

**PERBANDINGAN METODE DAVENPORT, MILNE, DAN
MCGUIRRE DALAM PENENTUAN NILAI PERCEPATAN
TANAH MAKSIMUM DI PULAU BALI**
*COMPARISON OF DAVENPORT, MILNE, AND MCGUIRRE
METHODS IN DETERMINING THE MAXIMUM LAND
ACCELERATION VALUE ON THE ISLAND OF BALI*

Rayhan Irfan Hielmy¹

¹⁾ Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Tanah Tinggi, Kota Tangerang, Banten 15119

*Email: rayhanirfanhielmy1@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia, yang terletak di kawasan Cincin Api Pasifik dan pertemuan tiga lempeng tektonik (Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik), sangat rentan terhadap bencana alam, termasuk gempa bumi. Pulau Bali merupakan salah satu daerah yang rawan gempa akibat pergerakan aktif lempeng di wilayah tersebut. Penelitian ini menghitung nilai percepatan tanah maksimum (PGA) dengan mempertimbangkan kontribusi beberapa gempa, menggunakan program Python yang fleksibel, sehingga menghasilkan peta kontur yang lebih komprehensif dan akurat dibandingkan penelitian sebelumnya yang hanya mempertimbangkan satu gempa per grid menggunakan Shakemap BMKG. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung estimasi nilai PGA di Pulau Bali menggunakan metode Davenport, Milne, dan McGuire, serta membandingkan hasilnya untuk memahami distribusi dan variasi PGA di wilayah tersebut. Data gempa bumi sekunder dari BMKG untuk wilayah Pulau Bali dan sekitarnya antara tahun 2020-2023 digunakan, mencakup zona subduksi dan Sesar Naik Flores. Prosedur penelitian meliputi pengumpulan data, pembuatan peta seismisitas, perhitungan jarak episenter menggunakan trigonometri, dan perhitungan PGA di Pulau Bali menggunakan ketiga metode tersebut. Hasil penelitian berupa peta kontur PGA menunjukkan distribusi percepatan tanah maksimum untuk gempa bumi di wilayah yang dianalisis. Analisis data gempa bumi antara 2020 hingga 2023 menunjukkan variasi nilai PGA di Pulau Bali, dengan rentang PGA yang berbeda pada setiap metode: Davenport (0.019542 g hingga 1.689435 g), Milne (0.027708 g hingga 1.098691 g), dan McGuire (0.783892 g hingga 3.223702 g). Peta kontur ketiga metode menunjukkan pola serupa, dengan nilai PGA tertinggi di wilayah Timur Laut Bali, yang lebih dipengaruhi oleh gempa lokal daripada gempa di zona subduksi dan Sesar Naik Flores. Dapat disimpulkan bahwa gempa di zona subduksi dan Sesar Naik Flores tidak memberikan dampak signifikan pada PGA di Bali, kemungkinan karena kedalaman gempa dan jarak yang jauh.

Kata kunci: PGA, Pulau Bali, Davenport, Milne, McGuire

ABSTRACT

Indonesia, located in the Pacific Ring of Fire and the convergence zone of three tectonic plates (Indo-Australian, Eurasian, and Pacific), is highly vulnerable to natural disasters, including earthquakes. Bali Island is one of the earthquake-prone areas due to the active

movement of plates in the region. This study calculates the Peak Ground Acceleration (PGA) values by considering the contribution of multiple earthquakes, using a flexible Python program, which results in more comprehensive and accurate contour maps compared to previous studies that only considered one earthquake per grid using BMKG Shakemap. The aim of this study is to estimate the PGA values on Bali Island using the Davenport, Milne, and McGuire methods and compare the results to understand the distribution and variation of PGA in the region. The study uses secondary earthquake data from BMKG for the Bali Island area and its surroundings between 2020 and 2023, covering the subduction zone and Flores Thrust Fault. The research procedure includes data collection, seismicity mapping, epicenter distance calculation using trigonometry, and PGA calculation on Bali Island using these three methods. The research results, in the form of PGA contour maps, show the distribution of peak ground acceleration for the analyzed earthquakes. Earthquake data analysis from 2020 to 2023 reveals variations in PGA values on Bali Island, with different PGA ranges for each method: Davenport (0.019542 g to 1.689435 g), Milne (0.027708 g to 1.098691 g), and McGuire (0.783892 g to 3.223702 g). The contour maps of the three methods show similar patterns, with the highest PGA values in the northeastern region of Bali, which are more influenced by local earthquakes than by those in the subduction zone and Flores Thrust Fault. It can be concluded that earthquakes in the subduction zone and Flores Thrust Fault have little to no significant impact on the PGA in Bali, possibly due to the depth of the earthquakes and their distance from Bali.

