

Analisi Peak Ground Accerelation (PGA) di Kabupaten Karangasem Menggunakan Pendekatan Empiris

Siti Masitah^{1*}, I Ketut Sukarasa¹, I Putu Dedy Pratama², I Made Yuliara³, Ida Bagus Made suryatika⁴, I Gde Antha Kasmawan⁵.

^{1,2,3,4,5} Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Udayana, Bali, Indonesia.

Received: 10 December 2025

Revised: 07 February 2025

Accepted: 26 April 2025

Corresponding Author:

I Ketut Sukarasa

sukasafisika@gmail.com

© 2025 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v9i1.28647>

Abstract: Kabupaten Karangasem merupakan bagian dari busur kepulauan Sunda Kecil yang terbentuk akibat proses subduksi lempeng Indo-Australia kebawah lempeng Eurasia sehingga menyebabkan daerah tersebut rawan bencana gempabumi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai peak ground acceleration (PGA) di Kabupaten Karangasem menggunakan rumus empiris terpilih. Data yang digunakan adalah data skunder yang diperoleh dari alat accelerograph tahun 2019-2023 dan data dari katalog BMKG tahun 1972-2022. Dalam menentukan nilai PGA digunakan metode empiris Donovan (1973), Esteva (1970), Mc.Guirre (1963), Fukushima Tanaka (1990), Setiawan (2012). Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa rumus empiris Donovan cocok untuk diterapkan di Kabupaten Karangasem. Kabupaten Karangasem bagian timur memiliki tingkat bahaya bencana gempabumi paling besar dengan skala Intensitas VI MMI mencakup Kecamatan Karangasem dan Kecamatan Abang dengan nilai PGA tertinggi yaitu 96 gals.

Keywords: Kabupaten Karangasem; gempabumi; peak ground acceleration; metode empiris.

Pendahuluan

Kabupaten Karangasem merupakan bagian dari busur Kepulauan Sunda kecil yang terbentuk akibat proses penunjaman lempeng Indo-Australia ke bawah lempeng Eurasia. Adanya sesar subduksi Sunda dan sesar naik belakang busur Flores (Flores Back Arc thrust), di utara dan selatan Bali serta sesar mendarat Lombok di timur, menunjukkan besarnya potensi gempa di Karangasem (Robiana & Cipta, 2021). Indonesia terletak di antara tiga lempeng besar dunia yaitu lempeng Eurasia di utara, lempeng Indo-Australia di selatan dan lempeng Pasifik di timur laut. Tumbukan ketiga lempeng besar ini menciptakan daerah penyusupan yang membentang dari Sumatera bagian barat hingga selatan Jawa dan Bali hingga Kepulauan Nusa Tenggara. Potensi yang ditimbulkan oleh pergerakan lempeng tektonik dapat mengakibatkan

kerusakan bangunan, kerugian material, dan banyak korban jiwa (Muzambiq dkk,2020).

Susunan lempeng wilayah Kabupaten Karangasem berdekatan dengan sesar geser yang berada di sebelah timur Kabupaten Karangasem dan sesar naik berada di bagian Utara Kabupaten Karangasem. Oleh sebab itu Karangasem berpotensi diguncang gempabumi berskala besar disertai tsunami. Berdasarkan data katalog gempabumi merusak Indonesia ada tiga kali peristiwa gempabumi merusak di Kabupaten Karangasem. Pada 17 Desember 1979 dengan kekuatan gempabumi 5 M, yang mengakibatkan 24 orang meninggal. Tanggal 2 Januari 2004 dengan kekuatan gempabumi 6,2 M, mengakibatkan 1 korban jiwa, puluhan rumah dan fasilitas umum rusak parah. Dan pada 16 Oktober 2021 dengan magnitudo 4,8 SR yang menyebabkan sejumlah rumah rusak dan 3 korban jiwa karena tertimbun longsor (Robiana & Cipta, 2021).

