

## ANALISIS KARAKTERISTIK LAPISAN TANAH DI DAERAH PATAHAN MENANGA BERDASARKAN DATA MIKROTREMOR DI KABUPATEN PESAWARAN

**Hesti<sup>1\*</sup>, Rahmi Mulyasari<sup>1</sup>, Akroma Hidayatika<sup>1</sup>, Nandi Haerudin<sup>2</sup>, Jesica Nurlaili<sup>2</sup>**

1) Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

2) Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

\*email : hesti.9201@eng.unila.ac.id

### ABSTRAK

Kabupaten Pesawaran merupakan wilayah yang rawan terhadap gempabumi karena dekat dengan Patahan Semangko dan keberadaan Patahan lokal yaitu Patahan Menanga yang melewati Gunung Pesawaran di Kabupaten Pesawaran. Keberadaan Patahan di suatu wilayah harus diwaspadai karena pergerakannya dapat menyebabkan gempabumi, ditambah dengan kondisi lapisan tanah yang tebal dan lunak dapat menyebabkan efek guncangan dipermukaan bumi yang lebih kuat sehingga sangat penting dilakukan penelitian mengenai karakteristik tanah pada wilayah ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik lapisan tanah di daerah sekitar Patahan Menanga. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode geofisika mikrotremor dan analisis geologi permukaan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki nilai frekuensi dominan tanah yang bervariasi yaitu 1 – 11,8 Hz yang menunjukkan kondisi geologi permukaan yang bervariasi yaitu terdiri dari batuan tersier yang cenderung tipis dan batuan alluvial yang cenderung tebal. Daerah penelitian memiliki nilai amplifikasi tanah yang bervariasi yaitu antara 1 – 3,6 kali yang menunjukkan daerah penelitian memiliki resiko rendah hingga sedang terhadap guncangan gempabumi.

**Kata Kunci:** Patahan Semangko; Patahan Menanga; Gempabumi; Mikrotremor

### ABSTRACT

**[Title: Analysis of Soil Layer Characteristics in the Menanga Fault Area Based on Microtremor Data in Pesawaran Regency]** Pesawaran Regency is a vulnerable region to the earthquakes because its close to the Semangko Fault and a local fault, the Menanga Fault, which passes through Mount Pesawaran in Pesawaran Regency. The existence of faults in a region must be closely monitored because their movements can cause earthquakes. Additionally, thick and soft soil layers can amplify surface shaking, making it crucial to study the soil characteristics in this area. The purpose of this study is to analyze the characteristics of the soil layers around the Menanga Fault area. The methods used in this research include the microtremor geophysical method and surface geological analysis. The results of this study indicate that the study area has varying dominant soil frequency values ranging from 1 to 11.8 Hz, which reflect the varying surface geological conditions, consisting of thin tertiary rocks and thick alluvial deposits. The study area has varying soil amplification values ranging from 1 to 3.6 times, indicating that the region has low to moderate risk levels for earthquake shaking.

**Keywords:** Semangko Fault; Menanga Fault; Earthquake; Microtremor

### PENDAHULUAN

Provinsi Lampung memiliki kondisi geografis kompleks, dilewati jalur Bukit Barisan dan terletak diantara dua lempeng yaitu Indo-Australia dan Eurasia. Provinsi Lampung juga merupakan wilayah yang dekat dengan Samudera Hindia dan terletak pada zona Patahan Semangko (Sumatra Transform Fault Zone) yang terbentang dari Aceh sampai Teluk Semangka Lampung dengan kisaran panjang mencapai 1900 km. Lempeng tektonik Indo-Australia bergerak dari selatan dengan kecepatan antara 6 sampai 14 cm/tahun, pergerakan

ini sering menimbulkan gempabumi di darat maupun di laut yang dapat menimbulkan terjadinya tsunami (BMKG, 2021).

