

Analisis Potensi Kerentanan Tanah Daerah Padang Cermin Menggunakan Metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio*

Soil Vulnerability Potential Analysis Padang Cermin Area using Horizontal to Spectral Ratio Method

Alda Meilinda, Alike Tabriz Adhany, Hayu Nurfaidah, Ida Bagus Suananda Yogi, Rahmat Catur Wibowo

Prodi Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1 Lampung, Indonesia

e-mail: rahmat.caturwibowo@eng.unila.ac.id

Naskah diterima 14 Maret 2023, selesai direvisi 1 Agustus 2023, dan disetujui 30 Agustus 2023

ABSTRAK

Padang Cermin merupakan sebuah Kecamatan di Jalan Way Ratai yang terletak di Kabupaten Pesawaran, Lampung Selatan. Topografi daerah ini bervariasi dari berbukit-bukit hingga bergunung-gunung yang memiliki potensi besar untuk terjadinya gerakan tanah atau longsor. Penelitian ini dilakukan sebagai salah satu upaya mitigasi bencana longsor yang sering terjadi pada musim hujan yang disebabkan oleh adanya pemangkasan lereng untuk dibangun pemukiman. Tujuan penelitian ini untuk menentukan tingkat kerentanan tanah wilayah Padang Cermin dan karakteristik dinamik tanah sebagai salah satu upaya mitigasi bencana longsor. Mikrotremor merupakan getaran tanah selain gempa bumi, bisa berupa getaran akibat aktivitas manusia maupun aktivitas alam sehingga untuk mengurangi resiko bencana longsor, perlu dilakukan pengukuran mikrotremor. Penelitian di lapangan menggunakan alat Amadu Seismometer LogicTM sebanyak 15 titik pengukuran, dan pengolahan data hasil akuisisi lapangan diolah menggunakan *Software* Seisgram2K, dan Geopsy. Aktivitas yang terekam dalam alat akan di konversikan kedalam sinyal-sinyal melalui *software* Seisgram2K, dan data lapangan yang telah dilakukan *quality control* akan diolah melalui *software* Geopsy. Hasil pengolahan dari penelitian ini memperoleh nilai frekuensi dominan dengan nilai 3 Hz - 23 Hz, distribusi nilai periode dominan dengan nilai 0,04 - 0,32 detik. Distribusi nilai faktor amplifikasi berkisar antara 1,30 - 4 detik. Distribusi nilai indeks kerentanan seismik berkisar antara 0,10 - 1 detik. Dengan hasil pengolahan yang diperoleh, maka dapat diidentifikasi kemungkinan daerah penelitian memiliki risiko kerawanan gempa yang minim dikarenakan nilai indeks kerentanan tanah semakin mengecil ketika memasuki daerah perbukitan yang memiliki kondisi struktur batuan yang lebih keras, sehingga tidak mengalami kerusakan yang cukup parah akibat gempa bumi.

Kata kunci: amplifikasi, frekuensi dominan, HVSR, mitigasi, sedimen

ABSTRACT

Padang Cermin is a sub-district on Jalan Way Ratai which is located in Pesawaran Regency, South Lampung. The topography of this area varies from hilly to mountainous which has great potential for land movement or landslides. This research was carried out as an effort to mitigate landslide disasters which often occur during the rainy season caused by cutting slopes to build residential areas. The aim of this research is to determine the level of soil vulnerability in the Padang Cermin area and the dynamic characteristics of the soil as one of the landslide disaster mitigation efforts. Microtremors are ground vibrations other than earthquakes, they can be vibrations caused by human activities or natural activities, so to reduce the risk of landslides, microtremor measurements need to be carried out. Research in the field used the Amadu Seismometer LogicTM with 15 measurement points, and data processing from field acquisitions was processed using Seisgram2K and Geopsy software. Activities recorded in the tool will be converted into signals via Seisgram2K software, and field data that has undergone quality control will be processed via Geopsy software. The processing results of this research obtained a dominant frequency value with a value of 3 Hz - 23 Hz, a distribution of dominant period values with a value of 0.04 - 0.32 seconds. The distribution of amplifi-

cation factor values ranges from 1.30 - 4 seconds. The distribution of seismic vulnerability index values ranges from 0.10 - 1 second. With the processing results obtained, it can be identified that the research area has a minimal risk of earthquake vulnerability because the soil vulnerability index value becomes smaller when entering hilly areas which have harder rock structures, so that they do not experience serious damage due to earthquakes.

Keywords: *amplification, dominant frequency, HVSR, mitigation, sediment*

PENDAHULUAN

Wilayah Padang Cermin merupakan salah satu kecamatan yang terletak di Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung yang berpotensi terjadi longsor. Berdasarkan survei pendahuluan 2017, di Kecamatan Way Ratai yang dekat dengan kawasan hutan lindung dengan curah hujan berdasarkan data BMKG Masgar yaitu lebih dari 200 milimeter per-tahun. Topografi berupa perbukitan berlereng terjal dengan ketinggian lebih dari 500 meter di atas permukaan laut, mulai berkembang pemukiman penduduk yang berpola menyebar. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan tingkat kerentanan tanah wilayah Padang Cermin dan karakteristik dinamik tanah sebagai salah satu upaya mitigasi bencana longsor.