How to Cite:

Masitah, S., Sukarasa, I. K., Pratama, I. P. D., & Hastiarna, R. (2023). Developing Environmentally Integrated Science Practicum Tools to Improve Science Teacher Skills and Creativity. *Kappa Journal*, 9(1), 78-81. <https://doi.org/10.29408/kpj.v9i1.28647>

Peak ground acceleration (PGA) dapat digunakan sebagai gambaran risiko gempa. Daerah dengan PGA yang tinggi menunjukkan bahwa daerah tersebut rentan terhadap resiko gempabumi. PGA merupakan bagian penting untuk mengetahui tingkat kerusakan tanah dan bangunan akibat guncangan gemabumi. Oleh karena itu, parameter ini dapat diukur dengan menggunakan alat accelerograph atau melalui pendekatan empiris. Banyak metode yang dapat digunakan, seperti metode Donovan, Mc. Guirre, Esteva, Fukushima Tanaka, Setiawan dan lain-lain (Yuda, 2018). Oleh karena itu, peneliti berkeinginan untuk menetapkan rumus empiris yang paling cocok digunakan di Kabuapten Karangasem serta memetakan risiko bahaya dari bencana gempabumi di masing-masing Kecamatan berdasarkan data katalog gempabumi BMKG tahun 1972-2022.

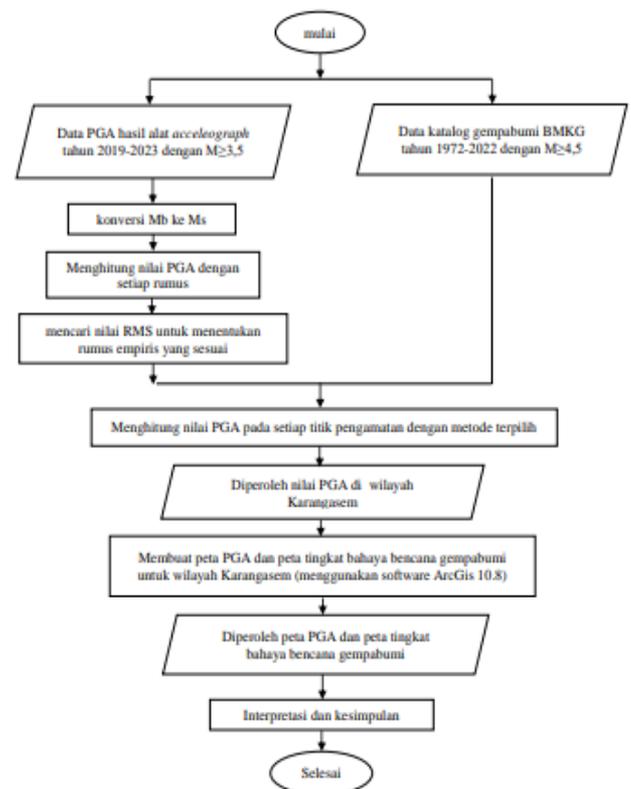
Metode

Penelitian dilakukan di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Geofisika Klas II Sanglah Denpasar. pengolahan data pada penelitian ini menggunakan software ArcGIS 10.8 dan Microsoft Exel. Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu data yang terekam pada alat accelerograph tahun 2019-2023 dan data gempabumi tahun 1972-2022 dengan magnitudo ($M \geq 4,5$) di Kabupaten Karangasem. Alur penelitian dilakukan agar proses atau langkah yang telah diterapkan dalam melakukan penelitian agar terarah dan terorganisir. Adapun rangkaian kegiatan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Pengumpulan data gempabumi dilakukan di BMKG sanglah, data gempabumi diperoleh pada alat accelerograph stasiun KHBO BMKG Karangasem. Pada data gempabumi yang didapatkan tercatat 36 kejadian gempa di sekitar Kabupaten Karangasem dari tahun 2019-2023. Pengumpulan data gempabumi selanjutnya diambil dari katalog gempabumi pada tahun 1972-2022 yang tercatat 712 peristiwa gempabumi pada koordianat 112,061-115,62 BT dan 11,35-5,878 LS. Data tersebut akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan rumus empiris yang akan diterapkan pada Kabupaten Karangasem.

