e-ISSN 2962-6129
Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer dan Aplikasinya (SENAMIKA)
Jakarta-Indonesia, 4 Desember 2024

Eksplorasi Data Gempa Bumi di Indonesia: Visualisasi Interaktif Menggunakan Python

Idelia Larisa[1], Choirunnisa Balqis Wahida Zahra[2], Saskia Dwi Putriyanti[3],
Theodora Rustiati Masta Putri[4], Nur Hafifah Matondang[5]
Program Studi D-III Sistem Informasi / Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
Jl. RS. Fatmawati No. 1, Pondok Labu, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, 12450
2310501087@mahasiswa.upnvj.ac.id[1], 2310501101@mahasiswa.upnvj.ac.id[2],
2310501111@mahasiswa.upnvj.ac.id[3], 2310501110@mahasiswa.upnvj.ac.id[4], nurhafifahmatondang@upnvj.ac.id[5]

Abstrak. Indonesia merupakan negara yang terletak di Cincin Api Pasifik, menjadikannya rawan terhadap bencana gempa bumi. Studi ini bertujuan mengeksplorasi data gempa bumi di Indonesia antara 2008 hingga 2023 melalui visualisasi interaktif menggunakan Python. Dataset bersumber dari BMKG, mencakup informasi lokasi, waktu, magnitudo, dan kedalaman gempa. Praproses data melibatkan pembersihan, transformasi, dan analisis temporal. Visualisasi menggunakan grafik seperti line plot, bar chart, dan scatter plot memberikan wawasan mengenai pola, tren, dan hubungan antar variabel gempa. Hasil menunjukkan peningkatan jumlah gempa kecil dalam beberapa tahun terakhir, meski magnitudo rata-rata stabil. Penelitian ini berkontribusi pada upaya mitigasi bencana dengan menyediakan alat analisis yang informatif dan mudah dipahami oleh masyarakat maupun pengambil keputusan.

Kata Kunci: Gempa Bumi, Visualisasi Data, Mitigasi Bencana, Python

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

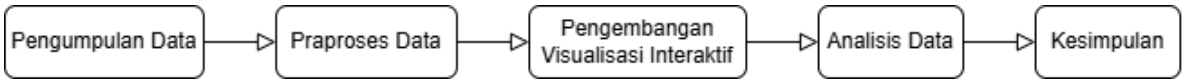
Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak di Cincin Api Pasifik, yang menjadikannya sangat rentan terhadap bencana gempa bumi. Fenomena ini tidak hanya mengancam keselamatan jiwa, tetapi juga dapat menyebabkan kerusakan infrastruktur yang signifikan dan dampak sosial yang luas. Menurut data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Indonesia mengalami ribuan kejadian gempa bumi setiap tahunnya, yang menunjukkan perlunya pemahaman yang lebih baik mengenai pola dan karakteristik gempa bumi di wilayah ini[1].

Salah satu tantangan utama dalam mitigasi bencana adalah kurangnya pengetahuan dan kesiapsiagaan masyarakat terhadap gempa bumi. Penelitian oleh Pasaribu menunjukkan bahwa pengetahuan dan sikap siswa terhadap bencana gempa bumi masih rendah, yang berkontribusi pada tingginya angka korban saat bencana terjadi[2]. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan metode yang dapat meningkatkan pemahaman masyarakat, terutama generasi muda, mengenai risiko yang dihadapi dan langkah-langkah yang dapat diambil untuk meminimalkan dampak bencana[3].

Dalam era digital saat ini, visualisasi data menjadi alat yang sangat efektif untuk menyampaikan informasi kompleks dengan cara yang mudah dipahami. Penggunaan teknologi seperti Python dalam visualisasi data gempa bumi dapat membantu dalam menganalisis dan menyajikan data secara interaktif, sehingga masyarakat dapat lebih memahami pola dan tren yang ada[4]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa aplikasi visualisasi berbasis web dapat meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai distribusi dan karakteristik gempa bumi di wilayah tertentu[5]. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat tercipta kesadaran yang lebih baik dan kesiapsiagaan yang lebih tinggi di kalangan masyarakat terhadap bencana gempa bumi.

