

## IDENTIFIKASI PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM DI WILAYAH BENGKULU DENGAN METODE KAWASHUMI

**Reni Nurjannah, Mulkan Iskandar, Lailatul Husna Lubis\***

Program Studi Fisika FST Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

\*E-mail korespondensi: [lailatulhusnalubis@uinsu.ac.id](mailto:lailatulhusnalubis@uinsu.ac.id)

### ABSTRACT

*Maximum soil acceleration is the greatest value of increasing soil acceleration caused by a specified period of time. Maximum ground acceleration is very important to do, to reduce the risk due to an earthquake that occurs. This research is expected to be able to determine the value of the largest increase in ground velocity and areas that have the greatest level of possible danger due to ground acceleration using the Kawashumi method. From the after effects of the investigation that has been finished, it is obtained that the maximum ground acceleration value is 661.7182528 gal and it can be seen that Muko-Muko Regency in the Bengkulu region has a risk due to high ground acceleration.*

**Keywords:** Earthquake, Kawashumi Method, Maximum Ground Acceleration.

### ABSTRAK

*Percepatan tanah maksimum adalah nilai terbesar dari meningkatnya percepatan tanah yang diakibatkan adanya gelombang gempa dalam jangka waktu tertentu. Percepatan tanah maksimum sangat penting dilakukan, untuk mengurangi resiko akibat gempa bumi yang terjadi. Penelitian ini diharapkan dapat menentukan nilai peningkatan kecepatan tanah terbesar dan daerah yang memiliki tingkat kemungkinan bahaya terbesar akibat percepatan tanah dengan metode Kawashumi. Dari hasil penyelidikan yang telah selesai diperoleh nilai percepatan tanah maksimum sebesar 661,7182528 gal dan dapat diketahui bahwa Kabupaten Muko-Muko di wilayah Bengkulu memiliki resiko akibat percepatan tanah yang tinggi.*

**Kata kunci:** Gempa Bumi, Metode Kawashumi, Percepatan Tanah Maksimum.

*Diterima 05-06-2023 | Disetujui 10-07-2023 | Dipublikasi 30-11-2023*

### PENDAHULUAN

Wilayah di Indonesia yang memiliki aktivitas kegempaan yaitu wilayah Bengkulu, karena letaknya yang berbatasan langsung dengan lempeng Indo-Australia dan Eurasia terdapat zona subduksi, nilai energi struktur gabungan dan laju regangan yang paling tinggi berada di sekitar wilayah Bengkulu, menyebabkan wilayah Bengkulu memiliki tingkat aktifitas kegempaan yang tinggi dan berpotensi menimbulkan kapasitas guncangan yang lebih tinggi dibandingkan daerah lain di pulau Sumatera [1]. Tingginya aktivitas kegempaan mempengaruhi nilai percepatan tanah di wilayah Bengkulu.

Banyak kejadian gempa bumi yang telah terjadi di wilayah Bengkulu, seperti kejadian gempa berkekuatan 7,3 terjadi pada 4 Juni 2000, dan gempa berkekuatan 7,9 terjadi pada 12 September 2007. Dari kejadian gempa-gempa besar yang pernah terjadi, mengakibatkan dampak buruk yang menimpa masyarakat Bengkulu seperti kehilangan fasilitas tempat tinggal, kerusakan material hingga menimbulkan korban jiwa. Kerusakan yang timbul akibat gempa bumi, dapat diketahui melalui parameter-parameter gempa yang berupa metode pendekatan *peak ground acceleration* (PGA) ataupun yang biasa dikenal sebagai nilai percepatan pergerakan tanah maksimum [2-4].

Zera (2021) melakukan penelitian tentang percepatan gerakan tanah di Sumatera dengan metode Kawashumi [5]. Berdasarkan penelitiannya, maka diperoleh hasil bahwa pemetaan hasil perhitungan pada penelitian ini menghasilkan pola PGA yang tinggi di Utara Sumatera dan semakin berkurang ke arah Selatan. Zera (2017) melakukan penelitian untuk membandingkan tiga model PGA di Provinsi Bengkulu [6]. Sehingga diperoleh hasil akhir dari penelitian ini adalah ketiga model memberikan kontur yang berbeda, satu model menunjukkan nilai PGA berada di Kabupaten Muko-Muko sedangkan dua model lainnya menunjukkan nilai PGA berada di Kabupaten Kaur.

