

ANALISIS KERENTANAN TANAH BERDASARKAN PENGUKURAN MIKROTREMOR DI DESA JATI MULYO, TANJUNG JABUNG TIMUR

SOIL VULNERABILITY ANALYSIS BASED ON MICROTREMOR MEASUREMENT IN JATI MULYO VILLAGE, TANJUNG JABUNG TIMUR

Iwilja Nanda Risa^{1*}, Maison², Ira Kusuma Dewi³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Geofisika, Universitas Jambi; Jl. Raya Jambi, Muara Bulian Km.15, Mendalo Darat, Jambi, Indonesia, 36361; (0741) 583377

Received: 2022, September 1st
Accepted: 2022, December 5th

Keywords:

Amplification;
Land subsidence;
Microtremor;
Natural frequency;
Seismic Vulnerability Index.

Correspondent Email:

iwiljanandarisa10@gmail.com

How to cite this article:

Risa, I.N., Maison, & Dewi, I.K. (2023). Analisis Kerentanan Tanah Berdasarkan Metode HVSR di Desa Jati Mulyo, Tanjung Jabung Timur. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 09 (01), 18-31.

Abstrak. Desa Jati Mulyo berada di Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur yang didominasi oleh gambut sehingga rentan terhadap penurunan muka tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerentanan tanah serta distribusi nilai parameter mikrotremor. Pengukuran dilakukan menggunakan seismograf MAE A6000S sebanyak 36 titik yang tersebar di Desa Jati Mulyo. Analisis data mikrotremor menggunakan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) dengan menggunakan perangkat lunak Geopsy menghasilkan nilai parameter frekuensi alami (f_0) dan amplifikasi (A_0), selanjutnya perhitungan dilakukan untuk menentukan nilai indeks kerentanan seismik (Kg). Hasil penelitian menunjukkan rentang nilai frekuensi natural area penelitian berkisar antara 0,57 Hz hingga 9,12 Hz. Kemudian nilai faktor amplifikasi berada diantara rentang 1,87 hingga 7,54 dan nilai indeks kerentanan sesmik berada diantara rentang 0,80 hingga 33,44. Berdasarkan Hasil Penelitian, terdapat 3 zona kerentanan seismik pada daerah penelitian, yaitu zona rendah, zona sedang dan zona tinggi. Daerah penelitian di dominasi oleh zona tinggi yang mana hampir seluruhnya tersebar di kawasan penelitian. Hal ini dikarenakan wilayah penelitian merupakan endapan aluvial yang tertutup lahan gambut, maka terdapat bahaya penurunan muka tanah yang tinggi dan dan berpotensi terjadi kerusakan akibat gempa bumi.

Abstract. Jati Mulyo Village is located in Dendang District, East Tanjung Jabung Regency, which is dominated by peat, making it vulnerable to land subsidence. This study aims to determine the soil vulnerability level and the microtremor parameter values distribution. Measurements were carried out using the MAE A6000S seismograph with 36 points spread across Jati Mulyo Village. Analysis of microtremor data using the HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) method using Geopsy software produces parameter values of natural frequency (f_0) and amplification (A_0). Calculations are

© 2023 JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi). This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

carried out to determine the value of the seismic vulnerability index (Kg). The results showed that the range of natural frequency values in the study area ranged from 0.57 Hz to 9.12 Hz. Then the value of the amplification factor is in the range of 1.87 to 7.54, and the seismic vulnerability index value is in the range of 0.80 to 33.44. Based on the research results, the study area has three seismic vulnerability zones: low, medium, and high. The research area is dominated by the high zone, which is almost entirely spread over the research area. This is because the study area is an alluvial deposit covered with peat, so there is a high subsidence hazard and potential for damage due to an earthquake.

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Tanjung Jabung Timur dengan luas sekitar 311.992,10 Ha merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jambi yang memiliki lahan gambut terluas. Secara administratif Desa Jati Mulyo menempati area seluas 9764,66 Ha di Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur, hampir seluruhnya berupa lahan gambut (Badan Restorasi Gambut, 2018). Tanah gambut terkenal sangat lunak dan mempunyai kandungan organik tinggi yaitu sekitar ($\geq 75\%$). Karakteristik dari tanah gambut sendiri yaitu kurang menguntungkan, seperti rasio kompresi yang tinggi dan daya dukung yang rendah (Mochtar dkk., 2014).

