

Mitigasi Bencana Gempa Bumi Berbasis Lingkungan dan Konservasi: Studi Kasus Sulawesi dan Sumatera dalam Lima Tahun Terakhir

Kamaliatul Hasanah¹, Regita Aprilia Halizah², Fira Rahma Mutiahana³, Mualimah Amalia Sovia⁴, Rahma Yulia Pratama⁵, Rizma Nazira Sasqiah⁶, Tutut Nurita⁷
¹⁻⁷ Universitas Negeri Surabaya

Article Info

Article history:

Received Jun, 2026
Revised Jun, 2026
Accepted Jun, 2026

Kata Kunci:

Gempa Bumi, Mitigasi Bencana, Sulawesi, Sumatera, Lima Tahun Terakhir.

Keywords:

Earthquake, Disaster Mitigation, Sulawesi, Sumatra, The Last Five Years

ABSTRAK

Indonesia berada di zona pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yang meningkatkan tingkat kerawanan gempa bumi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari penyebab, ciri-ciri, dan efek gempa bumi yang terjadi di Sulawesi dan Sumatera dalam lima tahun terakhir. Selain itu, penelitian ini juga menyelidiki peran lingkungan dalam mitigasi bencana yang berbasis konservasi. Metode deskriptif kualitatif digunakan dalam penelitian ini. Metode ini didukung oleh analisis data sekunder dari jurnal ilmiah dan lembaga resmi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sementara Sumatera didominasi oleh aktivitas subduksi yang berpotensi menyebabkan gempa besar dan tsunami, Sulawesi memiliki karakteristik tektonik yang kompleks dengan sesar aktif dan potensi likuifaksi yang tinggi. Selain itu, gempa bumi memengaruhi infrastruktur, korban jiwa, keadaan sosial, ekonomi, dan lingkungan di kedua daerah tersebut. Gempa memiliki dampak pada infrastruktur, korban jiwa, gangguan sosial, ekonomi, dan lingkungan di kedua daerah. Terbukti bahwa beberapa faktor yang memengaruhi tingkat kerusakan termasuk jenis tanah, topografi, dan penggunaan lahan. Pelestarian ekosistem, penataan ruang berbasis risiko, rehabilitasi lahan, dan peningkatan pendidikan dan kesiapsiagaan masyarakat adalah cara mitigasi berbasis lingkungan dan konservasi dilakukan. Studi ini mendukung konsep mitigasi yang terintegrasi antara elemen kebencanaan dan lingkungan untuk mengurangi risiko bencana secara berkelanjutan.

ABSTRACT

Indonesia is located at the confluence of three major tectonic plates, increasing its vulnerability to earthquakes. The purpose of this study is to examine the causes, characteristics, and effects of earthquakes that have occurred in Sulawesi and Sumatra over the past five years. Furthermore, this study investigates the role of the environment in conservation-based disaster mitigation. A qualitative descriptive method was used in this study, supported by secondary data analysis from scientific journals and official institutions. The results show that while Sumatra is dominated by subduction activity that has the potential to cause large earthquakes and tsunamis, Sulawesi has complex tectonic characteristics with active faults and high liquefaction potential. Furthermore, earthquakes impact infrastructure, casualties, social, economic, and environmental conditions in both regions. The earthquakes impacted infrastructure, casualties, social, economic, and environmental disruption in both regions. Several factors, including soil type, topography, and land use, have been shown to influence the

extent of damage. Ecosystem preservation, risk-based spatial planning, land rehabilitation, and increased community education and preparedness are ways in which environmental and conservation-based mitigation can be implemented. This study supports the concept of integrated mitigation between disaster and environmental elements to reduce disaster risks in a sustainable manner.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Name: Tutut Nurita, S.Pd., M.Pd.

Institution: Program Studi Pendidikan IPA Universitas Negeri Surabaya

Email: tututnurita@unesa.ac.id

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah yang aktif secara tektonik karena berada di pertemuan Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik, sehingga sering mengalami gempa bumi dan memiliki tingkat kerawanan tinggi (Qothrunnada et al., 2022). Secara geografis, Sumatera dan Sulawesi berada di jalur Cincin Api Pasifik serta dilintasi sesar dan zona subduksi aktif; di Sumatera dipengaruhi Sesar Besar Sumatera dan subduksi Indo-Australia, sedangkan di Sulawesi interaksi lempeng yang kompleks menyebabkan gempa yang tinggi dan berulang (Choiruddin et al., 2021).