Untuk mengurangi resiko bencana longsor yang ada dilakukan pengukuran mikrotremor. Mikrotremor merupakan metode geofisika pasif yang digunakan untuk mengukur frekuensi natural dan faktor amplifikasinya yang disebabkan oleh getaran di dalam bumi (Arintalofa, 2020). Frekuensi natural merupakan frekuensi dasar suatu tempat untuk dapat menyalurkan getaran atau gelombang. Nilai frekuensi <1 Hz merupakan frekuensi natural yang ditangkap dalam alam dalam skala global, 1-5 Hz frekuensi natural yang didapat secara lokal dari alam dan manusia (kepadatan penduduk) dan jika >5 Hz akibat adanya aktivitas manusia (Riyantiyo, 2017).

Indeks kerentanan tanah dapat ditentukan dengan menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR). Metode HVSR digunakan untuk memperkirakan nilai frekuensi natural dan faktor amplifikasi dari lapisan sedimen. Metode HVSR ini memanfaatkan getaran harmonik alami tanah yang disebabkan oleh kegiatan alam, dimana membandingkan antara

rasio spektrum dari sinyal mikrotremor komponen horizontal terhadap komponen vertikalnya (Tanjung drr., 2019). Penelitian mikrozonasi gempa dengan menggunakan metode HVSR telah dilakukan oleh beberapa peneliti di berbagai daerah di Indonesia (Arifin, 2014; Riyadhi drr., 2017; Sitorus drr., 2017).

Efek kerentanan tanah terjadi akibat adanya gelombang yang merambat dari sumber gempa (*ground motions*) melalui lapisan yang porous (*permeable*) dan didukung dengan besarnya nilai amplifikasi dari suatu sumber gempa. Potensi kerentanan tanah dapat diinvestigasi dengan menganalisis gelombang vertikal (SV) dan horisontal (SH) dari suatu seismik mikro atau fenomena tremor dari gelombang alam yang dihasilkan bumi. Parameter penting yang dihasilkan dari metode HVSR adalah frekuensi natural dan amplifikasi yang berkaitan dengan parameter fisik bawah permukaan yang kemudian bisa digunakan untuk menghitung nilai indeks kerentanan tanah pada daerah penelitian (Riyadhi, 2017).

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, Gurler drr. (2000) menganalisis hubungan antara indeks kerentanan tanah berdasarkan mikrotremor dengan data kerusakan akibat gempa masa lalu di daerah Kota Mexico. Mereka melakukan pengukuran mikrotremor pada 200 lokasi di Mexico yang berulang kali dilanda kerusakan akibat gempa bumi. Jalur pengukuran mikrotremor memotong perbukitan, daerah transisi, dan rawa yang sudah di reklamasi. Hasil penelitian dapat mengindikasikan zona lemah, yang ditandai dengan indeks kerentanan seismik tinggi di zona bekas rawa. Indeks kerentanan tanah akan berubah semakin kecil setelah memasuki zona transisi dan perbukitan. Kawasan bekas rawa yang direklamasi ternyata merupakan zona dengan indeks kerentanan tanah

tinggi dan selalu mengalami kerusakan parah setiap terjadi gempa bumi. Kuat zona lemah merupakan zona indeks kerentanan tanah tinggi.

Saito drr. (2014) juga melakukan penelitian di Intramuros, Manila, dimana menganalisis hubungan antara tingkat kerusakan gempa bumi masa lampau dengan indeks kerentanan tanah berdasarkan mikrotremor dengan melakukan survei lapangan dengan analisis HVSR dan hubungan antara indeks kerentanan tanah berdasarkan mikrotremor dengan kerusakan rumah. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa mikrotremor memberikan hasil stabil dan konsisten untuk jangka waktu yang panjang. Indeks kerentanan tanah dapat mengestimasi kawasan yang mengalami kerusakan akibat gempa bumi pada masa lalu dan masa yang akan datang. Nakamura (2008), mengkaji penggunaan metode HVSR dan aplikasinya, bahwasanya dataran aluvial dan kawasan reklamasi memiliki indeks kerentanan tanah yang tinggi serta indeks kerentanan tanah akan mengecil di daerah transisi hingga kawasan perbukitan.

Berdasarkan penjelasan di atas, tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pemetaan nilai kerentanan tanah area Padang Cermin menggunakan data mikroseismik dengan metode HVSR. Penelitian ini bermanfaat dalam melakukan zonasi area untuk penyusunan rancangan daerah (*master plan*) di masa yang akan datang.