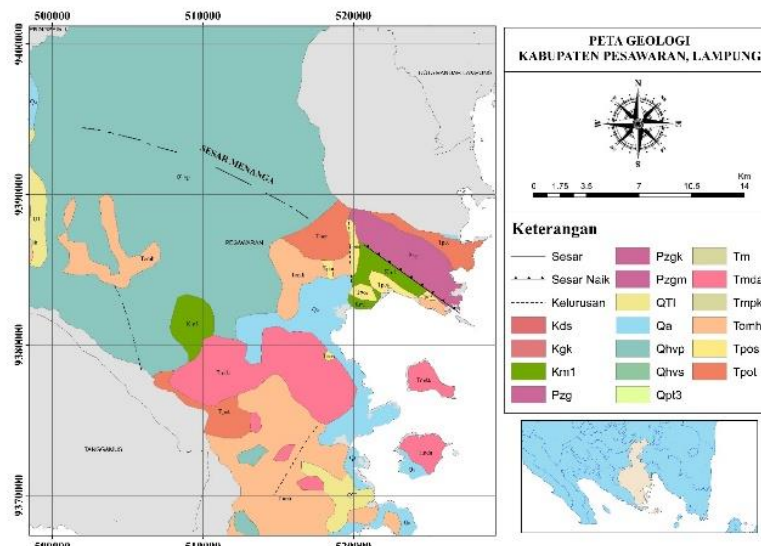
Patahan Semangko Segmen Lampung memanjang dari Teluk Semangko sampai Danau Ranau. Sejarah gempabumi di sepanjang Patahan Semangko Segmen Lampung telah terjadi dan tercatat diantaranya tahun 1903 di Liwa dengan kekuatan 7.5 SR yang menyebabkan kerusakan bangunan, guncangan kuat, episenter diperkirakan terletak di darat. Tahun 1933 gempa terjadi di Liwa dengan kerusakan yang hebat terjadi di daerah Suoh

dengan kekuatan 7.5 SR yang menyebabkan terasa hingga daerah Sumatera bagian selatan. Tahun 1994 gempa juga terjadi di Liwa dengan kekuatan 7.0 SR dengan pusat gempa bersumber di darat akibat pergerakan patahan aktif . 207 orang meninggal, lebih dari 2.000 orang luka-luka, lebih dari 6.000 rumah, toko dan bangunan permanen rusak (Sarkowi dkk., 2022).

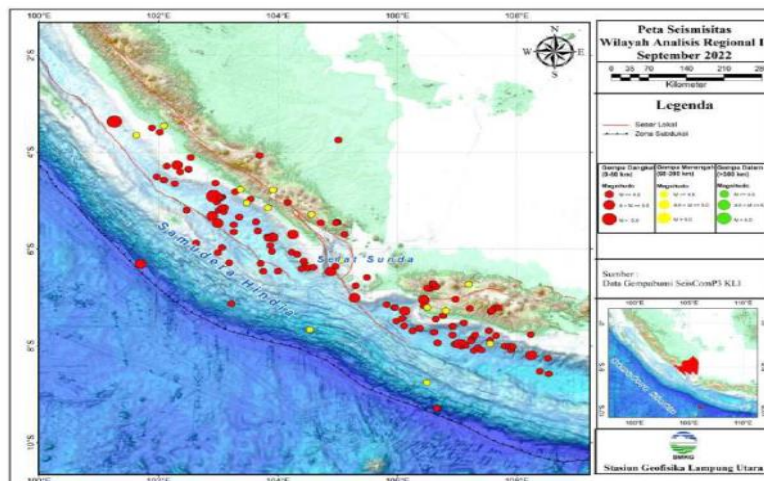
Kabupaten Pesawaran selain dekat dengan Patahan Semangko, di daerah penelitian juga terdapat Patahan lokal yaitu Patahan Menanga yang melewati Gunung Pesawaran di Kabupaten Pesawaran. Keberadaan Sesar (Patahan) dan kondisi geologi daerah Pesawaran dapat dilihat pada Gambar 1. Aktivitas kegempaan wilayah Kabupaten Pesawaran dan daerah sekitarnya dapat dilihat pada Gambar 2.

