

Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Analisis Gempa Bumi: Studi Kasus Python dan Web Scraping

Zuyyina Hawani^{*1}, Nur Huda Riyantoni²

^{1,2}Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

e-mail: ^{*1}zuyyinahawani@gmail.com, ²riyantoni2772@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memvisualisasikan data gempa bumi secara realtime di Indonesia menggunakan teknik web scraping dan pemrograman Python. Data gempa yang digunakan diperoleh dari situs resmi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) untuk periode 15 Juni hingga 4 Juli 2023. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data dengan web scraping, penyaringan data untuk menghilangkan redundansi, serta visualisasi data menggunakan library Python seperti matplotlib dan seaborn. Analisis data dilakukan untuk mengidentifikasi pola gempa berdasarkan wilayah, frekuensi magnitudo, kedalaman, dan jenis gempa. Hasil penelitian menunjukkan terdapat sekitar 515 kejadian gempa di Indonesia selama periode tersebut, dengan distribusi gempa yang bervariasi berdasarkan wilayah dan magnitudo. Visualisasi data ini memudahkan pemahaman informasi gempa secara cepat dan efektif.

Kata kunci—Visualisasi Data, Gempa, Web Scraping, Python.

Abstract

This study aims to analyze and visualize real-time earthquake data in Indonesia using web scraping techniques and Python programming. The earthquake data used were obtained from the official website of the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency (BMKG) for the period from June 15 to July 4, 2023. The methods employed include data collection through web scraping, data screening to remove redundancy, and data visualization using Python libraries such as matplotlib and seaborn. Data analysis was conducted to identify earthquake patterns based on region, magnitude frequency, depth, and earthquake type. The results indicate approximately 515 earthquake events in Indonesia during the period, with varying distribution based on location and magnitude. This data visualization facilitates quick and effective understanding of earthquake information.

Keywords—Data Visualization, Earthquakes, Web Scraping, Python.

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kondisi geografis, geologis, dan demografis yang memungkinkan dapat memicu banyak terjadinya bencana alam, salah satunya adalah gempa [1]. Posisi unik yang menjadikan wilayah Indonesia sebagai salah satu daerah di Asia Tenggara dimana banyak mengalami bencana alam adalah letak geologisnya, wilayah Indonesia berada diantara pegunungan lipatan muda Sirkum Pasifik dan Sirkum Mediterania, sekaligus berada di kawasan Pacific Ring of Fire atau Cincin Api Pasifik [2]. Gempa menjadi salah satu bencana alam yang umum terjadi di Indonesia, dengan menghasilkan getaran yang terjadi di permukaan bumi sehingga mengakibatkan terjadinya pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba kemudian menciptakan gelombang seismik. Gempa dibagi menjadi 2 tipe, gempa vulkanik yang terjadi karena aktivitas magma di dalam gunung berapi, dan gempa tektonik yang disebabkan oleh pergerakan atau deformasi kerak bumi di sepanjang patahan tektonik [3].

Gempa bumi yang pernah terjadi terbagi kedalam beberapa jenis berdasarkan magnitudo dan kerusakan yang ditimbulkan. Kategori tersebut diantaranya, gempa bumi ultra mikro, gempa mikro, gempa kecil, gempa sedang, gempa merusak, gempa besar, dan gempa sangat besar [4].

Dampak dari masing-masing jenis gempa tersebut diantaranya, gempa ultra mikro hingga gempa kecil jarang menimbulkan kerusakan, gempa bumi sedang dan gempa bumi merusak mengakibatkan kerusakan pada bangunan yang lemah, gempa bumi besar dan gempa bumi sangat besar dapat mengakibatkan bencana alam lainnya seperti tanah longsor dan tsunami. Sedangkan berdasarkan kedalamannya gempa dibagi menjadi 3 [5], yakni gempa bumi dangkal, gempa bumi menengah dan gempa bumi dalam. Gempa bumi dangkal adalah gempa yang titik gempunya berada kurang dari 60 km. Gempa bumi menengah adalah gempa yang titik gempunya berada antara 60 - 300 km, sedangkan gempa bumi dalam memiliki titik gempa di atas 300 km. Berikut ini merupakan hasil visualisasi untuk kedalaman gempa yang terjadi.

