

ANALISIS KECOCOKAN NILAI PGA METODE DONOVAN TERHADAP DATA ACCELEROGRAPH (STUDI KASUS GEMPA MAMUJU, 14 JANUARI 2021)

Muh. Said L^{1*}, Almubdy Siraj Ramadhan, Amirin Kusmiran¹, Ramadhan Priadi², Alamsyah¹

¹Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Alauddin, Jl. H.M. Yasin Limpo No. 36 Romangpolong Kec. Somba Opu, Gowa, 92118, Sulawesi Selatan, Indonesia

²Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Geofisika, Gowa, 92118, Sulawesi Selatan, Indonesia

*email: muhammad.saidlanto@uin-alauddin.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan memetakan wilayah dengan risiko nilai percepatan tanah maksimum dan menganalisis kecocokan nilai metode perhitungan empiris dan data accelerograph pada kasus gempa di Mamuju 14 Januari 2021. Data yang digunakan adalah data kasus gempa di Mamuju 14 Januari 2021 magnitudo 5,9 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Geofisika Gowa. Parameternya terdiri dari data waktu, lintang, longitudinal dan kedalaman, magnitudo dan percepatan tanah (gal). Perhitungan nilai percepatan tanah dilakukan dengan menggunakan persamaan metode Donovan, sedangkan untuk menghitung kecocokan nilai digunakan persamaan nilai persen error. Hasil dari perhitungan percepatan tanah diperoleh nilai percepatan tanah maksimum tertinggi diperoleh pada wilayah kecamatan Tapalang, Tapalang Barat, Simboro dan Mamuju, dengan nilai berkisar 196,50-261,66 gal. Sedangkan nilai percepatan tanah terendah diperoleh pada wilayah kecamatan Kalukku, Bonehau, Kalumpang, Papalang, Sampaga dan Tommo dengan nilai 41,76- 122,67 gal. Persentase nilai error terhadap data nilai percepatan tanah pada accelerograph bernilai 6%, hal ini menandakan bahwa metode ini dapat digunakan dalam menghitung nilai percepatan tanah maksimum dengan meninjau magnitude gempa $\geq 5 M$.

Kata Kunci: Data Accelerograph; Donovan; Earthquake; Magnitudo; PGA

ABSTRACT

[Title: Analysis of the Fitness of PGA Value of The Donovan Method to Accelerograph Data (Case Study of the Mamuju Earthquake, 14 January 2021)] This study aims to map the area with the risk of the maximum ground acceleration value and analyze the suitability of the value of the empirical calculation method and accelerograph data in the earthquake case in Mamuju on January 14 2021. The data used is earthquake case data in Mamuju on January 14, 2021 with a magnitude of 5.9 obtained from the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency of the Gowa Geophysics Station. The parameters consist of time, latitude, longitudinal and depth data, magnitude and ground acceleration (gal). The calculation of the ground acceleration value is carried out using the Donovan method equation, while to calculate the value match the percent error value equation is used. The results of the calculation of ground acceleration obtained the highest maximum ground acceleration values obtained in the sub-districts of Tapalang, West Tapalang, Simboro and Mamuju, with values ranging from 196.50 to 261.66 gal. While the lowest ground acceleration values were obtained in the sub-districts of Kalukku, Bonehau, Kalumpang, Papalang, Sampaga and Tommo with a value of 41.76-122.67 gal. The percentage of error values for the ground acceleration value data on the accelerograph is 6%, this indicates that this method can be used in calculating the maximum ground acceleration value by considering the magnitude of the earthquake $\geq 5 M$.

Keywords: Accelerograph Data; Donovan; Earthquake; Magnitude; PGA

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu negara yang terletak secara geografis berada pada pertemuan tiga lempeng (lempeng Pasifik, lempeng Indo-Australia dan Eurasia) (Nasution, 2021). Tentunya wilayah Indonesia menjadi daerah seismik yang berpotensi aktif. Salah satu wilayah di kabupaten Mamuju

provinsi Sulawesi Barat, merupakan daerah yang memiliki kondisi alam yang variatif sehingga mempunyai potensi yang bervariasi pula, baik potensi sumber daya maupun potensi bencana. Secara tektonik kabupaten Mamuju merupakan kawasan dengan tingkat aktivitas kegempaan yang relatif tinggi, hal ini disebabkan karena letak geografis

wilayah ini yang dilalui sesar aktif dan kondisi litologi batuan cenderung lunak sehingga memicu efek guncangan cenderung tinggi. Pada 14 Januari 2021, pukul 14.35 wita di Mamuju, Sulawesi Barat diguncang gempa berkekuatan 5,9 M, BMKG menyebutkan, pusat gempa pertama berada di 118,89° BT dan 2,99° LS. Menurut data media, wilayah yang paling parah terkena dampak adalah Mamuju, ibu kota Sulawesi Barat, yang meliputi Karema, dan wilayah pesisir yang dicakup oleh kelurahan Rangas dan Simboro (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi-Badan Geologi, 2021).

