



## Penghitungan *Peak Ground Acceleration* (PGA) di Desa Kuta Menggunakan Persamaan Empiris pada Gempa Bumi 19 Agustus 1977 (Mw = 8.3)

Annisa Sadela Suhada<sup>1</sup>, Ricko Kardoso<sup>2</sup>, Muhammad Zuhdi<sup>3</sup>, Syahrial A<sup>3</sup> dan Syamsuddin<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram

<sup>2</sup>Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Geofisika Kelas III Mataram

<sup>3</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceedu.v4i1.218>

### Article Info

Received: 23 Juni 2023

Revised: 28 Juni 2023

Accepted: 30 Juni 2023

Correspondence:

Phone: +6281239977111

**Abstract:** The August 19, 1977 earthquake was one of the major earthquakes that ever occurred in the Nusa Tenggara region 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 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:** Earthquake Sumba, Kuta Village, Maximum Ground Acceleration, Empirical Equation.

**Abstrak:** Gempa bumi 19 Agustus 1977 merupakan salah satu gempa besar yang pernah terjadi di daerah Nusa Tenggara dengan dampak hingga ke pulau Lombok salah satunya di Desa Kuta. Tujuan penelitian ini guna menentukan persamaan empiris yang cocok digunakan di Desa Kuta untuk menghitung nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) dalam bentuk peta persebaran. Nilai PGA dapat memberikan gambaran terkait kerusakan bangunan yang disebabkan oleh gempabumi tersebut. Perhitungan PGA menggunakan beberapa persamaan empiris Donovan, M.C.Guirre, Esteva dan Oliviera. Data gempa diperoleh melalui data yang dirilis dari USGS dan katalog gempabumi merusak. Nilai PGA yang diperoleh dengan persamaan empiris Donovan merupakan nilai PGA yang mendekati nilai dari hasil *scenario Shakemap* BMKG dengan skala III MMI. Gempabumi ini tidak menyebabkan kerusakan pada daerah Desa Kuta tetapi kerusakan disebabkan oleh tsunami setelah gempabumi tersebut terjadi.

**Kata Kunci:** Gempabumi Sumba, Desa Kuta, Percepatan Tanah maksimum, Persamaan Empiris.

**Citation:** Suhada, A.S., Kardoso, R. dan Syamsuddin, S. (2023). Penghitungan Peak Ground Acceleration (PGA) di Desa Kuta Menggunakan Persamaan Empiris pada Gempabumi 19 Agustus 1977 (Mw = 8.3). *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 4(1), 1-5. doi: <https://doi.org/10.29303/goescienceedu.v4i1.218>

### Pendahuluan

Email: [syamsuddin@unram.ac.id](mailto:syamsuddin@unram.ac.id)

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 (Mw) 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.

Percepatan 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  $m/s^2$  ( $1 g = 9.81 m/s^2$  dimana 1 gal sama dengan  $0.01 m/s^2$   $1 g = 981 gal$ ). 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 tinggakat 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 (bmkgo.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

$$\alpha = \frac{1080 \times \exp(0.5 Ms)}{(R+25)^{1.32}} \dots\dots\dots(1)$$

2. Persamaan M.C Guirre

$$\alpha = \frac{472.3 \times \exp(0.27 Ms)}{(R+25)^{1.301}} \dots\dots\dots(2)$$