Di Kabupaten Pesawaran dan sekitarnya sering terjadi gempabumi tiap tahunnya sebagaimana

kerusakan bangunan yang hebat dan guncangan tercatat di data BMKG. Sebagai contoh pada bulan September 2022 telah terjadi beberapa kali peristiwa gempabumi di Pesawaran. Pada 6 September 2022 tercatat Gempa dengan Magnitudo 3.2 dengan titik pusat gempa terletak didarat dengan kedalaman 2 km yang dirasakan hingga Pringsewu yang disebabkan aktivitas Patahan Lokal. Kemudian gempabumi terjadi lagi pada 26 September 2022 tercatat Gempa dengan Magnitudo 2.7 dengan titik pusat gempa terletak didarat dengan kedalaman 6 km, Kemudian gempabumi terjadi lagi pada 30 September 2022 tercatat Gempa dengan Magnitudo 3.3 dengan titik pusat gempa terletak didarat dengan kedalaman 4 km, yang merupakan gempabumi dangkal akibat aktivitas Patahan Semangko (BMKG, 2022



Gambar 1. Peta Geologi daerah penelitian (Mangga dkk., 1993)



Gambar 2. Peta Seismisitas Wilayah Lampung periode 2022 (BMKG, 2022)

Penelitian yang dilakukan oleh (Nurfitriana, I., dkk, 2021) menyatakan bahwa telah terjadi beberapa kali gempa di kabupaten Pesawaran pada tahun 2021 yang diduga disebabkan oleh Patahan lokal (Patahan Menanga).

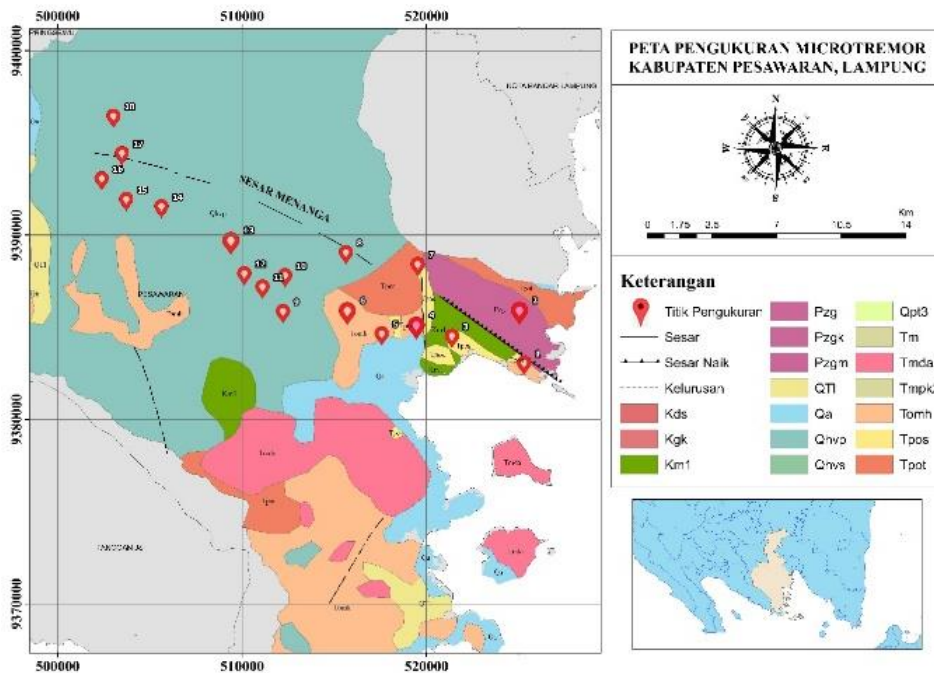
Keberadaan Patahan di suatu wilayah harus diwaspadai karena pergerakannya dapat menyebabkan gempabumi. Gempabumi yang terjadi akibat dari pergerakan Patahan dapat kecil menengah hingga besar dan tidak dapat diprediksi kapan pergerakan itu terjadi. Oleh karena itu diperlukan upaya mitigasi dengan mempelajari karakteristik tanah di wilayah tersebut terutama pada lokasi-lokasi yang sudah menjadi pemukiman penduduk. Pergerakan patahan dibawah permukaan bumi dapat memberikan efek yang berbeda-beda pada bagian permukaan bumi, ada yang dapat memberikan guncangan ringan, sedang dan juga kuat tergantung dari kondisi batuan lapisan sedimen dipermukaan bumi.

2006), sedangkan amplifikasi berhubungan dengan penguatan gelombang gempabumi dipermukaan bumi.

Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik lapisan tanah sebagai bagian dari mitigasi bencana gempabumi.

