



Analisis Data Eksplorasi Dataset Gempa Bumi Indonesia

Rendy Swanda Narastu

Universitas Palangka Raya

Martitus Wiranata

Universitas Palangka Raya

Thomas Arya Lubis

Universitas Palangka Raya

Jadiaman Parhusip

Universitas Palangka Raya

Alamat: Jln. Yos Sudarso Palangka Raya Kalimantan Tengah, 73111

Korespondensi penulis: rendynarastu@gmail.com

Abstrak. *This study aims to perform Exploratory Data Analysis (EDA) on earthquake data in Indonesia obtained from the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency (BMKG). The data used includes earthquake events from November 1, 2008, to January 26, 2023, and contains information such as date, time, latitude, longitude, depth, magnitude, and focal mechanism parameters. In this study, several EDA steps were performed, including calculating descriptive statistics, visualizing the distribution of earthquake magnitudes with histograms, scatter plots for geographical distribution, heatmaps for magnitude distribution patterns based on geographical location, and time series analysis to understand the temporal patterns of earthquake occurrences. Additionally, the earthquake data was visualized on a map using Folium with depth categories in three different colors to facilitate interpretation. The resulting interactive map was also saved as an HTML file to facilitate distribution and further analysis. The results of this study provide a deeper understanding of the characteristics of earthquakes in Indonesia and the existing patterns.*

Keywords: *Exploration Data Analysis, BMKG, Earthquake, Earthquake Depth, Data Visualization.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan Exploratory Data Analysis (EDA) pada data gempa bumi di Indonesia yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data yang digunakan mencakup kejadian gempa bumi dari 1 November 2008 hingga 26 Januari 2023 dan berisi informasi seperti tanggal, waktu, lintang, bujur, kedalaman, magnitudo, dan parameter mekanisme fokus. Dalam penelitian ini, beberapa langkah EDA dilakukan, termasuk menghitung statistik deskriptif, memvisualisasikan distribusi magnitudogempa bumi dengan histogram, scatter plot untuk distribusi geografis, heatmap untuk pola distribusi magnitudo berdasarkan lokasi geografis, dan analisis deret waktu untuk memahami pola temporal kejadian gempa bumi. Selain itu, data gempa bumi divisualisasikan pada peta menggunakan Folium dengan kategori kedalaman dalam tiga warna berbeda untuk memudahkan interpretasi. Peta interaktif yang dihasilkan juga disimpan sebagai file HTML untuk memfasilitasi distribusi dan analisis lebih lanjut. Hasil penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang karakteristik gempa bumi di Indonesia dan pola yang ada.

Kata Kunci: *Analisis Data Eksplorasi, BMKG, Gempa Bumi, Kedalaman Gempa, Visualisasi Data.*

PENDAHULUAN

Pergerakan lempeng atau lapisan bumi, juga dikenal sebagai gempa, dapat terjadi kapan saja. Pergeseran atau perubahan lapisan ini dapat menyebabkan bencana seperti tsunami, gunung meletus, dan sebagainya [2][4]. Gempa bumi adalah getaran asli yang berasal dari dalam bumi yang kemudian merambat ke permukaan karena rekahan bumi yang pecah. Gempa bumi dapat disebabkan oleh dinamika tektonik Bumi, aktivitas gunung api, meteor jatuh, longsoran (di bawah muka air laut), dan ledakan bom nuklir di bawah permukaan. Gempa bumi yang paling sering terjadi adalah gempa bumi tektonik, yang terjadi ketika dua lempeng batuan berbenturan secara perlahan-lahan dan akumulasi energi benturan melampaui kekuatan batuan, menyebabkan batuan

di bawah permukaan [12]. Indonesia berada di wilayah pertemuan lempeng benua yang sangat tidak stabil, dan setiap saat terjadi pergeseran, mulai dari Aceh hingga Papua [16]. Karena banyaknya kejadian pergeseran lapisan bumi ini, gempa bumi ini bisa terjadi dalam hitungan menit dari Aceh hingga Papua, gempa di medan menyusul gempa di Jawa yang belum selesai di Jawa, dan gempa di Halmahera [10][11]. Seismik di Indonesia sering kali memicu gempa bumi dengan intensitas tinggi akibat lokasi geografisnya yang berada di Cincin Api Pasifik, area pertemuan lempeng tektonik aktif. Aktivitas ini berdampak besar pada kehidupan manusia, infrastruktur, dan lingkungan. Dalam menghadapi tantangan ini, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) berperan penting melalui pemantauan, pencatatan, dan analisis kejadian gempa bumi [7][13]. Data yang dikumpulkan BMKG tidak hanya digunakan untuk penelitian tetapi juga untuk mitigasi bencana, memberikan informasi vital kepada masyarakat dan pemerintah, serta meningkatkan kesiapsiagaan bencana.

