

DINAMIKA PERGERAKAN LEMPENG TEKTONIK MENGGUNAKAN ANALISIS LITERATUR TENTANG TEORI DAN DAMPAKNYA

Alya Imelda¹, Muhammad Ziaul Farihin², Nur Chalimatus Sholihah³, Dyah Permata Sari^{4*}

¹Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

*Corresponding author: dyahsari@gmail.com

Abstrak: Pergerakan lempeng tektonik memiliki dampak yang signifikan terhadap kehidupan manusia. Salah satunya pada daerah-daerah yang berada di batas lempeng aktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh pergerakan lempeng tektonik terhadap dampaknya pada produktivitas dan aktivitas manusia. Metode yang digunakan adalah pendekatan metode literatur guna mengidentifikasi dinamika pergerakan lempeng tektonik dan dampaknya. Tinjauan literatur berhubungan dengan konsep dasar teori lempeng tektonik, jenis pergerakan lempeng, serta dampaknya. Hasil pembahasan menunjukkan bahwa pergerakan lempeng tektonik dipengaruhi oleh gaya tarik slab (slab pull) dan dorongan ridge (ridge push), digerakkan oleh arus konveksi di dalam mantel bumi, serta oleh proses ridge push dan slab pull. Dengan mengidentifikasi teori lempeng tektonik, pergerakan lempeng tektonik bisa di pantau dengan teknologi GPS dan pemodelan numerik. Oleh sebab itu, penelitian lebih lanjut mengenai pergerakan lempeng tektonik perlu dilakukan untuk meningkatkan pemahaman dan pencegahan dari dampak pergerakan lempeng.

Kata Kunci: lempeng tektonik, teori lempeng, dampak lempeng

Abstract: The movement of tectonic plates has a significant impact on human life. One of them is in areas located at active plate boundaries. This research aims to identify the influence of tectonic plate movements on their impact on productivity and human activities. The method used is a literature method approach to identify the dynamics of tectonic plate movements and their impacts. The literature review relates to the basic concepts of plate tectonic theory, types of plate movement, and their impacts. The results of the discussion show that the movement of tectonic plates is influenced by slab pull and ridge push, driven by convection currents in the earth's mantle, as well as by ridge push and slab pull processes. By identifying the theory of tectonic plates, the movement of tectonic plates can be monitored using GPS technology and numerical modeling. Therefore, further research into the movement of tectonic plates needs to be carried out to improve understanding and prevention of the impacts of plate movement.

Keywords: plate tectonics, plate theory, plate impact

PENDAHULUAN

Bumi memiliki beberapa bagian penyusun, salah satunya adalah litosfer. bagian yang menjadi material paling atas yang mana terdiri dari mantel bumi dan kerak bumi. Lempeng tektonik merupakan bagian dari litosfer bumi dan terbagi menjadi beberapa lempeng besar dan kecil yang terus bergerak (Arif et al., 2023). Pergerakan lempeng tektonik merupakan aktivitas dari lempeng bumi yang bergerak saling menjauhi atau mendekat satu sama lain. Pergerakan lempeng-lempeng tersebut dipengaruhi oleh konveksi mantel, gravitasi, dan interaksi antar lempeng (Muhamdi et al., 2022). Lempeng-lempeng ini tidak diam melainkan melakukan pergerakan yang dapat membuat pergerakan yang mempengaruhi kehidupan di atasnya. Seperti terbentuknya beberapa benua yang memiliki karakter berbeda, persebaran fossil, atau fenomena alam lain seperti gempa bumi,

tsunami, dan persebaran cincin gunung berapi. Hal ini mengakibatkan banyak ilmuwan membuka banyak studi untuk mempelajarinya.

Pertanyaan-pertanyaan terus bermunculan dari zaman filsuf Yunani kuno. Akan tetapi belum ada yang dapat menjawabnya. Sampai pada tahun 1596 M, cartographer, Abraham Ortelius, menyaari bahwa benua afirka dan amerika selatan tampak seperti puzzle yang terpisah. Hal ini membuat dia menggagas pergerakan lempeng yang menunjukkan bahwa benua amerika terpisah dari eropa dan afika disebabkan karena gempa dan banjir. Pada abad ke-20, alfred Wegener, ilmuwan jerman berusia 32 tahun mengemukakan teori 'Continental Drift' yang sekarang dianggap teori ilmiah lengkap yang dapat menjelaskan pergerakan lempeng bumi. Dan teori ini terbukti akan tetapi masih tidak dapat menjawab bagaimana lempeng tersebut dapat bergerak. Perkembangan studi terus berlanjut hingga teori-teori selanjutnya dengan memegang prinsip geologi asal skotlandia, James Hutto, yakni pandangan bahwa masa kini adalah kunci dari masa lalu (Rezky, 2021).