**METODE**

Penelitian ini dilaksanakan di sekitar Patahan Menanga Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. Data yang digunakan merupakan data yang diambil dilapangan dengan menggunakan alat Amadu Seismometer. Pengambilan data lapangan pada penelitian ini dilakukan pada 18 titik pengukuran yang tersebar di daerah sekitar Patahan Menanga dengan durasi pengambilan data 30 menit (Gambar 3). Data yang diperoleh dari alat Amadu Seismometer merupakan data mikrotremor berupa sinyal mikroseismik. Data tersebut kemudian diolah menggunakan metode HVSR untuk memperoleh nilai periode dominan tanah ( $f_0$ ) dan nilai amplifikasi



**Gambar 3.** Peta sebaran titik pengukuran daerah penelitian

Metode geofisika adalah metode yang dapat digunakan untuk melakukan investigasi bawah permukaan. Dalam penelitian ini, kami menggunakan metode mikrotremor. Pada metode mikrotremor parameter yang diperoleh adalah parameter karakteristik tanah (sedimen) yaitu frekuensi natural tanah dan amplifikasi tanahnya. Frekuensi natural tanah memiliki hubungan yang erat dengan ketebalan sedimen (Petermans dkk.,

tanah ( $A_0$ ).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Analisis data mikrotremor dengan metode HVSR mengacu pada SESAME (2004) untuk mendapatkan data yang realibel. Hasil pengolahan data pada penelitian ini menghasilkan 2 jenis kurva yaitu clear peak dan multiple peak. Kurva clear peak adalah kurva yang ideal dalam pengolahan data mikrotremor karena realibiti data kurva clear peak

ini memiliki verifikasi yang terpenuhi berdasarkan SESAME European Project. Maka natural frekuensi yang didapat dari analisis puncak kurva ini dapat dipercaya sebagai natural frekuensi site tersebut.

Bedasarkan pengolahan data dengan metode HVSR diperoleh peta sebaran nilai frekuensi dominan seperti pada Gambar 4 yang diinterpretasikan bahwa di daerah penelitian memiliki nilai frekuensi dominan berkisar antara 1 – 11,8 Hz. Nilai frekuensi dominan suatu daerah menunjukkan tingkat ketebalan sedimen dan jenis batuan nya seperti dijelaskan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Klasifikasi tanah berdasarkan nilai

Klasifikasi Tanah Tipe Jenis	Frekuensi natural	Klasifikasi Kanai	Deskripsi
<b>Tipe IV</b>	Jenis I 6,67 – 20	Batuan tersier atau lebih tua. Terdiri dari batuan Hard sandy, gravel, dan lainnya	Ketebalan sedimen permukaan sangat tipis, didominasi oleh batuan keras
<b>Tipe III</b>	Jenis II 4,0 - 10	Batuan tersier atau lebih tua. Terdiri dari batuan Hard sandy, gravel, dan lainnya	Ketebalan sedimen permukaan masuk dalam kategori menengah 5-10m
<b>Tipe II</b>	Jenis III 2,5 – 4	Batuan alluvial dengan ketebalan lebih dari 5 m. Terdiri dari sandy gravel, hard clay, loam, dan lainnya	Ketebalan sedimen permukaan masuk dalam kategori tebal sekitar 10-30 m
<b>Tipe I</b>	Jenis IV Kurang dari 2,5	Batuan alluvial yang terbentuk dari sedimentasi delta, top soil, lumpur, dan lainnya. Kedalaman $\geq$ 30 m	Ketebalan sedimen permukaan sangat lah tebal

frekuensi natural mikroseismik oleh Kanai (BMKG, 1998)

Nilai frekuensi dominan berkaitan erat dengan kondisi lapisan tanah (sedimen) di suatu daerah. Berdasarkan pengelompokan oleh Kanai pada Tabel 1, nilai frekuensi dominan pada daerah penelitian bervariasi dari rendah ke tinggi yang menunjukkan