Dengan demikian, jurnal ini bertujuan untuk mengeksplorasi data gempa bumi di Indonesia melalui visualisasi interaktif menggunakan Python, yang diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam upaya mitigasi bencana dan meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang risiko gempa bumi.

2 Metode Penelitian



Gambar 1. Metode Penelitian

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data gempa bumi di Indonesia yang diperoleh dari sumber terpercaya, seperti BMKG atau situs data publik lainnya. Selanjutnya, dilakukan praproses data untuk membersihkan data dari anomali, mengisi data yang hilang, dan menyusun data agar siap diolah. Setelah itu, penelitian berfokus pada pengembangan visualisasi interaktif dengan menggunakan Python dan pustaka terkait, seperti Matplotlib, Plotly, atau Dash. Tahap berikutnya adalah analisis data, di mana pola, tren, dan hubungan antar variabel diamati melalui visualisasi yang telah dikembangkan. Terakhir, dihasilkan kesimpulan yang merangkum temuan utama dari eksplorasi data, memberikan wawasan yang bermanfaat mengenai kejadian gempa bumi di Indonesia.

2.1 Pengumpulan Data

Data penelitian diperoleh dari situs Kaggle.com dan disediakan oleh Agapitus Keyka Vigiliant. Dataset ini bersumber dari Repositori Gempa Bumi yang dikelola oleh BMKG, lembaga pemerintah non-departemen Indonesia. Dataset mencakup informasi kejadian gempa bumi yang terjadi antara 1 November 2008 hingga 26 Januari 2023. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa file katalog_gempa.csv. Deskripsi variabel dalam dataset disajikan pada Tabel 1.

Nama Variabel	Deskripsi Variabel	Tipe Data
tgl	Tanggal kejadian gempa	String
ot	Waktu kejadian gempa (HH:MM:SS.SSS)	String
lat	Latitude lokasi gempa (derajat)	Float
lon	Longitude lokasi gempa (derajat)	Float
depth	Kedalaman gempa (kilometer)	Integer
mag	Magnitudo gempa	Float
remark	Keterangan lokasi atau area gempa	String
strike1	Sudut kemiringan (strike) bidang patahan 1	Float
dip1	Sudut kemiringan (dip) bidang patahan 1	Float
rake1	Sudut pergeseran (rake) bidang patahan 1	Float
strike2	Sudut kemiringan (strike) bidang patahan 2	Float
dip2	Sudut kemiringan (dip) bidang patahan 2	Float
rake2	Sudut pergeseran (rake) bidang patahan 2	Float

Tabel 1. Deskripsi Data Penelitian

2.2 Persiapan Data

2.2.1 Mengubah Format Tanggal

Langkah pertama dalam preprocessing adalah mengubah format kolom tanggal (`tgl`) menjadi format datetime. Hal ini penting karena format datetime memungkinkan analisis temporal yang lebih akurat dan efisien. Menurut Fatima et al., proses pembersihan data sering kali mencakup konversi format data untuk memastikan konsistensi dan kemudahan dalam analisis lebih lanjut[6].

2.2.2 Menyaring Data Berdasarkan Rentang Waktu Tertentu (10 Tahun Terakhir)

Setelah mengkonversi format tanggal, data disaring untuk hanya menyertakan catatan dari sepuluh tahun terakhir, yaitu dari tahun 2014 hingga 2024. Penyaringan ini bertujuan untuk fokus pada data yang relevan dan terkini, yang sangat penting dalam analisis tren dan pola gempa bumi. Jufriansah menyatakan bahwa pemilihan data berdasarkan periode waktu tertentu adalah langkah penting dalam analisis data gempa untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat[7].