Keywords: PGA, Bali Island, Davenport, Milne, McGuire

1. Pendahuluan

Indonesia adalah negara dengan kondisi geografis yang sangat beragam. Secara geografis, Indonesia terletak di wilayah cincin api Pasifik, yaitu kawasan pertemuan tiga lempeng tektonik: Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Posisi ini membuat Indonesia sangat rentan terhadap bencana alam. Ketiga lempeng tektonik di wilayah Indonesia termasuk yang paling aktif di dunia, sehingga frekuensi gempa bumi di Indonesia lebih tinggi dibandingkan dengan negara lain. Bahkan, Indonesia berada di peringkat teratas di antara sepuluh negara dengan frekuensi gempa bumi terbanyak di dunia (Meilani et al., 2024).

Posisi geologi Pulau Bali terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu Lempeng Eurasia, Samudra Pasifik, dan Indo-Australia.

Ketiga lempeng ini aktif bergerak dengan kecepatan dan arah yang berbeda, yang menyebabkan terjadinya pergeseran pada batas lempeng di wilayah selatan Jawa, terutama di Bali dan Nusa Tenggara. Karena letaknya yang strategis berada di atas lempeng benua Eurasia dan Indo-Australia, daerah ini sangat rentan terhadap risiko gempa bumi (Dharyuuni et al., 2019).

Gempa bumi adalah peristiwa yang melepaskan energi dalam bentuk gelombang getar yang menjalar ke seluruh permukaan bumi akibat gangguan pada kerak bumi. Kejadian seismik ini sangat sulit diprediksi dan sering kali menyebabkan bencana yang merusak, termasuk tsunami yang dapat menimbulkan kerusakan parah dan korban jiwa. Gempa bumi merupakan fenomena alam yang sangat ditakuti karena dapat mengakibatkan hilangnya nyawa,

kerugian harta benda, dan kerusakan infrastruktur (Purwanto et al., 2023).

Percepatan getaran tanah maksimum, yang dikenal sebagai *Peak Ground Acceleration* (PGA), adalah nilai tertinggi dari percepatan tanah yang terjadi saat gempa bumi berlangsung. PGA mencerminkan kekuatan guncangan yang dialami suatu lokasi pada saat gempa terjadi (Dinas et al., 2023).

Penelitian sebelumnya memperkirakan nilai percepatan tanah maksimum (*Peak Ground Acceleration* atau PGA) di Kota Manado menggunakan aplikasi *Shakemap* BMKG. Metode yang digunakan adalah dengan membuat beberapa skenario *Shakemap* berdasarkan kejadian-kejadian gempa tertentu. Hasil dari skenario tersebut menunjukkan variasi nilai PGA pada setiap grid yang dihitung berdasarkan data historis gempabumi. Namun, perhitungan ini hanya mempertimbangkan nilai PGA dari satu gempa untuk setiap grid (Kainde et al., 2023).

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini menghitung nilai PGA tertinggi pada setiap grid dengan mempertimbangkan kontribusi dari beberapa kejadian gempa. Hal ini memberikan pendekatan yang lebih komprehensif dalam menggambarkan distribusi PGA di wilayah yang dianalisis. Selain itu, perangkat lunak yang digunakan juga berbeda. Penelitian ini menggunakan program Python, yang lebih fleksibel dan dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan, dibandingkan *Shakemap* BMKG yang memiliki keterbatasan dalam hal penyesuaian.