Berdasarkan peta geologi Lembar Tanjung Karang (Mangga drr, 1993), menjelaskan mengenai urutan stratigrafi daerah penelitian yaitu: yaitu batuan tertua berada pada zaman paleozoikum (*paleozoic*) dan jenisnya yaitu batuan malihan (*metamorphic rocks*) diantaranya adalah batuan sekis pelitan dan sedikit gneiss, juga mencakup kuarsit dengan sisipan sekis-kuarsa serisit dan batu pualam, sekis amfibol hijau, amfibol orthogenes dioritan, campuran granitoid dan sekis atau gnes dan diterobos oleh urat granit pegmatit dari Gunung Kasih (Pzg). Wilayah penelitian dilewati oleh Aluvium berumur Holosen (Qa), Endapan Gunung Api Muda berumur Plistosen dan Holosen dengan komposisi lava

andesit-basal, breksi dan tuf (Qhvp), Formasi Hulusingbang berumur Oligosen dengan komposisi lava andesit basal, tuf, dan gunung api yang terubah dengan lensa batugamping (Tomh), dan Formasi Tarahan berumur Paleosen-Oligosen Awal yang terdiri dari tuff dan breksi dikuasi oleh sisipan rijang (Tpot) (Gambar 1).

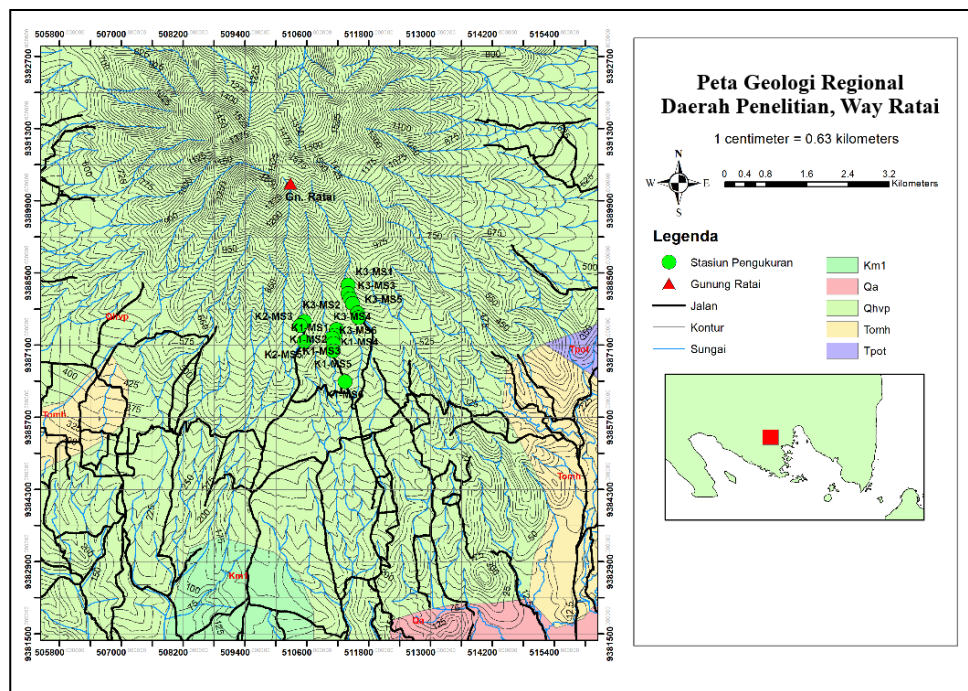
Morfologi Way Ratai dan sekitarnya dikelompokkan menjadi tujuh satuan morfologi, yaitu morfologi kubah lava, perbukitan bertekstur kasar, perbukitan bertekstur halus, perbukitan tua, pedataran bergelombang lemah, pedataran landai, dan perbukitan terisolir. Bentuk topografi wilayah Kabupaten Pesawaran berdasarkan kemiringan lerengnya dapat dibedakan menjadi 2 bagian yaitu 0 - 8 % dan > 40 %. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metoda interpolasi dapat diketahui sebagian besar wilayah merupakan wilayah berbukit terjal yang hampir tersebar di seluruh bagian wilayah. Sedangkan wilayah yang memiliki kondisi lahan yang cukup datar berada di wilayah bagian utara. Topografi > 40 % terbesar adalah sebesar 35.394,05 yang tersebar di Kecamatan Padang Cermin.