2.2.3 Memilih Kolom yang Relevan untuk Analisis

Dalam langkah ini, kolom-kolom yang dianggap relevan untuk analisis, seperti tanggal, lokasi (latitude dan longitude), kedalaman, magnitudo, dan keterangan, dipilih. Pemilihan fitur yang tepat adalah kunci dalam analisis data, karena dapat mempengaruhi hasil dan interpretasi. Menurut penelitian oleh Jeatrakul et al., pemilihan fitur yang relevan dapat meningkatkan kualitas model klasifikasi yang dibangun dari data tersebut[8].

2.2.4 Menambahkan Kolom Tahun untuk Mempermudah Analisis Temporal

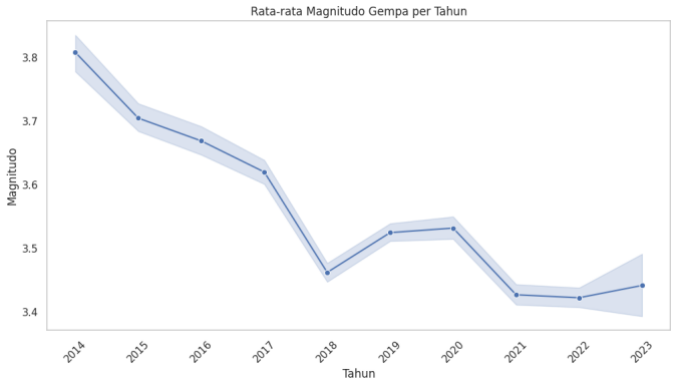
Dengan menambahkan kolom tahun, analisis temporal dapat dilakukan dengan lebih mudah. Ini memungkinkan peneliti untuk mengelompokkan data berdasarkan tahun dan menganalisis tren tahunan dalam kejadian gempa bumi. Hal ini sejalan dengan temuan oleh Yunita et al., yang menunjukkan bahwa pengelompokan data berdasarkan waktu dapat membantu dalam memahami pola dan risiko yang terkait dengan kejadian tertentu[9].

2.2.5 Menyiapkan Dataset Bersih untuk Analisis Selanjutnya

Setelah semua langkah di atas, dataset yang telah dibersihkan dan diproses siap untuk analisis lebih lanjut. Proses pembersihan dan persiapan data ini sangat penting untuk memastikan bahwa analisis yang dilakukan akan menghasilkan informasi yang akurat dan dapat diandalkan. Menurut Randall et al., kualitas data yang baik sangat penting untuk menghasilkan analisis yang valid dan bermanfaat[10].

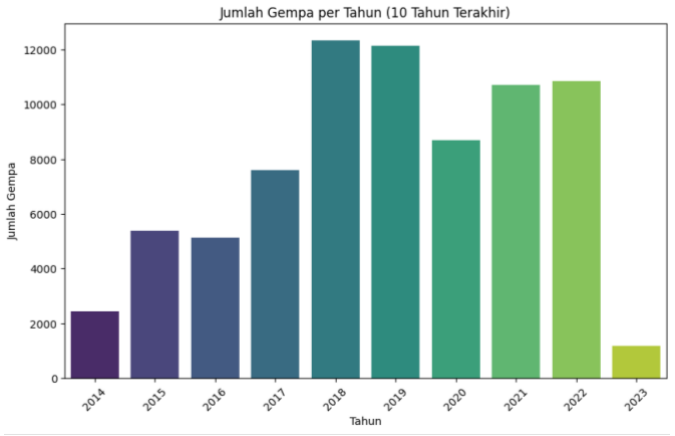
3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengembangan Visualisasi Interaktif