Di Desa Jati Mulyo, lahan gambut dimanfaatkan baik untuk pembangunan infrastruktur yang sedang berkembang maupun sebagai kawasan pemukiman. Saat membuat infrastruktur penting untuk mempertimbangkan sejumlah faktor, termasuk lokasi bangunan, kekuatan pondasi, stabilitas tanah, daya dukung tanah, dan faktor lainnya. Tanah gambut mempunyai kandungan air dan angka pori yang sangat tinggi. Lahan gambut juga memiliki kapasitas resapan air yang tinggi (300–400%), sehingga kandungan air pada tanah gambut akan semakin tinggi jika terjadi curah hujan yang tinggi (Yuliani, 2018). Ketika tegangan efektif tanah berkurang karena peningkatan kadar air, bangunan dapat runtuh karena tanah tidak mampu mendukung beban di atasnya (Chandra dkk., 2017).

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengantisipasi risiko akibat penurunan tanah adalah mikrozonasi

dengan pendekatan mikrotremor. Indeks kerentanan tanah dapat dihitung dengan sangat cepat, akurat, dan efektif menggunakan pengukuran mikrotremor ini. Data mikrotremor juga dapat digunakan untuk memperkirakan ketebalan sedimen dan menggambarkan kondisi geologis suatu wilayah.

Mikrotremor adalah semacam getaran tanah yang disebabkan oleh aktivitas manusia, industri, dan kendaraan di permukaan bumi. Sumber getaran tanah, seperti interaksi angin dan struktur bangunan, gempa bumi, arus, dan gelombang laut periode panjang, dapat berdampak pada getaran mikrotremor (Motamed dkk., 2007).

Pendekatan HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) dikenal baik dalam bidang mikrotremor. Menurut Nakamura (1989), metode HVSR membandingkan komponen sinyal vertikal dan horizontal yang diperoleh dari analisis sinyal mikrotremor. Besarnya nilai kerentanan seismik (Kg) berdasarkan reaksi mikrotremor dihitung menggunakan parameter yang dihasilkan oleh pendekatan HVSR yaitu frekuensi dominan (f_0) dan faktor amplifikasi (A_0).

Untuk mengetahui tingkat kerawanan tanah di Desa Jati Mulyo dilakukan penyelidikan mikrotremor. Yang mana penelitian ini diharapkan dapat mengurangi kemungkinan kerugian atau kerusakan yang dapat terjadi akibat penurunan muka tanah di Desa Jati Mulyo Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mikrotremor

Getaran tanah yang sangat kecil dan kontinyu yang dikenal sebagai mikrotremor diciptakan oleh berbagai macam getaran, termasuk angin, lalu lintas, dan aktivitas manusia (Kanai, 1983). Salah satu metode geofisika yang memanfaatkan gelombang seismik adalah metode mikrotremor. Banyak fenomena seismik, seperti gempa bumi, ledakan (reaksi kimia dan nuklir), letusan gunung berapi, longsoran salju, badai, ledakan supersonik dan kejadian lainnya, dapat menyebabkan gelombang seismik, yang merambat melalui permukaan bumi maupun dari dalam bumi. Ini ditangkap pada seismogram sebagai gelombang badan (gelombang P dan S), serta gelombang permukaan (gelombang *Love* dan *Rayleigh*).

Mikrotremor jauh lebih efisien, cepat, variabel, akurat, dan menawarkan hasil pengukuran yang stabil jika dibandingkan dengan jenis pengukuran lainnya. Dengan menggunakan frekuensi alami dan faktor amplifikasi tanah, penelitian ini dapat menghitung fungsi alih yang memuat frekuensi resonansi, indeks kerentanan bangunan terhadap gempa serta kondisi geologi di kawasan tersebut (Prabowo dkk., 2016).

2.2. Metode HVSR

Pendekatan HVSR sering disebut sebagai teknik Nakamura, teknik ini pertama kali dikemukakan oleh Nogoshi dan Igarashi (1971) dan dipopulerkan secara luas oleh Nakamura (1989). Untuk menghitung rasio sinyal vertikal terhadap sinyal *horizontal* dari pengukuran sinyal mikrotremor di lokasi tertentu, Nakamura (1989) menyatakan bahwa pendekatan HVSR sangatlah penting. Dua parameter yang dihasilkan dari penyelidikan HVSR adalah frekuensi dominan (f_0) dan faktor amplifikasi (A_0), yang merepresentasikan dinamika sifat lapisan tanah permukaan (Arifudin, 2018).

