

Penghitungan *Peak Ground Acceleration* (PGA) di Desa Kuta Menggunakan Persamaan Empiris pada Gempabumi 19 Agustus 1977 ($M_w = 8.3$)

Annisa Sadela Suhada¹, Ricko Kardoso², Muhammad Zuhdi³, dan Syamsuddin^{4*})

^{1,4})Program Studi Fisika, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

²)Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Stasiun Geofisika Kelas III Mataram, Mataram, Indonesia

³)Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

Article history

Received: June 24st, 2023

Revised: June 28st, 2023

Accepted: June 28st, 2023

*Corresponding Author:
Syamsuddin, Program Studi
Fisika, Universitas Mataram,
Mataram, Indonesia;
Email:
syamsuddin@unram.ac.id

Abstract: The August 19, 1977 earthquake was one of the major earthquakes that ever occurred in the Nusa Tenggara area with an impact on the island of Lombok, one of which was in Kuta Village. The purpose of this research is to determine the empirical equation that is suitable for use in Kuta Village to calculate the Peak Ground Acceleration (PGA) value in the form of a distribution map. The PGA value can provide an overview of the damage to buildings caused by the earthquake. The PGA calculation uses several empirical equations of Donovan, M.C.Guirre, Esteva, and Oliviera. Earthquake data was obtained through data released from the USGS and the destructive earthquake catalog. The PGA value obtained with the Donovan empirical equation is a PGA value that is close to the value from the results of the BMKG Shakemap scenario with the MMI III scale. This earthquake did not cause damage to the Kuta Village area but damage was caused by the tsunami after the earthquake occurred.

Keywords: Sumba Earthquake, Kuta Village, Maximum Ground Acceleration, Empirical Equation.

Pendahuluan

Gempabumi bersejarah yang pernah terjadi di Nusa Tenggara adalah gempabumi Sumba. Berdasarkan catatan katalog gempabumi signifikan dan merusak tahun 1821-2018 telah terdaftar gempabumi Sumba dengan kekuatan (M_w) 8.3 yang terjadi pada 19 Agustus 1977. Lokasi pusat gempa yaitu 11.16°LS dan 118.41°BT dengan kedalaman 33 kilometer di bawah permukaan laut. Hasil analisis mekanisme kejadian berupa gempabumi *outer-rise* dimana menunjukkan pusat gempa terletak di dekat Palung Sunda dari zona subduksi Sunda Kecil. Gempabumi tersebut berpusat pada bagian atas lempeng yang terletak pada bagian lempeng yang menunjam kedalam di belakang palung. Dampak yang ditimbulkan yaitu terjadinya tsunami di beberapa tempat yaitu Bali, Lombok, Sumbawa dan Sumba.

Desa Kuta adalah salah satu wilayah di Pulau Lombok yang terdampak akan gempabumi tersebut. Akibat tsunami tersebut sejauh 300 m ke arah darat dan air laut surut sejauh 200 m diketahui dengan

tersingkapnya karang kecil (Nakamura, 1979). Korban jiwa yang tercatat 1 orang dinyatakan meninggal dunia dan 3 orang dinyatakan hilang berdasarkan catatan katalog tsunami Indonesia pertahun 416-2018. Kerusakan bangunan yang terjadi di Desa Kuta belum diketahui secara jelas karena kurangnya informasi lebih lanjut. Besar kecilnya kerusakan bangunan yang disebabkan dapat diketahui dengan menentukan nilai percepatan tanah maksimumnya.

Percapatan tanah maksimum (*Peak Ground Acceleration*/PGA) merupakan parameter pergerakan tanah untuk mengetahui tingkat kerusakan tanah di permukaan bumi yang diakibatkan oleh guncangan gempabumi (Gustian, 2009). PGA dapat dinyatakan dalam gal (*Gravitational Acceleration*) atau m/s^2 ($1\text{ g} = 9.81\text{ m/s}^2$ dimana 1 gal sama dengan 0.01 m/s^2 $1\text{ g} = 981\text{ gal}$). Nilai PGA yang diperoleh dapat menunjukkan tingkat resiko kerusakan yang di sebabkan oleh bencana gempabumi. Nilai PGA yang diperoleh dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan mitigasi bencana, desain struktur

bangunan dalam melaksanakan tata ruang wilayah (Irwansyah dan Winarko, 2012).

