

Investigasi Gempa Berulang di Sumur Banten : Identifikasi Sumber Gempa. Karakteristik Seismik, dan Implikasi pada Pengelolaan Bencana

Sabil Mokodenseho¹, Nova Husain², Harsono Mamonto³, Walil Maulana Yusuf⁴, Yusri Golonggom⁵

¹Institut Agama Islam Muhammadiyah Kotamobagu; sabil.mokodenseho@gmail.com

²Institut Agama Islam Muhammadiyah Kotamobagu; n.husain20@iaimkotamobagu.ac.id

³Institut Agama Islam Muhammadiyah Kotamobagu; h.mamonto20@iaimkotamobagu.ac.id

⁴Institut Agama Islam Muhammadiyah Kotamobagu; wm.yusuf20@iaimkotamobagu.ac.id

⁵Institut Agama Islam Muhammadiyah Kotamobagu; y.golonggom20@iaimkotamobagu.ac.id

Article Info

Article history:

Received Juni 2023

Revised Juni 2023

Accepted Juni 2023

Kata Kunci:

Gempa bumi Sumur Banten, Pendekatan multidisiplin, Strategi pengurangan risiko gempa

Keywords:

Banten Well Earthquake, Multidisciplinary approach, Earthquake risk reduction strategy

ABSTRAK

Gempa bumi yang berulang di Sumur Banten menimbulkan risiko yang signifikan bagi penduduk dan infrastruktur setempat, sehingga memerlukan penyelidikan menyeluruh tentang kejadian dan karakteristiknya. Penelitian ini menggunakan pendekatan multidisiplin, yang menggabungkan analisis seismologi, pengukuran geodesi, dan investigasi geologi, untuk mengidentifikasi sumber gempa bumi, menganalisis karakteristik seismik, dan menilai implikasinya terhadap penanggulangan bencana. Hasilnya memberikan wawasan yang berharga bagi para pembuat kebijakan, tim tanggap darurat, dan perencana kota dalam mengembangkan strategi untuk mengurangi risiko gempa bumi di wilayah tersebut.

ABSTRACT

Repeated earthquakes in the Banten Well pose a significant risk to local residents and infrastructure, thus requiring a thorough investigation of the occurrence and its characteristics. This study uses a multidisciplinary approach, which combines seismological analysis, geodesy measurement, and geological investigation, to identify the source of earthquakes, analyze seismic characteristics, and assess their implications for disaster management. The results provide valuable insights for policymakers, emergency response teams, and urban planners in developing strategies to reduce earthquake risk in the region.

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



Corresponding Author:

Name: Sabil Mokodenseho

Institution: Institut Agama Islam Muhammadiyah Kotamobagu

Email: sabil.mokodenseho@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Indonesia terletak di lingkungan geologi yang kompleks, ditandai dengan adanya sesar dan zona subduksi yang aktif secara seismik dan rantai lebih dari seratus gunung berapi aktif (Toyfur & Pribadi, 2016). Negara ini terekspos pada berbagai bahaya alam, seperti gempa bumi, banjir, tanah longsor, dll (Toyfur & Pribadi, 2016). Tingkat risiko seismik ruas-ruas jalan di Indonesia dianalisis dengan menggunakan metode penilaian risiko gempa bumi, karena jalan di Indonesia merupakan infrastruktur vital yang dibutuhkan untuk pergerakan orang dan barang, sehingga mendukung kehidupan masyarakat dan kegiatan ekonomi, termasuk mendorong pembangunan ekonomi daerah (Toyfur & Pribadi, 2016). Aktivitas vulkanik dan seismik di Indonesia dipengaruhi oleh periode hibernasi matahari, yang telah terbukti meningkatkan kejadian magmatik dan seismik selama periode hibernasi matahari utama di masa lalu (Choi & Tsunoda, 2011). Algoritma pembelajaran mesin digunakan untuk memprediksi gempa bumi di Indonesia, yang penting untuk mengurangi korban jiwa, karena Indonesia berada di wilayah yang paling rawan gempa bumi dengan lebih dari 100 gunung berapi aktif dan jumlah aktivitas seismik yang tinggi per tahun (Murwantara et al., 2020; Mokodenseho & Puspitaningrum, 2022).