METODE PENELITIAN

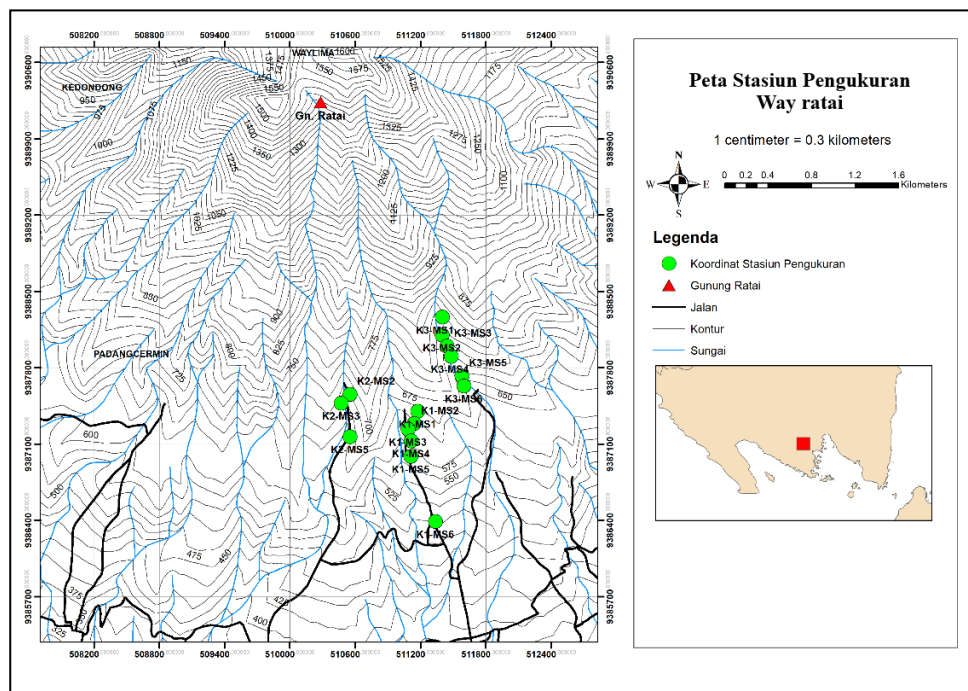
Penelitian ini menggunakan data mikroseismik berjumlah 15 titik yang terbagi menjadi tiga jalur (K1, K2 dan K3) seperti pada Gambar 2. Persebaran titik dan jalur pengukuran mempertimbangkan aksesibilitas area dan distribusi data yang mewakili area penelitian. Pengukuran mikroseismik menggunakan alat Amadu Seismometer LogicTM dengan durasi pengukuran 15-20 menit. Sedangkan pengolahan data mikroseismik menggunakan perangkat lunak Seisgram2K dan Geopsy. Dalam menampilkan peta dan nilai frekuensi natural, periode dominan, amplifikasi, dan indeks kerentanan tanah menggunakan perangkat lunak Surfer.

Metode HVSR ini pertama kali diperkenalkan oleh (Nogoshi dan Igarashi, 1971) yang menyatakan adanya hubungan antara perbandingan

Analisis Potensi Kerentanan Tanah Daerah Padang Cermin
Menggunakan Metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio*



Gambar 1. Peta geologi daerah penelitian (Modifikasi dari Mangga dkk, 1993).



Gambar 2. Peta lokasi dan titik sebaran daerah penelitian.

komponen horizontal dan vertikal terhadap kurva eliptisitas pada gelombang rayleigh yang kemudian disempurnakan oleh (Nakamura, 1989; Nakamura, 2000) yang menyatakan bahwa perbandingan antara spektrum H/V sebagai fungsi

frekuensi berhubungan erat dengan fungsi site transfer gelombang S.

Prinsip dari metode HVSR adalah menggunakan seismik pasif tiga komponen, dimana terdapat dua parameter penting yang didapatkan dari ha-

sil pengelolaan metode ini yaitu frekuensi natural (f_0) dan amplifikasi (A_0). Kedua parameter ini pada dasarnya merupakan implementasi dari karakterisasi geologi suatu daerah.

Metode HVSR berguna untuk mengidentifikasi respon resonansi pada cekungan yang berisi material sedimen. Fenomena resonansi dalam lapisan sedimen yakni terjebakanya gelombang seismik di lapisan permukaan karena adanya kontras impedansi antar lapisan sedimen dengan lapisan batuan keras yang lebih dalam. Interferensi antara gelombang seismik yang terjebak pada lapisan sedimen berkembang menuju pola resonansi yang berkenaan dengan karakteristik lapisan sedimen (Sungkowo, 2016).

Adapun langkah-langkah dalam pengolahan metode HVSR adalah sebagai berikut; Sensor mikroseismik merekam getaran; Didapatkan data time series dari tiap-tiap komponen. Pada tahapan ini dilakukan pemotongan sinyal ambient, agar dapat dilakukan pengolahan selanjutnya; Spektrum fourier didapatkan dengan melakukan transformasi fourier pada tiap komponen (N-S, E-W, dan vertikal); Rata-rata dari kedua spektrum horizontal dihitung dan kemudian hasilnya dibagi oleh spektrum vertikalnya sehingga didapatkan kurva HVSR serta nilai A_0 dan F_0 (Tanjung drr., 2019).

Data hasil akuisisi lapangan kemudian ditransfer melalui software SeisGram2K yang menampilkan seismogram secara *real time* yang memuat data sensor vertikal, sensor utara-selatan, dan sensor timur-barat.