Salah satu teknik untuk menilai kualitas bawah permukaan tanpa menyebabkan kerusakan struktural adalah metodologi HVSR. Sehubungan dengan faktor fisik di

bawah permukaan, nilai frekuensi dominan dan amplifikasi merupakan parameter kunci dari teknik ini. Selain itu, teknik HVSR akan menghasilkan tiga komponen yaitu vertikal, *horizontal* utara-selatan, dan *horizontal* timur-barat, dan dengan melakukan pengukuran di suatu tempat dapat dijelaskan mengapa frekuensi resonansi lapisan permukaan terjadi (Amrullah, 2018).

2.3. Frekuensi Dominan

Nilai frekuensi yang kerap muncul dikenal dengan nilai frekuensi dominan dan mewakili nilai frekuensi strata batuan setempat, sehingga jenis dan karakter batumannya dapat diketahui. Nilai frekuensi yang secara alami terjadi di daerah tersebut merupakan nilai frekuensi dominan yang digunakan dalam pengolahan HVSR.

Lachet dan Brad (1994) menggunakan enam model struktur geologi sederhana dalam penyelidikan simulasi untuk memastikan dampak kecepatan gelombang geser dan penyesuaian kontras pada ketebalan lapisan tanah. Hasil simulasi menunjukkan bahwa fluktuasi kondisi geologi menyebabkan perubahan nilai puncak frekuensi. Menurut Mucciarelli dkk. (2009), kecepatan rata-rata bawah permukaan (V_s) dan ketebalan lapisan lapuk (h) berdampak pada nilai frekuensi alami suatu kawasan. Kedua faktor tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$f = \frac{V_s}{4h} \quad (1)$$

dengan V_s merupakan kecepatan rata-rata rambatan gelombang geser (m/s) dan h merupakan ketebalan lapisan sedimen (m).

2.4. Faktor Amplifikasi

Amplifikasi adalah pembesaran gelombang seismik yang berasal dari variasi kepadatan lapisan yang besar. Dengan kata lain, amplitudo gelombang seismik akan meningkat jika melewati dari satu media ke media lain yang lebih lembut dari media pertama. Amplifikasi gelombang seismik sebanding dengan perbedaan densitas antara lapisan keras dan lunak. Kecepatan gelombang juga mempengaruhi faktor

amplifikasi, jika kecepatan gelombang lebih rendah, maka faktor amplifikasi lebih tinggi. Hal ini disebabkan sedimen lunak di sekitarnya mempersingkat waktu yang dibutuhkan gelombang untuk merambat, sehingga menyebabkan guncangan terhadap bangunan dan sebaliknya (Hartati, 2014). Amplifikasi dapat dinyatakan sebagai fungsi untuk membandingkan nilai kontras impedansi, yaitu:

$$A_o = \left[\frac{\rho_b \cdot v_b}{\rho_s \cdot v_s} \right] \quad (2)$$

dimana ρ_b menyatakan kerapatan batuan dasar (g/cc), v_b menyatakan kecepatan perambatan gelombang pada batuan dasar (m/dt), ρ_s menyatakan kerapatan batuan lunak (g/cc) dan v_s menyatakan kecepatan gelombang merambat pada batuan lunak (m/dt).

2.5. Indeks Kerentanan Seismik

Keterkaitan antara indeks sensitivitas seismik dan kemungkinan terjadinya gempabumi serta kerusakan yang diakibatkannya bersifat linier. Daerah dengan indeks sensitivitas seismik yang tinggi memiliki risiko gempabumi yang tinggi. Nakamura (2000) menyatakan bahwa indeks kerentanan seismik dihitung dengan terlebih dahulu mengkuadratkan nilai puncak spektrum mikrotremor kemudian membagi hasilnya dengan frekuensi resonansi. Persamaan berikut menggambarkan hubungan matematis antara indeks sensitivitas seismik (K_g), frekuensi alami (f_0) dan faktor amplifikasi (A_0):