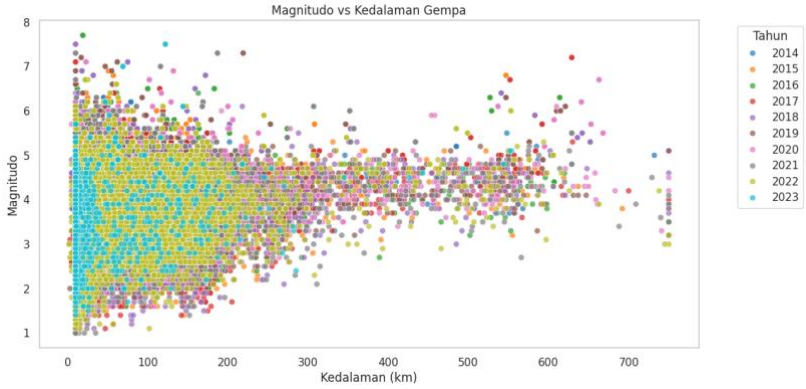
Gambar 2. Line Plot untuk Magnitudo Gempa per Tahun

Grafik pada gambar diatas menunjukkan rata-rata magnitudo gempa bumi per tahun dari 2014 hingga 2023. Terlihat adanya tren penurunan rata-rata magnitudo dari tahun 2014 (sekitar 3,8) hingga tahun 2018 (sekitar 3,5), yang kemudian stabil pada kisaran 3,4–3,5 hingga tahun 2023. Grafik ini dilengkapi dengan area bayangan (*confidence interval*) yang menunjukkan tingkat kepercayaan terhadap rata-rata tersebut. Area biru di sekitar garis tren menggambarkan rentang ketidakpastian atau variasi data, yang relatif kecil sehingga tren terlihat cukup stabil. Penurunan ini menunjukkan bahwa gempa-gempa yang terjadi cenderung memiliki magnitudo yang lebih kecil pada beberapa tahun terakhir.



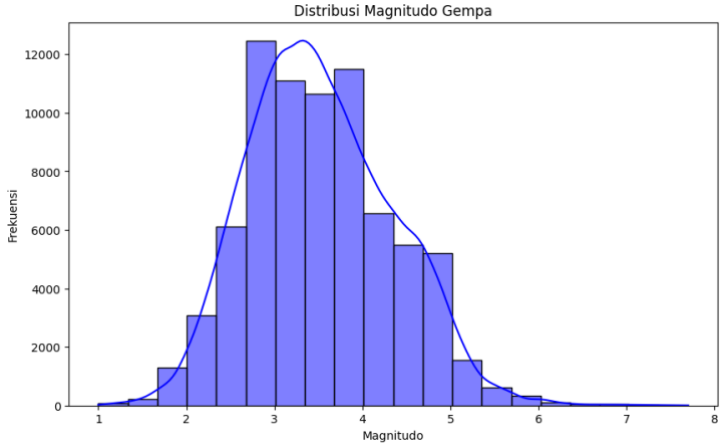
Gambar 3. Bar Chart untuk Jumlah Gempa per Tahun

Grafik ini menggambarkan jumlah gempa bumi per tahun selama 10 tahun terakhir. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa jumlah gempa terus meningkat dari tahun 2014 hingga mencapai puncaknya pada tahun 2018, dengan lebih dari 12.000 kejadian. Setelah itu, jumlah gempa relatif stabil di kisaran 8.000–10.000 kejadian per tahun hingga 2022, tetapi jumlahnya menurun tajam pada tahun 2023. Kedua grafik ini menunjukkan bahwa meskipun rata-rata magnitudo gempa menurun, jumlah gempa justru meningkat hingga beberapa tahun terakhir sebelum mulai menurun. Hal ini dapat mengindikasikan adanya peningkatan kejadian gempa kecil dalam periode tersebut.