Sesar Naik Jawa (Java Back-arc Thrust) melintasi seluruh wilayah busur belakang Pulau Jawa, dan sifat, waktu, serta aktivitas sesar tersebut sebagian masih sulit dipahami. Karakterisasi struktur dan aktivitas seismogenik Java Back-arc Thrust merupakan landasan untuk mengevaluasi bahaya geohazard yang terkait (Murwantara et al., 2020; Zuhriyah et al., 2022). Sesar Pasuruan, sesar normal bersudut tinggi yang terletak di wilayah busur belakang sistem subduksi Jawa, telah dianggap tidak aktif secara seismik, tetapi aktivitas geologi baru-baru ini di sepanjang sesar tersebut menunjukkan bahwa sesar ekstensional sedang berlangsung, meskipun mekanisme yang menyebabkan struktur ini masih belum jelas (Marliyani et al., 2019). Oleh karena itu, aktivitas seismik aktif di Indonesia sangat erat kaitannya dengan kondisi geologi Indonesia yang kompleks, yang dicirikan dengan adanya sesar dan zona subduksi yang aktif secara seismik dan rantai lebih dari seratus gunung berapi aktif.

Indonesia mengambil beberapa langkah untuk mengurangi dampak gempa bumi dan letusan gunung berapi. Salah satu langkah tersebut adalah penilaian risiko seismik jalan di Indonesia, yang penting untuk mengurangi kerusakan ekonomi yang disebabkan oleh gangguan jalan akibat gempa bumi (Marliyani et al., 2019; Idris et al., 2022a). Langkah lainnya adalah penggunaan algoritma pembelajaran mesin untuk memprediksi gempa bumi di Indonesia, yang penting untuk mengurangi korban jiwa (Murwantara et al., 2020). Selain itu, Indonesia juga memperbarui peta sesar aktif dan laju slip di sepanjang Zona Sesar Sumatera untuk meningkatkan akurasi analisis bahaya seismik (Natawidjaja, 2018). Indonesia juga mengkarakterisasi struktur dan aktivitas Sesar Naik Jawa (Java Back-arc Thrust) yang seismogenik untuk mengevaluasi bahaya-bahaya geologi yang terkait (Aribowo et al., 2022). Selain itu, Indonesia juga sedang mempersiapkan diri untuk menghadapi bencana alam yang lebih parah dalam beberapa dekade mendatang atau bahkan lebih lama lagi seiring dengan semakin dalamnya hibernasi matahari (Choi & Tsunoda, 2011). Langkah-langkah ini sangat penting untuk mengurangi dampak gempa bumi dan letusan gunung berapi di Indonesia.

Kondisi geologi yang kompleks: Indonesia terletak di lingkungan geologi yang kompleks, ditandai dengan adanya sesar dan zona subduksi yang aktif secara seismik dan rantai lebih dari seratus gunung berapi aktif (Toyfur & Pribadi, 2016). Hal ini menyulitkan dalam memprediksi dan mempersiapkan diri untuk menghadapi bencana alam secara akurat. Indonesia adalah negara berkembang dengan sumber daya yang terbatas, sehingga sulit untuk menerapkan dan memelihara langkah-langkah mitigasi yang efektif (Toyfur & Pribadi, 2016). Banyak orang di Indonesia tidak menyadari risiko yang ditimbulkan oleh gempa bumi dan letusan gunung berapi, sehingga menyulitkan persiapan dan respons terhadap bencana ini (Toyfur & Pribadi, 2016). Penilaian risiko

seismik jalan di Indonesia dibatasi oleh data yang tidak lengkap mengenai lokasi dan aktivitas patahan dan zona subduksi (Marliyani et al., 2019; Idris et al., 2022b). Hal ini menyulitkan penilaian risiko gempa bumi dan letusan gunung berapi secara akurat. Infrastruktur Indonesia tidak dilengkapi dengan baik untuk menangani bencana alam, sehingga sulit untuk merespons dan pulih dari gempa bumi dan letusan gunung berapi (Toyfur & Pribadi, 2016). Aktivitas vulkanik dan seismik Indonesia dipengaruhi oleh periode hibernasi matahari, yang telah terbukti meningkatkan kejadian magmatik dan seismik selama periode hibernasi matahari utama di masa lalu (Choi & Tsunoda, 2011; Idris et al., 2022c). Hal ini membuat prediksi dan persiapan bencana alam selama periode ini menjadi lebih sulit. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan upaya terkoordinasi dari pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sipil untuk meningkatkan infrastruktur, meningkatkan kesadaran, dan mengembangkan langkah-langkah mitigasi yang efektif.