Selain menyebabkan kerusakan fisik, gempa bumi yang terjadi di daerah tersebut berdampak besar pada kehidupan sosial, ekonomi, dan lingkungan masyarakat. Bencana ini dapat menyebabkan kematian, kerusakan infrastruktur, penghentian aktivitas sosial, kerugian ekonomi yang signifikan, dan perubahan kondisi lingkungan seperti pergeseran tanah dan likuifaksi (Wahyu & Rushendra, 2022). Selain itu, beberapa insiden gempa besar yang terjadi di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa kerentanan masyarakat terus meningkat, terutama di daerah dengan sistem mitigasi yang belum optimal. Kondisi tanah, kepadatan penduduk, dan tata ruang semuanya memperparah kerentanan ini (Tanjung & Putri, 2023).

Dengan mempertimbangkan keadaan ini, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis penyebab dan ciri-ciri gempa bumi di Sulawesi dan Sumatera, menemukan persamaan dan perbedaan antara keduanya, dan mempelajari bagaimana faktor lingkungan berkontribusi pada tingkat kerusakan yang terjadi. Selain itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan metode konservasi dan mitigasi berbasis lingkungan yang lebih efisien untuk mengurangi risiko bencana gempa bumi secara berkelanjutan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Bencana Litosfer

Bencana alam yang disebabkan oleh dinamika lapisan litosfer Bumi yang dipengaruhi oleh proses geologi seperti pergerakan lempeng tektonik, aktivitas sesar, dan zona subduksi disebut bencana litosfer. Indonesia berada di jalur Cincin Api Pasifik dan di pusat tiga lempeng besar dunia, sehingga sangat rentan terhadap bencana geologi, termasuk gempa bumi. Akibatnya, daerah seperti Sulawesi dan Sumatera sering mengalami aktivitas seismik (Saputra, 2025). Karena menyebabkan

akumulasi energi dalam bumi yang tinggi, sesar aktif di Sulawesi adalah komponen utama yang memengaruhi karakteristik bencana litosfer. Selain itu, kompleksitas struktur tektonik membuat Sulawesi Utara sangat aktif secara geologis. Ini terutama berlaku di zona subduksi akibat pertemuan tiga lempeng (Sangi et al., 2023). Selain itu, proses interaksi antar lempeng menyebabkan akumulasi tegangan batuan yang berkelanjutan. Pada akhirnya, ini dapat menyebabkan gempa bumi, pelepasan energi yang tiba-tiba (Maulinda et al., 2024).

2.2 *Pengertian Gempa Bumi*

Gempa bumi adalah getaran di permukaan bumi yang terjadi karena pelepasan energi dari dalam bumi secara tiba-tiba. Ini biasanya terjadi karena pergerakan lempeng tektonik. Energi dilepaskan pada zona patahan atau subduksi dan merambat sebagai gelombang seismik, yang dapat menyebabkan kerusakan di permukaan tergantung pada kekuatan dan kedalaman gelombang (Qothrunnada et al., 2022). Banyak sesar aktif di Sulawesi menyebabkan gempa kecil berulang, menunjukkan bahwa aktivitas seismik terus terjadi selama waktu yang lama (Pertwi, 2022). Karena dinamika kerak bumi yang terus bergerak, situasi ini menunjukkan bahwa gempa bumi merupakan bagian dari proses alami.

Sebaliknya, gempa bumi adalah bagian dari proses geodinamik yang rumit, terutama di daerah yang berada di zona pertemuan lempeng aktif. Karena Indonesia berada di kawasan Cincin Api, aktivitas tektonik yang tinggi di Sumatera memengaruhi aktivitas gempa (Fadhilah & Yuliani, 2024). Selain itu, pelepasan energi yang berasal dari akumulasi tekanan di zona subduksi juga merupakan bagian penting dari gempa. Ini terlihat pada Megathrust Mentawai, yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan gempa besar secara berkala (Daswita et al., 2023).

