



ANALISIS HUBUNGAN FREKUENSI-MAGNITUDO PADA GEMPA BUMI YANG BERTITIK DI KABUPATEN TUBAN DAN SEKITARNYA

Yulia Kuttayibatun Nisa¹, An Nuril Maulida Fauziah², Mayang Chris Mahajeng³,
Diah Nanda Nur Kumairoh⁴

Prodi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

yulia.22096@mhs.unesa.ac.id¹, annurilfauziah@unesa.ac.id²,
mayang.22119@mhs.unesa.ac.id³, diah.22120@mhs.unesa.ac.id⁴

Abstrak

Indonesia merupakan negara dengan kepemilikan gempa bumi aktif yang masih tinggi hingga kini. Gempa bumi yang baru-baru ini terjadi berpusat di Pulau Jawa daerah Kabupaten Tuban dan sekitarnya. Adapun cara supaya dapat memahami karakteristik dari gempa bumi di wilayah Kabupaten Tuban adalah melalui analisis hubungan frekuensi-magnitudo. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara frekuensi dan magnitudo pada gempa bumi di Kabupaten Tuban dan sekitarnya. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini yakni studi literatur dan data gempa yang didapat melalui katalog dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) serta sumber-sumber lain yang relevan. Frekuensi gempa yang terjadi di Tuban dirasakan sebanyak 3 kali kemudian gempa susulan sebanyak 32 kali pada hari yang sama dengan kekuatan gempa sebesar 6,5 SR. Menandakan bahwa gempa tuban termasuk ke dalam peristiwa alam yang signifikan dengan potensi kerusakan dan korban jiwa yang tinggi.

Kata kunci: Gempa Bumi; Tuban; Frekuensi; Magnitudo

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan kepemilikan gempa bumi aktif yang masih tinggi hingga kini. Gempa bumi menjadi salah satu bencana alam dengan potensi besar dalam menimbulkan kerusakan dan kerugian. Menurut (Susanta et al., 2019) terjadinya gempa bumi ini diakibatkan oleh zona subduksi yang berlokasi di selatan Pulau Jawa, terbentuk melalui aktivitas lempeng Indonesia dan Australia terhadap paparan Blok Sunda. Gempa bumi yang terjadi akhir akhir bulan ini berpusat di Pulau Jawa tepatnya daerah Kabupaten Tuban dan sekitarnya. Adapun cara supaya dapat memahami karakteristik dari gempa bumi di wilayah Kabupaten Tuban adalah melalui analisis hubungan frekuensi-magnitudo. Hubungan ini, yang dikenal dengan seismisitas, dapat memberikan informasi penting tentang pola kejadian gempa bumi dan tingkat bahaya seismik di daerah lokasi Kabupaten Tuban.

Lokasi Kabupaten Tuban adalah di Jawa Timur, menjadi salah satu wilayah dengan aktivitas seismik signifikan di Indonesia. Analisis hubungan frekuensi-magnitudo di wilayah ini sangat penting untuk meningkatkan pemahaman mengenai potensi dan risiko gempa bumi yang dapat terjadi. Maka, penelitian ini memiliki tujuan dapat menganalisis hubungan antara frekuensi kejadian gempa bumi dan magnitudo di daerah Kabupaten Tuban dan sekitarnya.

2. Metodologi

Langkah-langkah diambil untuk penelitian artikel adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan kegiatan telaah pustaka dalam mendukung penelitian tentang Analisis Hubungan Frekuensi- Magnitudo pada Gempa Bumi yang Bertitik pada Daerah Tuban dan Sekitarnya.

2. Pengumpulan Data Gempa



Pengumpulan data gempa dalam penelitian ini menggunakan akatalog dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) sebagai sumber data gempa, serta sumber-sumber lain yang dirasa relevan.

3. Hasil dan Pembahasan

Peristiwa berguncangnya bumi atau umum disebut gempa bumi merupakan bencana yang disebabkan oleh pergerakan dan pergeseran lapisan batuan di kulit bumi yang terjadi secara tiba-tiba dikarenakan pergerakan lempengan tektonik. Terjadinya pergeseran lempeng ini disebut pusat gempa (*hypocenter*), sedangkan proyeksi garis tegak lurus *hypocenter* terhadap permukaan bumi biasa disebut dengan *epicenter* (Hutagalung & Tarigan, 2019).