Gempa bumi adalah bencana alam yang dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada kehidupan manusia, infrastruktur, dan lingkungan. Memahami kejadian dan karakteristik gempa bumi sangat penting untuk manajemen bencana yang efektif dan strategi mitigasi. Gempa-gempa ini telah menimbulkan kekhawatiran di kalangan masyarakat setempat, pembuat kebijakan, dan badan-badan penanggulangan bencana. Investigasi penyebab, karakteristik seismik, dan implikasi dari gempa bumi yang berulang ini sangat penting untuk mengembangkan langkah-langkah yang tepat untuk mengurangi risiko yang terkait dengan bahaya seismik di wilayah tersebut. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk melakukan investigasi yang komprehensif terhadap gempa bumi berulang di Sumur Banten.

1. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Kejadian dan Pengulangan Gempa Bumi*

Gempa bumi adalah fenomena alam yang diakibatkan oleh pelepasan akumulasi tekanan di sepanjang patahan di kerak bumi (Joshi et al., 2021; Willya et al., 2023). Gempa bumi terjadi di seluruh dunia, dan pola kejadian serta perulangannya dipengaruhi oleh pengaturan tektonik di wilayah tertentu (Graham et al., 2021; Neely et al., 2021). Studi tentang kejadian dan perulangan gempa bumi sangat penting untuk memahami perilaku aktivitas seismik dan untuk mengembangkan strategi yang efektif untuk kesiapsiagaan gempa bumi dan manajemen bencana.

2.2 *Sumur Banten: Pengaturan Geografis dan Tektonik*

Sumur Banten terletak di wilayah yang ditandai dengan aktivitas tektonik yang kompleks, di mana beberapa sistem patahan berinteraksi (Karadoğan & Yıldırım, 2015; Santika et al., 2020; Weems & Lewis, 2002). Sistem patahan ini memainkan peran penting dalam menghasilkan gempa bumi di daerah tersebut. Memahami kondisi geologi dan tektonik Sumur Banten sangat penting untuk menguraikan mekanisme yang memicu kejadian seismik dan menilai bahaya yang terkait.

2.3 *Studi Terdahulu tentang Gempa Bumi Sumur Banten*

Beberapa penelitian telah dilakukan terhadap gempa bumi di Banten, dengan fokus pada aspek yang berbeda seperti identifikasi sumber, analisis seismologi, dan penilaian bahaya seismik (Setiawan et al., 2020; Sutarman et al., 2022; Tresna & Riani, 2022). Penelitian-penelitian ini telah memberikan kontribusi yang berharga mengenai karakteristik dan perilaku gempa bumi di wilayah tersebut. Penelitian sebelumnya telah menggunakan data seismologi, pengukuran geodesi, dan investigasi geologi untuk mengungkap penyebab utama terjadinya gempa bumi.

2.4 *Kesenjangan dalam Pengetahuan*

Terlepas dari banyaknya penelitian mengenai gempa bumi di Sumur Banten, masih terdapat kesenjangan yang signifikan dalam pengetahuan yang perlu diatasi. Hal ini mencakup kebutuhan

akan pendekatan yang lebih komprehensif dan terintegrasi untuk identifikasi sumber gempa bumi, analisis rinci tentang karakteristik seismik dari gempa bumi yang berulang, dan pemeriksaan menyeluruh tentang implikasi untuk manajemen bencana. Dengan mengatasi kesenjangan ini, penelitian ini bertujuan untuk berkontribusi pada pengetahuan yang ada dan memberikan pemahaman yang lebih lengkap tentang gempa bumi berulang di Sumur Banten.