Dari segi hasil, penelitian sebelumnya menghasilkan peta kontur yang berfokus pada satu gempa, sehingga nilai PGA tinggi hanya terpusat di

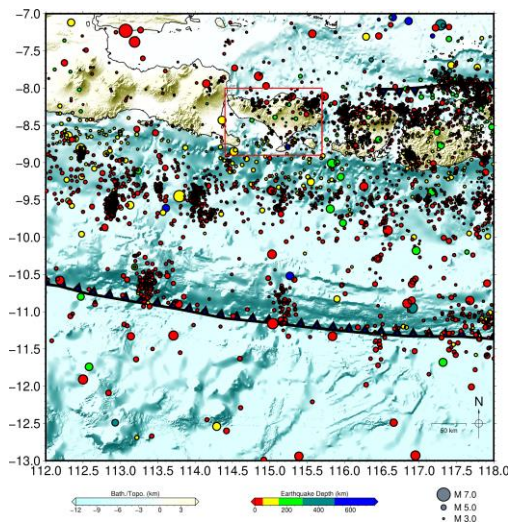
sekitar lokasi gempa tersebut. Sementara itu, penelitian ini menghasilkan peta kontur berdasarkan beberapa kejadian gempa, yang menyebabkan adanya lebih banyak grid dengan nilai PGA tinggi. Pendekatan ini memberikan gambaran yang lebih luas dan akurat mengenai distribusi PGA di wilayah studi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung estimasi nilai PGA pada setiap titik grid di Pulau Bali. Perhitungan dilakukan menggunakan metode Davenport, Milne, dan McGuire, sehingga wilayah-wilayah di Pulau Bali dengan estimasi nilai PGA tinggi dapat diidentifikasi. Selanjutnya, hasil dari ketiga persamaan tersebut dibandingkan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang distribusi dan variasi PGA di wilayah tersebut.

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan

Data gempa bumi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari katalog gempa BMKG. Data tersebut mencakup wilayah Pulau Bali dan sekitarnya, termasuk area utara dan selatan yang meliputi zona subduksi dan Sesar Naik Flores. Wilayah analisis dibatasi oleh koordinat bujur antara 112°–118° BT dan lintang antara 7°–13° LS. Rentang waktu penelitian mencakup periode dari tahun 2020 hingga 2023.



Gambar 1. Peta Seismisitas di Pulau Bali dan Sekitarnya pada tahun 2020 – 2023.

Wilayah yang dihitung nilai PGA-nya adalah Pulau Bali, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 dengan kotak berwarna merah. Wilayah ini memiliki batas koordinat antara 114.4°–115.7° BT dan 8.0°–8.9° LS. Berdasarkan data yang dianalisis, terdapat 3.585 kejadian gempa bumi yang terjadi selama periode 2020–2023, dengan magnitudo berkisar antara 1 hingga 7 dan kedalaman gempa antara 3 hingga 654 km.

Berdasarkan Gambar 1, aktivitas gempa menunjukkan tingkat keaktifan yang lebih tinggi di wilayah utara, yang berhubungan dengan Sesar Naik Flores, serta di wilayah selatan, yang terkait dengan zona subduksi. Aktivitas gempa juga tercatat terjadi di wilayah Pulau Bali itu sendiri, meskipun dengan intensitas yang lebih rendah dibandingkan dengan zona subduksi dan sesar naik flores.

2.2. Metode

Prosedur penelitian ini melibatkan beberapa langkah penting, dimulai dengan pengumpulan dan

penyusunan data historis gempa bumi. Data yang dikumpulkan mencakup periode dari tahun 2020 hingga 2023, meliputi informasi seperti lintang, bujur, magnitudo, dan kedalaman gempa di wilayah Pulau Bali dan sekitarnya.

Langkah berikutnya adalah pembuatan peta tingkat seismisitas menggunakan perangkat lunak GMT (*Generic Mapping Tools*). Berdasarkan peta seismisitas yang telah dibuat, ditentukan titik-titik pengamatan atau grid yang akan digunakan dalam penelitian. Grid yang telah ditentukan berfungsi sebagai stasiun pengamat untuk menghitung jarak dari episenter gempa bumi.