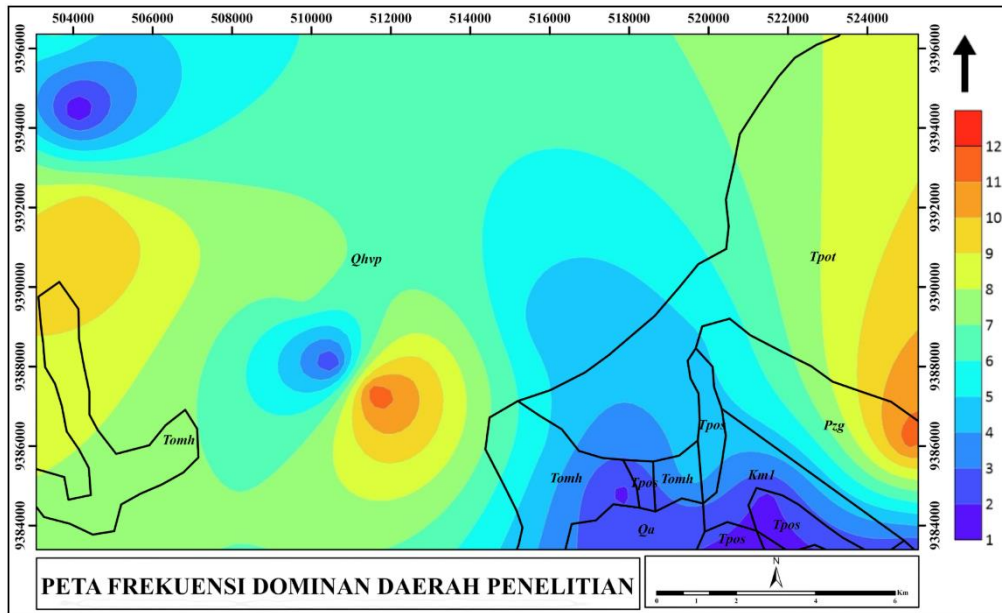
daerah penelitian memiliki kondisi geologi permukaan yang bervariasi dari lapisan tanah tipis ke tebal.

Sebagian wilayah barat dan timur daerah penelitian memiliki nilai frekuensi dominan 4-10 Hz dimana dari table 1 termasuk klasifikasi tanah jenis 2 yang merupakan batuan tersier terdiri dari batuan keras pasir, gravel, dan lainnya dengan ketebalan lapisan sedimen berkisar antara 5 – 10 m. Sedangkan daerah penelitian yang memiliki nilai frekuensi dominan tinggi  $>10$  Hz hanya sebagian kecil wilayah barat dan selatan daerah penelitian dimana termasuk merupakan klasifikasi tanah jenis 1 yang merupakan batuan tersier dengan ketebalan lapisan sedimen yang tipis dan cenderung keras (kompak). Daerah penelitian dengan frekuensi dominan  $< 4$  Hz ada pada bagian utara, barat dan selatan daerah penelitian yang merupakan lapisan sedimen berupa batuan alluvial cenderung lunak dengan ketebalan 10-30 m.

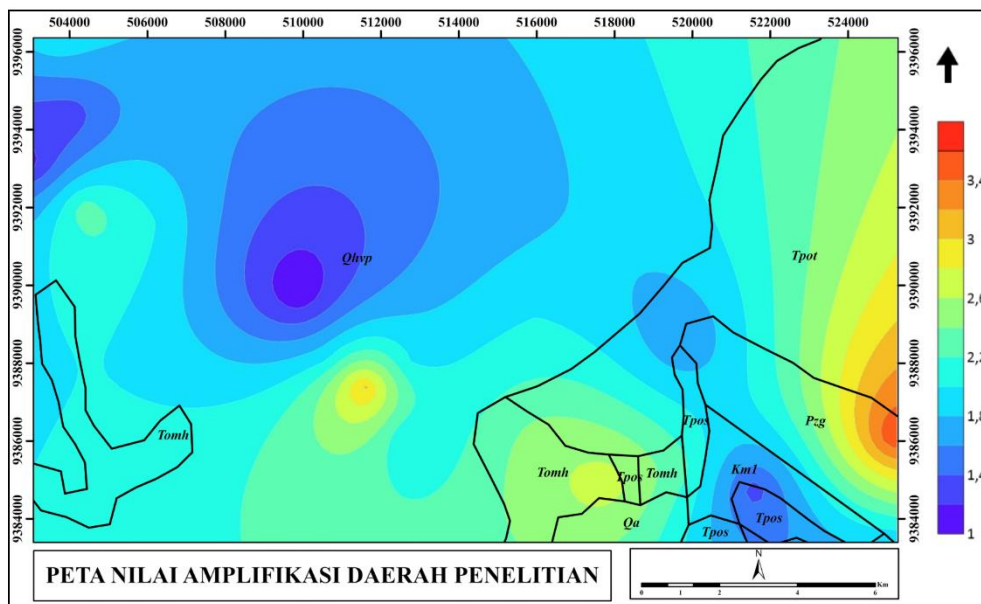
Ketebalan lapisan tanah (sedimen) dan karakteristiknya menunjukkan kerentanan tanah terhadap guncangan gempabumi. Semakin tebal dan lunak lapisan tanah suatu daerah maka semakin rentan daerah tersebut terhadap guncangan gempabumi.