Metode Kawashumi adalah metode empiris untuk menghitung percepatan tanah, metode kawashumi pernah digunakan di wilayah sumatera untuk dipetakan agar diketahui pengetahuan yang lebih baik mengenai efek lokasi yang lebih parah terkena gempa bumi. Wilayah Bengkulu merupakan bagian dari pulau Sumatera, sehingga metode Kawashumi dapat digunakan di wilayah Bengkulu [7].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daerah yang memiliki tingkat resiko kerusakan terbesar akibat percepatan tanah dengan metode Kawashumi. Pembaharuan penelitian ini dengan yang sebelumnya berupa tahun penelitian yang digunakan dari tahun 2000 – 2021 sehingga memungkinkan pembaca untuk mengetahui daerah yang memiliki pergerakan tanah yang tinggi di wilayah Bengkulu saat ini berada dimana, apakah wilayah yang memiliki pergerakan tanah dengan resiko akibat kegempaan terbesar itu masih di wilayah yang sama dengan penelitian sebelumnya atau mungkin wilayahnya sudah berbeda.

## TINJAUAN PUSTAKA

Gempa bumi adalah peristiwa mengenai pergerakan lapisan permukaan bumi yang dapat terjadi karena adanya Peningkatan energi Bumi secara tiba-tiba dan mengakibatkan guncangan di permukaan tanah. Getaran gempa yang dapat

dirasakan dari permukaan tanah adalah bentuk dari rambatan gelombang gempa yang berasal dari hiposenter.

Percepatan tanah maksimum merupakan suatu nilai yang menjelaskan tentang kecepatan pergerakan tanah terbesar yang berada di suatu wilayah. Nilai percepatan gerak tanah yang digunakan merupakan nilai yang paling dominan karena jika semakin dominan nilai percepatan gerakan tanah yang terjadi dapat memicu tingginya kemungkinan terjadinya gempa di daerah tersebut dan semakin besar pula resiko yang dapat terjadi akibat gempa bumi di wilayah tersebut. Percepatan tanah maksimum dapat dijelaskan dalam satuan *gravitational acceleration* atau gal atau  $\text{cm/s}^2$  ( $1 \text{ gal} = 981 \text{ g}$ ) [8].

Variabel yang mempengaruhi besarnya peningkatan kecepatan di suatu titik adalah ukuran, kedalaman hiposenter, dan jarak dari pusat gempa. Semakin besar intensitas gempa di suatu wilayah, maka semakin besar pula jumlah energi dari sumber gempa, sehingga nilai percepatan gerakan tanah juga semakin besar, serta semakin dalam dan jauh jarak gempa dari pusat gempa, seiring bertambahnya jarak dari pusat gempa, kecepatan pergerakan tanah juga berkurang [9].

Untuk mengetahui percepatan gerakan tanah di suatu wilayah secara langsung, dapat digunakan alat pengukur bernama *accelerograph* yang dipasang pada daerah tertentu atau dapat menggunakan rumus empiris. Namun, dikarenakan pencatatan data yang dapat diakses oleh *accelerograph* yang tersebar di Indonesia terbatas dan adanya kekosongan data yang ditemukan berdasarkan waktu dan lokasi dapat menyebabkan penentuan nilai maksimum percepatan gerakan tanah dengan menggunakan pendekatan rumus empiris [10].

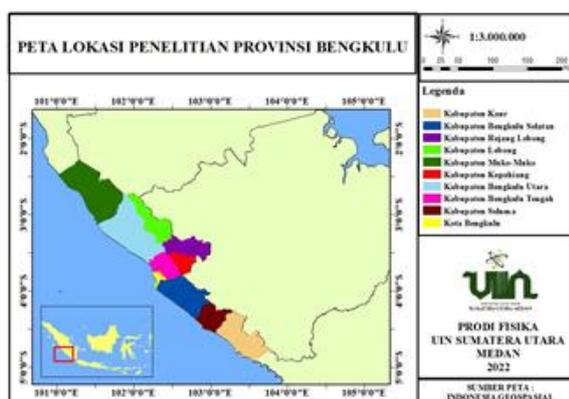
Penentuan rumus empiris percepatan tanah yang digunakan hingga saat ini, sebagian dipakai penurunan rumus dari luar Indonesia, hal ini dapat disebabkan karena tidak ada rumus khusus percepatan tanah di Indonesia. Penelitian bahaya gempa bumi terus menggunakan banyak rumus empiris yang

berasal dari luar Indonesia, karena asumsi geologi yang mirip dengan di Indonesia [11].