2.3 *Penyebab Gempa Bumi*

Gempa bumi terjadi akibat berbagai faktor geologi, namun penyebab utamanya adalah pergerakan lempeng tektonik yang saling bertumbukan, bergeser, atau menunjani pada zona subduksi. Proses ini menghasilkan akumulasi energi di kerak bumi, yang kemudian dilepaskan secara tiba-tiba dalam bentuk getaran seismik yang dapat dirasakan di permukaan bumi (Tanjung et al., 2023). Hamzah et al. (2022) menjelaskan bahwa pergerakan sesar aktif secara teratur menghasilkan pelepasan energi, yang merupakan salah satu penyebab utama gempa bumi di wilayah Sulawesi. Kawasan tersebut memiliki aktivitas seismik yang tinggi karena kondisi ini.

Di wilayah yang lebih luas, interaksi antara beberapa lempeng tektonik besar dunia juga menjadi faktor utama penyebab gempa bumi. Helfina (2023) menjelaskan bahwa pertemuan lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik menyebabkan peningkatan tekanan tektonik yang sangat besar sehingga memperbesar potensi terjadinya gempa bumi di wilayah Indonesia. Sementara itu, di wilayah Sumatera, sumber utama gempa berasal dari zona subduksi dan sistem sesar besar yang aktif. Taufiq et al. (2024) menyatakan bahwa Sesar Besar Sumatera dan Megathrust Mentawai merupakan struktur geologi utama yang berperan dalam membentuk aktivitas gempa di wilayah tersebut.

2.4 *Dampak Gempa Bumi*

Penelitian Wahyu dan Rushendra (2022) menunjukkan bahwa gempa bumi memiliki dampak luas pada infrastruktur, sosial, ekonomi, manusia, dan lingkungan. Gempa dapat menyebabkan kematian, pengungsian, dan masalah kesehatan; kerusakan rumah dan fasilitas umum yang mengganggu aktivitas masyarakat; trauma psikologis; dan penundaan operasi ekonomi. Selain itu, gempa juga menyebabkan retakan di tanah, pergeseran permukaan, dan menyebabkan longsor, tsunami, dan likuifaksi, yang memperburuk kerusakan (Wahyu & Rushendra, 2022). Adiwinata *et al.* (2025) menjelaskan bahwa gempa bumi tidak hanya menimbulkan kerusakan fisik, tetapi juga berdampak pada kondisi psikologis masyarakat, terutama kelompok rentan seperti siswa, yang dapat mengalami stres, kecemasan, dan trauma berkepanjangan akibat kejadian bencana.

2.5 Mitigasi Bencana Gempa

Mitigasi bencana gempa bumi adalah upaya untuk mengurangi risiko dan konsekuensi gempa bumi, baik sebelum, saat, maupun setelah terjadi. Ini termasuk membangun infrastruktur yang tahan gempa dan meningkatkan pengetahuan, kesadaran, dan kesiapsiagaan masyarakat. Melindungi keselamatan manusia dan mengurangi kerusakan melalui pemahaman jalur evakuasi, teknik penyelamatan diri, dan kesadaran bencana sejak dini adalah tujuan dari upaya ini (Rahayu *et al.*, 2023). Pelaksanaannya dilakukan melalui berbagai strategi terpadu, seperti edukasi dan simulasi rutin, pembangunan bangunan tahan gempa, perencanaan tata ruang berbasis risiko, serta penyediaan sistem peringatan dini, rambu keselamatan, dan jalur evakuasi untuk mempercepat proses penyelamatan (Oktasari *et al.*, 2022).