Bedasarkan peta sebaran nilai amplifikasi pada Gambar 5 dapat diinterpretasikan bahwa daerah penelitian memiliki nilai amplifikasi berkisar antara 1 – 3,6 kali. Zona amplifikasi tanah menurut Marjiyono (2010) dapat dibagi menjadi 4 keterangan resiko yaitu kategori resiko rendah dengan nilai amplifikasi ( $0 < A_0 < 3$  kali), kategori resiko sedang dengan nilai amplifikasi ( $3 < A_0 < 6$  kali), kategori resiko tinggi dengan nilai amplifikasi ( $6 < A_0 < 9$  kali), dan kategori resiko sangat tinggi dengan nilai amplifikasi ( $A_0 > 9$  kali).

Bedasarkan hasil nilai perhitungan amplifikasi di daerah penelitian berkisar antara 1 – 3,6 kali ( $0 < A_0 < 3$  kali) dengan Sebagian besar daerah penelitian memiliki nilai amplifikasi  $< 3$  kali dan nilai amplifikasi  $> 3$  pada sebagian wilayah barat daerah penelitian. Nilai amplifikasi tersebut menunjukkan kekuatan tanah didaerah penelitian yang bervariasi dari rendah ke sedang dalam menghadapi guncangan gempabumi. Semakin tinggi nilai amplifikasi semakin rentan tanah tersebut berguncang terhadap gempabumi.



Gambar 4. Peta persebaran nilai frekuensi dominan daerah penelitian



Gambar 5. Peta persebaran nilai amplifikasi tanah daerah penelitian

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Daerah penelitian memiliki nilai frekuensi dominan tanah yang bervariasi yaitu 1 – 11,8 Hz. Berdasarkan nilai frekuensi dominannya, daerah penelitian memiliki ketebalan yang bervariasi yang terdiri dari

2. batuan tersier yang cenderung tipis dan ada batuan alluvial yang cenderung tebal
3. Daerah penelitian memiliki nilai amplifikasi tanah yang bervariasi yaitu antara 1 – 3,6 kali. Nilai amplifikasi ini menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki kerentanan yang bervariasi terhadap guncangan gempa bumi dari rendah ke sedang.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Teknik Universitas Lampung sebagai pemberi dana hibah penelitian dan berbagai pihak civitas akademika Universitas Lampung yang telah mendukung terselesaikannya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). (1998). Sumber Daya Geologi. *Buletin Meteorologi dan Geofisika No.4*.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). (2021). Gempabumi Wilayah Lampung. *Buletin Geofisika. Hlm.2*.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). (2022). Gempabumi Wilayah Lampung. *Buletin Geofisika. Hlm.16-24*.
- Mangga, SA., Amirudin, T., Suwarti, S., Gafoer dan Sidarto. (1993). Peta Geologi Lembar Tanjungkarang, Sumatra. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Marjiyono (2010). Estimasi Karakteristik Dinamika Tanah Dari Data Mikrotremor Wilayah Bandung. Bandung: Tesis ITB.
- Nurfitriana, I., Wibowo, A., & Rudianto. (2021). Relokasi gempa bumi swarm di pesawaran-lampung, januari 2021. *Jurnal Geocelebes Vol. 5 No. 1, 91 – 101*.
- Petermans, T., Delveeschouwer, X, Pouriell F, Rosset P. (2006). Mapping the Local Seismic Hazard in the Urban Area of Brussels, Belgium. *Proceedings of the 10th IAEG congress, Nottingham*.
- Sarkowi, M., Wibowo, R.C., & Yogi, I.B.S. (2022). Potensi Gempabumi Di Sepanjang Patahan Semangko Segmen Lampung. *Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri Vol. 03, No.02, Hlm.027-033*.
- SESAME. (2004). Guidelines for The Implementation of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations Measurements, Processing and Interpretation. European Commission – Research General Directorate Project .