

# Pemetaan Tingkat Bahaya Gempabumi Berbasis Percepatan Getaran Tanah Maksimum Dan Intensitas Gempabumi Di Provinsi Bali

Febriyanti Jia Kelo<sup>1</sup>, I Made Yuliara<sup>2</sup>, Yohanes Agus Setiawan<sup>3</sup>, I Ketut Sukarasa<sup>4</sup>, I Gde Antha Kasmawan<sup>5</sup>, Putu Suardana<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361

Received: 19 July 2023  
Revised: 13 December 2023  
Accepted: 15 December 2023

Corresponding Author:  
Febriyanti Jia Kelo  
[yantikelo@gmail.com](mailto:yantikelo@gmail.com)

© 2022 Kappa Journal is licensed  
under a Creative Commons  
Attribution-NonCommercial-  
ShareAlike 4.0 International License



DOI:  
<https://doi.org/10.29408/kpj.v7i3.20925>

**Abstract:** The Research has been carried out on the level of earthquake hazard in the Bali region based on maximum ground vibration acceleration (PGA) and earthquake intensity. The data that used in this research were obtained from the BMKG and USGS catalogs. The value of the earthquake hazard level is calculated using the appropriate PGA empirical equation through a correlation test of several empirical equations, namely the Katayama, Mc. Guire, Faccioli, Singh et al, Ambraseys, and Wang & Tao with BMKG observation data. Based on the correlation test, the Katayama equation (1974) was obtained with the smallest error value of 0.52. The calculation results show that the maximum PGA value ranges from 154-1944 gal and the earthquake intensity ranges from VII to X on the MMI scale with the highest hazard level in the Karangasem, Buleleng, and parts of Jembrana districts.

**Keyword:** Peak ground acceleration, earthquake intensity, empirical equation

## Pendahuluan

Pulau Bali termasuk salah satu provinsi di Indonesia yang dikategorikan sebagai daerah sangat rawan gempabumi. Hal ini disebabkan oleh keberadaan pulau Bali yang diapit oleh dua sumber gempabumi, yakni zona subduksi di sebelah selatan Bali yang merupakan pertemuan dua lempeng yaitu lempeng Indo-Australia yang bergerak dari selatan ke utara dan lempeng Eurasia yang bergerak dari utara ke selatan (Hapsoro, 2010).

Gempabumi merupakan peristiwa getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi yang menyebabkan bergesernya tanah karena adanya aktivitas tektonik di dalam tanah. Peristiwa ini secara tidak langsung akan mempengaruhi bentuk dan

struktur permukaan tanah. Bencana alam gempabumi merupakan fenomena alam yang tidak dapat diprediksi kejadiannya, akan tetapi bahaya yang diakibatkan oleh gempabumi dapat dikurangi atau dimitigasi. Setiap kejadian gempabumi menghasilkan guncangan tanah yang dapat diidentifikasi melalui nilai percepatan getaran tanah. Semakin besar nilai percepatan getaran tanah yang terjadi di suatu tempat, semakin besar bahaya gempabumi yang akan terjadi.

Telah banyak penelitian terdahulu yang dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya penelitian yang berjudul *Pemetaan Percepatan Getaran Tanah Maksimum dan Intensitas Gempabumi di Kawasan Jalur Sesar Sungai Oyo Yogyakarta* (Meita, 2016). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai dan

## How to Cite:

Kelo, F. J., Yuliara, I. M., Setiawan, Y. A., Sukarasa, I. K., Kasmawan, I. G. A., & Suardana, P. (2023). Pemetaan Tingkat Bahaya Gempabumi Berbasis Percepatan Getaran Tanah Maksimum Dan Intensitas Gempabumi Di Provinsi Bali. *Kappa Journal*, 7(3), 434-437. <https://doi.org/10.29408/kpj.v7i3.20925>

mikrozonasi dari percepatan getaran tanah maksimum dan intensitas gempabumi di kawasan jalur sesar sungai oyo Yogyakarta dalam bentuk pemetaan. Penelitian lainnya berjudul *Analisis Percepatan Getaran Tanah Maksimum dan Tingkat Kerentanan Seismik Daerah Ratu Agung Kota Bengkulu* (Refrizon dkk, 2013). Dalam penelitian ini dijelaskan indeks kerentanan seismik berdasarkan analisis percepatan getaran tanah maksimum di kota Bengkulu.