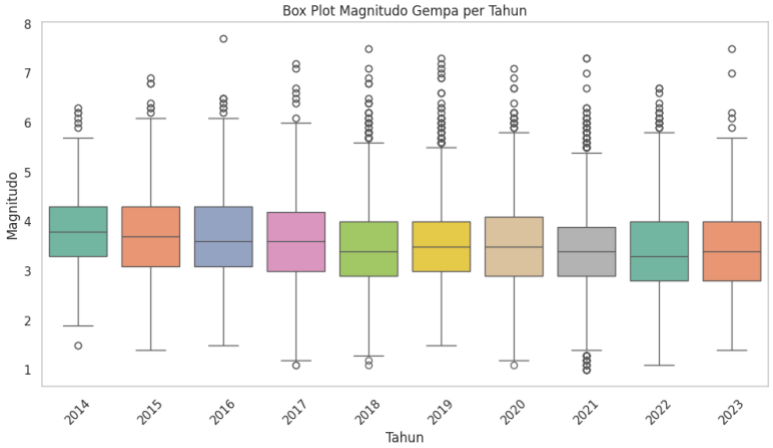
Gambar 4. Scatter Plot untuk Magnitudo dan Kedalaman

Grafik tersebut menunjukkan hubungan antara magnitudo gempa dengan kedalaman gempa dari tahun 2014 hingga 2023. Setiap titik merepresentasikan satu gempa, dengan warna yang berbeda untuk setiap tahun. Grafik ini memperlihatkan bahwa gempa dengan magnitudo rendah (sekitar 1 hingga 3) terjadi di berbagai kedalaman, terutama di bawah 200 km. Sementara itu, gempa dengan magnitudo lebih tinggi (5 hingga 7) cenderung terjadi pada kedalaman yang lebih bervariasi, meski tetap lebih banyak di bawah 200 km. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar gempa terjadi pada kedalaman dangkal hingga menengah, meskipun gempa dalam juga ada.



Gambar 5. Histogram untuk Distribusi Magnitudo

Grafik tersebut adalah histogram distribusi magnitudo gempa, yang menunjukkan jumlah gempa dalam rentang magnitudo tertentu. Distribusi ini memiliki puncak di sekitar magnitudo 3 hingga 4, menunjukkan bahwa gempa dengan magnitudo tersebut paling sering terjadi. Kurva garis di atas histogram menunjukkan distribusi data secara halus. Distribusi ini tampak mendekati distribusi normal, dengan penurunan jumlah gempa untuk magnitudo yang lebih tinggi atau lebih rendah dari rentang 3-4.



Gambar 6. Box Plot untuk Magnitudo berdasarkan Tahun

Grafik di atas adalah *box plot* yang menunjukkan distribusi magnitudo gempa bumi dari tahun 2014 hingga 2023. Pada sumbu horizontal (*x-axis*), terdapat tahun-tahun pengamatan, sedangkan sumbu vertikal (*y-axis*) menunjukkan magnitudo gempa. Setiap kotak mewakili rentang interkuartil (IQR), yaitu 50% data di antara kuartil pertama (Q1) dan kuartil ketiga (Q3), dengan garis di dalam kotak menunjukkan median (nilai tengah). Garis vertikal di atas dan di bawah kotak (*whiskers*) menunjukkan batas data yang tidak dianggap pencilan, sementara lingkaran di luar whiskers adalah pencilan.

Secara umum, terlihat bahwa median magnitudo gempa relatif stabil di sekitar nilai 4 selama periode 2014–2023. Rentang IQR juga tidak menunjukkan perubahan yang signifikan, meskipun terdapat fluktuasi kecil antar tahun. Pencilan dengan magnitudo tinggi (di atas 6) konsisten terjadi setiap tahun, menunjukkan adanya gempa-gempa kuat di sebagian besar tahun. Sementara itu, pencilan di bagian bawah, dengan magnitudo sekitar 1 hingga 2, jarang terjadi. Grafik ini menggambarkan distribusi magnitudo gempa yang relatif seragam selama periode pengamatan tanpa adanya tren yang mencolok.

3.2 Analisis Data

Analisis data gempa bumi yang dilakukan melalui visualisasi menggunakan berbagai jenis grafik memberikan wawasan yang mendalam mengenai pola, tren, dan hubungan antar variabel. Berdasarkan visualisasi data yang sudah dilakukan terdapat lima jenis visualisasi yang digunakan untuk menganalisis data gempa, yaitu line plot, bar chart, scatter plot, histogram, dan box plot.