Dataset gempa bumi yang digunakan BMKG mencakup data historis sejak tahun 2008 hingga 2023. Analisis data ini bertujuan untuk memahami distribusi magnitudo, kedalaman, serta pola geografis gempa bumi. Selain itu, BMKG menggunakan teknologi seperti Warning Receiver System New-Generation (WRS-NewGen) untuk memberikan informasi real-time mengenai gempa bumi dan potensi tsunami. Sistem ini diintegrasikan dengan peta jalur patahan aktif yang menjadi referensi dalam perencanaan tata ruang.

Sebagai bagian dari upaya mitigasi, BMKG juga melakukan sosialisasi dan edukasi, seperti program Sekolah Lapang Gempa Bumi (SLG), yang melibatkan masyarakat dan berbagai pihak untuk meningkatkan kesadaran bencana. Selain itu, BMKG mampu memberikan peringatan dini gempa bumi dan tsunami dalam waktu singkat setelah kejadian, membantu pemerintah daerah dalam mengambil langkah tanggap darurat.

Dalam studi ini, kami melakukan eksplorasi mendalam terhadap dataset ini untuk memahami karakteristik dan pola kejadian gempa bumi di Indonesia. kejadian gempa bumi di Indonesia. Analisis ini bertujuan untuk :

- a. Mengidentifikasi distribusi magnitudo dan kedalaman gempa bumi.
- b. Mengevaluasi distribusi geografis kejadian gempa bumi.
- c. Menganalisis data mekanisme fokus (jika tersedia) untuk memahami dinamika lempeng tektonik yang terlibat.

KAJIAN TEORITIS

Gempa bumi adalah peristiwa alam yang signifikan yang dapat berdampak besar pada kehidupan manusia, infrastruktur, dan lingkungan. Indonesia yang terletak di Cincin Api Pasifik mengalami aktivitas seismik dengan frekuensi tinggi akibat konvergensi beberapa lempeng tektonik. Menganalisis data gempa bumi sangat penting untuk memahami peristiwa alam ini dan memitigasi dampaknya. Analisis Data Eksplorasi (EDA) adalah pendekatan mendasar yang digunakan untuk meringkas

karakteristik utama dari kumpulan data, sering kali dengan metode visual. EDA membantu dalam mengungkap hal-hal yang mendasar pola, menemukan anomali, dan menguji hipotesis dengan asumsi statistik minimal. Penggunaan EDA dalam seismologi memungkinkan para peneliti untuk mendapatkan wawasan tentang distribusi spasial dan temporal spasial dan temporal dari gempa bumi, frekuensi magnitudo, dan kejadian kedalaman. Beberapa penelitian telah menggunakan EDA untuk menganalisis data. Sebagai contoh, Rini Mayasari dkk. (2022) menggunakan EDA untuk menganalisis produktivitas padi di Sumatera, menunjukkan

efektivitas EDA dalam mengungkap tren dan hubungan yang signifikan dalam kumpulan data yang kompleks. Demikian pula, penelitian dalam Demikian pula, studi dalam penelitian gempa bumi telah menunjukkan nilai EDA dalam memahami pola aktivitas seismik dan membantu dalam kesiapsiagaan bencana.

Visualisasi data memainkan peran penting dalam EDA dengan menyediakan representasi grafis yang intuitif dengan menyediakan representasi data. Teknik-teknik seperti plot sebaran, histogram, peta panas, dan deret waktu biasanya digunakan untuk memvisualisasikan data gempa bumi. Alat-alat visual ini membantu dalam mengidentifikasi pola dan korelasi yang mungkin tidak dapat dilihat melalui analisis numerik saja.