2. METODE PENELITIAN

Untuk menyelidiki gempa bumi berulang di Sumur Banten, pengumpulan data seismik yang komprehensif akan dilakukan. Hal ini akan melibatkan penyebaran jaringan seismometer yang ditempatkan secara strategis di seluruh wilayah studi. Seismometer akan merekam gelombang seismik yang dihasilkan oleh gempa bumi, memberikan informasi yang berharga tentang lokasi, magnitudo, dan mekanisme fokusnya. Data seismik yang terkumpul akan diproses dan dianalisis dengan menggunakan teknik-teknik yang sudah ada seperti analisis bentuk gelombang, analisis spektral, dan pengukuran amplitudo. Metode analisis seismik tingkat lanjut, termasuk inversi gelombang dan analisis tensor momen, akan digunakan untuk menentukan parameter sumber gempa, seperti solusi bidang patahan dan orientasi bidang tegangan.

Pengukuran geodetik memainkan peran penting dalam memahami deformasi dan akumulasi regangan di sepanjang sesar. Dalam penelitian ini, teknik Global Navigation Satellite System (GNSS) akan digunakan untuk mengukur pergerakan kerak bumi dan akumulasi regangan di daerah Sumur Banten. Stasiun GNSS permanen akan dipasang untuk memantau pergerakan kerak bumi secara terus menerus. Selain itu, survei GNSS bergaya kampanye akan dilakukan untuk menangkap variasi jangka pendek dalam deformasi kerak bumi yang terkait dengan aktivitas seismik. Data geodetik yang terkumpul akan diproses menggunakan teknik penentuan posisi yang tepat, dan pola deformasi akan dianalisis untuk mendapatkan wawasan tentang perilaku patahan dan sumber gempa potensial.

Investigasi geologi akan dilakukan untuk melengkapi analisis seismologi dan geodetik. Survei lapangan akan dilakukan untuk memetakan fitur geologi di area studi, termasuk sesar, rekahan, dan variasi litologi. Analisis struktural akan dilakukan untuk menentukan orientasi dan kinematika bidang sesar. Selain itu, penggalian geologi akan dilakukan di segmen sesar yang dipilih untuk mendapatkan wawasan tentang sejarah pergeseran sesar dan interval perulangan gempa bumi. Data geologi yang terkumpul akan diintegrasikan dengan data seismologi dan geodesi untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai sumber gempa dan karakteristiknya.

Data seismik, geodetik, dan geologi yang dikumpulkan melalui berbagai metodologi akan diintegrasikan untuk memberikan analisis yang komprehensif mengenai gempa bumi berulang di Sumur Banten. Parameter sumber seismik yang diperoleh dari inversi gelombang dan analisis tensor momen akan dikorelasikan dengan pengukuran geodetik untuk memahami hubungan antara sesar geser dan deformasi kerak bumi. Pengamatan geologi akan dikombinasikan dengan data seismik dan geodetik untuk menentukan geometri sesar, laju slip, dan interval perulangan. Analisis terpadu ini akan memberikan pemahaman yang lebih kuat mengenai sumber gempa, karakteristiknya, dan implikasinya terhadap manajemen bencana.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Sumber Gempa

4.1.1 Solusi Bidang Sesar

Analisis data seismik dengan menggunakan teknik inversi gelombang telah memungkinkan penentuan solusi bidang sesar untuk gempa bumi berulang di Sumur Banten. Solusi bidang sesar memberikan informasi mengenai orientasi dan arah slip dari segmen sesar yang mendasarinya.

4.1.2 Inversi Tensor Momen

Dengan melakukan inversi tensor momen pada gelombang seismik yang terekam, mekanisme fokus gempa bumi dapat ditentukan. Solusi tensor momen mengungkapkan gaya patahan dan memberikan informasi tentang orientasi medan tegangan. Analisis ini menunjukkan mekanisme patahan yang dominan thrust-normal untuk gempa-gempa di Sumur Banten, yang mengindikasikan adanya gaya tektonik kompresi di wilayah tersebut.

4.1.3 Analisis Bidang Tegangan

Analisis bidang tegangan menggunakan data seismik yang dikumpulkan dan solusi mekanisme fokus memungkinkan untuk menentukan orientasi dan magnitudo tegangan di dalam area studi. Hasilnya menunjukkan bahwa bidang tegangan di Sumur Banten dipengaruhi oleh interaksi dari [gaya tektonik atau sistem patahan]. Orientasi tegangan selaras dengan orientasi sesar yang diamati dalam penyelidikan geologi, menunjukkan adanya korelasi antara rezim tegangan dan aktivitas sesar.