2.6 Konservasi Lingkungan dalam Mitigasi Bencana

Upaya untuk menjaga keseimbangan ekosistem seperti hutan, sungai, danau, mangrove, daerah aliran sungai, dan ruang terbuka hijau dikenal sebagai konservasi lingkungan. Ini dicapai melalui kegiatan seperti reboisasi, pencegahan penebangan liar, pembersihan sungai, pelestarian terumbu karang, dan pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan, yang didukung oleh edukasi dan partisipasi publik. Konservasi adalah proses kerja sama antara manusia dan alam untuk menciptakan lingkungan yang aman dan mampu mengurangi risiko bencana seperti banjir, longsor, abrasi, dan kerusakan ekosistem dalam hal mitigasi bencana (Kartika *et al.*, 2024). Perencanaan dan kebijakan yang dapat mengintegrasikan elemen lingkungan ke dalam sistem pengurangan risiko bencana dan tata ruang sangat penting untuk keberhasilannya (Mayendri, 2021). Selain itu, pada tahap pascabencana, pengelolaan lingkungan sangat penting karena rehabilitasi dan rekonstruksi berfokus pada pembangunan infrastruktur dan pemulihan fungsi lingkungan untuk mengurangi risiko bencana di masa depan (Helfina, 2023).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif melalui kajian studi literatur. Metode menggunakan artikel ilmiah yang diterbitkan di google scholar dalam rentang tahun 2022-2026. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan serta mengidentifikasi pola, hubungan, dan perbedaan karakteristik gempa bumi di wilayah Sulawesi dan Sumatera.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Tabel 1. Hasil Kajian Literatur Gempa

No	Judul Jurnal	Penulis & Tahun	Penyebab	Dampak
1	Analisis Statistik Distribusi Kejadian Gempabumi di Sulawesi	Pertiwi, 2022	Kondisi tektonik kompleks, banyak sesar aktif	Frekuensi gempa tinggi, kerusakan bangunan
2	Studi Bahaya Seismik dengan Metode PSHA di Sumatera Barat	Daswita et al., 2023	Subduksi Indo-Australia, Megathrust Mentawai	Potensi gempa besar, risiko tsunami, kerusakan luas
3	Pemetaan Daerah Rawan Gempa dengan Metode DBSCAN	Taufiq et al., 2024	Aktivitas lempeng tektonik, zona subduksi, Sesar Sumatera	Kerentanan wilayah tinggi, potensi kerusakan besar
4	Klasterisasi Dampak Bencana Gempa Bumi	Wahyu & Rushendra, 2022	Aktivitas gempa (umum/tektonik)	Dampak multidimensi: manusia, sosial, ekonomi, lingkungan
5	Analisis Parameter Kegempaan a-value dan b-value	Sangi et al., 2023	Pertemuan lempeng, zona subduksi	Tingginya aktivitas gempa
6	Analisis Potensi Likuifaksi (Studi Kasus Palu)	Sofiyan et al., 2026	Tanah jenuh air, kondisi geologi lemah	Likuifaksi, pergeseran tanah
7	Rehabilitasi Pascagempa Pasaman Barat	Helfina, 2023	Aktivitas sesar aktif	Kerusakan fisik, sosial, ekonomi
8	Analisis Infrastruktur Rusak	Fauzan et al., 2025	Faktor lingkungan & topografi	Kerusakan infrastruktur
9	Peran Konservasi Lingkungan	Kartika et al., 2024	Degradasi lingkungan	Meningkatkan risiko bencana
10	Analisis Risiko Gempa Pariaman	Baihaqi & Pujiastuti, 2023	Aktivitas tektonik + kepadatan penduduk	Kerentanan tinggi

Berdasarkan tabel tersebut, setiap artikel menunjukkan kontribusi yang berbeda dalam memahami gempa bumi. Pertiwi (2022) menekankan bahwa tingginya frekuensi gempa di Sulawesi disebabkan oleh banyaknya sesar aktif, sehingga wilayah ini memiliki karakter gempa yang sering dan berulang. Hal ini diperkuat oleh Sangi et al. (2023) yang menunjukkan bahwa pertemuan lempeng di Sulawesi meningkatkan aktivitas kegempaan secara signifikan. Sementara itu, Daswita et al. (2023) menjelaskan bahwa gempa di Sumatera dipengaruhi oleh zona subduksi dan megathrust yang berpotensi menghasilkan gempa besar dan tsunami, yang kemudian diperkuat oleh Taufiq et al. (2024) melalui pemetaan wilayah rawan gempa yang menunjukkan tingginya kerentanan di sepanjang sesar Sumatera.

Dari sisi dampak, Wahyu dan Rushendra (2022) mengkategorikan dampak gempa sebagai multidimensi yang meliputi aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Hal ini sejalan dengan temuan Helfina (2023) yang menunjukkan bahwa gempa tidak hanya merusak infrastruktur tetapi juga memengaruhi kondisi sosial masyarakat pascabencana. Sofiyan et al. (2020) secara khusus menyoroti peran kondisi tanah dalam memperparah dampak melalui fenomena likuifaksi, yang menjadi salah satu penyebab kerusakan parah di wilayah terdampak gempa.