Dari peta seismisitas, diperoleh sejumlah grid atau titik pengamatan, di mana setiap grid diambil nilai percepatan tanah tertinggi (PGA). Penelitian ini menggunakan 486 titik grid untuk setiap kejadian gempa bumi, dengan jarak antar grid sebesar 0,05° (1° = 111 km). Proses perhitungan dilakukan dengan menggunakan program berbasis Python.

Untuk menghitung jarak episenter gempa, digunakan persamaan trigonometri berikut:

$$\Delta = \cos\theta^{-1}[\sin\theta_1\sin\theta_2 + \cos\theta_1\cos\theta_2\cos(\lambda_1 - \lambda_2)] \quad (1)$$

dimana θ adalah lintang dan λ adalah bujur.

Jarak (S) dalam kilometer dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut : mengalikan Δ (dalam radian) dengan 6371 km, yang merupakan jari-jari Bumi, dengan persamaan :

$$S = \Delta \cdot 6371 \quad (2)$$

di mana Δ adalah sudut dalam radian dan 6371 km adalah jari-jari Bumi.

Jarak hiposenter gempa dihitung menggunakan persamaan:

$$R^2 = S^2 + H^2 \quad (3)$$

di mana S adalah jarak episenter dan H adalah kedalaman gempa.

Percepatan tanah maksimum dihitung menggunakan tiga persamaan berbeda:

a. Persamaan Davenport:

$$A = 0,279 \times e^{0,8M} \times R^{-1,64} \quad (4)$$

di mana M adalah magnitudo dan A adalah percepatan tanah maksimum dalam satuan g (dengan $g=9.8 \text{ m/s}^2$).

b. Persamaan Milne:

$$A = 0,04 \times e^M \times R^{-1,4} \quad (5)$$

di mana M adalah magnitudo dan A adalah percepatan tanah maksimum dalam satuan g (dengan $g=9.8 \text{ m/s}^2$).

c. Persamaan McGuire

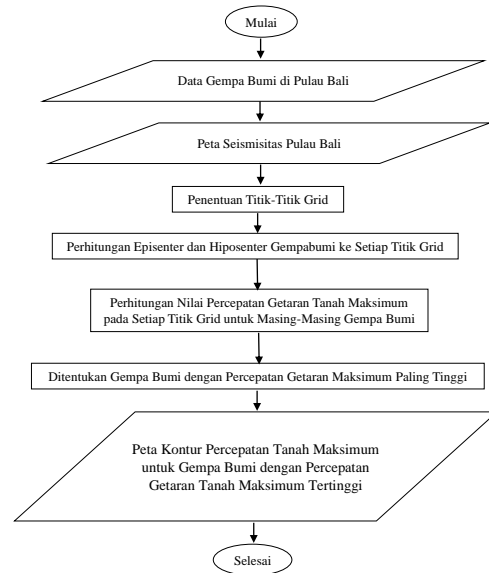
$$A = \frac{(472,3 \times 10^{0,278M})}{980} / ((R+25)^{1,301} \times 980) \quad (6)$$

dimana M adalah magnitudo dan A adalah percepatan tanah maksimum dalam satuan g (dengan $g = 9.8 \text{ m/s}^2$), serta 980 adalah faktor pembagi yang digunakan untuk mengonversi dari satuan gal ke g.

Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah membuat peta kontur percepatan tanah maksimum untuk gempa bumi dengan percepatan getaran tanah maksimum tertinggi. Peta ini akan dihasilkan menggunakan perangkat lunak GMT (*Generic Mapping Tools*).