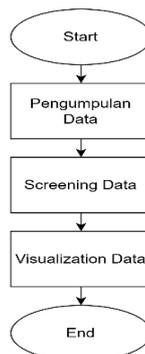
Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) merupakan lembaga pemerintah yang bertugas mengamati, menganalisis, dan memberikan informasi mengenai kondisi cuaca, iklim, dan geofisika di Indonesia. BMKG memiliki website yang dapat diakses dengan mudah, yang bernama Info BMKG. Website ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai prakiraan cuaca, iklim, kualitas udara, dan juga gempa bumi yang terjadi di berbagai wilayah Indonesia. Sehingga masyarakat dapat mengetahui dan mengakses informasi dengan mudah melalui internet. Banyaknya data gempa bumi yang terdapat pada BMKG sudah seharusnya terorganisir dan sistematis, sehingga dapat mempermudah dalam pengambilan keputusan [6]. Misalnya pada data gempa bumi realtime, data realtime dapat mempermudah pemantauan intensitas gempa secara langsung. Pemantauan yang terhubung secara realtime dapat menghasilkan data berupa getaran tanah, kedalaman, waktu kejadian, dan parameter gempa lainnya dengan cepat.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan memberikan hasil visualisasi data gempa realtime dari dataset gempa BMKG dari tanggal 15 Juni 2023 hingga 4 Juli 2023 menggunakan bahasa pemrograman python dan teknik scrapping web. Dengan hasil yang divisualisasikan dapat memudahkan orang dalam menerima informasi sederhana daripada harus membaca tabel data yang sangat banyak, sehingga tidak membutuhkan waktu lama dan jauh lebih efisien [7]. Pemanfaatan teknik scrapping web ini dapat memudahkan mengunduh informasi secara berurutan pada suatu web dalam bentuk JS.

Beberapa studi sebelumnya telah membahas pemanfaatan teknologi informasi dalam mitigasi bencana dan analisis data gempa. Ramadhani et al. (2022) menerapkan metode K-Means untuk clustering desa rawan bencana berdasarkan data kejadian bencana alam [8]. Fahriyani et al. (2020) menggunakan media sosial Twitter sebagai sarana mitigasi bencana di Indonesia [9]. Kristanto (2023) merancang sistem informasi pendeteksi gempa berbasis Internet of Things yang dapat memberikan deteksi dini gempa [10]. Penelitian ini melengkapi dan memperluas kajian tersebut dengan fokus pada pengumpulan data realtime gempa menggunakan teknik web scraping dan visualisasi data dengan Python, sehingga memberikan pendekatan yang lebih dinamis dan mudah diakses.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini memiliki beberapa tahap penelitian yang akan dipaparkan dalam bentuk diagram alur di bawah:



Gambar 1. Tahap Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Penelitian ini dimulai dengan proses pengumpulan data. Pada tahap ini pengumpulan data didapatkan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) melalui situs <https://inatews.bmkg.go.id/web/realtime> dengan teknik *web scraping* mulai dari tanggal 15 Juni 2023 hingga 4 Juli 2023. Setelah itu data dimuat ke dalam *dataframe* menggunakan *library pandas* dari pemrograman *python*, untuk melihat *list data* yang masuk, dan dimasukkan ke dalam *database* lokal.

2.2. Screening Data

Tahap selanjutnya adalah *screening* data. Hal ini dilakukan dengan cara membandingkan data antar *dataframe*. *Dataframe* yang dibandingkan adalah data yang baru diambil dengan data yang telah disimpan dalam *database* sebelumnya, tujuannya adalah untuk mencari data terbaru dan menghilangkan *redundancy data*. Selanjutnya, akan dilakukan tahap penyimpanan kembali data yang telah di *screening* ke dalam *database* yang baru.

2.3. Visualisasi Data

Beberapa teknik visualisasi data akan diterapkan pada tahap ini, tahap ini berguna untuk memudahkan penyampaian informasi serta menganalisis data gempa bumi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil *dataset* yang diperoleh menggunakan teknik *scraping* kemudian disimpan dalam *database* gempa sementara. Setelah itu, dilakukan *screening data* untuk menghilangkan redundansi data, sehingga didapatkan *dataset* bersih dengan total data sebanyak 590 baris data dan 9 kolom data. Kolom data dari *dataset* gempa adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Atribut *dataset* gempa