Secara khusus nilai percepatan maksimum (PGA) merupakan faktor yang dapat menentukan tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh gempa bumi (Edwiza, 2008). Percepatan tanah maksimum merupakan indikator percepatan tanah yang terjadi pada satu lokasi akibat gempa. Dapat diketahui melalui dua cara yaitu pengukuran PGA dengan menggunakan alat *accelerograph* dan pendekatan empiris (Kusumawardani B. N., et al., 2020). Berbagai metode dapat digunakan untuk menentukan nilai percepatan tanah maksimum, untuk secara empiris yaitu metode Esteva, Donovan, Mc.Guirre RK, M.V Mickey, Oliviera, Guttenberg, Fukushima-Tanaka, Murphy-O'brein dan Kanai yang dihubungkan dengan skala MMI (Januarti, Y., 2022; Kusumawardani B. N., et al., 2020; Ulfiana, et al., 2018). Namun, setiap metode akan memiliki keakuratan yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi wilayah yang akan diteliti.

Penelitian sebelumnya tentang analisis percepatan tanah maksimum, telah dilakukan oleh CG Kapojos (2015), yaitu menentukan nilai percepatan tanah berdasarkan data gempa dan data akselerograf. Hasilnya diperoleh bahwa rumusan Esteva lebih cocok digunakan dalam mengestimasi percepatan tanah maksimum di semenanjung utara pulau Sulawesi. Dalam penelitian tersebut terlihat bahwasannya persentase kecocokan metode Donovan dipengaruhi oleh nilai magnitudo dan jarak kejadian gempa. Berdasarkan karakteristik tektonik wilayah kabupaten Mamuju memiliki kemiripan dengan wilayah Utara Sulawesi, dengan karakteristik batuan plutonik. Selanjutnya penelitian terkait nilai percepatan tanah maksimum di kabupaten Mamasa dilakukan Anugrayanti (2021). Penelitiannya dilakukan berdasarkan data kejadian gempa dalam memperoleh nilai percepatan tanah maksimum, hasilnya menunjukkan bahwa nilai percepatan tanah lebih kecil dari rumusan Donovan. Rumusan Donovan juga telah digunakan sebelumnya pada wilayah Manado berdasarkan data rekaman gempa dalam mengidentifikasi nilai percepatan tanah maksimum. Hasil yang diperoleh rumusan Donovan

menunjukkan nilai percepatan tanah lebih kecil dari rumusan Mc. Guirre R.K (Pasau G., et al., 2018). Penelitian P. E. Broto, et al (2022), tentang penentuan potensi kegempaan berdasarkan percepatan tanah maksimum di salah satu kantor Konawa Utara. Hasilnya bahwa mikrozonasi distribusi nilai PGA yang diperoleh menghasilkan nilai antara 23,2381-23,3231 gal yang termasuk dalam tingkat risiko bahaya gempa rendah.

Silvia (2020) dalam penelitiannya juga menganalisis tingkat resiko dan kerentanan bahaya gempa bumi di kota Surabaya dengan rumusan M.C Guire. Hasilnya bahwa daerah tersebut memiliki tingkat kerentanan bahaya tertinggi berada pada wilayah timur berkisar 33,991-29,8194 gal. Perhitungan nilai PGA dan sensitivitas seismik bertujuan mengetahui kerentanan seismik suatu wilayah terhadap resiko gempa bumi yang dapat terjadi secara waktu yang tidak ditentukan sehingga batuan bawah dan di atas permukaan bumi mendapat tekanan akibat deformasi lempeng tektonik kerak bumi melalui gelombang gempa (Sari, I. N., & Prastowo, T., 2022). Kurniawan, et al (2019) juga dalam penelitian tentang pemetaan kerawanan bencana gempa bumi dengan menggunakan metode PSHA di Pulau Lombok–Nusa Tenggara Barat. Dalam penelitian ini telah memetakan dan menganalisis PGA bahaya gempa di pulau Lombok (*seismic hazard*).