Proses pengolahan data mikrotremor pada *software* geopsy digunakan untuk memperoleh rata-rata spektrum H/V dari data rekaman yang telah disimpan dan akan memberikan grafik kurva HVSR yang memuat nilai frekuensi domain dan puncak kurva HVSR (f_0 dan A_0) serta dilakukan *remove event* untuk menghilangkan *event* dengan frekuensi tinggi pada data pengukuran.

Frekuensi natural merupakan nilai frekuensi yang kerap muncul sehingga dihitung sebagai nilai frekuensi dari lapisan batuan pada wilayah

tersebut sehingga nilai frekuensi dapat menunjukkan jenis dan karakteristik batuan (Yuliawati drr., 2019). Setelah didapatkan hasil kurva HVSR pada *software* Geopsy, dilakukan perhitungan frekuensi natural, dimana mencerminkan dari kondisi fisik tanah yang menggambarkan tebal atau tipisnya lapisan sedimen suatu daerah. Frekuensi natural yang rendah menggambarkan suatu daerah dengan sedimen yang tebal atau tanah yang lunak, sedangkan nilai frekuensi natural yang tinggi menggambarkan daerah yang memiliki ketebalan sedimen yang tipis dan memiliki tanah yang lebih keras.

Periode dominan diartikan sebagai waktu yang dibutuhkan gelombang mikrotremor untuk merambat melewati lapisan sedimen. Setelah didapatkan nilai frekuensi natural dilakukan perhitungan periode dominan. Frekuensi natural tanah berkaitan dengan periode dominan tanah. Nilai periode dominan merupakan waktu yang dibutuhkan untuk merambat melewati lapisan sedimen permukaan atau mengalami satu kali pemantulan terhadap bidang pantulnya. Nilai periode dominan juga dapat digunakan untuk mengindikasikan karakter lapisan batuan yang ada pada lokasi penelitian. Nilai periode dominan didapatkan berdasarkan perhitungan sebagai berikut:

$$T_0 = \frac{1}{f_0} \dots\dots\dots (1)$$

Untuk T_0 adalah periode dominan dan F_0 frekuensi natural. Frekuensi natural adalah nilai frekuensi yang sering muncul sehingga diakui sebagai nilai frekuensi dari lapisan batuan di wilayah tersebut.

Amplifikasi merupakan persebaran gelombang seismik yang terjadi akibat adanya perbedaan yang sangat signifikan antara lapisan, dimana semakin besar perbedaan tersebut, maka perbesaran yang dialami gelombang semakin besar (Syah, 2017). Dalam perhitungan nilai amplifikasi dibutuhkan nilai Vs30. Mencari nilai kecepatan gelombang sampai kedalaman 30 meter (Vs30) dengan melihat acuan pada

Web USGS yang kemudian di *overlay* pada ArcMap untuk mendapatkan nilai Vs30 pada titik penelitian. Setelah nilai Vs30 titik penelitian didapatkan maka dilanjutkan dengan menghitung nilai amplifikasi menggunakan persamaan berikut:

$$\log(Amp) = 2,367 - 0,852 \log(Vs30) \dots\dots\dots (2)$$

Indeks kerentanan tanah suatu wilayah mengidentifikasi tingkat kerentanan suatu lapisan tanah yang mengalami deformasi akibat gempa bumi. Nilai indeks kerentanan tanah ini digunakan untuk mengestimasi suatu daerah yang rawan terhadap gerakan tanah yang diperoleh dari hubungan antara frekuensi natural dan amplifikasi atau didapatkan juga dari pengukuran di permukaan serta perubahan akibat pengaruh gempa bumi.

Setelah didapatkan nilai Amplifikasi daerah titik penelitian maka dilanjutkan untuk mencari nilai indeks kerentanan tanah, dimana nilai Kg yang tinggi mendeskripsikan bahwa daerah tersebut rawan terhadap gempa. Setelah didapatkan nilai Periode Dominan (T_0) dan Faktor Amplifikasi kemudian mencari Indeks Kerentanan Seismik (Kg) menggunakan persamaan berikut:

$$Kg = \frac{A_0^2}{f_0} \dots\dots\dots (3)$$

Nilai Kg yang tinggi umumnya ditemukan pada tanah dengan litologi batuan sedimen yang lunak. Nilai yang tinggi tersebut mendeskripsikan bahwa daerah tersebut rentan terhadap gempa. Sebaliknya, nilai Kg yang kecil umumnya ditemukan pada tanah dengan batuan penyusun yang kuat dan stabil sehingga saat terjadi gempa, daerah tersebut hanya mengalami guncangan yang kecil.