Intensitas gempabumi merupakan tingkat atau skala kejadian gempabumi yang dilihat dari dampak kerusakan yang ditimbulkan. Tingkat kerusakan gempabumi ada 9 tingkatan, pada tingkatan 1-3 menggambarkan adanya gempa kecil,

4-6 menggambarkan adanya gempa besar dan 7-9 menggambarkan gempa kuat (Sunarjo, 2012). Intensitas gempabumi awalnya dinyatakan dalam skala MMI (*Modified Mercally Intensity*) yang dikemukakan oleh Mercally pada tahun 1902 (Wald, 1999). Tabel 1 menunjukkan konversi nilai intensitas gempabumi dari *gal* ke MMI.

Tabel 1: Koneversi Nilai gal ke MMI Berdasarkan tabel Worden 2011 (bmgk.go.id, 2015)

No	Getaran Diarsakan	Kemampuan merusak	Peak Acceleration (cm/s ²)	Peak Velocity (cm/s ²)	Intensitas
1.	Tidak diarsakan	Tidak	<0.03	<0.01	I
2.	Lemah	Tidak	0.3	0.1	II-III
3.	Ringan	Tidak	2.8	1.4	IV
4.	Sedang	Sangat Ringan	6.2	4.7	V
5.	Kuat	Ringan	12	9.6	VI
6.	Sangat kuat	Sedang	22	20	VII
7.	Keras	Sangat berat	40	41	VIII
8.	Sangat keras	Berat	75	85	IX
9.	Bahay	Sangat berat	>139	>178	X+

Metode empiris merupakan salah satu untuk menggambarkan tingkat kerusakan yang disebabkan oleh gempabumi. Penggunaan persamaan empiris guna memberikan informasi terkait nilai PGA sesuai dengan titik-titik yang dibutuhkan (Ibrahim dan Sunarjo, 2004). Penelitian ini menggunakan persamaan empiris dikarenakan data gempabumi yang digunakan belum terekam oleh akselerograf yang terbatas dalam kesedian alat, cakupan waktunya dan wilayah (Kapojos dkk, 2015). Sehingga tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai PGA di desa Kuta dengan menggunakan persamaan empiris pada data gempabumi 19 Agustus 1977 serta membandingkan peta hasil persebaran nilai PGA di Desa Kuta dengan hasil *Shakemap* BMKG. Berikut beberapa persamaan empiris yang digunakan dalam menentukan nilai PGA yaitu:

1. Persamaan Donovan

$$\alpha = \frac{1080 \times \exp(0.5 Ms)}{(R + 25)^{1.32}}$$

2. Persamaan M.C Guirre

$$\alpha = \frac{472.3 \times \exp(0.27 Ms)}{(R + 25)^{1.301}}$$

3. Persamaan Esteva

$$\alpha = \frac{5600 \times \exp(0.5 Ms)}{(R + 40)^2}$$

4. Persamaan Oliviera

$$\alpha = \frac{1230 \times \exp(0.8 Ms)}{(R + 25)^2}$$

Dimana α merupakan percepatan tanah (gals), M merupakan magnitudo gempa bumi, dan R merupakan jarak hiposenter (Km).

Metode

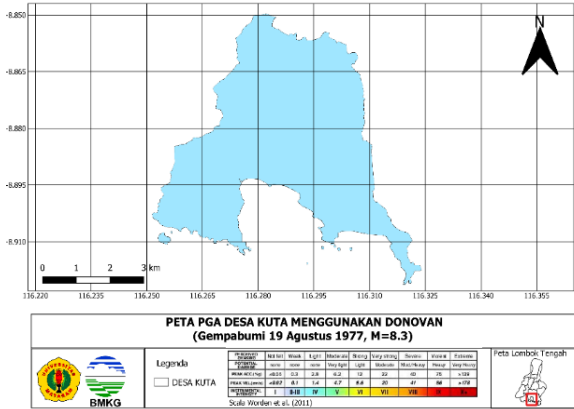
Data gempabumi diperoleh dari USGS dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Geofisika kelas III Mataram. Data yang diperoleh berupa parameter gempabumi yaitu, koordinat tempat penelitian, magnitudo, jarak hiposenter dan kedalaman gempabumi. Proses pengolahan data menggunakan *Software Microsoft Excel* untuk mencari nilai PGA menggunakan persamaan empiris Donovan, M.C Guirre, Estevan dan Oliviera. Terlebih dahulu menentukan jarak hiposenter gempabumi dari:

$$\Delta = \sqrt{(X_h - X_s)^2 + (Y_h - Y_s)^2 + (Z_h - Z_s)^2} Km$$

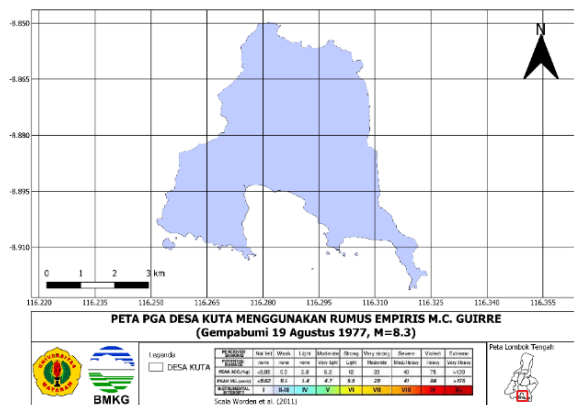
Dengan Δ merupakan jarak hiposenter gempabumi, X_h , Y_h , Z_h merupakan koordinat episenter, X_s , Y_s , Z_s merupakan koordinat titik pengamat atau titik acuan.

Hasil dan Pembahasan

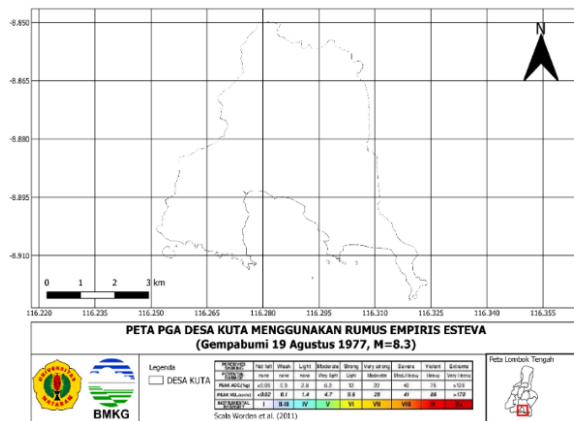
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa nilai PGA desa kuta dengan menggunakan persamaan empiris Donovan, M.C. Guirre, Estevan dan Oliviera memiliki nilai yang berbeda-beda.



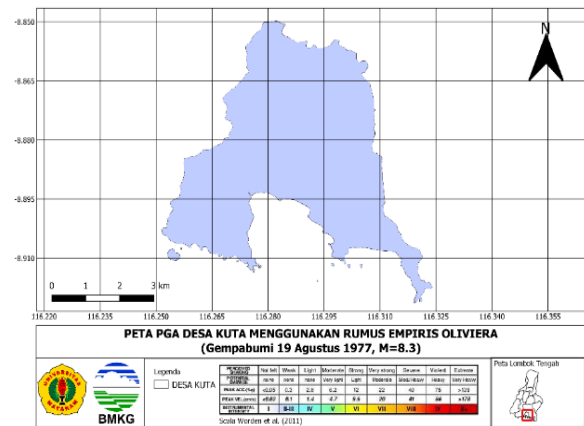
Gambar 5.1. Peta PGA Kuta Menggunakan Rumus Donovan.