Indonesia merupakan negara yang terletak di pertemuan tiga lempeng dunia, sehingga banyak aktivitas tektonik yang terjadi di Indonesia (Syafitri et al., 2019). Salah satu dampak pergerakan lempeng tektonik adalah gempa bumi, BMKG mencatat terjadi 66 gempa bumi akibat aktivitas tektonik di Sulawesi Tenggara mulai dari tanggal 02 April 2024 hingga tanggal 20 April 2024 (Dwijayanti, 2022). Indonesia merupakan negara yang memiliki aktivitas lempeng tektonik sangat tinggi. Lempeng-lempeng tersebut memiliki karakter yang berbeda dimana lempeng Indo-Australia dan pasifik bersifat lentur bertemu dengan lempeng SE-Asian yang bersifat rigid dan kaku yang menyebabkan terantuknya ring of fire (sabuk gunung api) dan jalur gempa bumi (Faridzi et al., 2024). Keadaan geologi ini yang menyebabkan keragaman flora dan fauna hingga keragaman suku yang membentuk identitas bangsa Indonesia yang beragam. Akan tetapi hal tersebut juga menyebabkan indonesia menjadi negara yang paling rawan terjadi fenomena geologi seperti gempa bumi dan letusan gunung berapi (Naryanto 2018). Hal ini menyebabkan penelitian mengenai lempeng bumi menjadi sangat penting untuk mengetahui persiapan yang harus dilakukan agar dapat menaggulangi terjadinya kerugian yang besar.

Pada penelitian-penelitian sebelumnya, banyak yang membahas fenomena spesifik yang terjadi dan mengidentifikasi dampaknya. Akan tetapi belum ada yang membahas dari teori awal dan perkembangannya. Sehingga artikel ini bertujuan untuk membahas mengenai teori awal yang menjadi konsep yang mendasari dinamika lempeng tektonik bumi dan dampak yang ditimbulkan bagi dunia dan kehidupan di atasnya. Dengan harapan artikel ini dapat bermanfaat untuk menambah pengetahuan mengenai teori yang mendasari ilmu geologi dikembangkan hingga sekarang dan dapat memperluas wawasan mengenai dampak yang disebabkan dinamika lempeng tektonik kepada kehidupan manusia secara keseluruhan sehingga dapat menyadari subjek pembahasan ini penting untuk dikembangkan lebih lanjut.

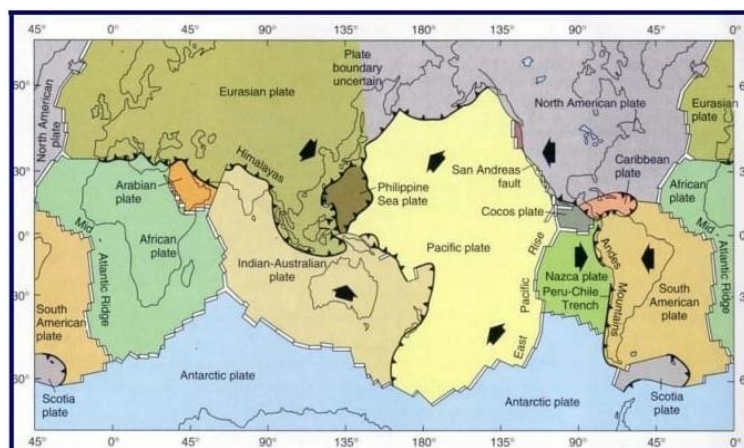
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini mengadopsi pendekatan metode literatur untuk mengidentifikasi dinamika pergerakan lempeng tektonik dan dampaknya. Tinjauan literatur yang komprehensif tentang dinamika pergerakan lempeng tektonik, termasuk berbagai teori lempeng tektonik, jenis pergerakan lempeng, serta dampak pergerakan lempeng tektonik terhadap kehidupan manusia. Tinjauan literatur ini melibatkan pengumpulan dan analisis berbagai sumber referensi, termasuk jurnal ilmiah, dan artikel penelitian yang relevan dengan topik. Kemudian, informasi yang diperoleh dari tinjauan literatur ini digunakan untuk mengidentifikasi pengaruh pergerakan lempeng tektonik yang dapat diterapkan dalam dinamika pergerakan lempeng tektonik. Hal ini melibatkan pemahaman mendalam tentang dinamika pergerakan lempeng tektonik serta dampak yang ditimbulkan. Setelah itu, berbagai data yang diperoleh dari tinjauan literatur tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi dinamika pergerakan lempeng dan dampaknya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lempeng tektonik merupakan struktur dan bentuk bumi yang tersusun atas batuan yang membentuk benua, pulau ataupun gunung. Pada dasarnya benua atau pulau ditopang oleh