Percepatan getaran tanah (*Peak Ground Acceleration*, PGA) merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk studi tingkat kerusakan tanah yang terjadi di permukaan bumi yang disebabkan oleh kejadian gempabumi (Susanto, 2011). Percepatan getaran tanah dapat ditentukan melalui dua cara, yaitu dengan pengukuran menggunakan alat *accelerograph* dan melalui pendekatan rumus empiris (Hapsoro, 2011). Terdapat beberapa bentuk atau model pendekatan empiris untuk PGA yang mana dalam aplikasinya menyesuaikan dengan keadaan daerah terjadinya gempabumi.

Dari catatan sejarah kegempaan, wilayah Bali telah beberapa kali mengalami gempabumi yang mengakibatkan korban jiwa dan kerugian harta benda. Sejarah panjang gempabumi di Bali diantaranya terjadi pada tahun 1917, 1976, 1979, 2004, dan 2011 (BMKG, 2018). Berdasarkan kondisi dan intensitas kejadian gempabumi ini, maka perlu adanya upaya mitigasi bencana untuk mencegah timbulnya korban jiwa dan kerusakan yang lebih banyak akibat gempabumi. Salah satu upaya yang dilakukan adalah melalui pemetaan tingkat bahaya gempabumi berbasis model PGA di wilayah Bali saat terjadi gempabumi.

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data dalam kurun waktu tahun 1960 sampai dengan tahun 2018, yaitu data historis gempabumi yang pernah terjadi di wilayah Bali yang berpotensi mempengaruhi nilai percepatan getaran tanah.

## Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di ruang observasi lantai 2 Kantor Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Wilayah III, Jalan Raya Tuban, Badung Bali dengan tahapan yang meliputi tahap persiapan, pengambilan data dilapangan, pengolahan data dan interpretasi data sesuai dengan tujuan penelitian.

### 1. Tahap Persiapan

Pemilihan model persamaan empiris yang sesuai untuk wilayah Bali dari beberapa persamaan yang dijadikan perbandingan.

### 2. Tahap Pengambilan Data

Adapun prosedur dalam pengambilan data adalah sebagai berikut:

- Pengambilan data gempabumi dari katalog gempabumi USGS, yaitu data dari tahun 1960 sampai 2018.
- Pengambilan PGA hasil observasi di wilayah Bali dari BMKG tahun 2012 sampai 2016.

### 3. Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara :

- Menentukan model persamaan empiris yang sesuai untuk wilayah Bali dengan cara membandingkan data PGA hasil penelitian dengan data PGA yang diperoleh dari hasil observasi BMKG. Analisis perbandingan yang digunakan adalah dengan menghitung nilai MAE (*Mean Absolute Error*) dari setiap persamaan empiris.
- Membuat peta tingkat bahaya gempabumi berbasis nilai PGA dan intensitas gempabumi yang diperoleh dari model persamaan empiris yang sesuai untuk wilayah Bali.

### 4. Interpretasi Data

Adapun hasil perhitungan menunjukkan bahwa persamaan atenuasi yang sesuai untuk wilayah Bali adalah persamaan atenuasi Katayama (1974) dengan nilai error terkecil yaitu 0,52. seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai *Mean Absolute Error*

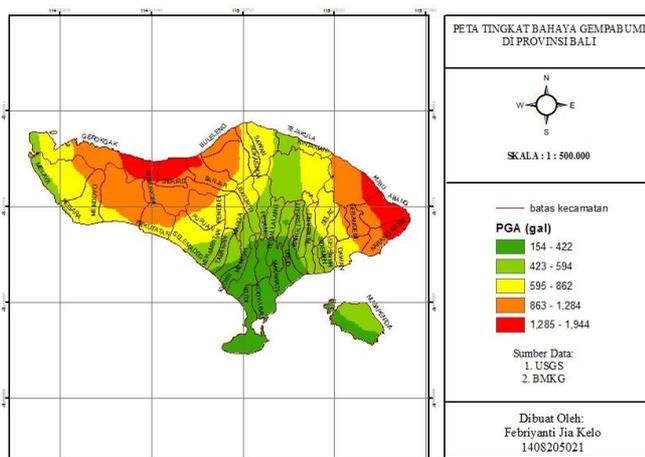
No	Persamaan Atenuasi	Nilai error
1	Katayama (1974)	0,52
2	Mc. Guire (1977)	0,88
3	Faccioli (1978)	1,25
4	Singh et al.(1987)	0,97
5	Ambraseys (1990)	0,57
6	Wang & Tao (2000)	0,53

