimation using the first three seconds p-wave amplitude in earthquake early warning. Geophysical Research Letters. 33 (2006), p. 168-178.