sebuah plat atau landasan yang kuat ke dasar bumi yang sebagian besar tertutup dengan lautan. Para ahli telah lama meyakini bahwa benua-benua yang ada di muka bumi sebenarnya tidak tetap pada tempatnya, akan tetapi benua-benua ini akan bergerak secara perlahan di sepanjang permukaan bumi yang terletak diantara beberapa lempeng. Terpisahnya bagian daratan dari daratan asal dapat membentuk lautan baru serta dapat berakibat pada terjadinya proses daur ulang lantai samudra ke dalam interior bumi (Suarbawa et al., 2021). Diketahui sifat mobilitas dari kerak bumi karena adanya gempa bumi, aktivitas gunung berapi, dan pembentukan gunung (orogenesis). Berdasarkan ilmu pengetahuan kebumihuman, teori yang menjelaskan mengenai bumi yang dinamis dapat dikenal dengan lempeng tektonik.



Gambar 1. Sebaran Lempeng Tektonik Dunia. (Sumber: Suarbawa et al., 2021).

Teori lempeng tektonik berasal dari hipotesis Pergerakan Benua (continental drift) yang dikemukakan oleh Alfred Wegener pada tahun 1912, kemudian dikembangkan dalam buku *The Origin of Continents and Oceans* yang terbit pada tahun 2014. Di dalamnya menjelaskan bahwa benua-benua yang ada sekarang merupakan dulu berupa benua satu kesatuan yang bergerak menjauh sehingga melepaskan benua-benua tersebut dari inti bumi seperti “bongkahan es” dari granit yang bermassa jenis rendah yang mengambang di atas lautan basal yang lebih padat. Namun teori ini bantahkan dan dibuktikan kembali oleh teori yang dikemukakan geolog Inggris Arthur Holmes pada tahun 1920, bahwa tautan bagian-bagian kerak ini kemungkinan ada di bawah laut (Asri, 2021).

Teori lempeng tektonik merupakan suatu teori yang menjelaskan sifat-sifat bumi yang dinamis, disebabkan oleh gaya yang berasal dari dalam bumi. Dalam teori lempeng tektonik juga menyatakan bahwa kerak bumi (litosfer) terbagi dalam 13 lempeng besar dan kecil (Suarbawa et al., 2021). Pergerakan lempeng tektonik adalah proses dinamis yang terus berlangsung dalam mempengaruhi bentuk permukaan bumi. Teori lempeng tektonik menjadi landasan dalam memahami fenomena geologi seperti pembentukan pegunungan, aktivitas vulkanik, dan gempa bumi. Hal ini karena lempeng-lempeng besar yang membentuk kerak bumi akan bergerak secara perlahan, saling bertumbukan, menjauh, atau bergesekan satu sama lain (Becker & Faccenna, 2023). Pergerakan ini disebabkan oleh aliran panas dari dalam bumi yang menyebabkan pergerakan konveksi pada mantel bumi.

Tidak hanya itu, pergerakan lempeng tektonik juga dipengaruhi oleh gaya tarik slab (*slab pull*) dan dorongan ridge (*ridge push*) yang berperan penting dalam dinamika tektonik global. Lempeng tektonik digerakkan oleh arus konveksi di dalam mantel bumi, serta oleh proses ridge push dan slab pull. Arus konveksi yang disebabkan oleh panas dari inti bumi menyebabkan material mantel bergerak, mendorong lempeng di atasnya. *Ridge push* terjadi ketika lempeng samudera baru yang terbentuk di punggung tengah samudra mendorong lempeng yang lebih tua. *Slab pull* terjadi ketika lempeng yang lebih tua dan lebih berat tenggelam ke dalam mantel di zona subduksi, menarik bagian lempeng lainnya (Hanifah, 2021).