## Hasil Dan Pembahasan

Bahaya gempabumi suatu wilayah dapat ditentukan berdasarkan nilai percepatan maksimum suatu wilayah atas kejadian gempabumi yang pernah terjadi. Untuk menentukan nilai percepatan getaran tanah maksimum, maka perlu adanya suatu persamaan empiris/fungsi atenuasi yang sesuai di wilayah tersebut sebagai dasar pembuatan peta bahaya gempabumi berdasarkan nilai PGA maksimum. Dalam penentuannya, dikumpulkan data observasi gempa signifikan yang pernah terjadi di wilayah Bali melalui sensor *accelerometer* sehingga diperoleh sebanyak 69 data rekaman gempabumi. Selanjutnya adalah melakukan

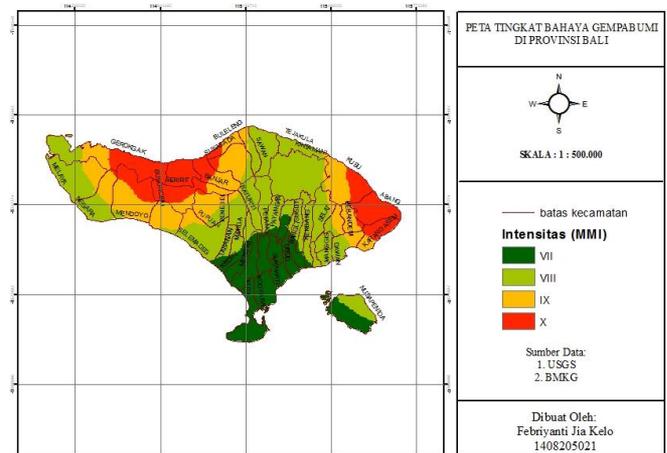
perhitungan nilai log PGA dengan menggunakan fungsi atenuasi yang akan diuji berdasarkan parameter gempa dan nilai log PGA observasi. Berdasarkan Tabel 1 maka dapat diketahui bahwa persamaan empiris yang sesuai untuk wilayah Bali adalah persamaan Katayama (1974) dengan nilai error terkecil yaitu 0.52.

Nilai PGA maksimum digunakan sebagai parameter untuk mengetahui dampak bahaya gempabumi yang ditimbulkan di permukaan bumi akibat guncangan gempabumi. Pada gambar 1 menunjukkan sebaran gempabumi yang terjadi di wilayah Bali. Adapun nilai PGA ini diperoleh dari data gempa yang terekam pada wilayah tersebut yang kemudian diolah sehingga menghasilkan nilai-nilai PGA. Nilai PGA di wilayah Bali berkisar antara 154-1944 gal yang diinterpolasikan kedalam 5 tingkatan warna. Semakin merah wilayah yang ditunjukkan pada peta berarti semakin tinggi nilai PGA yang terjadi wilayah tersebut.



**Gambar 1.** Peta kontur PGA maksimum di wilayah Bali

Besarnya nilai PGA maksimum suatu wilayah menunjukkan semakin tinggi pula skala intensitas (tingkat kerusakan) di wilayah tersebut. Intensitas gempabumi di wilayah Bali berdasarkan persamaan Katayama (1974) memiliki skala intensitas seismik antara VII sampai X dalam MMI, dengan skala intensitas tertinggi berada di wilayah Kabupaten Karangasem, Buleleng, dan sebagian wilayah Kabupaten Jembrana (kontur merah).