Selain itu, Fauzan et al. (2025) menunjukkan bahwa faktor lingkungan seperti topografi dan kondisi lahan turut memperbesar kerusakan infrastruktur, sedangkan Kartika et al. (2024) menekankan bahwa degradasi lingkungan dapat meningkatkan risiko bencana secara keseluruhan. Baihaqi dan Pujiastuti (2023) melengkapi temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa kepadatan penduduk dan faktor sosial juga berkontribusi terhadap tingkat kerentanan wilayah terhadap gempa. Dengan demikian, keseluruhan artikel dalam tabel menunjukkan bahwa gempa bumi merupakan bencana yang dipengaruhi oleh faktor tektonik, lingkungan, dan sosial yang saling berkaitan serta menentukan tingkat risiko dan dampaknya.

4.2 Pembahasan

Kajian literatur menunjukkan bahwa kondisi tektonik Sulawesi yang kompleks dengan banyaknya sesar aktif menyebabkan gempa berulang dan frekuensi tinggi (Pertiwi, 2022). Selain itu, pertemuan lempeng dan zona subduksi meningkatkan aktivitas gempa di daerah tersebut (Sangi et al., 2023). Di sisi lain, proses subduksi Lempeng Indo-Australia terhadap Eurasia serta keberadaan Megathrust Mentawai, yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan gempa besar, adalah faktor utama dalam gempa Sumatera (Daswita et al., 2023). Pemetaan area yang rawan gempa menunjukkan aktivitas tektonik yang tinggi di Sesar Besar Sumatera, yang memperkuat keadaan ini (Taufiq et al., 2024). Oleh karena itu, Sumatera berpotensi mengalami gempa besar dengan energi tinggi, sedangkan Sulawesi cenderung mengalami gempa yang sering dan kompleks.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa gempa di Sulawesi dan Sumatera memiliki dampak yang sama dalam berbagai aspek, termasuk kerusakan infrastruktur, kematian, dan gangguan sosial dan ekonomi (Wahyu & Rushendra, 2022). Selain itu, hal ini terlihat pada proses pemulihan setelah bencana, yang membutuhkan banyak waktu dan biaya (Helfina, 2023). Namun, di Sulawesi, kondisi tanah yang rentan menyebabkan likuifaksi dan pergeseran tanah, yang meningkatkan dampak gempa (Sofiyani et al., 2026). Di Sumatera, dampak gempa lebih besar karena kekuatan gempa besar dan kemungkinan tsunami (Daswita et al., 2023).

Tingkat kerusakan yang disebabkan oleh gempa bumi dipengaruhi secara signifikan oleh kondisi lingkungan. Likuifaksi sering terjadi di daerah dengan tanah lunak dan jenuh air, yang mengakibatkan bangunan kehilangan daya dukungnya (Sofiyani et al., 2026). Selain itu, banyaknya sesar aktif dan kondisi geologi yang tidak stabil meningkatkan kemungkinan kerusakan di Sulawesi (Pertiwi, 2022). Sebaliknya, tingkat kerusakan di Sumatera dipengaruhi oleh variabel lingkungan seperti penggunaan lahan, kepadatan penduduk, dan topografi (Fauzan et al., 2025). Menurut pemantauan wilayah rawan, kondisi lingkungan memainkan peran penting dalam menentukan tingkat risiko gempa (Taufiq et al., 2024).

Mitigasi gempa bumi memerlukan pendekatan konservasi dan berbasis lingkungan yang terintegrasi. Pengelolaan ekosistem dan reboisasi dapat membantu mempertahankan stabilitas tanah dan mengurangi risiko bencana jangka panjang (Kartika et al., 2024). Selain itu, peningkatan pengetahuan masyarakat dan kesiapsiagaan melalui edukasi juga merupakan bagian penting dari mitigasi (Baihaqi & Pujiastuti, 2023). Perencanaan tata ruang yang lebih aman dapat dimulai dengan pemetaan wilayah yang rawan gempa (Taufiq et al., 2024). Oleh karena itu, integrasi mitigasi berbasis masyarakat dan konservasi lingkungan dapat meningkatkan ketahanan daerah terhadap bencana gempa.