Dengan mengamati beberapa penelitian terdahulu, peneliti tertarik untuk menganalisis terkait nilai percepatan tanah maksimum dengan metode Donovan, terlihat bahwa beberapa penelitian tersebut telah mengujikan metode tersebut, namun dari beberapa penelitian tersebut tidak mengujikan kecocokan antara nilai perhitungan dan data *accelerograph*. Sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan tujuan menganalisis dan memetakan nilai percepatan tanah dan tingkat kerusakan dari perhitungan serta menguji kecocokan pendekatan metode Donovan yang menjadi perhitungan, berdasarkan kejadian gempa bumi di kabupaten Mamuju Januari 2021.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dilakukanlah studi lebih lanjut dalam mengidentifikasi dan menghitung nilai percepatan tanah maksimum. Studi ini dilakukan di kabupaten Mamuju, dengan berdasarkan kejadian gempa bumi 14 Januari 2021 Mag 5.9.

METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data gempa Mamuju 14 Januari 2021 dan data *Accelerograph* yang diperoleh dari Stasiun Geofisika Gowa meliputi data waktu kejadian gempa, lintang

(S), bujur (E), kedalaman (<60 km), magnitudo (5,9 M) dan nilai percepatan tanah (gal). Selanjutnya data yang diperoleh diolah menggunakan aplikasi ArcView Gis 10.4 (Lubis, L. H., et al., 2022). Langkah-langkah yang dilakukan yaitu membuat grid peta dengan interval 0.25° × 0.25° dengan berdasarkan koordinat lokasi 2.30° LU-2.55° LU dan 118.45° BT-119.35° BT. Membagi lokasi tersebut, menjadi 10 wilayah titik *centroid* masing-masing wilayah yang telah ditentukan dengan menggunakan aplikasi *ArcGis*. Selanjutnya menghitung jarak hiposenter gempa bumi dihitung dengan persamaan (1) (Nofaslah, R & Pujiastuti, D., 2017). Hasil yang diperoleh adalah dalam satuan derajat sehingga harus dikonversi ke satuan km (1° = 111 km). Setelah data hasil analisis percepatan tanah maksimum tersebut diperoleh,

selanjutnya digunakan metode Wald untuk menghitung intensitas kerusakan gempa bumi berdasarkan nilai perhitungan metode Donovan.

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

Keterangan:

Δ^2 = Jarak episenter (km)

x_1 = Lintang daerah perhitungan (°)

x_2 = Lintang episenter gempa (°)

y_1 = Bujur daerah perhitungan (°)

y_2 = Bujur episenter gempa (°)

Selanjutnya menghitung jarak hiposenter gempa bumi (Habriyansyah, et al., 2021), dengan menggunakan persamaan (2):

Tabel 1. Intensitas gempa bumi skala MMI (*Modified Mercalli Intensity*)

Tingkat kerawanan	Skala MMI	Rentang nilai MMI	Deskripsi <i>effect</i> yang dirasakan
Rendah	I	0,50-1,49	Getaran tidak terasa saat dalam keadaan hening, dan hanya dirasakan oleh sebagian orang saja.
	II	1,50-2,50	Guncangan dirasakan oleh sebagian warga yang berdiam diri, terutama di lantai atas rumah. Benda ringan yang digantung terlihat bergoyang.
	III	2,51-3,49	Getaran terasa di rumah tingkat atas. Rasakan getaran seolah-olah truk lewat, durasi getaran dapat ditentukan.
	IV	3,50-4,50	Pada siang hari dirasakan keramaian di dalam rumah, di luar oleh beberapa orang kendaraan yang berhenti bergerak dengan jelas. Di malam hari orang bangun, piring dan gelas bisa pecah, jendela dan pintu berderak.
Menengah	V	4,51-5,49	Getaran dirasakan hampir seluruh warga, kaca jendela dan plester dinding pecah, barang berjatuh, pohon tinggi tampak bergoyang.
	VI	5,50-6,50	Getaran dirasakan oleh seluruh warga, sebagian besar kaget dan lari keluar, terkadang meja dan kursi digeser, dinding plesteran dan cerobong pabrik pecah. Ada kerusakan kecil.
	VII	6,51-7,49	Semua orang keluar rumah, kerusakan ringan pada rumah dengan bangunan dan konstruksi yang baik. Cerobongnya retak dan retak. Guncangan dirasakan oleh orang yang mengendarai kendaraan.
Tinggi	VIII	7,50-8,50	Kerusakan ringan pada bangunan dengan konstruksi kuat. Retak pada bangunan yang kuat. Banyak kerusakan pada bangunan yang lemah. Dindingnya dapat dipisahkan dari rangka rumah, cerobong asap pabrik dan monumen. Meja dan kursi dilempar, air menjadi keruh.
	IX	8,51-9,49	Kerusakan bangunan kuat, rangka rumah tidak lurus, banyak lubang akibat retakan pada bangunan kuat.
	XI	10,51-11,49	Hanya sedikit bangunan kayu yang tersisa, jembatan rusak. Tanah terbelah, rel menekuk.
	XII	11,50-12,50	Benar-benar hancur. Adegan menjadi gelap, benda-benda terlempar ke udara.