**Gambar 2.** Peta Intensitas Gempabumi di Wilayah Bali

Peta bahaya gempabumi dalam penelitian ini disusun berdasarkan nilai PGA dan Intensitas seismik maksimum atas sejarah kejadian gempabumi di wilayah Bali. Dari kedua gambar peta kontur diatas dapat dilihat masing-masing menggambarkan bahwa wilayah Bali termasuk ke dalam wilayah dengan intensitas seismik yang tinggi. Adapun daerah dengan tingkat bahaya paling tinggi (kontur berwarna merah) yang diakibatkan oleh gempabumi adalah wilayah Kabupaten Karangasem dan Kabupaten Buleleng dengan skala intensitas sekitar X skala MMI berada di wilayah Bali Timur dan Bali Utara. Gejala yang ditimbulkan berupa publik menjadi panik, kerusakan berat yang ditandai dengan sebagian besar dinding bangunan permanen roboh dan struktur bangunan mengalami kerusakan berat, pipa dalam tanah putus, dan tanah merekah.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan yaitu : 1) Persamaan atenuasi yang sesuai untuk wilayah Bali yaitu persamaan Katayama (1974) dengan nilai error terkecil yaitu 0,52; 2) Berdasarkan perhitungan persamaan atenuasi Katayama (1974) diperoleh nilai PGA antara 154-1944 gal dengan PGA tertinggi berada di wilayah Kabupaten Karangasem dan Buleleng dan intensitas seismik di wilayah Bali berkisar antara VII sampai dengan X skala MMI, dengan skala intensitas tertinggi berada di wilayah Kabupaten Karangasem, Buleleng, dan sebagian wilayah Kabupaten Jembrana.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh dosen Program Studi Fisika, bidang minat Fisika Kebumihan, Fakultas MIPA Universitas Udayana yang

telah membantu memberikan saran dan perbaikan pada penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- Agus, I.P. and Swardana, A. 2005. *Sistem Informasi Geografis Potensi Bahaya Gempa Bumi Di Provinsi Bali*. Pertemuan Ilmiah Tahunan Mapin XIV.BMKG. 2012. Sejarah Gempa Bumi di Bali. <http://balai3.denpasar.bmkg.go.id/sejarah-gempa-merusak>. Diakses pada tanggal 5 September 2018
- BMKG.2018. <https://www.bmkg.go.id/gempabumi/skala-intensitas-gempabumi.bmkg>. Diakses pada tanggal 1 Desember 2018
- Calvi, G.M and R.Pinho. 2006. *Development Of Seismic Vulnerability Assesment Methodologies Over The Past 30 Years*. ISET Journal of Earthquake Technology, Vol. 43 No. 472 :75-104
- Daryono. 2011. *Identifikasi Sesar Naik Belakang Busur (Back Arc Thrust) Daerah Bali Berdasarkan Seismisitas Dan Solusi Bidang Sesar*. Artikel Kebumihan, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Hapsoro. 2010. *Analisis Probabilitas Gempa Bumi Daerah Bali Dengan Distribusi Posion*. Stasiun Geofisika Sanglah, Denpasar.
- Katayama, T. 1974. *Statistical Analysis Of Peak Acceleration Of Recorded Earthquake Ground Motions*. Seisan-Kenkyu. 26(1):18-20.
- Mc Guire, R.K. 1977. *Seismic Design Spectra And Mapping Procedures Using Hazard Analysis Based Directly On Oscillator Response*. Earthquake Engineering And Structural Dynamics.5:211-234.
- Scordilis, E. 2006. *Empirical Global Relations Converting Ms and Mb to Moment Magnitude*. Aristotle University, Greece.
- Susanto, A. 2011. *Perhitungan Percepatan Tanah Maksimum Berdasarkan Data Gempabumi Di Daerah Istimewa Yogyakarta*. FMIPA UNS, Semarang.
- Sulaiman. 2008. *Karakterisasi Sumber Gempa Yogyakarta 2006 Berdasarkan Data Gps*. Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 3 No. 2 :49-56
- Skala MMI, 2023. <https://magma.esdm.go.id/v1/edukasi/glossary/skala-mmi-modified-mercally-intensity>. Diakses pada tanggal 16 Februari 2023
- USGS, 2018. <https://usgs.gov/earthquakes/search>. Diakses pada tanggal 18 September 2018