3.2.1 Line Plot untuk Magnitudo Gempa per Tahun

Visualisasi ini menunjukkan rata-rata magnitudo gempa per tahun. Dari grafik ini, dapat dilihat apakah terdapat tren peningkatan atau penurunan dalam magnitudo gempa dari tahun ke tahun. Hal ini penting untuk memahami perilaku seismik suatu daerah dan dapat membantu dalam perencanaan mitigasi bencana. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa analisis tren magnitudo dapat memberikan informasi penting mengenai potensi bahaya gempa di suatu wilayah [11][12].

3.2.2 Bar Chart untuk Jumlah Gempa per Tahun

Grafik ini memberikan gambaran tentang frekuensi kejadian gempa setiap tahun. Dengan menggunakan countplot, kita dapat dengan mudah mengidentifikasi tahun-tahun dengan aktivitas seismik yang tinggi. Hal ini relevan untuk memahami periode-periode tertentu yang mungkin memiliki risiko lebih tinggi terhadap bencana gempa, yang sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa pemetaan frekuensi gempa dapat membantu dalam perencanaan risiko [13].

3.2.3 Scatter Plot untuk Magnitudo dan Kedalaman

Scatter plot ini menunjukkan hubungan antara kedalaman gempa dan magnitudo, dengan warna yang mewakili tahun. Hubungan ini penting karena gempa dengan kedalaman yang berbeda dapat memiliki dampak yang berbeda terhadap permukaan. Penelitian menunjukkan bahwa kedalaman gempa dapat mempengaruhi intensitas guncangan yang dirasakan di permukaan [14]. Dengan demikian, scatter plot ini dapat membantu dalam memahami bagaimana kedalaman berhubungan dengan kekuatan gempa.

3.2.4 Histogram untuk Distribusi Magnitudo

Histogram ini menunjukkan distribusi magnitudo gempa, memberikan informasi tentang seberapa sering magnitudo tertentu terjadi. Distribusi ini penting untuk analisis risiko, karena dapat membantu dalam menentukan probabilitas terjadinya gempa dengan magnitudo tertentu. Penelitian menunjukkan bahwa pemahaman distribusi magnitudo dapat membantu dalam perencanaan dan mitigasi risiko gempa [15].

3.2.5 Box Plot untuk Magnitudo berdasarkan Tahun

Box plot ini memberikan informasi tentang variasi magnitudo gempa dari tahun ke tahun, termasuk nilai median dan outlier. Ini penting untuk memahami fluktuasi dalam aktivitas seismik dan dapat memberikan wawasan tentang potensi risiko yang tidak terduga. Penelitian menunjukkan bahwa analisis statistik seperti box plot dapat memberikan gambaran yang lebih jelas tentang perilaku seismik dalam jangka waktu tertentu [16].

Secara keseluruhan, visualisasi data gempa ini tidak hanya membantu dalam memahami pola dan tren, tetapi juga memberikan dasar yang kuat untuk analisis risiko dan perencanaan mitigasi bencana. Dengan memanfaatkan berbagai jenis grafik, peneliti dan pengambil keputusan dapat membuat keputusan yang lebih informasi dan tepat waktu dalam menghadapi risiko gempa.

4 Kesimpulan

Penelitian ini mengeksplorasi data gempa bumi di Indonesia menggunakan visualisasi interaktif berbasis Python. Dengan memanfaatkan berbagai teknik visualisasi seperti line plot, bar chart, scatter plot, histogram, dan box plot, penelitian ini berhasil mengidentifikasi pola, tren, dan hubungan antar variabel gempa bumi, seperti magnitudo, kedalaman, dan distribusi waktu. Data penelitian bersumber dari repositori BMKG melalui Kaggle, mencakup kejadian gempa bumi dari 1 November 2008 hingga 26 Januari 2023.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata magnitudo gempa mengalami penurunan stabil sejak 2014, sementara jumlah kejadian gempa meningkat hingga puncaknya pada 2018 sebelum menurun kembali. Analisis juga menunjukkan bahwa sebagian besar gempa terjadi pada kedalaman dangkal hingga menengah. Visualisasi ini memberikan wawasan penting untuk mitigasi risiko bencana, meningkatkan kesadaran masyarakat, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam menghadapi ancaman gempa bumi di Indonesia.