(Sumber: Lowrie, 1997; Wald, David J., et., 1999)

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

Keterangan:

- R = Jarak hiposenter (km)
- Δ = Jarak episenter (km)
- h = Kedalaman sumber gempa (km)

Kemudian menghitung nilai percepatan tanah maksimum, perhitungan nilai percepatan tanah dilakukan dengan menggunakan persamaan Donovan (Douglas, J., 2022) sebagai berikut:

$$a = 1080 (\exp^{0.5M}) / (R + 25)^{1.32} \tag{3}$$

Keterangan:

- a = Percepatan tanah maksimum (gal)
- M = Magnitudo (SR)
- R = Jarak hiposenter (km)

Selanjutnya menghitung nilai persen error menggunakan pendekatan metode Wald (Wald, David J., et al., 1999) berdasarkan data perhitungan nilai percepatan tanah metode Donovan (persamaan 4).

$$I_{MM} = 3.66 \log PGA - 1.66 \tag{4}$$

Keterangan:

- I_{MM} = MMI Intensitas (MMI)
- PGA = Nilai percepatan tanah (gal)

Menghitung persen error dari nilai percepatan tanah maksimum (Wu, G., Baraldo, M., & Furlanut,

M., 1995) pada accelerograph dengan nilai perhitungan berdasarkan persamaan Donovan, dengan menggunakan persamaan analisis error (persamaan 5)

$$\delta = \left| \frac{u_A - u_E}{u_A} \right| \cdot 100\% \tag{5}$$

Keterangan:

- δ = Persen error (%)
 - u_A = Nilai diterima (gal)
 - u_E = Nilai percobaan (gal)
- Terakhir dilakukan pembuatan peta nilai percepatan tanah berdasarkan nilai perhitungan berdasarkan analisis nilai menggunakan persamaan Donovan kemudian mengaitkan nilai intensitas gempa bumi skala MMI (*Modified Mercalli Intensity*) seperti pada Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah risiko gempa berdasarkan peta percepatan tanah maksimum (PGA) diuraikan sebagai berikut:

a. Percepatan tanah maksimum di Kabupaten Mamuju

Nilai percepatan tanah menggunakan Donovan di 10 kecamatan di Kabupaten Mamuju ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai percepatan tanah maksimum di kecamatan di Mamuju

Kecamatan	Lintang (°)	Bujur (°)	PGA analisis Donovan (Gal)
Bonehau	-2,58	119,33	81,19768
Kalukku	-2,58	119,1	122,6798
Kalumpang	-2,53	119,6	44,63478
Mamuju	-2,71	118,94	196,5076
Papalang	-2,42	119,2	73,29248
Sampaga	-2,35	119,22	60,88378
Simboro	-2,71	118,83	195,5794
Tapalang	-2,85	118,93	261,6626
Tapalang Barat	-2,79	118,79	226,1401
Tommo	-2,28	119,4	41,76963
Rata-rata			130,4348

Berdasarkan tabel 2 terlihat bahwa nilai percepatan tanah maksimum tertinggi sebanyak 4 wilayah kecamatan yaitu Tapalang, Tapalang Barat,

Simboro dan Mamuju, yang berkisar 196,50-261,66 gal. Sedangkan nilai percepatan tanah terendah diperoleh pada wilayah kecamatan Kalukku,

Bonehau, Kalumpang, Papalang, Sampaga dan Tommo dengan nilai sebesar 41,76- 122,67 gal. Hal ini sejalan dengan P. E. Broto, et al (2022) dan Silvia (2020), bahwa penentuan potensi kegempaan dipengaruhi percepatan tanah maksimum yang dapat menimbulkan tingkat risiko kegempaan.