Terdapat tiga jenis pergerakan utama lempeng tektonik yakni divergen, konvergen, dan transform. Pergerakan divergen terjadi ketika dua lempeng saling menjauh, menyebabkan terbentuknya celah dan aktivitas vulkanik. Pergerakan konvergen terjadi ketika dua lempeng bertumbukan, yang dapat menyebabkan pembentukan pegunungan atau subduksi, di mana satu lempeng menunjam ke bawah lempeng lainnya. Pergerakan transform terjadi ketika dua lempeng bergeser secara lateral satu sama lain (Lestari, 2020).

Negara Indonesia terletak di pertemuan tiga lempeng utama yakni Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik (Nanda, 2023). Hal ini menjadikan salah satu wilayah yang paling rentan terhadap aktivitas tektonik. Pergerakan lempeng di wilayah Indonesia ini juga menyebabkan sering terjadi gempa bumi dan aktivitas vulkanik. Salah satu contohnya adalah gempa bumi dan tsunami yang terjadi di Palu pada tahun 2018. Peristiwa ini disebabkan oleh pergerakan lempeng di Patahan Palu-Koro. Peristiwa gempa ini tidak hanya menyebabkan kerusakan besar tetapi juga menyoroti pentingnya kesiapsiagaan dan mitigasi bencana di kawasan rawan akan gempa (Leopatty et al., 2021).

Penelitian dari Institut Teknologi Bandung (ITB) dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) telah menunjukkan bahwa pergerakan lempeng tektonik di Indonesia bisa dipantau dengan lebih akurat menggunakan teknologi GPS dan pemodelan numerik. Data GPS dapat membantu dalam memetakan pergerakan lempeng secara real-time. Hal ini penting untuk memperkirakan potensi gempa bumi dan memahami mekanisme deformasi lempeng. Selain itu, pemodelan numerik yang dilakukan oleh para peneliti di Indonesia juga memberikan wawasan baru mengenai pergerakan lempeng mempengaruhi pola seismik di kawasan tersebut (Fazriyanti, 2020).

Dampak dari pergerakan lempeng tektonik sangat signifikan terhadap kehidupan manusia. Khususnya di daerah-daerah yang berada di batas lempeng aktif. Misalnya daerah yang berada di kawasan Cincin Api Pasifik, ini termasuk wilayah Indonesia yang dikenal dengan aktivitas seismik dan vulkaniknya yang tinggi (Tumpu et al., 2023). Sehingga menuntut adanya kesiapsiagaan bencana yang lebih baik dan strategi mitigasi yang efektif. Pada kawasan ini, gempa bumi besar dan letusan gunung berapi sering terjadi sehingga membawa dampak yang menghancurkan terhadap infrastruktur, lingkungan, dan kehidupan masyarakat. Aktivitas vulkanik yang dihasilkan dari pergerakan divergen dapat menghasilkan material baru dan mempengaruhi iklim global. Pembentukan pegunungan akibat pergerakan konvergen dapat mengubah pola aliran air dan membentuk habitat baru. Selain itu, pergerakan lempeng tektonik juga dapat menyebabkan gempa bumi yang dapat merusak infrastruktur dan mengancam kehidupan manusia. Pergerakan lempeng tektonik di wilayah Indonesia juga memiliki dampak jangka panjang terhadap perubahan iklim dan evolusi biogeografi.

Dinamika pergerakan lempeng tektonik dapat mempengaruhi pola iklim global melalui perubahan topografi dan distribusi daratan serta lautan. Perubahan ini mempengaruhi sirkulasi atmosfer dan lautan yang berperan dalam siklus iklim jangka panjang (Suryana et al., 2024). Misalnya, pembentukan pegunungan tinggi seperti Himalaya dapat mempengaruhi pola hujan dan angin di sekitarnya. Selain itu, pergerakan lempeng juga mempengaruhi evolusi biogeografi dengan memisahkan dan menyatukan habitat-habitat yang berbeda, sehingga berkontribusi pada spesiasi dan penyebaran organisme (Suryana et al., 2024). Contohnya adalah pembentukan Isthmus of Panama yang menghubungkan Amerika Utara dan Selatan, memungkinkan migrasi spesies antara kedua benua dan mempengaruhi biodiversitas secara signifikan.