Adapun metode penelitian selanjutnya yaitu pemrosesan data gempabumi yang didapatkan dari alat accelerograph stasiun BMKG. Rangkaian pengolahan data yang pertama yaitu dilakukan perhitungan PGA dengan menerapkan rumus empiris diantaranya rumus Donovan, Esteva, Mc. Guirre, Fukushima Tanaka, dan Setiawan. Parameter yang digunakan dalam pengolahan data tersebut yaitu lintang dan bujur, jarak hiposenter, kedalaman gempabumi, dan kekuatan gempabumi. Kedua yaitu nilai PGA dari alat accelerograph dan nilai PGA dari setiap perhitungan

rumus empiris akan dihitung nilai RMS (Root Mean Square). Perhitungan RMS dimanfaatkan untuk menentukan rumus empiris paling cocok di terapkan di Kabupaten Karangasem. Perhitungan ini menggunakan Microsoft Excel, dimana hasil dari perhitungan tersebut akan diambil nilai RMS yang paling kecil. Ketiga yaitu membuat grid dari titik-titik persebaran pada wilayah Karangasem dengan skala perbandingan $0,03^\circ$ atau 3,3399 kilometer, dengan titik grid merupakan titik pengamatan untuk menghitung nilai PGA di Kabupaten Karangasem. Rangkaian pengolahan data yang keempat yaitu menghitung nilai PGA dari data katalog BMKG pada tahun 1972-2022 dengan menggunakan rumus Donovan, dari hasil tersebut didapatkan nilai PGA maksimum dari setiap titik pengamatan. Rangkaian pengolahan data yang kelima yaitu membuat peta dengan bantuan software ArcGis 10.8 dengan menerapkan nilai PGA yang sudah diperoleh maka akan dibuat peta kontur PGA dan peta kontur tingkat bahaya gempabumi di Kabupaten Karangasem. Terlihat perbedaan warna kontur pada peta antara nilai PGA dan tingkat bahaya bencana gempabumi.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Hasil dan Pembahasan

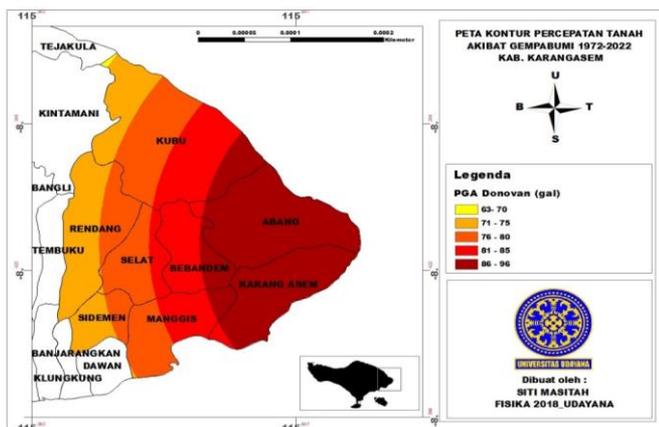
Pemilihan rumus empiris digunakan untuk mendapatkan rumus empiris yang paling cocok untuk diterapkan di Kabupaten Karangasem, dimana nilai PGA hasil rumus mendekati nilai PGA hasil alat. Data

yang digunakan yaitu data gempabumi alat accelerograph tahun 2019-2023 dengan parameter bujur dan lintang, jarak hiposenter, kedalaman, serta magnitudo gempabumi. Berdasarkan perhitungan RMS dari setiap rumus empiris diperoleh rumus empiris Donovan memiliki nilai RMS yang paling kecil, sehingga rumus empiris Donovan akan digunakan untuk menghitung nilai PGA dan pembuatan peta kontur PGA. Berikut merupakan nilai RMS dari setiap rumus empiris dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai RMS setiap rumus empiris

Rumus Empiris	Donovan	Mc. Guire	Esteva	Fukushima dan Tanaka	Setiawan
Nilai RMS	0,78205	2,21409	1,08142	3,23766	4,73159