No	Kolom	Keterangan
1	id_event	Kode gempa
2	status	Status gempa
3	waktu	Waktu gempa terjadi
4	lintang	Lintang tempat gempa terjadi
5	garis_bujur	Bujur tempat gempa terjadi
6	kedalaman	Kedalaman gempa dalam satuan KM
7	magnitudo	Magnitudo gempa
8	fokal	Sumber gempa
9	area	Area terjadinya gempa

Library python yang digunakan dalam teknik *scrap* ini adalah *Element Tree*, *beutifulSoup*, *pandas*, *pyodbc*, dan *mysql.connector*. Berikut ini merupakan potongan data yang dimuat dalam *dataframe* setelah berhasil diperoleh setelah melalui tahap pengumpulan data hingga proses *screening data*.

	id_event	status	waktu	lintang	garis_bujur	kedalaman	magnitudo	fokal	area
0	bmg2023lqra	confirmed	2023-06-15 15:40:24	-2.24	140.30	10.0	3.8	undetermined	Near North Coast of West Papua
1	bmg2023lqtr	confirmed	2023-06-15 17:00:38	-2.38	121.02	10.0	2.7	undetermined	Sulawesi, Indonesia
2	bmg2023lqv	confirmed	2023-06-15 18:06:32	-23.04	-177.10	219.0	7.1	undetermined	South of Fiji Islands
3	bmg2023lqvy	confirmed	2023-06-15 18:09:22	-8.47	111.27	129.0	2.4	undetermined	Java, Indonesia
4	bmg2023lqwo	confirmed	2023-06-15 18:27:37	-1.06	134.50	10.0	3.9	undetermined	West Papua Region, Indonesia
...
585	bmg2023myfj	confirmed	2023-07-04 00:18:23	-24.01	-176.33	101.0	5.6	undetermined	South of Fiji Islands
586	bmg2023mygz	confirmed	2023-07-04 01:12:56	-8.33	117.26	10.0	2.7	undetermined	Sumbawa Region, Indonesia
587	bmg2023mykh	confirmed	2023-07-04 02:54:03	1.68	126.50	16.0	3.7	undetermined	Northern Molucca Sea
588	bmg2023mymb	confirmed	2023-07-04 03:47:04	0.59	123.77	25.0	3.3	undetermined	Minahassa Peninsula, Sulawesi
589	bmg2023mymk	confirmed	2023-07-04 03:58:05	-3.24	129.00	10.0	2.7	undetermined	Seram, Indonesia

590 rows x 9 columns

Gambar 2. Potongan *Dataframe* Gempa Bumi

Dataset pada Gambar 2 di atas merupakan *dataset* gempa yang telah melewati tahap *screening*, sehingga dapat dipastikan tidak terdapat data redundan dan siap digunakan. Data diolah untuk menghasilkan suatu informasi baru dengan melakukan analisis melalui beberapa visualisasi data.

3.1. Analisis Gempa berdasarkan Wilayah

Sebagian besar gempa yang dianalisis memang terjadi di Indonesia, namun beberapa informasi gempa yang berada di luar wilayah Indonesia juga masuk dalam website BMKG. Walaupun gempa berada di luar wilayah, namun getaran yang dihasilkan tetap dapat mempengaruhi kondisi tanah di Indonesia. Berikut ini hasil visualisasi untuk kasus gempa yang terjadi di wilayah Indonesia dan di luar wilayah Indonesia.