METODE PENELITIAN

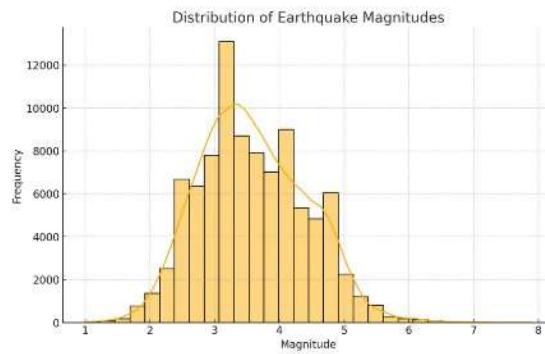
Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis data gempa bumi di Indonesia dengan menggunakan teknik Exploratory Data Analysis (EDA). Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) yang mencakup periode 1 November 2008 hingga 26 Januari 2023. Langkah-langkah metodologis yang dilakukan meliputi pengumpulan data, pembersihan data, analisis data eksplorasi, dan visualisasi data. Perangkat lunak yang digunakan untuk analisis adalah Python dengan Pandas dan Matplotlib libraries. Pengumpulan Data, Data gempa bumi yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data tersebut mencakup kejadian gempa bumi dari November 1 November 2008 hingga 26 Januari 2023. Dataset ini mencakup informasi seperti tanggal, waktu, lintang bujur, kedalaman, magnitudo, dan parameter mekanisme fokus (strike, dip, rake). Proses pembersihan data, memastikan kualitas data yang digunakan dalam analisis. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi: Memeriksa Nilai yang Hilang, Menangani Nilai yang Hilang, Menghapus Duplikat Memastikan tidak ada entri data duplikat dalam dataset, Memvalidasi Rentang Nilai Memastikan nilai dalam kolom lintang, bujur, kedalaman, dan magnitudo berada dalam kisaran yang wajar. Lalu Analisis data eksplorasi dilakukan untuk memahami distribusi dan karakteristik data. Langkah ini mencakup penghitungan statistik deskriptif, pembuatan histogram, scatter plot, dan analisis korelasi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Statistik Deskriptif :

1. Garis Lintang (lat): Berkisar antara -11 hingga 6, dengan rata-rata sekitar -3,4.
2. Bujur (lon): Berkisar antara 94,02 hingga 142, dengan rata-rata sekitar 119,16.
3. Kedalaman (kedalaman): Berkisar antara 2 hingga 750 km, dengan rata-rata sekitar 49 km.
4. Magnitudo (magnitudo): Berkisar antara 1 hingga 7,9, dengan rata-rata sekitar 3,59. horizontal.

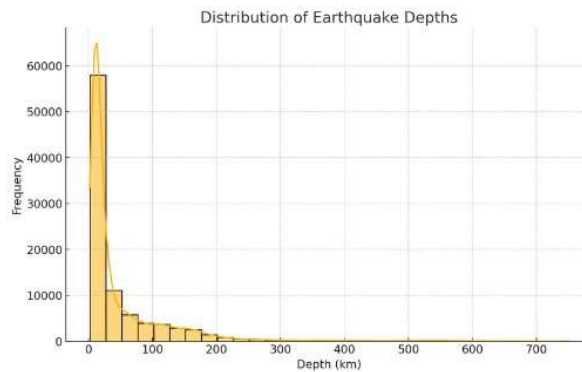
Histogram Magnitudo Gempa Bumi



Gambar 1. Histogram Magnitudo Gempa Bumi

Berdasarkan Gambar 1. Histogram menunjukkan distribusi magnitudo gempa bumi. Sebagian besar gempa bumi memiliki magnitudo antara 2 dan 4, dengan lebih sedikit gempa bumi dengan magnitudo yang lebih tinggi.

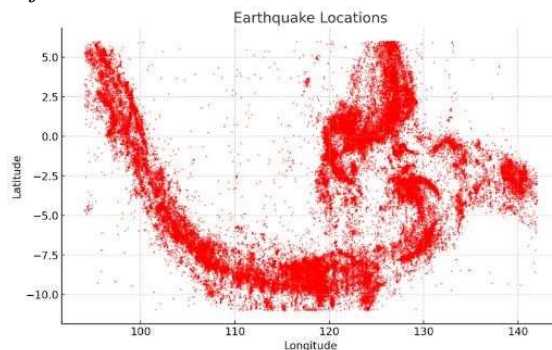
Histogram Kedalaman Gempa Bumi



Gambar 2. Histogram Kedalaman Gempa Bumi

Berdasarkan Gambar 2. Histogram menunjukkan distribusi kedalaman gempa bumi. Sebagian besar gempa bumi terjadi pada kedalaman kurang dari 100 km, tetapi ada juga beberapa kejadian pada kedalaman yang lebih besar.

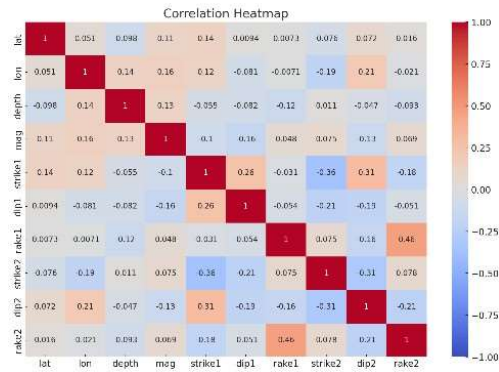
Scatterplot: Lintang vs Bujur



Gambar 3. Scatterplot: Lintang vs Bujur

Berdasarkan Gambar 3. Scatterplot ini menunjukkan distribusi geografis kejadian gempa berdasarkan koordinat lintang dan bujur.