Di Indonesia, terdapat sejumlah penelitian mengenai percepatan tanah maksimum dengan berbagai metode yang berbeda dan wilayah yang berbeda. Dapat ditarik kesimpulan dari keseluruhan penelitian yang pernah diteliti, bahwa kondisi geologi tanah yang terdapat pada wilayah yang diteliti sangat mempengaruhi nilai percepatan gerakan tanah maksimum yang hendak diperoleh [12].

Nilai percepatan gerakan tanah yang terdapat di suatu wilayah penelitian, hal ini dapat digambarkan dengan intensitas gempa bumi. Intensitas gempa adalah skala yang dihitung dari tingkat kerusakan pada area dan bangunan terdekat yang disebabkan oleh gempa bumi [2, 13].

Intensitas dengan magnitudo berbeda, karena intensitas merupakan hasil penglihatan yang digambarkan pada suatu daerah tertentu sedangkan magnitudo merupakan hasil penglihatan yang dilakukan secara langsung menggunakan seismograf maupun melalui satelit [14]. Ketika terjadi gempa bumi, besar intensitas di suatu tempat yang berbeda dapat menghasilkan suatu intensitas yang sama ataupun berbeda, namun besar magnitudonya selalu sama meskipun dicatat dan dirasakan ditempat yang berbeda [15].



**Gambar 1.** Peta wilayah Provinsi Bengkulu.

Bengkulu merupakan sebagian kecil wilayah yang termasuk dalam kategori Provinsi di Indonesia, letak Provinsi Bengkulu terletak di pantai barat Sumatera, dengan titik koordinat  $2^{\circ}$  LS –  $5,5^{\circ}$  LS dan  $100^{\circ}$  BT –  $104^{\circ}$  BT.

Wilayah Bengkulu terletak di Sumatera bagian barat, letaknya ini menjadikan wilayah Bengkulu sebagai bagian dari lempeng Benua Eurasia yang dapat bergerak dengan kecepatan  $0,4$  cm/tahun ke arah tenggara dan dapat bertemu hingga terjadi peristiwa tumbukan antara lempeng Samudera Hindia-Australia bergerak dengan kecepatan  $7$  cm/pertahun ke arah Utara. Peristiwa tumbukan ini telah terjadi dari zaman kapur dan masih terus terjadi sampai saat ini, Proses tumbukan ini dapat menyebabkan munculnya zona subduksi, zona prisatik akresi, jalur magmatik dan pembentukan struktur geologi di wilayah Bengkulu [16].

Pada umumnya Provinsi Bengkulu memiliki permukaan yang bergelombang dan berbukit. Di wilayah Bengkulu terdapat sesar yang dapat mengendalikan daerah Bengkulu yaitu sesar Semangko yang mengarah ke barat laut-tenggara. Secara fisik, Bengkulu tersusun atas batuan berumur tersier dengan jenis batuan sedimen dan batuan lava andesit yang ditutupi oleh endapan vulkanik, batu lempeng, batu apung dan batuan alluvium rawa. Jenis batuan ini dapat memicu bencana alam seperti gempa bumi, retakan, percepatan tanah, erosi, tanah longsor, banjir dan badai laut [17].

## METODE PENELITIAN

Pengolahan data seismik pada pengamatan ini adalah untuk mendapatkan nilai maksimum percepatan gerakan tanah dengan menggunakan rumus empiris metode Kawasumi:

$$\log \alpha = Ms - 5,4 - 0,00084(R - 100) + \left(\log \frac{100}{R}\right) \times \frac{1}{0,43429} \quad (1)$$

dimana,  $\alpha$  adalah percepatan tanah (gal), Ms adalah magnitudo permukaan dan R adalah jarak hiposenter (km)

Data USGS yang digunakan pada observasi ini adalah data gempa bumi tahun 2000 – 2021 dengan kedalaman  $0 - 70$  Km, magnitudo  $5 - 10$ , dengan batas wilayah  $^{\circ}$  LS –  $5,5^{\circ}$  LS dan  $100^{\circ}$  BT –  $104^{\circ}$  BT. Data yang telah diunduh kemudian disusun berdasarkan kejadian gempa bumi dari tahun 2000 – 2021, garis bujur, garis

lintang, magnitudo, dan kedalaman gempa bumi.