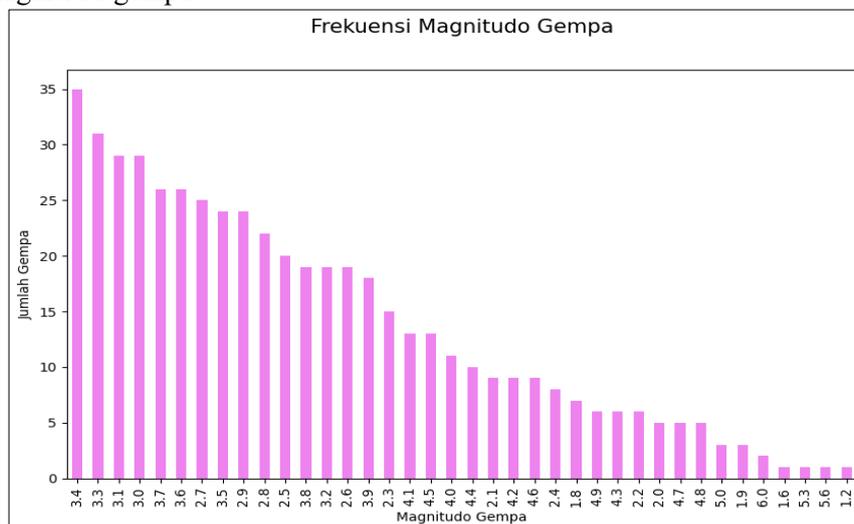


Gambar 3. Presentase Gempa di Wilayah Indonesia dan Luar Wilayah Indonesia

Dari hasil visualisasi pada Gambar 3 tersebut, dapat diketahui bahwa dari 590 gempa yang telah terjadi sebanyak 87,3% diantaranya terjadi di wilayah Indonesia. Sedangkan 12,7% sisanya terjadi di luar wilayah Indonesia. Hal ini menunjukkan, telah terjadi kurang lebih sekitar 515 gempa di Indonesia dan sisanya gempa yang terjadi di luar wilayah Indonesia.

3.2. Analisis Gempa berdasarkan Frekuensi Magnitudo Gempa

Besarnya kecilnya frekuensi magnitudo yang terdapat pada gempa dapat menentukan jenis gempa yang telah terjadi. Namun, dalam hal ini perlu diketahui seberapa besar dan banyak magnitudo yang dihasilkan sehingga dapat memberikan pengaruh kerusakan berdasarkan jenis gempa. Berikut ini hasil visualisasi untuk kasus banyaknya gempa yang terjadi berdasarkan frekuensi magnitudo gempa.



Gambar 4. Frekuensi Magnitudo Gempa

Pada Gambar 4 di atas dapat diterjemahkan, bahwa banyaknya frekuensi gempa yang sering terjadi di wilayah Indonesia yaitu pada frekuensi 3,4 SR, dimana kurang lebih 35 gempa pernah terjadi. Sedangkan frekuensi paling sedikit yang pernah terjadi yaitu pada frekuensi 1,6 SR, 5,3 SR, 5,6 SR, dan 1,2 SR sebanyak kurang dari 5 gempa yang pernah terjadi sebelumnya. Selanjutnya dilakukan penentuan jenis gempa berdasarkan magnitudo yang didapatkan.

3.3. Analisis Jenis Gempa yang Terjadi di Indonesia

Jenis gempa yang terjadi dikategorikan berdasarkan frekuensi magnitudo yang telah di analisis sebelumnya dan menentukan kerusakan yang ditimbulkan. Gempa ultra mikro merupakan gempa yang memiliki magnitudo kurang dari 2 SR, sedangkan gempa mikro memiliki magnitudo antara 2-3 SR dan gempa kecil memiliki magnitudo 3-4 SR. Gempa bumi sedang memiliki magnitudo antara 4-5 SR, gempa bumi merusak memiliki magnitudo 5-6 SR. Gempa bumi besar memiliki magnitudo antara 6-8 SR, gempa bumi sangat besar memiliki magnitudo 8 SR lebih. Berikut ini visualisasi gempa berdasarkan jenisnya.

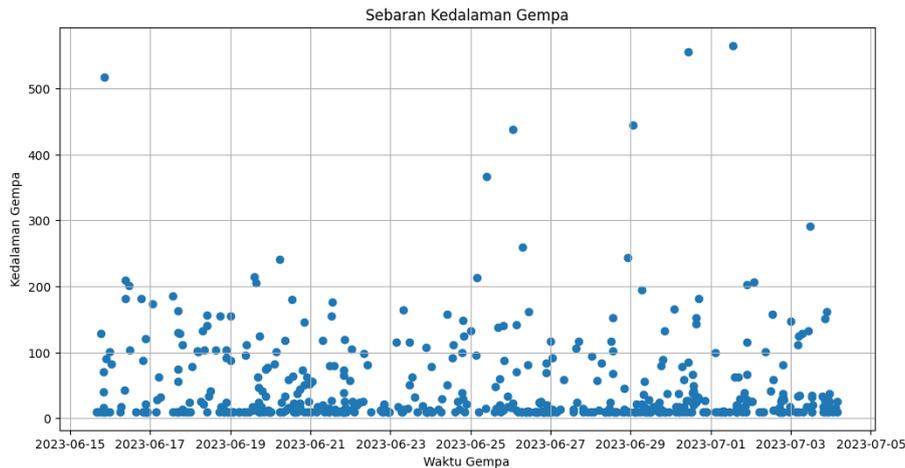


Gambar 5. Jenis Gempa di Wilayah Indonesia

Dari hasil visualisasi tersebut dapat diketahui bahwa, selama tanggal 15 Juni – 4 Juli 2023 telah terjadi gempa kecil sebanyak 256 gempa, 153 gempa mikro, 87 gempa sedang, 12 gempa ultra mikro, 7 gempa merusak, dan 0 untuk gempa besar dan gempa sangat besar. Dalam hal ini dapat dikatakan gempa masih tergolong aman karena tidak pernah terjadi gempa yang besar maupun sangat besar pada periode tersebut.