Lepasnya energi secara tiba-tiba pada kerak bumi dengan menghasilkan gelombang seismik serta menyebabkan guncangan juga retakan pada tanah disebut dengan gempa bumi (Mokodenseho, dkk, 2023). Gempa bumi pada pulau Jawa umumnya merupakan gempa dangkal dengan kedalaman 0-35-70 Km berdasarkan episentrumnya dengan kekuatan 3 sampai 5 SR (Harahap, dkk, 2020).

Gempa bumi yang terjadi di Tuban, Jawa Timur pada Maret 2024 lalu berpusat di 132 Km timur laut Tuban pada kedalaman 10 Km. Dengan titik koordinat gempa pada 5,79° LS - 112,32° BT. Gempa ini diakibatkan adanya aktivitas sesar aktif di laut Jawa dengan mekanisme pergerakan geser (*strike-slip*).

Frekuensi gempa yang terjadi di Tuban dirasakan sebanyak 3 kali kemudian gempa susulan sebanyak 32 kali pada hari yang sama. Gempa pertama dirasakan dengan kekuatan 6,0 skala richter (SR). Gempa dirasakan kembali dengan kekuatan sebesar 5,0 SR. Setelah terjadi dua kali gempa, terjadi gempa susulan sebanyak 32 kali. Banyaknya gempa susulan ini merupakan *aftershock*. *Aftershock* merupakan gempa susulan yang terjadi setelah gempa utama atau *mainshock* (Damayanti, dkk, 2020). Gempa dengan skala besar mengguncang kembali di timur laut Tuban. Berdasarkan hasil catatan BMKG, gempa ketiga berkekuatan 6,5 SR. Proses *rupture* atau rekahan dalam sistem sesar yang memiliki dinamika berbeda-beda menjadi penyebab kekuatan gempa susulan lebih besar daripada gempa awal.

Berdasarkan peta distribusi gempa bumi Bawean tanggal 23 Maret 2024 hingga pukul 17.42 WIB terjadi 183 gempa bumi dengan magnitudo yang berbeda-beda. Gempa yang terjadi diakibatkan aktivitas sesar aktif di laut Jawa dan merupakan jenis gempa dangkal, hal ini dilihat berdasarkan lokasi episenter dan kedalaman hiposentrumnya. Pengamatan melalui analisis hubungan frekuensi dan magnitudo (*magnitude-frequency relation*) (MFR) pada wilayah gempa dapat dilakukan dengan pola seismitas dan tektonik (Ernandi, 2020).

Dalam penelitian seismologi, hubungan frekuensi kejadian gempa bumi (dinyatakan sebagai *N*) lalu magnitudo gempa bumi (dinyatakan sebagai *M*) dapat dijelaskan dengan persamaan empirik (Chasanah dkk, 2013).

$$\log N = a - bM$$

- (*N*) merupakan jumlah komulatif gempa bumi pada daerah tertentu dengan magnitudo yang lebih besar atau sama dengan (*M*).
- (*a*) dan (*b*) adalah parameter model regresi.

Hubungan besaran dan frekuensi gempa mulanya dikemukakan oleh Charles Francis Richter dan Beno Gutenberg pada 1944. Dimana pada saat itu mereka mempelajari mengenai gempa bumi di California. Kemudian, pada 1949 digeneralisasikan dalam penelitian di seluruh dunia. Meskipun nilai *a* dan *b* memiliki variasi yang signifikan berasal dari daerah satu ke daerah lain atau berasal dari waktu yang berbeda. Charles Richter mengembangkan skala utama yang digunakan pada saat ini. Pada skala Richter, besaran (*M*) suatu gempa bumi sebanding dengan log amplitudo maksimum dari gerak bumi. Artinya, jika bumi bergerak satu milimeter pada gempa berkekuatan 2 magnitudo, bumi akan bergerak sebesar 10 milimeter pada gempa dengan kekuatan 3 magnitudo, 100 milimeter pada



gempa berkekuatan 4 magnitudo, dan 10 meter (33 kaki) pada gempa berkekuatan 6 magnitudo.