Referensi

[1] Pasaribu, l. (2020). Pengetahuan dan sikap siswa sma dalam menghadapi bencana gempa bumi. Jurnal Skolastik Keperawatan, 6(2), 153-159.
[2] Anwar, S. and Aceh, A. (2019). Pengaruh metode focus group discussion terhadap kesiapsiagaan bencana gempa bumi di smk negeri 1 alo'oa kota gunungsitoli. Jurnal Diversita, 5(1), 24-32.
[3] Islamiati, V., Perdana, Y., & Setyahagi, A. (2020). Analisis peluruhan gempa bumi susulan di ambon tahun 2019 dengan pendekatan statistik menggunakan software peluruhan v2.0. Inovasi Fisika Indonesia, 9(2), 163-172.
[4] Murel, M. (2024). Analisis kawasan rawan bencana gempa bumi di aceh, yogyakarta, dan sulawesi tengah menggunakan metode polygon pada aplikasi qgis. Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 8(3), 4194-4199.
[5] Indriasari, F. (2018). Pengaruh pemberian metode simulasi siaga bencana gempa bumi terhadap kesiapsiagaan anak di yogyakarta. Jurnal Keperawatan Soedirman, 11(3), 199.
[6] Fatima, A., Nazir, N., & Khan, M. (2017). Data cleaning in data warehouse: a survey of data pre-processing techniques and tools. International Journal of Information Technology and Computer Science, 9(3), 50-61.
[7] Jufriansah, A. (2023). Forecasting the magnitude category based on the flores sea earthquake. Jurnal Resti (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi), 7(6), 1439-1447.
[8] Jeatrakul, P., Wong, K., & Fung, C. (2010). Data cleaning for classification using misclassification analysis. Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 14(3), 297-302.
[9] Yunita, A., Santoso, H., & Hasibuan, Z. (2022). 'everything is data': towards one big data ecosystem using multiple sources of data on higher education in indonesia. Journal of Big Data, 9(1).
[10] Randall, S., Ferrante, A., Boyd, J., & Semmens, J. (2013). The effect of data cleaning on record linkage quality. BMC Medical Informatics and Decision Making, 13(1).
[11] Dewi, R., Purwana, Y., & Dananjaya, R. (2018). Analisis probabilistik bahaya gempa pada bendungan wadaslintang. Matriks Teknik Sipil, 6(4).
[12] Madlazim, M. (2013). Kajian awal tentang b value gempa bumi di sumatra. Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (Jpfa), 3(1), 41.
[13] Saputra, E., Nugraheni, F., Pawirodikromo, W., & Makrup, L. (2021). Comparison of soil surface seismic hazard maps as basic disaster mitigation based spatial planning in riau province. Media Komunikasi Teknik Sipil, 27(2), 250-259.
[14] Wijaya, A. (2023). Model etas spatio-temporal pada analisis pemetaan intensitas kegempaan di wilayah sumatera. Jambura Journal of Mathematics, 5(1), 179-188.
[15] Wahyono, M., Nurdin, S., Bedu, A., Eko, W., & Sari, R. (2020). Penerapan teorema probabilitas total dalam analisis resiko gempa. Rekonstruksi Tadulako Civil Engineering Journal on Research and Development, 23-30.
[16] Steven, S. (2023). Aplikasi visualisasi data gempa regionalisasi berbasis web dan teknologi leaflet. Jurnal Informatika, 10(2), 118-128.