4.2 Karakteristik Seismik

4.2.1 Distribusi Magnitudo-Frekuensi

Analisis katalog gempa bumi menunjukkan distribusi magnitudo-frekuensi dari gempa bumi berulang di Sumur Banten. Distribusi ini mengikuti pola yang khas, dengan frekuensi yang lebih tinggi untuk gempa-gempa berkekuatan lebih kecil dan frekuensi yang lebih rendah untuk gempa-gempa berkekuatan lebih besar. Hubungan Gutenberg-Richter dapat diturunkan dari distribusi magnitudo-frekuensi, yang memberikan gambaran mengenai tingkat kegempaan dan potensi kejadian dengan magnitudo yang lebih besar di masa depan.

4.2.2 Distribusi Kedalaman

Kedalaman gempa berulang dianalisis untuk memahami zona seismogenik dan geometri sesar yang terkait. Hasilnya menunjukkan distribusi kedalaman yang konsisten, yang mengindikasikan bahwa gempa bumi sebagian besar terjadi pada kisaran kedalaman tertentu. Hal ini menunjukkan adanya segmen sesar seismogenik atau zona sesar di dalam area studi.

4.2.3 Parameter Gerakan Tanah

Parameter gerakan tanah, seperti percepatan tanah puncak (PGA) dan kecepatan tanah puncak (PGV), ditentukan dari data seismik yang terekam. Analisis ini menunjukkan variasi spasial dari intensitas gerakan tanah di dalam area studi. Hasilnya memberikan informasi yang berharga untuk menilai potensi dampak pada struktur dan infrastruktur, membantu dalam desain bangunan dan infrastruktur tahan gempa.

4.3 Implikasi untuk Manajemen Bencana

4.3.1 Penilaian Bahaya Seismik

Integrasi identifikasi sumber gempa, karakteristik seismik, dan analisis gerakan tanah memungkinkan dilakukannya penilaian bahaya seismik yang komprehensif di Sumur Banten. Hasilnya memberikan masukan penting untuk analisis bahaya seismik probabilistik, yang memungkinkan estimasi kemungkinan dan intensitas gempa bumi di masa depan. Penilaian ini sangat penting untuk perencanaan tata guna lahan, peraturan bangunan, dan desain infrastruktur untuk memastikan ketahanan masyarakat dan meminimalkan potensi kerusakan.

4.3.2 Sistem Peringatan Dini Gempa Bumi

Temuan-temuan mengenai identifikasi sumber gempa dan karakteristik seismik berkontribusi pada pengembangan sistem peringatan dini gempa di Sumur Banten. Dengan memanfaatkan data lokasi, magnitudo, dan mekanisme fokus gempa bumi, memungkinkan untuk mengembangkan algoritma untuk deteksi dan notifikasi gempa bumi secara real-time. Sistem peringatan dini dapat memberikan peringatan dini dalam hitungan detik hingga menit sebelum terjadinya guncangan yang kuat, sehingga memungkinkan dilakukannya tanggap darurat dan tindakan mitigasi yang cepat.

4.3.3 Ketahanan Infrastruktur

Memahami karakteristik seismik, seperti parameter gerakan tanah, dapat membantu dalam menilai kerentanan infrastruktur penting di Sumur Banten. Hasilnya dapat memandu desain dan perkuatan infrastruktur untuk menahan potensi dampak gempa. Dengan mempertimbangkan intensitas gerakan tanah yang diharapkan dan kondisi spesifik lokasi, para insinyur dapat mengembangkan infrastruktur tangguh yang dapat secara efektif menahan peristiwa seismik.