Pengertian fisis parameter a secara umum merupakan level seismisitas suatu wilayah yang besarnya bergantung pada luas suatu wilayah, panjang periode pengamatan serta nilai magnitudo terbesar. Sedangkan parameter b merupakan gempa dengan rasio kecil terhadap gempa besar yang menggambarkan level stres batuan bawah permukaan (Melani, dkk, 2024). Parameter b (biasa disebut sebagai "nilai- b ") biasanya, nilainya akan mendekati 1,0 pada wilayah yang dikatakan aktif secara seismik. Dalam artian, pada frekuensi tertentu kejadian yang memiliki kekuatan 4,0 atau lebih besar akan terjadi resiko 10 kali lebih banyak gempa berkekuatan 3,0 atau bahkan lebih serta 100 kali lebih banyak gempa dengan kekuatan 2,0 atau lebih. Terdapat perbedaan nilai b dalam perkiraan 0,5 hingga 2 bergantung pada kondisi sekitar pada wilayah tersebut. Contoh dari hal ini adalah ketika suatu gempa b mencapai 2,5, maka akan menunjukkan proporsi gempa kecil hingga besar yang sangat tinggi.

4. Simpulan

Gempa bumi merupakan energi yang lepas secara tiba-tiba di kerak bumi yang menghasilkan gelombang seismik dan akan mengakibatkan guncangan serta retakan pada tanah. Frekuensi gempa yang terjadi di Tuban dirasakan sebanyak 3 kali kemudian gempa susulan sebanyak 32 kali pada hari yang sama dengan kekuatan gempa sebesar 6,5 SR. Menandakan bahwa gempa tuban termasuk ke dalam peristiwa alam yang signifikan dengan potensi kerusakan dan korban jiwa yang tinggi.

Daftar Referensi

- [1] Susanta, F. F., Pratama, C., Aditya, T., Khomaini, A. F., & Abdillah, H. W.K. Geovisual Analytics of Spatio-Temporal Earthquake Data in Indonesia. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 2(2), 185–194, 2019. <https://doi.org/10.22146/jgise.51131>
- [2] Hutagalung, M., & Tarigan, S. D. Analisis Potensi Likuifaksi Akibat Gempa (Studi Kasus: Reklamasi Pelabuhan Kontainer Belawan Fase-2). *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil*, 2(1), 15-34, 2019.
- [3] Mokodenseho, S., Mokodompit, M., Salinsehe, J., & Papatungan, N. Analisis Geologis Gempa di Cianjur: Karakteristik Seismik, Zona Patahan, dan Peran Geologi dalam Penilaian Risiko Gempa. *Jurnal Geosains West Science*, 1(02), 96-104, 2023.
- [4] Harahap, C. N., Reviantika, F., & Azhar, Y. Analisis Gempa Bumi Pada Pulau Jawa Menggunakan Clustering Algoritma K-Means. *Jurnal Dinamika Informatika*, 9(1), 51-60, 2020.
- [5] Damayanti, C., Yamko, A. K., Souisa, C. J., Barends, W., & Naroly, I. L. P. T. Pemodelan Segmentasi Mentawai-Pagai: Studi Kasus Gempa Megathrust di Indonesia. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 1(2), 105-110, 2020.
- [6] Ernandi, F. N. Analisis variasi a -value dan b -value dengan menggunakan software zmap v. 6 sebagai indikator potensi gempa bumi di wilayah Nusa Tenggara Barat. *Inovasi Fisika Indonesia*, 9(3), 24-30, 2020.
- [7] Chasanah, U, Madlazim, Prastowo, T. ANALISIS TINGKAT SEISMISITAS DAN PERIODE ULANG GEMPA BUMI DI SUMATERA BARAT PADA PERIODE 1961-2010. *Jurnal Fisika*, 2(2), 0- 5, 2013.
- [8] Melani, P., Prastowo, T., & Realita, A. Analisis Seismisitas Maluku dan Barat Papua Berdasarkan Distribusi Frekuensi-Magnitudo Gempa. *Inovasi Fisika Indonesia*, 13(2), 25-36, 2024.