3. Persamaan Esteva

$$\alpha = \frac{5600 \times \exp(0.5 Ms)}{(R+40)^2} \dots\dots\dots(3)$$

4. Persamaan Oliviera

$$\alpha = \frac{1230 \times \exp(0.8 Ms)}{(R+25)^2} \dots\dots\dots(4)$$

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

**Data dan Metode**

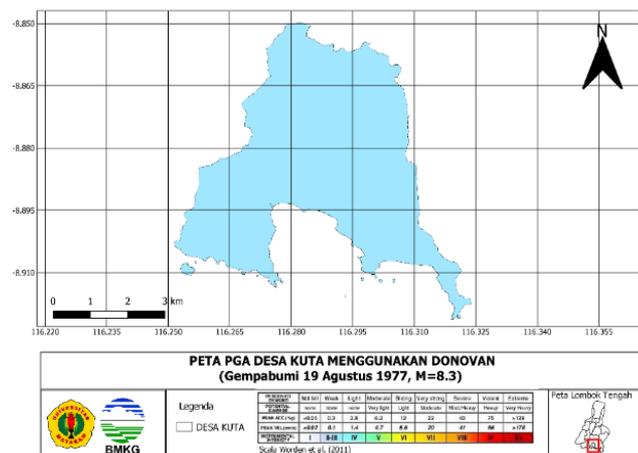
Data gempabumi diperoleh dari USGS dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Geofisika kelas III Mataram. Data yang diperoleh berupa parameter gempabumi yaitu, koordinat tempat penelitian, magnitude, jarak hiposenter dan kedalaman gempabumi. Proses pengolahan data menggunakan *Software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

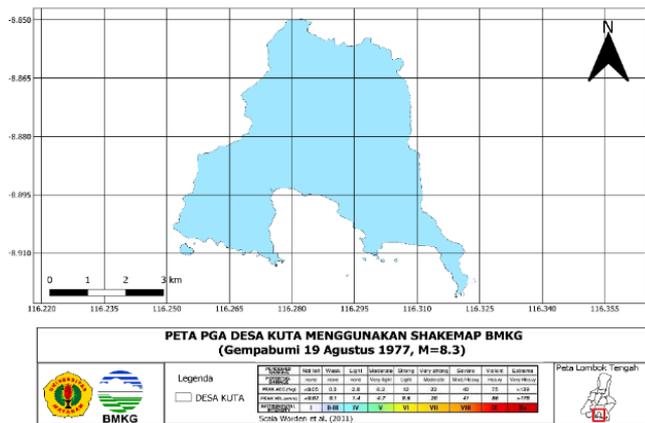
$$\Delta = \sqrt{(X_h - X_s)^2 + (Y_h - Y_s)^2 + (Z_h - Z_s)^2} Km \dots\dots\dots(5)$$

Dengan  $\Delta$  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.** 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 dengan 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 pembahasan 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 dikemukakan 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.

### References

Astried, M. K, Fabian, J.M. dan Lanny, D.K.M. (2017). Respon Spektra Pada Fly Over Interchange Manado Bypass. *Jurnal Sipil Statik*, Vol.5, No.10, Hal. 689-698.

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)*, Vol.1, No.5.

- 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*, Vol. 15, No.2.
- Linkemer. (2008). Relationship Between Peak Ground Acceleration and Modified Mecalli Intensity In Costa Rica. *Revista Geologica de America Central*, 38ISSN: 0256-7024, Hal. 81-94.
- Nakamura, S. (1977). A Note On the Indonesia Eartquake and Tsunami of 19 August 1977. *Southeast Asian Studies*, Vol. 17, No. 1, June 1979.
- Pawirodikromo. W. (2012). Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Rahmat, dkk. (2018). Analisis Tingkat Kerentanan Seismik di Sumatera Barat Berdasarkan Nilai Percepatan Tanah Maksimum dan Intensitas Maksimum. *Fillar of Physics*, Vol, 11, No. 2.
- Setiyono, U. dkk. (2019) Katalog Gempabumi Signifikan dan Merusak 1821-2018. Jakarta: Pusat Gempabumi dan Tsunami Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Sunarjo, dkk. (2012). Gempa Bumi Edisi Populer. Jakarta: BMKG
- Ulfiana, A., dkk. (2018). Analisis Pendekatan Empiris PGA (*Peak Ground Acceleration*) Pulau Bali Menggunakan Metode Donovan, MC. Guirre dan M.V. Mickey. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, Vol. 02, No. 02. Hal, 155-161.
- Yunita. H, dan. Munirwan. R.P. (2017). Kajian Potensi Likuifaksi Akibat Gempa Berdasarkan Data SPT-N di Wilayah Provinsi Aceh. *Prosiding Simpisiuim II-UNNID*, Hal, 978-979.