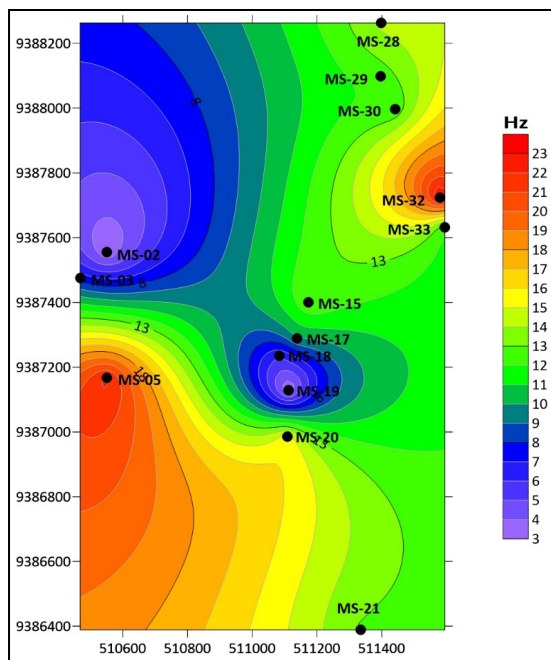
Membuat overlay peta menggunakan *software* Surfer menggunakan koordinat x, y dan nilai dan kerentanan tanah untuk melihat kontur daerahnya dan dilanjutkan dengan interpretasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

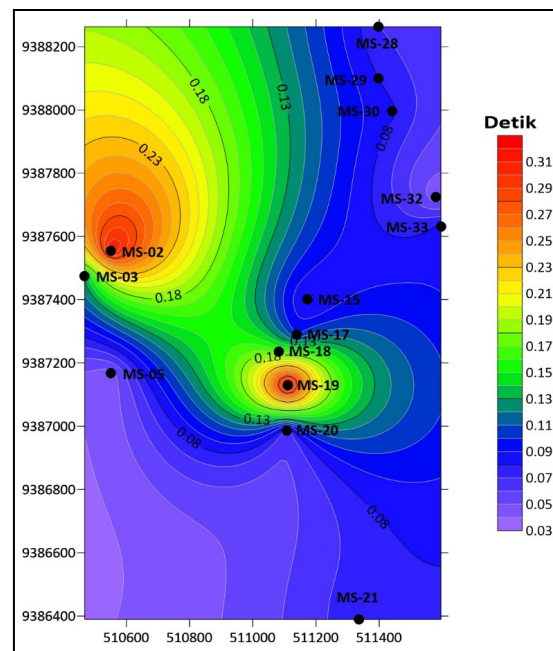
Berdasarkan hasil penelitian, nilai persebaran frekuensi natural pada daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Tabel 1, nilai frekuensi dominan rendah berada pada rentang nilai 3,0 - 4 Hz pada stasiun MS-02 dan MS-19. Daerah dengan frekuensi dominan rendah ini dimungkinkan mempunyai kondisi tanah yang lunak dan sedimen yang tebal. Nilai frekuensi dominan sedang berada pada rentang nilai 4 - 10 Hz pada stasiun MS-18 dan MS-03. Nilai frekuensi dominan dengan nilai tinggi berada pada rentang nilai 10 - 15,573 Hz. Daerah dengan frekuensi dominan yang tinggi dimungkinkan tersusun dari tanah yang lebih keras dan memiliki sedimen yang tipis. Daerah yang mempunyai persebaran nilai frekuensi predomnan tinggi yaitu pada stasiun MS-15, MS-17, MS-20, MS-21, MS-28, MS-29, MS-30, dan MS-33.

Nilai frekuensi natural berhubungan dengan periode dominan, dimana jika frekuensi natural rendah maka akan berbanding terbalik dengan periode dominan tanah. Berdasarkan hasil identifikasi dari data pengukuran dan dikorelasikan dengan hasil klasifikasi tanah Kanai dan Omotenakajima daerah penelitian yang memiliki nilai periode dominan tinggi memiliki karakter batuan penyusun yang hangat pada Tabel 2. Hampir semua stasiun memiliki nilai periode dominan yang tergolong rendah berkisar 0,04 - 0,15 detik (Gambar 4). Nilai periode dominan berkaitan dengan guncangan saat terjadi gempa bumi. Nilai periode dominan berbanding lurus dengan faktor amplifikasi atau penguatan guncangan gempa bumi. Pada kondisi tanah yang memiliki batuan penyusun lunak akan mengalami risiko kerawanan gempa yang lebih besar daripada daerah yang berada pada kondisi tanah yang memiliki batuan penyusun keras.

Nilai faktor amplifikasi daerah penelitian adalah 1,53 - 5,9 (Gambar 5). Nilai faktor amplifikasi tersebut diklasifikasikan berdasarkan nilai tinggi rendahnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. Faktor amplifikasi dipengaruhi oleh kecepatan gelombang geser (v_s), apabila ke-



Gambar 3. Peta sebaran frekuensi natural.