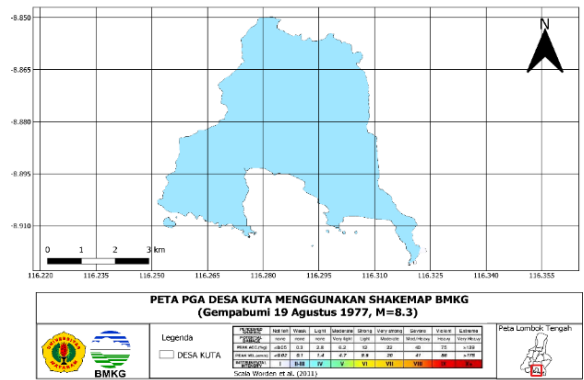
Gambar 5.2. Peta PGA Kuta Menggunakan Rumus M.C.Guirre



Gambar 5.3. Peta PGA Kuta Menggunakan Rumus Esteva



Gambar 5.4. Peta PGA Kuta Menggunakan Rumus Oliviera



Gambar 5.5. Peta PGA Kuta Menggunakan Shakemap BMKG.

Penggunaan persamaan Donovan dapat dilihat pada Gambar 5.1 dengan nilai percepatan tanah maksimum sebesar 0.91 %g dan nilai PGA minimumnya sebesar 0.90 %g. Gambar 5.2 menunjukkan hasil penggunaan persamaan empiris M.C. Guirre dengan nilai PGA maksimum sebesar 0.07 %g dan nilai minimum yang dihasilkan sebesar 0.06 %g. Gambar 5.3 merupakan hasil penggunaan persamaan Esteva dengan nilai PGA maksimum 0.045 %g dan nilai minimumnya 0.044 %g. Menggunakan persamaan empiris Oliviera nilai PGA maksimum sebesar 0.126 %g dan nilai minimum yang dihasilkan sebesar 0.123 %g dapat dilihat pada Gambar 5.4. Peta persebaran PGA pada Gambar 5.5 menunjukkan nilai PGA yang diperoleh dari hasil *shakemap* BMKG Geofisika Stasiun III Mataram dengan nilai PGA maksimum sebesar 2.120 %g dan nilai minimum sebesar 1.770 %g.

Peta hasil persebaran nilai PGA di Desa Kuta dengan menggunakan empat persamaan empiris menunjukkan penggunaan persamaan empiris Donovan lebih tinggi dibandingkan dengan yang lain. Mengacu pada Gambar 5.1 pada skala III MMI

denga adanya getaran yang dirasakan nyata seakan adanya truk berlalu. Skala MMI pada persamaan Donovan memiliki kesamaan dengan Gambar 5.5, dimana hasil *shakemap* BMKG dengan kisaran nilai PGA sebesar 0.300-2799 %g. Persamaan empiris Donovan cocok digunakan di pulau Lombok terutama di Desa Kuta dikarenakan nilai PGA yang di peroleh mendekati hasil Shakemap BMKG. Persamaan berikutnya yang menghasilkan nilai skala MMI yang sama yaitu persamaan M.C. Guirre dan Oliviera dengan skala II MMI dimana getaran dirasakan oleh beberapa orang serta benda-benda ringan yang digantung ikut bergoyang. Persamaan empiris yang menghasilkan nilai PGA terkecil yaitu yang dikemukakan oleh Esteva. Nilai PGA yang dihasilkan menunjukkan skala I MMI dimana getaran yang dirasakan tidak ada terkecuali dalam keadaan luarbiasa oleh beberapa orang.