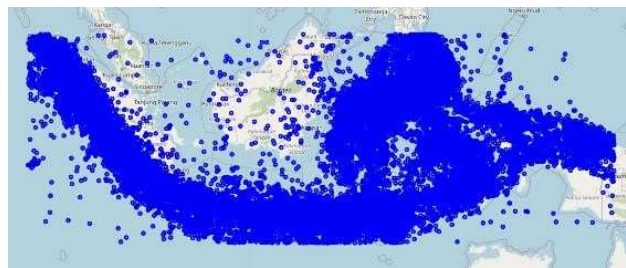
Peta panas: Matriks Korelasi



Gambar 4. Peta panas: Matriks Korelasi

Berdasarkan Gambar 4. Peta panas ini menunjukkan korelasi antara variabel-variabel seperti lintang, bujur, kedalaman, magnitudo, dan parameter mekanisme fokus. Nilai korelasi berkisar antara -1 (hubungan negatif yang kuat) hingga 1 (hubungan positif yang kuat).

Visualisasi Peta



Gambar 5. Visualisasi Peta

Visualisasi peta merupakan alat yang penting dalam menganalisis distribusi geografis kejadian gempa bumi. Dalam penelitian ini, kami menggunakan Folium untuk membuat peta interaktif yang memetakan kejadian gempa bumi di seluruh Indonesia seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 5. Visualisasi ini membantu dalam mengidentifikasi area dengan aktivitas seismik yang tinggi dan mengenali pola spasial yang mungkin tidak dapat dilihat dari data numerik saja. Dengan menempatkan titik-titik data dalam konteks geografis, peta ini memberikan cara yang jelas dan intuitif untuk mengeksplorasi data. Fitur interaktif memungkinkan pengguna untuk memperbesar, menggeser ke seluruh wilayah, dan mengklik penanda untuk mendapatkan informasi rinci tentang setiap gempa bumi, meningkatkan kemampuan pengguna untuk memahami dan menganalisis data secara dinamis.

KESIMPULAN

Studi ini memberikan wawasan yang mendalam mengenai karakteristik dan pola kejadian gempa bumi di Indonesia melalui Analisis Data Eksplorasi (ADE). Analisis distribusi magnitudo menunjukkan bahwa sebagian besar gempa bumi memiliki magnitudo antara 3 dan 4, dengan lebih sedikit kejadian gempa bumi dengan magnitudo di atas 6. Hal ini membantu dalam memahami frekuensi gempa bumi dengan magnitudo yang berbeda-beda. Analisis distribusi