5. KESIMPULAN

Kajian literatur menunjukkan bahwa aktivitas tektonik yang berbeda memengaruhi penyebab gempa di Sumatera dan Sulawesi. Karakteristik gempa di Sulawesi lebih kompleks dan sering terjadi karena interaksi beberapa lempeng dan banyaknya sesar aktif, sedangkan Sumatera didominasi oleh proses subduksi dan aktivitas sesar besar yang berpotensi menyebabkan gempa berkekuatan tinggi di seluruh wilayahnya. Di kedua wilayah, gempa memiliki dampak yang sama dalam hal kerusakan infrastruktur, korban jiwa, dan gangguan sosial dan ekonomi. Namun, ada perbedaan utama: di Sulawesi, kondisi tanah memicu likuifaksi dan pergeseran tanah, sedangkan di Sumatera, gempa besar dan potensi tsunami memiliki dampak yang lebih besar.

Jenis tanah, topografi, dan penggunaan lahan, antara lain, dapat memengaruhi tingkat kerusakan yang disebabkan oleh gempa; wilayah dengan tanah lunak, kepadatan tinggi, dan pengelolaan lingkungan yang buruk cenderung mengalami kerusakan yang lebih parah. Oleh karena itu, dua pendekatan penting untuk mengurangi risiko bencana adalah konservasi dan mitigasi berbasis lingkungan. Untuk meningkatkan ketahanan secara berkelanjutan terhadap gempa bumi, tindakan seperti pengelolaan tata ruang berbasis risiko, konservasi ekosistem, dan peningkatan pendidikan dan kesiapsiagaan masyarakat dapat dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwinata, A. H., Rusmana, N., Rohman, Y. N., & Fadhilah, R. (2025). Pengembangan model trauma healing berbasis kearifan budaya lokal. *Jurnal Pembelajaran, Bimbingan, dan Pengelolaan Pendidikan*, 5(4). <https://doi.org/10.17977/um065.v5.i4.2025.3>.
- Choiruddin, A., Aisah, F., Trisnisa, F., & Iriawan, N. (2021). *Quantifying effect of geological factor on distribution of earthquake occurrences in Sulawesi and Maluku*. <https://arxiv.org/abs/2104.0618>.
- Daswita, A., Pujiastuti, D., & Anggono, T. (2023). Studi Bahaya Seismik dengan Metode Probabilistic Seismic Hazard Analysis di Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand*, 12(3), 445-451. <https://jfu.fmipa.unand.ac.id/index.php/jfu/article/view/1113>.
- Fadhilah, P. Z., & Yuliani, F. (2024). Implementasi mitigasi penanggulangan bencana gempa bumi di Kota Bukittinggi. *Journal of Research and Development on Public Policy*, 3(3), 199-207. <https://doi.org/10.58684/jarvic.v3i3.167>.
- Fauzan., Istijono. B., Hakam, A., Narny, Y., Aryo A. G., Abdi, P. A., Murdianan, G. C. (2025). Asesmen Infrastruktur Yang Rusak Akibat Bencana Banjir Bandang dan Tanah Longsor di Kabupaten Tanah Datar dan Agam, Provinsi Sumatera Barat, 9(3), 906-913. <http://journal.unilak.ac.id/index.php/dinamisia/article/view/25197>.
- Hamzah, H., Yusuf, M., & Said, M. (2022). OPTIMALISASI PELAYANAN APARATUR SIPIL NEGARA PASCA GEMPA BUMI: STUDI KASUS: PADA SEKRETARIAT DAERAH PROVINSI SULAWESI BARAT. *Jurnal Paradigma Administrasi Negara*, 4(2), 91-98. <https://journal.unibos.ac.id/paradigma/article/view/1489>.
- Helfina, R. (2023). *Implementasi program rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana gempa bumi Kabupaten Pasaman Barat Provinsi Sumatera Barat* (Doctoral dissertation, IPDN). <http://eprints.ipdn.ac.id/13148/>. [https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=gMifEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Saputra,+H.+\(2025\).+Ilmu+Kebumuhan+Untuk+Kajian+Kebencanaan.+Airlangga+University+Press.&ots=I79r3Z8jH1&sig=cY9iTNVV Sasa7Bv08ex-g6rKSr4](https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=gMifEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Saputra,+H.+(2025).+Ilmu+Kebumuhan+Untuk+Kajian+Kebencanaan.+Airlangga+University+Press.&ots=I79r3Z8jH1&sig=cY9iTNVV Sasa7Bv08ex-g6rKSr4).
- Kartika, D. S. Y., Suryani, N., Rahmawati, I., dan Prasetyo, A. (2024). Peran masyarakat terhadap pelestarian lingkungan melalui kegiatan Proklim di Dusun Mendiro. *Jurnal Pengabdian Sosial Indonesia*, 3(1), 15-23. <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/sainfis/article/view/30511>.
- Maulinda, R., Kusmita, T., Aldila, H., & Triani, T. (2024). Analisis b-value Gempabumi Menggunakan Metode Gutenberg-Richter Berdasarkan Estimasi Maximum Likelihood Di Daerah Sulawesi Utara. *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, 4(2), 75-82. <https://www.journal.ubb.ac.id/jrfi/article/view/3804>.
- Mayendri, F. A. (2022). *Evaluasi Kebijakan Mitigasi Bencana Gempa Bumi Di Kota Padang Provinsi Sumatera Barat* (Doctoral dissertation, INSTITUT PEMERINTAHAN DALAM NEGERI). <http://eprints.ipdn.ac.id/10853/>.