Peta kontur ini akan menggambarkan distribusi percepatan tanah maksimum berdasarkan data dan perhitungan yang telah dilakukan

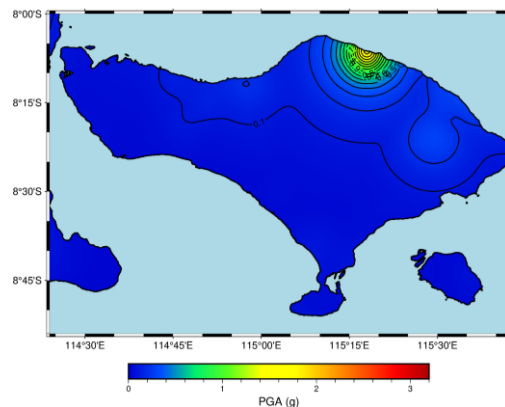
sebelumnya. Dengan demikian, peta ini akan memberikan informasi yang berguna untuk memahami dampak seismik di wilayah yang diteliti.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Percepatan Tanah Maksimum dengan Metode Davenport



Gambar 3. Peta Percepatan Tanah Maksimum dengan Metode Davenport.

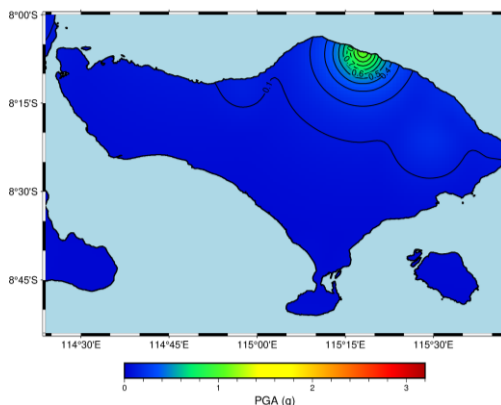
Nilai PGA maksimum yang terukur menggunakan metode Davenport mencapai 1.689435 g, yang disebabkan oleh gempa bumi yang terjadi pada 8 April 2020 pukul 16:40:05 UTC dengan magnitudo 5.60. Gempa ini berlokasi pada koordinat 115.3° BT dan 8.11° LS,

dengan kedalaman mencapai 5 km. Nilai maksimum PGA ini tercatat di titik grid pengamatan dengan koordinat 115.30° BT dan 8.10° LS.

Hasil perhitungan nilai PGA di Pulau Bali menggunakan persamaan Milne berkisar antara 0.019542 g hingga 1.689435 g. Berdasarkan Gambar 3, pola kontur yang terlihat tidak beraturan mengindikasikan bahwa gempa di lokasi tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai PGA di sekitarnya.

Pemetaan yang dilakukan dengan metode Davenport menunjukkan bahwa nilai percepatan tanah tertinggi berada di wilayah Timur Laut Pulau Bali, yang terdekat dengan lokasi hiposenter gempa bumi. Namun demikian, gempa yang terjadi pada zona subduksi dan Sesar Naik Flores tidak memberikan dampak signifikan terhadap nilai PGA di Pulau Bali.

3.2. Percepatan Tanah Maksimum dengan Metode Milne



Gambar 4. Peta Percepatan Tanah Maksimum dengan Metode Milne.

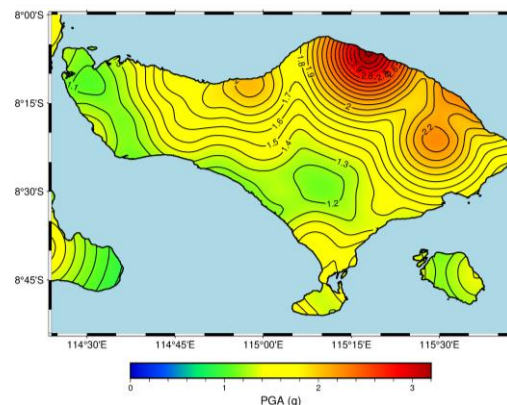
Nilai PGA maksimum yang terukur menggunakan metode Milne mencapai 1.098691 g, yang disebabkan oleh gempa bumi yang terjadi pada 8 April 2020 pukul 16:40:05 UTC dengan magnitudo 5.60. Gempa ini berlokasi pada koordinat 115.3° BT dan 8.11° LS,

dengan kedalaman mencapai 5 km. Nilai maksimum PGA ini tercatat di titik grid pengamatan dengan koordinat 115.30° BT dan 8.10° LS.