b. Intensitas kerusakan di kabupaten Mamuju

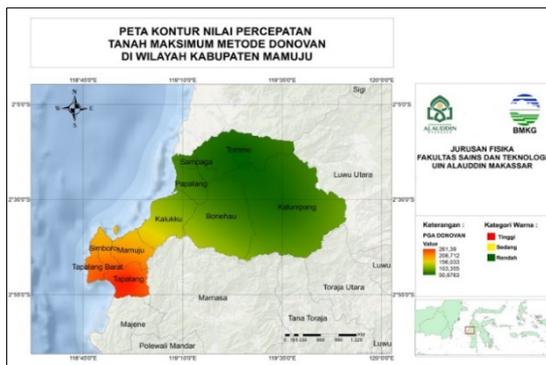
Skala kerusakan gempa bumi dengan menggunakan metode Wald, ditunjukkan pada tabel 3. Hasilnya menunjukkan bahwa intensitas kerusakan tertinggi terletak pada empat wilayah kecamatan yaitu Tapalang, Tapalang Barat, Simboro dan Mamuju, dengan skala berkisar VI-VII MMI (sesuai tabel 1). Sedangkan intensitas kerusakan terendah diperoleh pada enam wilayah kecamatan yaitu Kalukku, Bonehau, Kalumpang, Papalang, Sampaga dan Tommo dengan skala IV-V MMI. Berikut hasil intensitas kerusakan di kabupaten Mamuju sesuai perhitungan analisis, yaitu:

Tabel 3. Intensitas kerusakan di kabupaten Mamuju

Kecamatan	Lintang (°)	Bujur (°)	Skala (MMI)
Bonehau	-2,58	119,33	V
Kalukku	-2,58	119,1	V
Kalumpang	-2,53	119,6	IV
Mamuju	-2,71	118,94	VI
Papalang	-2,42	119,2	V
Sampaga	-2,35	119,22	IV
Simboro	-2,71	118,83	VI
Tapalang	-2,85	118,93	VII
Tapalang Barat	-2,79	118,79	VI
Tommo	-2,28	119,4	IV

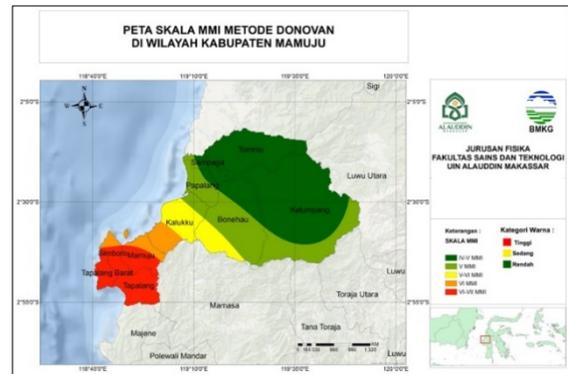
c. Peta nilai percepatan tanah maksimum dan skala intensitas kerusakan

Gambar 1 menunjukkan persebaran nilai percepatan tanah berdasarkan metode Donovan.



Gambar 1. Peta kontur nilai percepatan tanah metode Donovan

Berdasarkan gambar 1 terlihat persebaran nilai percepatan tanah tertinggi berada pada empat wilayah kecamatan yaitu Tapalang, Tapalang Barat, Simboro dan Mamuju. Sedangkan percepatan tanah terendah berada terletak pada enam wilayah kecamatan yaitu Kalukku, Bonehau, Kalumpang, Papalang, Sampaga dan Tommo.



Gambar 2. Peta Intensitas kerusakan (MMI)

Berdasarkan gambar 2 terlihat bahwa tingkat kerusakan gempa bumi, sejalan dengan persebaran nilai percepatan tanah maksimum pada wilayah yang menjadi koordinat penelitian. Terlihat untuk tingkat kerusakan terparah berada pada wilayah pusat gempa, yaitu pada kecamatan Tapalang Barat, Tapalang, Simboro dan Mamuju. Sedangkan kerusakan terendah berada pada wilayah kecamatan Kalukku, Bonehau, Papalang, Sampaga, Tommo dan Kalumpang.