3.4. Analisis Gempa berdasarkan Sebaran Kedalaman Gempa

Dalam hal ini pesebaran gempa berdasarkan kedalaman dilakukan untuk mengetahui sumber dan mekanisme terjadinya gempa bumi, seperti kedalaman dangkal yang umumnya berkaitan dengan aktivitas sesar dangkal di kerak bumi, sementara gempa dengan kedalaman yang lebih dalam mengetahui kemungkinan terjadinya subduksi lempeng tektonik di zona subduksi. Berikut ini hasil visualisasi untuk kedalaman gempa yang terjadi.



Gambar 6. Sebaran Kedalam Terjadinya Gempa

Pada diagram diatas dapat dijelaskan, bahwa banyaknya sebaran yang terjadi berada kurang dari 300 km. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa gempa yang terjadi kebanyakan adalah gempa dangkal dan gempa menengah, sedangkan gempa bumi dalam hanya terjadi sebanyak 6 kali.

3.5. Analisis Penyebaran Titik Gempa di Indonesia

Berdasarkan kurang lebih 515 gempa yang terjadi di wilayah Indonesia, berikut merupakan hasil visualisasi untuk titik-titik gempa yang terjadi.



Gambar 7. Titik-titik Terjadinya Gempa di Wilayah Indonesia

Hasil visualisasi dari Gambar 7 di atas dapat diketahui bahwa, Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT), Provinsi Gorontalo, dan Provinsi Maluku Utara menjadi daerah yang paling sering terkena gempa bumi. Sedangkan Papua menjadi daerah yang paling sedikit terkena gempa bumi.

3.6. Pembahasan

Distribusi gempa yang dominan di wilayah NTT, Gorontalo, dan Maluku Utara mengindikasikan adanya zona seismik aktif yang berkaitan dengan aktivitas tektonik di kawasan tersebut. Hal ini sesuai dengan karakteristik geologi Indonesia yang berada di Cincin Api Pasifik, dimana pergerakan lempeng tektonik menyebabkan aktivitas gempa yang tinggi [1][2][3][6].

Hasil visualisasi dan klasifikasi gempa berdasarkan magnitudo dan kedalaman telah divalidasi dengan klasifikasi standar gempa bumi. Magnitudo gempa dikategorikan mulai dari ultra mikro hingga merusak sesuai referensi [4], sedangkan kedalaman gempa dibagi menjadi

dangkal, menengah, dan dalam sesuai referensi [5]. Validasi ini memperkuat keakuratan analisis data dan interpretasi pola gempa.

Frekuensi gempa mikro dan kecil yang tinggi selama periode pengamatan merupakan indikator aktivitas seismik yang normal dan rutin terjadi di wilayah Indonesia. Hal ini penting untuk dipahami sebagai bagian dari dinamika geologi yang tidak selalu berpotensi menimbulkan kerusakan besar.

Penggunaan metode web scraping dengan bahasa pemrograman Python terbukti efektif dalam mengumpulkan data gempa secara realtime dan mengolahnya menjadi visualisasi yang informatif. Metode ini lebih efisien dibandingkan metode konvensional yang biasanya memerlukan pengumpulan data manual dan waktu yang lebih lama, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan yang cepat dalam mitigasi bencana.

Keterbatasan penelitian ini antara lain adalah cakupan data yang hanya terbatas pada periode 15 Juni hingga 4 Juli 2023, serta belum memasukkan atribut lain yang dapat memperkaya analisis seperti parameter geofisika tambahan. Penelitian lanjutan disarankan untuk memperluas periode pengamatan, mengintegrasikan data dari sumber lain, dan mengembangkan model prediksi gempa berbasis machine learning untuk meningkatkan akurasi dan kegunaan hasil analisis.