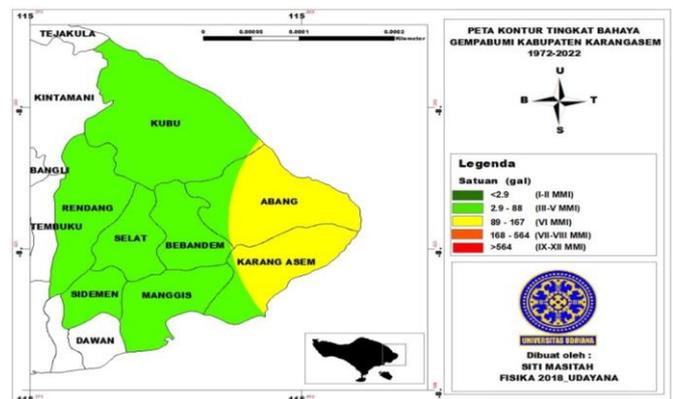
Untuk mendapatkan peta kontur tingkat bahaya bencana gempabumi di Kabupaten Karangasem, digunakan data katalog gempabumi BMKG tahun 1972-2022 dengan magnitudo $\geq 4,5$, diperoleh 712 kejadian gempa. Setelah itu 712 data gempa dihitung nilai PGA maksimum dengan menggunakan rumus empiris Donovan. Selanjutnya dibuat peta kontur PGA maksimum untuk Kabupaten Karangasem menggunakan software ArcGIS 10.8. Peta kontur PGA maksimum untuk Kabupaten Karangasem hasil software ArcGIS 10.8 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta kontur PGA Kabupaten Karangasem.

Setelah data katalog BMKG tahun 1972-2022 diolah menggunakan software ArcGIS 10.8 didapatkan wilayah Kabupaten Karangasem yang memiliki nilai PGA paling besar berada dibagian timur Kabupaten Karangasem yaitu Kecamatan Kubu, Kecamatan Manggis, Kecamatan Karangasem, Kecamatan Bebandem dan Kecamatan Abang sebesar 85-96 gal dengan warna kontur merah pekat. Sedangkan bagian barat wilayah Karangasem memiliki nilai PGA paling

kecil sebesar 63-70 gal yang berada di Kecamatan Kubu dengan warna kontur kuning. Wilayah Kabupaten Karangasem bagian utara sampai selatan yaitu kecamatan Kubu, Kecamatan Sedimen, Kecamatan Manggis dan Kecamatan Selat memiliki nilai PGA menengah sebesar 76-80 gal dengan warna kontur jingga. Dapat disimpulkan bahwa bagian timur Kabupaten Karangasem memiliki intensitas bahaya gempabumi merusak paling tinggi yang dapat beresiko merusak paling parah jika terjadi gempabumi. Hal ini dikarenakan secara historis pernah terjadi gempa merusak di kabupaten Karangasem, gempabumi ini diakibatkan oleh aktivitas sesar aktif di wilayah laut Bali. Oleh sebab itu potensi bahaya gempabumi di Kabupaten Karangasem bagian timur lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah Karangasem bagian barat. Peta kontur tingkat bahaya bencana gempabumi di Kabupaten Karangasem hasil ArcMap pada software ArcGIS 10.8 dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Peta kontur tingkat bahaya bencana gempabumi Kabupaten Karangasem.

Berdasarkan gambar 3, tingkat bahaya bencana gempabumi sebagian besar didominasi dengan skala intensitas III-V MMI, artinya dirasakan oleh banyak orang tanpa menimbulkan kerusakan. Benda-benda ringan yang diikat mengayun lembut, sementara jendela kaca bergetar dengan halus. Wilayah ini mencakup Kecamatan Kubu, Kecamatan Rendang, Kecamatan Bebandem, Kecamatan Sedimen, Kecamatan Manggis. Tingkat risiko kebencanaan gempa bumi tertinggi berada di wilayah timur Karangasem dengan skala VI MMI, yang mengindikasikan kerusakan ringan pada bagian non-struktur bangunan, seperti retak pada dinding dan bergesernya atap ke bawah. Wilayah ini meliputi Kecamatan Abang dan Kecamatan Karangasem. Ini sesuai dengan hasil perhitungan, di mana didapatkan bahwa nilai percepatan getaran tanah maksimum untuk wilayah Karangasem berkisar 63-96 gals.