Dari uraian kedua peta diatas diperoleh bahwa, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Asna (2017), bahwa semakin besar jumlah energi yang dilepaskan oleh sumber seismik, dan semakin besar pula percepatan tanah yang dihasilkan. Semakin jauh wilayah terhadap pusat gempa, maka semakin kecil nilai percepatan tanah. Menurut Diana (2020) dalam penelitiannya, menyatakan bahwa kecocokan penggunaan suatu rumusan percepatan tanah di suatu wilayah ditinjau berdasarkan dari kondisi tektonik dan karakteristik sumber gempa yang menjadi variabel dalam perhitungan nilai percepatan tanah. Berdasarkan hal tersebut terlihat pengaruh nilai magnitudo dan jarak terhadap pusat gempa, sangat mempengaruhi nilai percepatan tanah yang dihasilkan. Semakin dekat pusat gempa dengan wilayah, maka nilai yang dihasilkan juga akan bernilai relatif besar. Secara umum karakteristik batuan di dominasi batuan sedimen. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Prasililia (2021), menyatakan bahwa formasi batuan dengan karakteristik lunak menyebabkan kerentanan terhadap bencana gempabumi.

Jika merujuk berdasarkan yang terjadi pada lapangan, terlihat tingkat kerusakan cukup parah terlihat pada wilayah kecamatan Mamuju seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Dampak kerusakan gempa bumi di kecamatan Mamuju.

Sedangkan jika merujuk berdasarkan pada wilayah kecamatan Simboro, Tapalang dan Tapalang barat yang terlihat pada gambar 4. Berdasarkan gambar 4 terlihat bahwa tingkat kerusakan yang ditimbulkan akibat kejadian gempa bumi cukup parah. Bangunan mengalami kerusakan parah, hingga tidak layak lagi ditempati, jika merujuk pada peta kontur skala intensitas guncangan wilayah ini memperoleh skala VII MMI dengan tingkat kerawanan menengah.



(a) Wilayah Kecamatan Simboro



(b) Wilayah Kecamatan Tapalang dan Tapalang barat

Gambar 4. Dampak gempa bumi pada tiga kecamatan Simboro, Tapalang dan Tapalang Barat

Dengan meninjau uraian diatas dapat diketahui bahwa zona wilayah kecamatan Mamuju, Simboro, Tapalang dan Tapalang barat tingkat kerusakan yang ditimbulkan akibat gempa bumi cukup parah sedangkan kerawanan yang dihasilkan tergolong menengah berdasarkan tabel skala intensitas guncangan Wald, David J. et al (1999) dan Lowrie (2007). Lalu pada wilayah kecamatan Kalukku, Bonehau, Papalang, Sampaga, dan Tommo serta Kalumpang tingkat kerusakan yang diperoleh akibat kejadian gempa bumi cukup rendah sedangkan skala kerawanan tergolong rendah. Hal ini menandakan nilai percepatan tanah dipengaruhi oleh variabel jarak, pernyataan ini sejalan dengan penelitian NR Widiyanto (2004) bahwa nilai percepatan tanah akan semakin tinggi apabila jarak episentrum terhadap daerah yang ditinjau relatif dekat.

d. Nilai persen error

Berdasarkan tabel 4 diperoleh persentase error nilai percepatan tanah metode donovan dari data accelerograph.

Tabel 4. Nilai persen error metode Donovan

L (°)	B (°)	M	PGA (gal)	PGA Analisis Donovan (gal)	% Error
-2,99	118,89	5,9	122,625	130,4348	6%

Keterangan: L (Lintang), B (Bujur), M (Magnitudo), PGA (*Peak Ground Acceleration*)

Berdasarkan tabel 4 terlihat bahwasannya persentase nilai error terhadap data nilai percepatan tanah pada accelerograph bernilai 6%, Persentase nilai yang tergolong sangat kecil menunjukkan bahwa metode ini memiliki kecocokan dalam menghitung nilai percepatan tanah berdasarkan skala magnitude gempa ≥ 5 M. Menurut Anugrayanti (2021), terlihat nilai percepatan tanah yang dihasilkan berdasarkan

kejadian gempa yang terjadi berbanding lurus dengan nilai magnitudo gempa perhitungan. Pada dasarnya perumusan terkait persamaan nilai percepatan tanah diperoleh berdasarkan parameter gempa bumi dan situs tanah (Ulfiana, E., et al., 2018).

KESIMPULAN DAN SARAN

Persamaan Donovan diperoleh nilai percepatan tanah maksimum tertinggi diperoleh pada wilayah kecamatan Tapalang, Tapalang Barat, Simboro dan Mamuju, dengan nilai berkisar 196,50-261,66 gal. Sedangkan nilai percepatan tanah terendah diperoleh pada wilayah kecamatan Kalukku, Bonehau, Kalumpang, Papalang, Sampaga dan Tommo dengan nilai 41,76- 122,67 gal. Dengan skala intensitas kerusakan tertinggi sejalan dengan nilai percepatan tanah maksimum yang diperoleh dari masing-masing wilayah penelitian. Hal ini dapat dipahami bahwa semakin besar jumlah energi yang dilepaskan oleh sumber seismik, maka akan semakin besar pula percepatan tanah yang dihasilkan. Pengaruh nilai magnitudo dan jarak terhadap pusat gempa, sangat mempengaruhi nilai percepatan tanah yang dihasilkan. Semakin dekat pusat gempa dengan wilayah, maka nilai yang dihasilkan juga akan bernilai relatif besar.