4. KESIMPULAN

1. Penelitian ini berhasil mengimplementasikan metode pengumpulan dan analisis data gempa bumi secara realtime menggunakan teknik web scraping dan pemrograman Python. Metode yang digunakan mampu mengklasifikasikan zona gempa berdasarkan frekuensi kejadian dan magnitudo gempa. Hasil analisis menunjukkan bahwa Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan zona dengan frekuensi gempa terbesar, sedangkan wilayah Papua tercatat sebagai zona dengan frekuensi gempa terkecil selama periode pengamatan 15 Juni hingga 4 Juli 2023.
2. Distribusi magnitudo gempa yang terjadi didominasi oleh gempa mikro dan kecil dengan magnitudo antara 2 hingga 4 SR, yang menunjukkan aktivitas seismik yang rutin dan normal di wilayah Indonesia. Metode ini juga mampu mengidentifikasi klasifikasi magnitudo gempa mulai dari ultra mikro (<2 SR) hingga merusak (5-6 SR), serta mengelompokkan kedalaman gempa menjadi dangkal, menengah, dan dalam sesuai standar klasifikasi gempa bumi.
3. Metode yang digunakan tidak hanya efektif dalam pengumpulan data dan visualisasi, tetapi juga dapat mengklasifikasikan zona gempa terbesar dan terkecil serta memberikan informasi frekuensi kejadian gempa dalam skala Richter secara akurat. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pemantauan dan mitigasi bencana gempa bumi di Indonesia.

5. SARAN

Informasi lebih lanjut dengan menggunakan beberapa atribut lainnya yang tersedia dapat dilakukan untuk melengkapi hasil penelitian ini. Sehingga dapat menambah informasi lainnya mengenai gempa di wilayah Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Ramadhani, ... O. D.-J. (Jurnal, and undefined 2022, "Penerapan Metode K-Means Untuk Clustering Desa Rawan Bencana Berdasarkan Data Kejadian Terjadinya Bencana Alam," *ejurnal.stmik-budidarma.ac.id*, [Online]. Available: <http://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/jurikom/article/view/4326>
- [2] S. Fahriyani, ... D. H.-I.-I. H., and undefined 2020, "Penggunaan media sosial Twitter untuk mitigasi bencana di Indonesia," *journals.upi-yai.ac.id*, vol. 8, 2019, [Online]. Available: <http://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-humaniora/article/download/556/408>
- [3] N. Kristanto, "PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENDETEKSI GEMPA BERBASIS INTERNET OF THINGS DI UNIVERSITAS TARUMANAGARA," *SIBATIK*, vol. 2, no. 2, pp. 609–622, Jan. 2023, doi: 10.54443/sibatik.v2i2.589.

- [4] “Kategori Gempa Berdasarkan Besarnya Magnitude dan Kerusakan yang Ditimbulkan | kumparan.com”, [Online]. Available: <https://kumparan.com/kabar-harian/kategori-gempa-berdasarkan-besarnya-magnitude-dan-kerusakan-yang-ditimbulkan-1wd5TQDpXo2>
 - [5] “Macam-macam Gempa Bumi Berdasarkan Penyebab, Kedalaman, Getaran.” Accessed: Mar. 30, 2024. [Online]. Available: <https://news.detik.com/berita/d-6419855/macam-macam-gempa-bumi-berdasarkan-penyebab-kedalaman-getaran>
 - [6] R. Akbar, R. Darman, ... F. M.-... (Jurnal E., and undefined 2018, “Implementasi Business Intelligence Menentukan Daerah Rawan Gempa Bumi di Indonesia dengan Fitur Geolokasi,” *jurnal.untan.ac.id*, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jepin/article/view/25518>
 - [7] Y. Galahartlambang, T. Khotiah, and J. Jumain, “Visualisasi Data dari Dataset COVID-19 Menggunakan Pemrograman Python,” *Jurnal Ilmiah Intech*, vol. 3, no. 01, pp. 58–64, May 2021, doi: 10.46772/intech.v3i01.417.
 - [8] D. Ramadhani et al., "Penerapan Metode K-Means Untuk Clustering Desa Rawan Bencana Berdasarkan Data Kejadian Terjadinya Bencana Alam," 2022.
 - [9] S. Fahriyani et al., "Penggunaan media sosial Twitter untuk mitigasi bencana di Indonesia," 2020.
 - [10] N. Kristanto, "Perancangan Sistem Informasi Pendeteksi Gempa Berbasis Internet of Things di Universitas Tarumanagara," 2023.
-