Berdasarkan data dari USGS diperoleh data dengan magnitudo yang berbeda, untuk menyetarakan magnitudo dilakukan perubahan magnitudo kedalam bentuk magnitudo permukaan (Ms) dengan menggunakan Persamaan 2,3, dan 4.

a. Hubungan antara magnitudo permukaan (Ms) dengan magnitudo badan (Mb):

$$M_s = 1,59M_b - 3,97 \quad (2)$$

b. Hubungan antara magnitudo momen (Mw) dengan momen seismik ( $\log M_o$ ):

$$M_w = \left( \log \frac{M_o}{1,5} \right) - 10,73 \quad (3)$$

c. Hubungan antara momen seismik ( $\log M_o$ ) dengan magnitudo permukaan (Ms):

$$\log M_o = 1,5M_s + 16,1 \quad (4)$$

Kemudian dilakukan pembagian wilayah Bengkulu dengan beberapa grid, masing-masing grid berukuran  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ .



**Gambar 2.** Pembagian grid wilayah Bengkulu.

Kemudian dilakukan perhitungan jarak episenter dengan menggunakan Persamaan 5, perhitungan jarak hiposenter dengan menggunakan Persamaan 6 dan perhitungan percepatan tanah maksimum dengan menggunakan Persamaan 1, semua perhitungan dilakukan menggunakan Microsoft Excel.

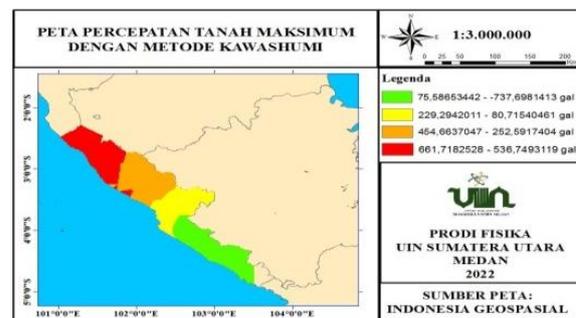
$$\Delta^2 = (X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2 \quad (5)$$

$$R = \sqrt{\Delta^2 + h^2} \quad (6)$$

Kemudian, tahap selanjutnya adalah membuat kontur peningkatan percepatan tanah maksimal memakai *software* Arcgis 10.8.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil dari penelitian identifikasi percepatan tanah maksimum di wilayah Bengkulu dengan metode Kawashumi diperoleh data gempa bumi tahun 2000 – 2021 sebanyak 433 data dengan magnitudo 5 – 10, kedalaman gempa bumi 0 – 70 km, dengan wilayah yang memiliki resiko bahaya kegempaan berdasarkan percepatan tanah maksimum berada di Kabupaten Muko-Muko (lihat Gambar 3).



**Gambar 3.** Peta percepatan tanah maksimum di wilayah Bengkulu.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa provinsi Bengkulu terbagi menjadi 4 wilayah dengan tingkat percepatan tanah yang berbeda-beda. Dimana Kabupaten Muko-Muko memiliki nilai percepatan tanah yang tinggi yaitu sekitar 661,7182528 – 536,7493119 gal yang ditandai dengan wilayah berwarna merah dengan resiko kerusakan berat. Kabupaten Bengkulu Utara, dan Kabupaten Rejang Lebong memiliki nilai percepatan tanah sebesar 454,6637047 – 252,5917404 gal yang digambarkan oleh wilayah berwarna orange dengan resiko kerusakan sedang. Nilai percepatan tanah Kabupaten Lebong, Kabupaten Bengkulu Tengah dan Kota Bengkulu adalah 229.2942011 – 80.71540461 gal digambarkan dengan daerah berwarna kuning dengan resiko kerusakan rendah. Nilai percepatan tanah Kabupaten Bengkulu Selatan,

Kabupaten Seluma dan Kabupaten Kaur adalah 75.58653442 – 737.6981413 gal, yang dapat dirasakan yang digambarkan oleh wilayah berwarna hijau dan pengaruh dari percepatan tanah ini adalah dapat dirasakan oleh banyak orang tetapi tidak menimbulkan kerusakan.

Penyebab tingginya nilai percepatan tanah ini karena secara geologi, wilayah Kabupaten Muko-Muko berada di pesisir barat Provinsi Bengkulu sehingga wilayah ini dilalui oleh zona subduksi antara lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia yang membentuk palung Sumatera dengan pergerakan mencapai 7 cm/tahun.

Secara litologi, letak Kabupaten Muko-Muko yang berada di pesisir barat Provinsi Bengkulu, hal ini menjadikan wilayah Muko-Muko memiliki jenis batuan sedimen berumur kuartar yang dapat memicu timbulnya guncangan gempa bumi karena batuan telah mengalami pelapukan sehingga dapat menimbulkan guncangan gempa bumi yang lebih kuat [18].