Hasil perhitungan nilai PGA di Pulau Bali menggunakan persamaan Milne berkisar antara 0.027708 g hingga 1.098691 g. Berdasarkan Gambar 4, pola kontur yang terlihat tidak beraturan mengindikasikan bahwa gempa di lokasi tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai PGA di sekitarnya.

Pemetaan yang dilakukan dengan metode Milne menunjukkan bahwa nilai percepatan tanah tertinggi berada di wilayah Timur Laut Pulau Bali, yang terdekat dengan lokasi hiposenter gempa bumi. Namun demikian, gempa yang terjadi pada zona subduksi dan Sesar Naik Flores tidak memberikan dampak signifikan terhadap nilai PGA di Pulau Bali.

3.3. Percepatan Tanah Maksimum dengan Metode McGuiarre



Gambar 5. Peta Percepatan Tanah Maksimum dengan Metode McGuiarre.

Nilai PGA maksimum yang terukur menggunakan metode McGuiarre mencapai 3.223702 g, yang disebabkan oleh gempa bumi yang terjadi pada 8 April 2020 pukul 16:40:05 UTC dengan magnitudo 5.60. Gempa ini berlokasi pada koordinat 115.3° BT dan 8.11° LS,

dengan kedalaman mencapai 5 km. Nilai maksimum PGA ini tercatat di titik grid pengamatan dengan koordinat 115.30° BT dan 8.10° LS.

Hasil perhitungan nilai PGA di Pulau Bali menggunakan persamaan McGuire berkisar antara 0.783892 g hingga 3.223702 g. Berdasarkan Gambar 5, pola kontur yang terlihat lebih tidak beraturan dibandingkan dengan metode Milne dan Davenport, yang mengindikasikan bahwa gempa di lokasi tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai PGA di sekitarnya.

Pemetaan yang dilakukan dengan metode Milne menunjukkan bahwa nilai percepatan tanah tertinggi berada di wilayah Timur Laut Pulau Bali, yang terdekat dengan lokasi hiposenter gempa bumi. Namun demikian, gempa yang terjadi pada zona subduksi dan Sesar Naik Flores tidak memberikan dampak signifikan terhadap nilai PGA di Pulau Bali.

3.4. Perbandingan Nilai Percepatan Tanah maksimum dari Metode Davenport, Milne, dan McGuire

Hasil pemetaan yang dilakukan dengan tiga persamaan, yaitu Metode Davenport, Milne, dan McGuire, menunjukkan bahwa titik dengan nilai PGA tertinggi terletak di wilayah yang sama. Pola penyebaran PGA yang diperoleh berada di beberapa tempat yang sesuai dengan lokasi gempa pada peta seismisitas (Gambar 1). Namun, yang memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai PGA berada di Timur Laut Pulau Bali.

Gempa yang terjadi di zona subduksi dan sesar naik Flores tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap nilai PGA di Pulau Bali. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh jarak yang cukup jauh antara lokasi gempa dan Pulau Bali. Selain itu, gempa yang terjadi di Pulau Bali itu

sendiri cenderung memiliki kedalaman dangkal dan magnitudo yang cukup tinggi, yang menyebabkan pengaruhnya lebih dominan terhadap nilai PGA.

Ketiga metode ini memperlihatkan pola kontur tertinggi di area yang serupa. Namun, untuk kontur pada metode McGuire, pola yang terlihat lebih kompleks, memperlihatkan nilai PGA yang dipengaruhi oleh banyak gempa. Hal ini berbeda dengan metode Milne dan Davenport, yang meskipun menghitung banyak gempa, namun dominasi pengaruhnya lebih terpusat di Timur Laut Pulau Bali.

Perhitungan yang dilakukan menggunakan Metode McGuire memberikan nilai PGA yang lebih tinggi dibandingkan dengan Metode Davenport dan Milne. Perbedaan nilai PGA yang diperoleh ini disebabkan oleh variasi dalam persamaan empiris serta konstanta yang digunakan oleh masing-masing metode.