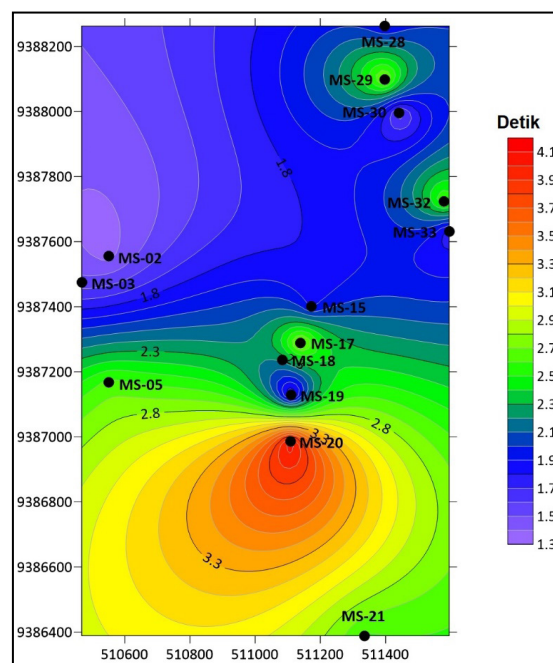
Gambar 4. Peta sebaran periode dominan.

Tabel 1. Klasifikasi nilai frekuensi natural daerah penelitian

	f_0 (Hz)	Stasiun	Deskripsi
Tipe II	2,5 - 4	MS-02, MS-19	Ketebalan sedimen 10-30 meter
Tipe III	4 - 10	MS-18, MS-03	Ketebalan sedimen 5-10 meter
Tipe IV	10- 20	MS-05, MS-15, MS-17, MS-20, MS-21, MS-28, MS-29, MS-30, MS-32, MS-33.	Ketebalan sedimen <5 meter

cepatan gelombang geser semakin kecil maka faktor amplifikasi semakin besar. Hal ini berhubungan dengan tingkat kepadatan batuan, dimana berkurangnya kepadatan batuan akan meningkatkan nilai faktor amplifikasi.

Hasil analisis mikrotremor menggunakan HVSr menunjukkan indeks kerentanan tanah (K_g)



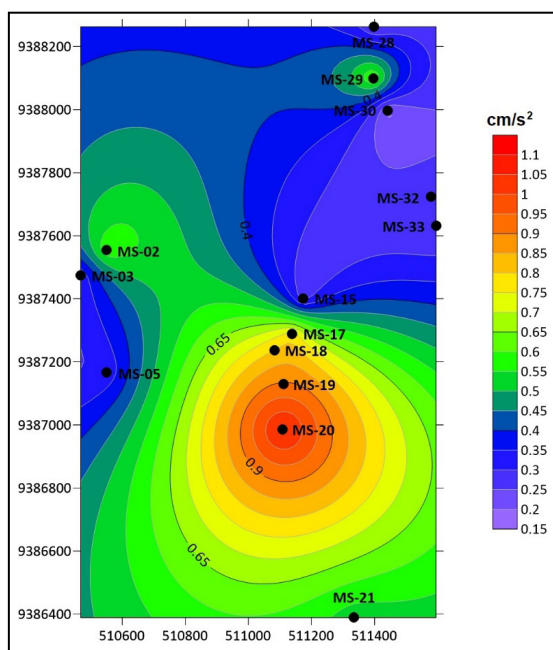
Gambar 5. Peta sebaran amplifikasi.

Tabel 2. Klasifikasi *site class*

Kanai dan Omotenaka	T_0 (Sec)	Keterangan & Karakter	Stasiun
Jenis I Jenis A	0,05-0,15	Batuan tersier atau lebih tua.	MS-15, MS-17, MS-20, MS-21, MS-28, MS-29, MS-30, MS-32, MS-33, MS-03, MS-05
Jenis II Jenis III	0,15-0,25	Batuan aluvial, tebal 5 m.	MS-18
Jenis B	0,25-0,40	Batuan aluvial, formasi bluff.	MS-19, MS-02

Tabel 3. Klasifikasi nilai amplifikasi

Klasifikasi	A_0	Stasiun
Rendah	$A < 3$	MS-15 MS-17, MS-18, MS-19, MS-21, MS-28, MS-29, MS-30, MS-32, MS-33, MS-02, MS-03, MS-05
Sedang	$3 \leq A < 6$	MS-20
Tinggi	$6 \leq A < 9$	-
Sangat tinggi	$A \geq 9$	-



Gambar 6. Peta sebaran indeks kerentanan tanah.

daerah penelitian bervariasi kisaran antara 0,19 cm/s^2 hingga 1,06 cm/s^2 (Gambar 6). Berdasarkan daerah penelitian memiliki rentang nilai indeks kerentanan tertinggi kisaran antara 0,9 s^2/cm hingga $> 1,06 \text{ s}^2/\text{cm}$ berada pada sekitar stasiun MS-19 dan MS-20. Indeks kerentanan tanah diperoleh berdasarkan nilai dari frekuensi natural dan faktor amplifikasi. Berdasarkan hasil *overlay* dengan peta rupa bumi, diperoleh daerah yang memiliki indeks kerentanan seismik (K_g) di daerah Padang Cermin bernilai rendah terkonsentrasi pada daerah yang berada pada dataran tinggi atau daerah perbukitan. Nilai indeks kerentanan tanah semakin mengecil ketika memasuki daerah perbukitan yang memiliki kondisi struktur batuan yang lebih keras sehing-