Wilayah Kabupaten Karangasem bagian timur memiliki tingkat bahaya bencana gempabumi lebih tinggi dibandingkan wilayah Kabupaten Karangasem bagian barat. Hal ini disebabkan karena wilayah Kabupaten Karangasem bagian timur tepatnya Kecamatan Abang dan Kecamatan Karangasem berbatasan langsung dengan sesar geser Lombok di bagian timur Pulau Bali serta Flores Back Arc thrust di timur laut menjadi sumber utama tingginya PGA bagian timur Kabupaten Karangasem. Sedangkan wilayah Kabupaten Karangasem bagian barat memiliki tingkat bahaya bencana gempabumi paling rendah. Wilayah bagian barat Kabupaten Karangasem memiliki intensitas skala III-V MMI dimana gempabumi tidak dirasakan tetapi terekam oleh alat. Jika dikaitkan dengan data gempabumi yang sudah diolah menggunakan ArcGis 10.8 dan menjadi peta kontur tingkat bahaya bencana gempabumi. Gunung Agung yang berada di wilayah barat Kabupaten Karangasem tidak mempengaruhi tingkat bahaya bencana gempabumi karena dari peta kontur pada gambar 3 wilayah bagian barat Kabupaten Karangasem memiliki tingkat bahaya bencana gempabumi paling rendah.

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh pada pelaksanaan tugas akhir ini adalah rumus empiris yang paling cocok diterapkan di wilayah Karangasem yaitu rumus empiris Donovan. Wilayah Kabupaten Karangasem bagian timur memiliki nilai PGA tertinggi dengan warna kontur merah sebesar 85-96 gal. Sedangkan bagian barat wilayah Kabupaten Karangasem memiliki nilai PGA terendah dengan warna kontur kuning sebesar 63-70 gal. Kecamatan di Kabupaten Karangasem bagian timur memiliki tingkat bahaya bencana gempabumi paling tinggi yaitu Kecamatan Karangasem, Kecamatan Abang dengan skala intensitas VI MMI.

Daftar Pustaka

- Amalia Dwi Lestari, Komang Ngurah Suarbawa, I Wayan Supardi, I Putu Dedy Pratama, 2022, Analisis Kerentanan Wilayah Terhadap Gempabumi Berdasarkan Parameter Nilai Kerapuhan Batuan (B-Value) Dan Peak Ground Acceleration (PGA) Di Provinsi Bali, *Buletin Fisika*, Vol. 23 No. 2, pp. 97-105.
- Gandini, D.R.A., Setiawan, Y.A. 2022, Hasil Analisa Peak Ground acceleration di Bali, *Jurnal Geofisika*, Vol. 20, No. 02, pp. 71-75.
- Muhammad Abdul Ghofur, I Ketut Sukarasa, Rudy Darsono, 2021, Pemetaan Tingkata Bahaya Bencana Gempabumi di Wilayah Banyuwangi

- Berdasarkan Percepatan Tanah Maksimum, *Jurnal Buletin Fisika*, Vol. 23, No. 1, pp. 43-50.
- Muzambiq Said, Agung Retno, Indrajaya Alfian, 2020, Penentuan Nilai Percepatan Tanah Maksimum Terhadap Mitigasi Gempabumi Kabupaten Pidie Jaya, Provinsi Aceh, *Jurnal Geografi*, Vol. 17, No. 2, pp. 23-26.
- Prathivi Rastri, 2020, Optimasi Algoritme Naïve Bayes untuk Klasifikasi Data Gempa Bumi di Indonesia Berdasarkan Hiposentrum, *Jurnal Telematika*, Vol. 13, No. 1, pp. 36-43.
- Robiana Rahayu, Cipta Athanasius, 2018, Potensi Bahaya Gempa Bumi Berdasarkan Kondisi Tapak Lokal di Daerah Amlapura, Karangasem, Bali, *jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, Vol. 12, No. 3, pp. 159-169.
- Rudy Darsono¹, I Ketut Sukarasa¹, Yohanes Agus Setiawan, 2016, Analisa Tingkat Risiko Bencana Gempa Bumi Di Wilayah Bali, *Jurnal Buletin Fisika*, Vol 17, No. 1, pp. 57 - 62.
- Yuda Risiko Pratama, 2018, Pemetaan Resiko Gempa Bumi Wilayah Bali Berdasarkan Pola Percepatan Tanah Maksimum Dengan Metode Fukushima, *Skripsi*, Program Studi Fisika FMIPA UBM.