Terlihat berdasarkan persentase nilai error terhadap data nilai percepatan tanah pada accelerograph bernilai 6%, Persentase nilai yang tergolong sangat kecil menandakan metode ini memiliki kecocokan dalam menghitung nilai percepatan tanah berdasarkan skala magnitude gempa ≥ 5 M. Kecocokan nilai terhadap data accelerograph, dipengaruhi variabel nilai magnitudo yang menjadi acuan dalam penelitian ini, terlihat dengan menggunakan nilai magnitudo 5.9, persentase error yang diperoleh relatif kecil.

Saran yang dapat diberikan penulis dalam penelitian selanjutnya yaitu sebaiknya menggunakan data kejadian gempa bumi dengan rentang waktu yang cukup lama sehingga data analisis yang dihasilkan terhadap nilai percepatan tanah lebih beragam. Penelitian selanjutnya juga sebaiknya mengamati aspek lain dalam perhitungan analisis percepatan tanah maksimum. Seperti aspek sesar pada wilayah kabupaten Mamuju, serta kondisi litologi batuan

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan instansi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Geofisika Gowa (BMKG) Stasiun Geofisika Gowa yang telah bekerjasama dan menjadi sumber data utama penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anugrayanti, A., Arsyad, M., & Tiwow, V. A. (2021). Analysis of Susceptible Disaster Region Based on The Peak Ground Acceleration and Earthquake Intensity in Mamasa 2018. *Journal of Physics: Conference Series*, 1816(1). 012014. IOP Publishing.

<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1816/1/012014>

- Asna, A. (2017). Pemetaan Daerah Rawan Bencana Gempa Bumi di Wilayah Sulawesi Tenggara Berdasarkan Nilai Percepatan Tanah Maksimum dengan menggunakan Metode Mc Guirre R.K *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/12340/>
- Diana, S., & Pujiastuti, D. (2020). Analisis Kecocokan Nilai Percepatan Tanah Pulau Lombok Berdasarkan Perhitungan Empiris dengan Data Percepatan Tanah dari Akselerograf di Stasiun Mataram. *Jurnal Fisika Unand*, 9(1), 79-84. <https://doi.org/10.25077/jfu.9.1.79-84.2020>
- Douglas, J. (2022). *Ground Motion Prediction Equations 1964 – 2010. DRGM/RP-59356-FR*. James Weis Building: Departement of Civil and Environmental Engineering. Diakses pada tanggal 24 Maret 2023. <http://www.gmpe.org.uk/gmpereport2014.pdf>
- Edwiza, D. (2008). Analisis terhadap Intensitas dan Percepatan Tanah Maksimum Gempa Sumbar. *Teknik A*, 1(29), 73–79. http://repository.unand.ac.id/1109/1/73-79_DAZ2_Intensitas_Teknika_REVISI.pdf
- Habriansyah, Djayus, Supriyanto, Hendrawanto, B. (2021). Studi Penentuan Percepatan (*Acceleration*) Tanah Daerah Ampapa, Balikpapan, Bone, Bulukumba, Bau-Bau Akibat Gempa Bumi Donggala 28 September 2018. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 4(1). 1-10. <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/geofis/article/view/611/321>
- Januarti, Y & Ramadoni, D. S. (2022). Analisis Pendekatan Empiris terhadap Percepatan Tanah Maksimum di Provinsi Papua Barat Menggunakan Metode Esteva, Donovan dan M.V. Mickey. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (SNF) FMIPA UNESA 2022*. Vol. 6, 50-56. Surabaya, 27 Agustus 2022.
- Kapojos, C. G., Tamuntuan, G., & Pasau, G. (2015). Analisis Percepatan Tanah Maksimum dengan Menggunakan Rumusan Esteva dan Donovan (Studi Kasus pada Semenanjung Utara Pulau Sulawesi). *Jurnal Ilmiah Sains*, 15(2), 99-104.