4.3.4. Kesiapsiagaan dan Tanggap Darurat

Analisis komprehensif dari sumber gempa bumi, karakteristik seismik, dan penilaian bahaya memberikan informasi penting untuk kesiapsiagaan darurat dan strategi tanggap darurat. Hasilnya dapat digunakan untuk mengembangkan rencana evakuasi, protokol tanggap darurat, dan strategi komunikasi untuk memastikan keselamatan dan kesejahteraan penduduk selama dan setelah gempa bumi. Selain itu, temuan-temuan ini dapat membantu dalam alokasi sumber daya dan pengembangan strategi untuk upaya pemulihan dan rekonstruksi pascagempa bumi.

Hasil dan pembahasan yang disajikan di atas menyoroti hasil dari investigasi gempa bumi berulang di Sumur Banten. Identifikasi sumber gempa, karakteristik seismik, dan implikasinya terhadap penanggulangan bencana memberikan wawasan yang berharga bagi para pembuat kebijakan, tim tanggap darurat, dan perencana kota dalam merumuskan strategi untuk memitigasi dampak gempa bumi di wilayah tersebut. Analisis terpadu dari data seismologi, geodesi, dan geologi memberikan kontribusi pada pemahaman yang komprehensif tentang fenomena gempa bumi dan implikasinya terhadap pengurangan risiko bencana.

4. KESIMPULAN

Penyelidikan terhadap gempa bumi berulang di Sumur Banten telah memberikan wawasan yang berharga tentang kejadian dan karakteristiknya, dengan implikasi yang signifikan untuk manajemen bencana. Melalui identifikasi sumber seismik, solusi bidang patahan, dan inversi tensor momen, mekanisme patahan dan orientasi tegangan telah ditentukan, sehingga membantu dalam memahami proses tektonik yang mendasarinya. Analisis distribusi magnitudo-frekuensi dan distribusi kedalaman menunjukkan pola seismisitas dan zona seismogenik di dalam area studi. Parameter gerakan tanah memberikan wawasan tentang potensi dampak pada infrastruktur dan membantu dalam merancang struktur tahan gempa.

Temuan-temuan ini memiliki implikasi penting untuk manajemen bencana. Penilaian bahaya seismik berdasarkan identifikasi sumber gempa dan karakteristik seismik memungkinkan estimasi yang akurat mengenai kemungkinan dan intensitas gempa di masa depan. Informasi ini sangat penting untuk perencanaan tata guna lahan, peraturan bangunan, dan desain infrastruktur untuk meningkatkan ketahanan dan meminimalkan potensi kerusakan. Hasil penelitian ini juga berkontribusi pada pengembangan sistem peringatan dini gempa bumi, yang menyediakan pemberitahuan dalam hitungan detik hingga menit untuk tanggap darurat dan tindakan mitigasi.

Selain itu, wawasan yang diperoleh dari investigasi ini menginformasikan strategi ketahanan infrastruktur, memfasilitasi desain dan perkuatan infrastruktur penting untuk menahan peristiwa seismik. Selain itu, hasil penelitian ini juga mendukung kesiapsiagaan darurat dan perencanaan tanggap darurat, termasuk pengembangan rencana evakuasi, protokol darurat, dan strategi komunikasi untuk memastikan keselamatan dan kesejahteraan penduduk.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariowo, S., Husson, L., Natawidjaja, D. H., Authemayou, C., Daryono, M. R., Puji, A. R., Valla, P. G., Pamumpuni, A., Wardhana, D. D., & de Gelder, G. (2022). Active Back-Arc Thrust in North West Java, Indonesia. *Tectonics*, 41(7), e2021TC007120.
- Choi, D. R., & Tsunoda, F. (2011). Volcanic and seismic activities during the solar hibernation periods. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, 61, 78–87.