Pergerakan lempeng tektonik bumi juga berpengaruh terhadap sosial dan ekonomi masyarakat sekitar yang terdampak. Untuk daerah dengan tingkat aktivitas lempeng tektonik yang tinggi memiliki resiko terdampak bencana alam yang dapat menelan korban jiwa dan kerusakan harta benda seperti rumah, ruko, dan sebagainya. hal ini membuat masyarakat dihadapkan kenyataan tentang perubahan ekonomi dan juga trauma psikologis yang membekas (Caudill & Yarwood, 2018). Dari segi ekonomi, tidak hanya masyarakat yang mengalami kerugian tapi juga pemerintah setempat kendala seperti hancurnya fasilitas umum dan

terhentinya perputaran pasar di daerah tersebut dan dapat meningkatkan angka kemiskinan. Bencana alam juga penurunan angka pariwisata karena wisatawan akan memikirkan resiko bencana dapat terjadi lagi di daerah tersebut. Maka, European Commission for Latin America and Caribbean (ECLAC) membuat nilai dengan tiga tingkatan dampak bencana alam terhadap ekonomi, yang pertama Direct Damages (kerusakan langsung), yang mencakup kerusakan aset, harta benda, modal sehingga membutuhkan dana bantuan langsung untuk korban. Kedua adalah Indirect Damages (kerusakan tidak langsung), yang berhubungan dengan kerusakan infrastuktur sehingga terhambatnya distribusi barang. Hal ini mengakibatkan bertambahnya biaya untuk pengiriman barang dan biaya kerugian barang yang tidak sampai. Dan yang ketiga adalah Secondary Effect (dampak sekunder), ini tidak hanya berdampak untuk ekonomi saat bencana terjadi tapi juga pertumbuhan ekonomi selanjutnya karena pendapatan masyarakat belum tentu ada untuk membangun ekonomi seperti semula dan akan terjadi penurunan angka pembayar pajak (Sangha et al., 2020). Dari segi sosial, dinamika lempeng bumi yang mengakibatkan bencana alam dapat menimbulkan luka psikologi yang mendalam. Trauma saat mengalami keadaan terpaksa seperti mengungsi atau evakuasi atau menjadi korban langsung bisa berakibat jangka panjang pada mentalitas mereka yang mengalaminya atau bisa disebut post-traumatic stress disorder (PTSD). Dalam benak masyarakat akan muncul perasaan takut, cemas, sulit tidur, sulit melakukan kegiatan sehari-hari, tidak nafsu makan dan lain-lain. Kondisi ini dapat mengganggu keseharian sosial masyarakat. Seperti perubahan kondisi demografi, menurunnya kondisi kesehatan, serta menurunnya kondisi pendidikan pada daerah tersebut (Andi & Hurriati, 2020).

KESIMPULAN

Teori lempeng tektonik berasal dari hipotesis Pergerakan Benua (continental drift) yang dikemukakan oleh Alfred Wegener pada Tahun 1912. Teori ini menjelaskan bahwa benua-benua yang ada sekarang merupakan dulu berupa benua satu kesatuan yang bergerak menjauh sehingga melepaskan benua-benua tersebut. lempeng tektonik akan selalu bergerak dan berubah seiring berjalannya waktu. Pergerakan lempeng tektonik dapat berdampak pada terpecahnya bagian daratan dari daratan asal, pembentukan lautan baru, serta proses daur ulang lantai samudra ke dalam interior bumi. selain itu pergerakan lempeng tektonik juga dapat menyebabkan gempa bumi, perubahan pola aliran air, perubahan habitat makhluk hidup sampai perubahan iklim.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT, atas segala karunia dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan penulis untuk semua pihak yang telah ikut terlibat dan membantu dalam pengerjaan artikel ini, khususnya untuk Dyah Permata Sari, S.Pd., M.Pd., selaku dosen pengampu Mata Kuliah Pengetahuan Bumi dan Antariksa yang telah membantu sebagai konsultan dan memberikan bimbingan hingga terbentuknya artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi, A., & Hurriati, L. (2020). Dampak Bencana Gempa Bumi Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Di Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Kompetitif*, 6(2), 150. <https://doi.org/10.47885/kompetitif.v6i2.296>.
- Arif, S., Dzakiya, N., & Patimah, N. (2023). Peningkatan Pemahaman Aktifitas Tektonik kepada Guru dan Siswa SMA Negeri 1 Temon, Yogyakarta. *Indonesian Journal of Community Empowerment and Service (ICOMES)*, 3(1), 17-21.
- Asri, M. (2021). Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Berbasis Augmented Reality (AR) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Becker, T. W., & Faccenna, C. (2023). Mantle Dynamics and Plate Tectonics: Insights from Numerical Models. *Geophysical Journal International*, 233(1), 22-48.
- Caudill, D. S., & Yarwood, R. (2018). Psychological effects of tectonic plate movement. *Journal of Geoscience Education*, 66(4), 301–308.