Nilai percepatan tanah tertinggi terletak pada titik pengamatan di koordinat 115.30° BT dan 8.10° LS. Tingginya nilai percepatan tanah di daerah ini disebabkan oleh gempa bumi yang terjadi pada 8 April 2020 pukul 16:40:05 UTC dengan magnitudo 5.60. Gempa ini berlokasi pada koordinat 115.3° BT dan 8.11° LS, dengan kedalaman mencapai 5 km, yang berada di sebelah Timur Laut Pulau Bali.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa nilai PGA di Pulau Bali cenderung dipengaruhi oleh gempa yang terjadi di Pulau Bali itu sendiri. Sementara itu, gempa yang berlokasi di zona subduksi dan sesar naik Flores tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai PGA di Pulau Bali.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data gempa bumi yang terjadi antara tahun 2020 hingga 2023, menggunakan ketiga metode tersebut, ditemukan adanya variasi yang signifikan dalam nilai percepatan tanah maksimum (PGA) di Pulau Bali. Metode Davenport menghasilkan rentang nilai PGA antara 0.019542 g hingga 1.689435 g, sedangkan metode Milne menunjukkan rentang antara 0.027708 g hingga 1.098691 g. Sementara itu, metode McGuire menghasilkan nilai PGA antara 0.783892 g hingga 3.223702 g. Variasi ini disebabkan oleh perbedaan dalam persamaan empiris dan konstanta yang digunakan oleh masing-masing metode.

Peta kontur yang dihasilkan oleh ketiga metode menunjukkan pola yang serupa, dengan nilai PGA tertinggi berada di daerah yang sama, yaitu di wilayah Timur Laut Pulau Bali. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa gempa yang terjadi di Pulau Bali cenderung memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap nilai PGA di wilayah tersebut dibandingkan dengan gempa yang terjadi di zona subduksi dan sesar naik Flores. Hal ini dapat disebabkan oleh jarak yang relatif jauh antara Pulau Bali dan lokasi gempa di zona subduksi serta sesar naik Flores.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa nilai PGA di Pulau Bali lebih dipengaruhi oleh gempa yang terjadi di pulau tersebut, terutama yang terjadi di wilayah Timur Laut, yang memiliki percepatan tanah tertinggi. Gempa yang terjadi di zona subduksi dan sesar naik Flores tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap nilai PGA di Pulau Bali, kemungkinan disebabkan oleh faktor kedalaman gempa dan jarak lokasi gempa dari Pulau Bali.

Daftar Pustaka

- [1] Dharyuuni, I. D. P., Octavianin Nurlatifah, D., Ayu Septi Ani, E., Azaki, A., Permata Sari, N., Wibowo, P., & Budi Wibowo, N. (2019). Dampak Gempa Regional di Pulau Bali, NTB dan NTT. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Festival, November 2019*, 71–76.
- [2] Dinas, N. C., Tanesib, J. L., Bernandus, & Sianturi, H. L. (2023). Perbandingan Metode Mc. Guirre.R.K, Esteva dan Donovan untuk Daerah Rawan Gempa Bumi di Flores. *Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 8(2), 73–77.
- [3] Kainde, L., Poluakan, C., Rampengan, A. M., & Zulkifli, M. (2023). Pemodelan Percepatan Tanah sebagai Parameter Hazard Gempabumi menggunakan Metode Deterministic Seismic Hazard Analysis di Kota Manado. *Jurnal FisTa: Fisika Dan Terapannya*, 4(2), 84–94.
- [4] Meilani, R., Rosida Tiurma Manurung, Maria Yuni Megarini, Tesselonika Sembiring, & Karthy Priyathy Mastovani. (2024). Penanganan psikologis pasca gempa bumi Sumedang. *BEGAWA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 59–62.
- [5] Purwanto, D., Permadi, D. D., Saputri, U. S., Aditiawarman, U., Handayani, D. O. D., & Dewi, D. A. (2023). Kajian tentang bencana dan dampak gempa bumi di Cianjur bersama mahasiswa teknik sipil nusaputra. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Abdi Nusa*, 3(1), 36–39.