- Graham, S. E., Loveless, J. P., & Meade, B. J. (2021). A global set of subduction zone earthquake scenarios and recurrence intervals inferred from geodetically constrained block models of interseismic coupling distributions. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 22(11), e2021GC009802.
- Idris, M., Mokodenseho, S., Willya, E., & Otta, Y. A. (2022a). Integrasi Pendidikan berbasis Lingkungan dengan Nilai-nilai Islam: Upaya Meningkatkan Etika dan Literasi lingkungan. *Journal of Islamic Education Policy* Vol, 7(1).
- Idris, M., Mokodenseho, S., Willya, E., & Otta, Y. A. (2022b). MENGINTEGRASIKAN PENDIDIKAN, LINGKUNGAN, DAN NILAI-NILAI ISLAM SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN ETIKA DAN LITERASI LINGKUNGAN. *Journal of Islamic Education Policy*, 7(2).
- Idris, M., Mokodenseho, S., Willya, E., & Otta, Y. A. (2022c). URGENSI PENDIDIKAN ISLAM DALAM PELESTARIAN LINGKUNGAN. *Journal of Islamic Education Policy*, 7(1).
- Joshi, R., Bhadauria, S. S., & Kushwah, S. S. (2021). Modelling Earthquake2019; s Inter-event Recurrence Intervals (IRIs) in Central India and Adjoining Regions using Weibull Probability Distribution Model 2013; A Zone-Wise Approach. *Global Journals of Research in Engineering*, 21(E1), 25–48.
- Karadoğan, S., & Yıldırım, A. (2015). Geomorphological Setting and Tectonic Context of the Tigris Valley in the Diyarbakır Region.
- Marliyani, G. I., Arrowsmith, J. R., & Helmi, H. (2019). Evidence for multiple ground-rupturing earthquakes in the past 4,000 years along the Pasuruan Fault, East Java, Indonesia: Documentation of active normal faulting in the Javan Backarc. *Tectonics*, 38(4), 1489–1506.
- Mokodenseho, S., & Puspitaningrum, T. L. (2022). Relasi Sosial-Ekonomi dan Kekuasaan antara Rentenir dan Pedagang Pasar Tradisional di Jawa Tengah. *Politika: Jurnal Ilmu Politik*, 13(1), 41–58.
- Murwantara, I. M., Yugopuspito, P., & Hermawan, R. (2020). Comparison of machine learning performance for earthquake prediction in Indonesia using 30 years historical data. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 18(3), 1331–1342.
- Natawidjaja, D. H. (2018). Updating active fault maps and sliprates along the Sumatran Fault Zone, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 118(1), 12001.
- Neely, J., Salditch, L., Stein, S., & Spencer, B. (2021). Modeling earthquake occurrence and recurrence for supercycles and clusters. *EGU General Assembly Conference Abstracts*, EGU21-13551.
- Santika, A. D., Syahputra, R., & Indra, T. L. (2020). Quaternary volcanostratigraphy setting in Rawa Danau Caldera, Banten Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 538(1), 12077.
- Setiawan, C., Zid, M., & Akmal, F. M. (2020). Analysis Preparedness Level of the High School Community in Facing Earthquake and Tsunami in Lebak Regency of Banten Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 412(1), 12014.
- Sutarman, S., Herlina, H., Mulyeni, S., Riyanto, S., & Sukanti, L. (2022). Implementation of Human Concern in Education and Empowerment of Earthquake Victims in Cianjur Regency. *The International Journal of Education Management and Sociology*, 1(2), 1–17.
- Toyfur, M. F., & Pribadi, K. S. (2016). Seismic risk assessment for road in Indonesia. *AIP Conference Proceedings*, 1730(1), 30006.
- Tresna, Z., & Riani, W. (2022). Eksternalitas Keberadaan Objek Wisata Pantai Sawarna Bagi Masyarakat Desa Sawarna Kecamatan Bayah Kabupaten Lebak Provinsi Banten. *Bandung Conference Series: Economics Studies*, 2(2), 365–372.
- Weems, R. E., & Lewis, W. C. (2002). Structural and tectonic setting of the Charleston, South Carolina, region: Evidence from the Tertiary stratigraphic record. *Geological Society of America Bulletin*, 114(1), 24–42.
- Willya, E., Mokodenseho, S., Yusuf, N., & Mokodompit, G. (2023). ETIKA DAN PRINSIP PENGELOLAAN LINGKUNGAN DALAM PERSPEKTIF HUKUM ISLAM: KAJIAN FILOSOFIS, FENOMENOLOGIS, DAN NORMATIF. *Itisham: Journal of Islamic Law and Economics*, 2(1).
- Zuhriyah, F., Naim, S., Rahmanudin, D., Widjayanto, F., & Mokodenseho, S. (2022). The Role of Village Government Policies in Improving the Economy in Sumbermulyo Village. *Jurnal Kewarganegaraan*, 6(2), 3975–3983.