Berdasarkan nilai maksimum dan minimum nilai PGA yang dihasilkan dapat diketahui bahwa perhitungan menggunakan persamaan empiris jauh lebih kecil dibandingkan dengan hasil *shakemap* BMKG. Faktor yang mempengaruhi hasil dari nilai PGA tersebut yaitu dengan latar belakang data pembuatan persamaan empiris yang berbeda-beda. Umumnya persamaan empiris memiliki latar belakang data dengan batas magnitude dan jarak hiposenter tertentu dalam membuat model persamaan empiris. Kondisi geologi yang cocok untuk menggunakan rumus empiris tertentu juga bisa mengakibatkan perbedaan nilai PGA yang dihasilkan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahsan di atas maka dapat disimpulkan bahwa Gempabumi 19 Agustus 1977 ini tidak menimbulkan kerusakan pada kawasan Desa Kuta tetapi kerusakan yang terjadi adalah akibat dari tsunami. Setelah dilakukan perhitungan nilai PGA menggunakan persamaan empiris Donovan, M.C. guirre, Esteva dan Oliviera diperoleh nilai yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan nilai PGA yang hampir mendekati dengan hasil *shakemap* BMKG yaitu persamaan empiris yang di kemukakan oleh Donovan dengan skala III MMI.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih kepada Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Geofisika Kelas III Mataram yang telah menjadi salah satu sumber data dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Astried, M. K, Fabian, J.M. dan Lanny, D.K.M. (2017). Respon Spektra Pada Fly Over Interchange Manado Bypass. *Jurnal Sipil Statik*, 5 (10), 689-698. Retrieved from: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3//index.php/jss/article/view/18181>
- Gustian, A. (2009). Perhitungan Percepatan Tanah Maksimum Wilayah Sumatera dan Sekitarnya dengan Metoda Mc Guire R.K. *Laporan Kerja, Akademi Meteorologi Dan Geofisika*. Jakarta.
- Hartuti, E.R. (2009). *Buku Pintar Gempa*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Ibrahim, G. dan Subarjo. (2004). *Buku Seismologi*. Jakarta: BMKG.
- Irwansyah, E. dan Winarko, E. (2012). Zonasi Daerah Bahaya Kegempaan dengan Pendekatan *Peak Ground Acceleration* (PGA). *Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF)*, 1 (5), E14-E21. Retrieved from: <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/semnasif/article/view/1123/1002>
- Kapojos, C.G., Tauntuan, G., dan Pasau, G. (2015). Analisis Percepatan Tanah Maksimum dengan Menggunakan Rumusan Esteva dan Donovan (Studi Kasus Semenanjung Utara Pulau Sulawesi). *Jurnal Ilmiah Sains*, 15 (2), 99-104. Retrieved from: file:///C:/Users/USER/Downloads/jm_jis,+Cloudya+Kapojos+edit+99-104.pdf
- Linkemer. (2008). Relationship Between Peak Ground Acceleration and Modified Mecalli Intensity In Costa Rica. *Revista Geologica de America Central*, 81-94. Retrieved from: <https://www.redalyc.org/pdf/454/45437345006.pdf>
- Nakamura, S. (1977). A Note On the Indonesia Eartquake and Tsunami of 19 August 1977. *Southeast Asian Studies*, 17 (1), 157-162. Retrieved from: <https://kyoto-seas.org/pdf/17/1/170106.pdf>
- Pawirodikromo. W. (2012). *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Mandasari, Syafriani, Triyono, R. & Robby Hendra, R. (2018). Analisis Tingkat Kerentanan Seismik di Sumatera Barat Berdasarkan Nilai

Percepatan Tanah Maksimum dan Intensitas Maksimum. *Fillar of Physics*, 11 (2), 17-24.
Doi: <http://dx.doi.org/10.24036/4640171074>

Karnawati, D. dkk. (2019). *Katalog Gempabumi Signifikan dan Dirasakan 1821-2018*. Jakarta: Pusat Gempabumi dan Tsunami Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Retrieved from <https://cdn.bmkg.go.id/Web/Katalog-Gempabumi-Signifikan-dan-Merusak-1821-2018.pdf>

Sunarjo, Gunawan, T. & Pribadi, S. (2012). *Gempa Bumi Edisi Populer*. Jakarta: BMKG

Ulfiana, E., Said, A. Rummy, Pratama, R. & Ariy, P. (2018). Analisis Pendekatan Empiris PGA (*Peak Ground Acceleration*) Pulau Bali Menggunakan Metode Donovan, MC. Guirre dan M.V. Mickey. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 2 (2), 155-161. Doi : <https://doi.org/10.24198/jiif.v2i2.19730>

Yunita. H, dan. Munirwan. R.P. (2017). Kajian Potensi Likuifaksi Akibat Gempa Berdasarkan Data SPT-N di Wilayah Provinsi Aceh. *Prosiding Simpisiuim II-UNNID*, 978-979. Retrieved from <http://conference.unsri.ac.id/index.php/uniid/article/view/639>