- <https://doi.org/10.35799/jis.15.2.2015.9225>
- Kurniawan, S., Warnana, D. D., & Rochman, J. P. G. N. (2019). Pemetaan Kerawanan Bencana Gempa Bumi dengan Metode PSHA Periode Ulang 2500 Tahun Studi Kasus Pulau Lombok–Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Geosaintek*, 5(3), 109-112. <https://iptek.its.ac.id/index.php/geosaintek/article/view/4294/4294>
- Kusumawardani, B. N. (2020). Analisis PGA (*Peak Ground Acceleration*) Pulau Lombok menggunakan Metode Empiris. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 16(3), 122-127. https://iptek.its.ac.id/index.php/jfa/article/view/16%283%2903/pdf_33
- Lowrie, W. (1997). *Fundamentals of Geophysics*. Cambridge: William Lowrie.
- Lubis, L. H., Ayundita, A. A., Sari, N., & Wardono, W. (2022). Aktivitas Seismisitas di Wilayah Sumatera Bagian Utara menggunakan Arc-Gis Periode 2020-2021. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(2), 91-98. <https://doi.org/10.33369/jkf.5.2.91-98>
- Nasution, B. (2021). Analisis Pengaruh Massa Pada Struktur Bangunan Bertingkat pada Saat Gempa Bumi menggunakan Metode Elemen Hingga. *EINSTEIN (e-Journal)*, 9 (1), 59-68. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/einsten/article/download/23557/15320>
- Nofaslah, R & Pujiastuti, D. (2017). Estimasi Nilai Percepatan Tanah Maksimum Provinsi Aceh Berdasarkan Data Gempa Segmen Tripa Tahun 1976 – 2016 dengan menggunakan Rumusan Mcguire. *Jurnal Fisika Unand*, 6(2), 183-187. <http://jfu.fmipa.unand.ac.id/index.php/jfu/article/view/289/251>
- P. E. Broto, N.L.F Laksana, Muh. Said L, Hernawati, S.R.A Rani. (2022). Micro-zonation Study of Potential Seismic Hazards Based on Peak Ground Acceleration (PGA) Value in the North Konawe Office Area. *Jurnal Online of Physics (JOP)*, 8(1), P. 22-27. <https://online-journal.unja.ac.id/jop/article/view/20232/14456>
- Pasau, G., Bobantoa, M. B., Pandara, Dolfie P. (2018). Model Percepatan Tanah Maksimum di Kota Manado menggunakan Metode Donovan dan McGuire. *Jurnal MIPA Unsrat Online*, 7(1), 52 -55. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jmuo/article/view/19610/19181>
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Badan Geologi (PVMBG). (2021). Kajian Kejadian Gempa Bumi Majene Januari 2021 Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Retrieved December 12, 2021, from Official website pusat vulkanologi dan mitigasi bencana geologi <https://vsi.esdm.go.id/index.php/gempabumi-a-tsunami/kejadian-gempabumi-a-tsunami/3399-kajian-kejadian-gempa-bumi-majene-januari-2021-pusat-vulkanologi-dan-mitigasi-bencana-geologi>
- Prasisila, M., & Hadi, A. I. (2021). Klasifikasi Kelas Situs Tanah dengan Nilai Vs30 di Kecamatan Muara Bangkahulu Kota Bengkulu menggunakan Metode Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW). In *Seminar Nasional Fisika*, (Vol. 1, No. 1, pp. 277-282). <http://proceedings.upi.edu/index.php/sinafi/article/view/1843>
- Sari, I. N., & Prastowo, T. (2022). Analisis Seismisitas dan Potensi Bahaya Bencana Seismik di Wilayah Selatan Pulau Sumatera. *Inovasi Fisika Indonesia*, 11(02), 12-19.
- Silvia, U. N., & Maimuna, A. K. (2020). Analisis Tingkat Risiko dan Kerentanan Bahaya Gempa Bumi di Kota Surabaya Dalam Upaya Pemberian Informasi Mitigasi Bencana. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 7(3), 51-57. <https://jurnal.stmkg.ac.id/index.php/jmkg/article/view/204/142>
- Ulfiana, E., Rummy, S. A., Pratama, R., & Ariy, P. (2018). Analisis Pendekatan Empiris PGA (Peak Ground Acceleration) Pulau Bali Menggunakan Metode Donovan, MC. Guirre dan MV Mickey. *JlIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, 2(2), 155-161. <https://jurnal.unpad.ac.id/jiif/article/view/19730/10803>
- Wu, G., Baraldo, M., & Furlanut, M. (1995). Calculating Percentage Prediction Error: A user's Note. *Pharmacological Research*, 32 (4), 241-248.