kedalaman menunjukkan bahwa banyak gempa bumi terjadi pada kedalaman sekitar 10 hingga 20 kilometer, dengan variasi kedalaman mencapai lebih dari 600 kilometer. Hal ini sangat penting untuk mengidentifikasi jenis gempa bumi dan potensi kerusakan permukaan. Pemetaan lokasi gempa bumi menggunakan scatterplot lintang dan bujur menunjukkan distribusi geografis kejadian gempa bumi di seluruh Indonesia, dengan konsentrasi di daerah-daerah yang rawan gempa bumi seperti Sumatera, Jawa, dan daerah-daerah di sekitar Cincin Api Pasifik. Peta interaktif yang dibuat menggunakan Folium memberikan visualisasi yang lebih rinci mengenai lokasi gempa bumi, sehingga memungkinkan identifikasi pola spasial yang lebih baik. Analisis korelasi antar variabel menggunakan peta panas menunjukkan hubungan antar variabel seperti lintang, bujur, kedalaman, magnitudo, dan parameter mekanisme fokus. Korelasi yang ditemukan antara magnitudo dan kedalaman, serta di antara parameter mekanisme fokus, memberikan wawasan tentang dinamika tektonik yang menyebabkan gempa bumi. Penelitian ini membantu dalam mengidentifikasi daerah yang paling rentan terhadap gempa bumi dan memberikan informasi berharga untuk meningkatkan strategi mitigasi bencana gempa bumi. Temuan-temuan ini menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut dan pengembangan model prediksi gempa bumi yang lebih akurat. Selain itu, penelitian ini juga mendukung upaya kesiapsiagaan bencana dengan memberikan data yang lebih rinci kepada para pemangku kepentingan dan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Fatoni, "Chain Network Akun Twitter BMKG (@infoBMKG) Dalam Penyebaran Informasi Cuaca, Iklim Dan Gempa Bumi," *Mediakom J. Ilmu Komun.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–17, 2019, doi: 10.35760/mkm.2019.v3i1.1978.
- [2] A. Rosyida, R. Nurmasari, S. Bnpb, K. (2019). *Data Spasial BNPB*, and K. Kunci, "Analisis Perbandingan Dampak Kejadian Bencana Hidrometeorologi Dan Geologi Di Indonesia Dilihat Dari Jumlah Korban Dan Kerusakan (Studi: Data Kejadian Bencana Indonesia)," *J. Dialog Penanggulangan Bencana*, vol. 10, no. 1, pp. 12–21.
- [3] C. Juditha, "People Behavior Related To The Spread Of Covid-19's Hoax," *J. Pekommas*, vol. 5, no. 2, p. 105, 2020, doi: 10.30818/jpkm.2020.2050201.
- [4] D. Sujarto, "Mengelola Risiko Bencana di Negara Maritim Indonesia". 2010.
- [5] dan D. P. Rendra Dwi Lingga P., Chastine Fatichah, "Deteksi Gempa Berdasarkan Data Twitter Menggunakan Decision Tree, Random Forest, dan SVM," *J. Tek. ITS*, vol. 1, no. 1, pp. 159–162, 2017, doi: 10.1109/ICBBE.2009.5162818.
- [6] E. Susilawati, L. Saniah, R. Sahrial, B. Muslim, and I. Engineering, "ANDROID-BASED NATURAL DISASTER EVACUATION," pp. 203–212, 2019.
- [7] F. Rahutomo, S. Sutrisno, M. E. Sulistyono, J. T. S. Sumantyo, and B. Harjito. (2021) "Pendekatan Agile Scrum pada Pengembangan Aplikasi Analitik Akademik dan Kemahasiswaan," *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 7, no. 2, p. 345, doi: 10.35314/isi.v7i2.2880.
- [8] I. Santoso, S. I. Oktora, S. Muchlisoh, and E. Pasaribu, "Social Network Analysis untuk Identifikasi Pengguna Twitter Berpengaruh pada Topik Bencana Gempa dan Tsunami di Indonesia," vol. 9, no. 1, pp. 115–122, 2023.
- [9] M. C. Kirana, N. P. Perkasa, M. Z. Lubis, and M. Fani, "Visualisasi Kualitas Penyebaran Informasi Gempa Bumi di Indonesia Menggunakan Twitter," *J. Appl. Informatics Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 23–32, 2019, doi: 10.30871/jaic.v0i0.12

- [10] M. Fauzi and Mussadun. (2021). “Dampak Bencana Gempa Bumi Dan Tsunami Di Kawasan Pesisir Lere,” *J. Pembang. Wil. dan Kota*, vol. 17, no. 1, pp. 16–24.
- [11] M. P. Dr.Farid Said. (2019) “Laporan Kajian Dampak Gempa Terhadap Ekonomi Sektor Pariwisata,”.
- [12] Nur, A. M. (2010). Gempa bumi, tsunami dan mitigasinya. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, 7(1).
- [13] P. Y. Pradita. (2021). “Analisis Penerapan Media Sosial pada Proses Persebaran Informasi Bencana Alam-Kasus Info Gempa Bumi BMKG,” *Pros. Semin. Nas. Desain Sos.*, vol. 2, no. 1, pp. 376– 381.
- [14] S. Hadji, M. Taufik, and S. Mulyono, “Implementasi Metode Scrum Pada Pengembangan Aplikasi Delivery Order Berbasis Website (Studi Kasus Pada Rumah Makan Lombok Idjo Semarang),” *Konf. Ilm. Mhs. Unissula*, pp. 32–43, 2019.
- [15] S. Monika Nooralifa, M. Reza Faisal, F. Abadi, R. Adi Nugroho, J. A. Yani Km, and K. Selatan, “Identifikasi otomatis pesan saksi mata pada media sosial saat bencana gempa,” *Kumpul. J. Ilmu Komputer(KLIK)*, vol. 08, no. 2, p. 129, 2021.
- [16] Y. Syafitri, Bahtiar, and L. A. Didik, (2018). “(Analysis of Earth’s Plate Shifts that Increase the Potential for Earthquakes on Lombok Island),” *J. Fis. Dan Pendidik. Fis.*, vol. 3, no. 2, pp. 139- 146.