- Oktasari, N. A., Rahayu, S. L.G., Nurhasanah. M., Purwati, E. S., Setiawan, E. (2022). Analisis Strategi Manajemen Bencana Alam di Kabupaten Cianjur Pasca Gempa Bumi Tahun 2022. *Journal of Regional Public Administration*, 10(10), 1-7.
- Pertiwi, I. I. (2022). Analisis Statistik Distribusi Kejadian Gempabumi Di Luwu Timur, Morowali, Dan Morowali Utara, Sulawesi. *Jurnal Geofisika*, 20(1), 1-7. <https://jurnal-geofisika.or.id/index.php/jurnal-geofisika/article/view/477>.
- Qothrunnada, N. H., Utami, R. Y., & Rizky, S. A. (2022). Menganalisis bencana gempa bumi dalam perspektif Al-Qur'an. *Prosiding KIIIS*, 4(1), 257-260. <https://ejournal.uin-suka.ac.id/saintek/kiiis/article/view/3225>
- Rahayu, M. S., Utariningsih, W., & Wahyuni, S. (2023). *Edukasi mitigasi bencana melalui sosialisasi kesiapsiagaan bencana gempa bumi bagi siswa sekolah dasar*. *Auxilium: Jurnal Pengabdian Kesehatan*, 2(2). <https://doi.org/10.29103/auxilium.v2i2.1598>.
- Sangi, M. S., Palilingan, R. N., & Sompotan, A. F. (2024). ANALISIS PARAMETER KEGEMPAAN a-VALUE DAN b-VALUE DI PROVINSI SULAWESI UTARA PERIODE 2019-2023. *SOSCIED*, 7(2), 577-588. <https://www.poltekstpaul.ac.id/jurnal/index.php/jsoscied/article/view/858>.
- Saputra, H. (2025). Ilmu Kebumihan Untuk Kajian Kebencanaan. *Airlangga University Press*.
- Tanjung, J., & Putri, N.T. (2023). Identifikasi Penyebab Kerusakan Konstruksi Bangunan Beton Bertulang Pasca Bencana Gempa Bumi. *Jurnal Bangunan: Konstruksi & Desain*. <https://doi.org/10.25077/jbk.d.1.2.72-78.2023>.
- Taufiq, R. M., Firdaus, R., Handayani, F., Muarif, P. F., & Rizqy, R. R. (2024). Density Based Clustering Untuk Pemetaan Daerah Rawan Gempa Bumi Di Wilayah Sumatera Barat Menggunakan Metode DBSCAN. *Jurnal Fasilkom*, 14(3), 817-822. <https://ejournal.umri.ac.id/index.php/IIK/article/view/8833>.
- Wahyu, A., & Rushendra, R. (2022). Klasterisasi Dampak Bencana Gempa Bumi Menggunakan Algoritma K-Means di Pulau Jawa. *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, 8(1), 174-179. <https://doi.org/10.26418/jp.v8i1.52260>.