- Dwijayanti, D. (2022). Pentingnya Pembelajaran Mitigasi Bencana untuk Anak Usia Dini di Indonesia: Sebuah Tinjauan Literatur. In Annual Conference on Islamic Early Childhood Education (ACIECE) (Vol. 6, pp. 15-22).
- Faridzi, Salman Al, Faza Shafa Azizah, Faizal Mustafa, Azzahra Nindya Putri, Gilang Ramadhika, Fauzan Rizky Aditya, Ridha Sherli Fadilah, Yusuf Habibi, Mirza Sutrisno, Jumail Jumail, Rita Dewi Risanty, and Nurvelly Rosanti. (2024). "PENGOLAHAN DATA: PEMAHAMAN GEMPA BUMI DI INDONESIA MELALUI PENDEKATAN DATA MINING." *Jurnal Pengabdian Kolaborasi Dan Inovasi IPTEKS* 2(1):262–70. doi: 10.59407/jpki2.v2i1.506.
- Fazriyanti, L. (2020). Analisis anomali sinyal geomagnetic menggunakan metode detrended fluctuation analysis pada gempa bumi magnitudo 6, 1 di Lebak, Banten (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Hanifah, N. (2021). Analisis relokasi hiposenter gempa bumi di zona Flores back arc thrust fault menggunakan metode double difference (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Leopatty, H., Efendi, R., Rande, M. N., Asyhar, I. F., & Cholidani, M. (2021). Identifikasi Tingkat Getaran Gempa di Kabupaten Sigi Berdasarkan Skenario Shakemap Mw 6, 9 Sesar Palu Koro. *Gravitasi*, 20(2), 42-46.
- Lestari, F. S. (2020). Modul pembelajaran SMA geografi kelas X: bumi sebagai ruang kehidupan.
- Muhamdi, N., Fithriyah, I., Konginan, A., & Perkasa, G. D. (2022). Pembentukan Desa Siaga Bencana Sebagai Wujud Upaya Mitigasi Bencana Di Surabaya. *Budimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 231-236.
- Nanda, H. S. (2023). Perancangan Struktur Atas Gedung Hotel Dengan Setback Berdasarkan Sni1726-2019 Dan Sni-2847-2019.
- Naryanto, Heru Sri. (2018). "POTENSI GEMPA DAN TSUNAMI DI KABUPATEN BANGGAI LAUT, PROVINSI SULAWESI TENGAH." *Jurnal Sains Dan Teknologi Mitigasi Bencana* 12(2):46. doi: 10.29122/jstmb.v12i2.1907.
- Rezky, F. B. B. (2021). Metode Dan Prosedur Basarnas Bandung Terhadap Penanggulangan Korban Kecelakaan Kapal Di Perairan Pantai Pangandaran. *KARYA TULIS*.
- Sangha, K. K., Russell-Smith, J., Evans, J., & Edwards, A. (2020). Methodological approaches and challenges to assess the environmental losses from natural disasters. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 49, 101619. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101619>.
- Suarbawa, K. N., Sukarasa, I. K., & Riyono, E. (2021). Identifikasi Deformasi Pulau Bali Berdasarkan Rekaman Data GPS, Menggunakan Software GAMIT/GLOBK 10.6. *Buletin Fisika Vol*, 22(1), 47-52.
- Suryana, I. G. P. E., Dwipayana, M., Antara, I. G. M. Y., Ayundari, I. G. A. E. M., Tarigan, R. D. B., Wulandari, N. K. C., & Wisnawa, I. G. Y. (2024). Bencana Alam di Bali dalam Perspektif Ilmu Geografi. *Nilacakra*.
- Syafitri, Y., Bahtiat, B., & Didik, L. A. (2019). Analisis pergeseran lempeng bumi yang meningkatkan potensi terjadinya gempa bumi di pulau Lombok. *Konstan-Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 4(2), 139-146.
- Tumpu, M., Jamal, M., SYAHRIR, M., Pasanda, O. S., Lopian, F. E. P., Rustam, M. S. P. A., & Muliawan, I. W. (2023). Infrastruktur berbasis mitigasi bencana. *TOHAR MEDIA*.