## KESIMPULAN

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Bengkulu yang memiliki resiko gempa akibat percepatan tanah tertinggi terletak di Kabupaten Muko-Muko yang memiliki nilai percepatan bumi sebesar 661,7182528 gal.

## REFERENSI

- Hadi, A. I., Farid, M., Refrizon, R., Harlianto, B., Hidayat, N., & Krisbudianto, M. (2021). Pemetaan Potensi Kerentanan Gempabumi Pada Kota Bengkulu Menggunakan Data Mikrotremor dan Metode Analytical Hierarchy Process. *Jurnal Fisika Flux*, **18**(2), 105–118.
- Hariyanto, T., Bioresita, F., & Safitri, C. N. (2020). Perhitungan Intensitas Gempa Bumi Berdasarkan Nilai PGA (Peak Ground Acceleration) Menggunakan Data Gempa Bumi Multi-Event (Studi Kasus: Kabupaten Pandeglang, Banten). *Geoid*, **15**(2), 189–195.
- Lestari, A. D., Suarbawa, K. N., Supardi, I. W., & Pratama, I. P. D. (2022). Analysis Regional Vulnerability of Earthquakes Based on Parameters Fragility Rock Value (B-Value) and Peak Ground Acceleration (PGA) In Bali Province. *Buletin Fisika*, **23**(2), 97–105.
- Tanjung, N. A. F., Permatasari, I., & Yuniarto, A. H. P. (2021). Analisis Peak Ground Acceleration (PGA) Kota Tegal Menggunakan Metode HVSR (Horizontal to Vertical Spectra Ratio). *Jurnal Geosaintek*, **7**(1), 9–16.
- Zera, T. (2021). Mapping of Peak Ground Acceleration (PGA) using The Kawashumi Model for Sumatera. *Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics*, **4**(2), 83–88.
- Zera, T., Sutrisno, & Budiono, A. (2017). Comparison Among the Three Peak Ground Acceleration Models in Bengkulu Province, Indonesia. *IOSR Journal of Applied Geology and Geophysics*, 31–36.
- Hadi, A. I., Suhendra, S., & Efriyadi, E. (2012). Studi analisis parameter gempa Bengkulu berdasarkan data single-station dan multi-station serta pola sebarannya. *Berkala Fisika*, **13**(4), 105–112.
- Ambarwati, L. (2020). *Pemetaan dan analisa pga maksimum gempa bumi pada Provinsi Aceh periode 2012–2017 dengan metode atenuasi*. Tesis Fisika, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Kiswiranti, D. (2019). *Seismologi (Dasar-Dasar Seismologi dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Institut Sains dan Teknologi Akprind Yogyakarta.
- Meitawati, P. M. (2017). *Perbandingan Nilai Percepatan Tanah Maksimum Berdasarkan Modifikasi Konstanta Atenuasi dan Data Accelerograph Tahun 2008-2016 pada Stasiun BMKG Lampung*.

- Lampung: Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Universitas Lampung.
11. Priyanto, D. K., Suarbawa, K. N., & Septiadhi, A. (2018). Determination of Empirical Formula Model of Soil Vibration Acceleration of Denpasar Area. *Buletin Fisika*, **19**(1), 23-27.
  12. Asna, A. (2017). *Pemetaan daerah rawan bencana gempa bumi di wilayah Sulawesi Tenggara berdasarkan nilai percepatan tanah maksimum dengan menggunakan metode Mc Guirre R.K.* Tesis Fisika, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
  13. Pawirodikromo, W. (2012). *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
  14. Harjono, H. (2017). *Seismoteknik Busur Sunda*. Jakarta: LIPI Press.
  15. Noor, D. (2007). *Geologi Lingkungan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
  16. Salim, R., & Santosa, B. J. (2014). Analisa Pola Bidang Sesar pada Zona Subduksi di Wilayah Selatan Pulau Sumatera dari Event Gempa pada Tahun 2011-2014. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, **3**(2), 132-135.
  17. Supartoyo. (2007). *Kegempaan di Wilayah Bengkulu*. Bengkulu: Warta Geologi.
  18. Lubis, A. M. (2021). Pemanfaatan Survey GPS Geodetik untuk Pengamatan Deformasi Inter-seismik Setelah Satu Dekade Kejadian Gempa Bumi Bengkulu 2007 (Mw 8.4) di Daerah Bengkulu Bagian Utara. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, **4**(1), 1-10.



Artikel ini menggunakan lisensi  
[Creative Commons Attribution  
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)