ga tidak mengalami kerusakan yang cukup parah akibat yang ditimbulkan oleh gempa bumi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data *software* Geopsy didapatkan rentang nilai frekuensi natural dengan nilai 3 Hz - 23 Hz, distribusi nilai periode dominan dengan nilai 0,04 - 0,32 detik, distribusi nilai faktor amplifikasi berkisar antara 1,30 - 4 detik, dan distribusi nilai indeks kerentanan tanah berkisar antara 0,10 - 1 cm/s^2 . Nilai indeks kerentanan tanah termasuk dalam kategori rendah sehingga daerah penelitian memiliki risiko kerawanan gempa yang minim. Nilai indeks kerentanan tanah semakin mengecil ketika memasuki daerah perbukitan yang memiliki kondisi struktur batuan yang lebih keras, kemungkinan tidak mengalami kerusakan yang cukup parah akibat gempa bumi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberikan dukungan terhadap penelitian ini, khususnya Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

- Arintalofa, V., Yulianto, G., dan Harmoko, U. 2020. Anaisa Mikrotremor Menggunakan Metode HVSR untuk Mengetahui Karakteristik Bawah Permukaan Manifestasi Panas Bumi Diwak dan Derekan Berdasarkan Nilai V_p . Jurnal Energi Baru dan Terbarukan, 1(2), 54-61.
- Arifin, S.S., 2014. Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempa Bumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi HVSR Mikrotremor dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa dan Sekitarnya. Jurnal Geofisika Eksplorasi, 2(1), 456 - 467.
- Gurler, E.D., Nakamura, Y., Saita, J. dan Sato, 2000. *Local Site Effect Mexico City Based*

- on *Microtremor Measurement*. System and Data Research Co., Ltd., Fujimidai, Japan.
- Mangga, S. A., Amirudin, Suwarta, T., Gafoer, S., dan Sidarto. 1993. Peta Geologi Lembar Tanjung Karang. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Nakamura, Y., 1989. *A Method for Dynamic Characteristic Estimation of Subsurface Using Microtremor on The Ground Surface*. Railway Technical Research Institute, 30(1), 25-33.
- Nakamura, Y., 2000. *Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and Its Applications*. Proceedings of the XII World Conference Earthquake Engineering, 1-7.
- Nakamura, 2008. *On The H/V Spectrum*. The World Conference on Earthquake Engineering, China.
- Nogoshi, M. dan Igarashi, T., 1971. On the Amplitude Characteristic of Microtremor part 2. Journal of The Seismological Society of Japan, 24(1), 26 - 40.
- Purwanto, M.S. dan Widodo, A., 2017. Identifikasi Percepatan Tanah Maksimum (PGA) dan Kerentanan Tanah menggunakan Metode Mikrotremor Jalur Sesar Kendeng. Jurnal Geosaintek, 3(2), 107 - 114.
- Riyadhi, A.F., Rahmadi, R., dan GNR, J.P., 2017. *Perhitungan Indeks Kerentanan Tanah Berdasarkan Analisa HVSR Kawasan Situs Candi Pari dan Candi Sumur, Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia*. Proceedings Seminar Nasional Kebumihan-10, 1930-1940.
- Riyantiyo, N.D., 2017. *Identifikasi Patahan Lokal Menggunakan Analisa Mikrotremor (Studi Kasus: Patahan Lokal Sungai Surabaya)*. Skripsi. Surabaya: ITS.
- Saita, J., Bautista, M.L.P. dan Nakamura, Y., 2014. *On Relationship Between the Estimated Strong Motion Characteristic of Surface Layer and the Earthquake damage - Case Study at Intramuros, Metro Manila*. 13 World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, 1-6.
- Syah, C., 2017. *Identifikasi Indeks Kerentanan Seismik di Bendungan Bili-Bili Kabupaten Gowa Dengan Metode Horizontal to Vertical Spectral ratio (HVSr)*. Skripsi. Makassar: UIN Alauddin Makassar.
- Sitorus, N., Purwanto, S., dan Utama, W., 2017. Analisis Nilai Frekuensi dan Amplifikasi Desa Olak Alen Blitar Menggunakan Metode Mikrotremor HVSR. Jurnal Geosaintek, 3(2), 82 -92.
- Sungkowo, A., 2017. *Studi Kerentanan Seismik dan Kerentanan Dinamik Tanah di Kota Yogyakarta Dari Data Mikrotremor*. Tesis. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Tanjung, N. A. F., Yuniarto, H, K., dan Widyanarman, D., 2019. Analisis Amplifikasi dan Indeks Kerentanan Tanah Seismik di Kawasan FMIPA UGM Menggunakan Metode HVSR. Jurnal Geosaintek, 5(2), 60-67.
- Yulawati, W. S., Rasimeng, R. dan Karyanto, 2019. Pengolahan Data Mikrotremor Berdasarkan Metode HVSR Menggunakan Matlab. Jurnal Geofisika Eksplorasi, 5(1), 45-59.