$$K_g = \frac{A_0^2}{f_0} \quad (3)$$

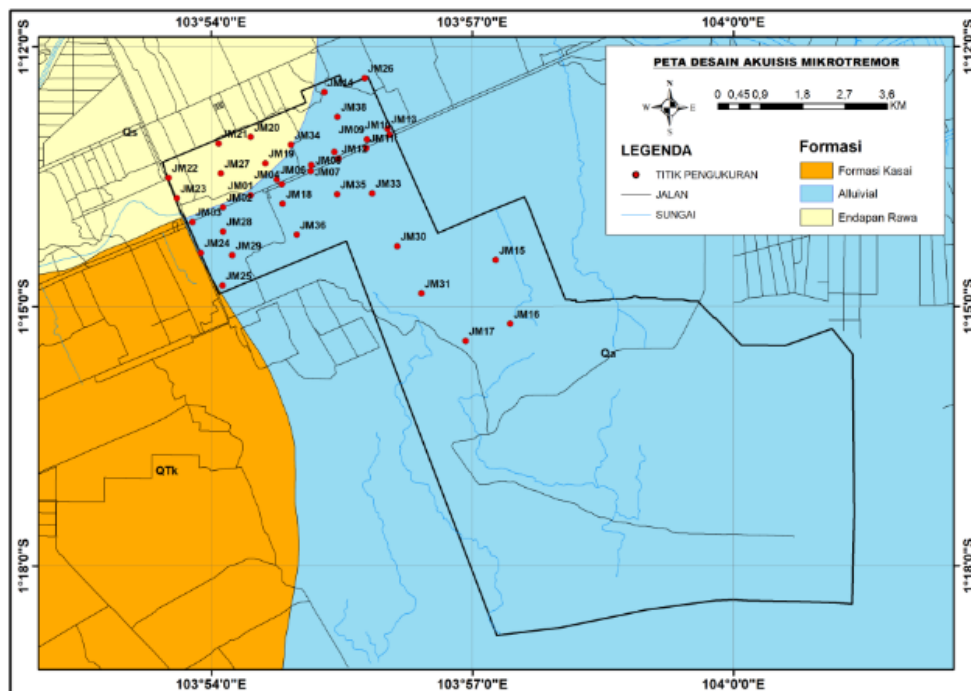
Tanah berbasis litologi sedimen lunak (*soft sediment*) dicirikan oleh nilai K_g yang tinggi. Angka yang tinggi ini menunjukkan bahwa terdapat risiko gempabumi yang signifikan, yang dapat mengakibatkan

guncangan yang sangat kuat, di daerah tersebut.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Jati Mulyo Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur yang memiliki luas 9764,66 Ha. Dan terletak pada $1^{\circ}16'10.58''S$ lintang selatan dan $103^{\circ}59'2.47''E$ bujur timur. Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Seismograf MAE A6000S, Seismometer, kabel penghubung, Baterai 12 Volt, GPS, Kompas, *Logbook*, Laptop dan Kamera. Sebelum mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data, penelitian ini dimulai dengan tinjauan literatur yang relevan. Seismograf MAE A6000S digunakan dalam penyelidikan ini untuk mengumpulkan data, dengan pengukuran masing-masing berlangsung selama 60 menit. Pengambilan data mikrotremor diambil sebanyak 36 titik secara grid tidak kaku dengan jarak antar titik 600 m sampai 1,5 Km yang difokuskan pada kawasan pemukiman di Desa Jati Mulyo (**Gambar 1**).

Data yang diperoleh untuk penelitian ini berupa rekaman sinyal dalam format *sg2*, yang kemudian diolah menggunakan program *Geopsy* dengan menggunakan pendekatan HVSR (*Horizontal to Vertical Spectrum Ratio*) untuk menghasilkan kurva HVSR. Kurva HVSR yang dihasilkan menunjukkan nilai faktor amplifikasi (A_0) dan nilai frekuensi dominan (f_0). Persamaan 3 selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai indeks kerentanan seismik (K_g) berdasarkan nilai f_0 dan A_0 yang diperoleh. Kemudian dari nilai-nilai parameter tersebut dilakukan pemetaan menggunakan *software ArcGis* yang selanjutnya dilakukan interpretasi secara kuantitatif serta membandingkan data dengan geologi regional daerah penelitian untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan kondisi geologi daerah penelitian.



Gambar 1. Peta Akuisisi Data Mikrotremor.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilaksanakan penelitian sebanyak 36 titik pengukuran yang tersebar di wilayah penelitian. Pengolahan data dilakukan menggunakan *software Geopsy*, dan hasil data yang diproses ditampilkan secara grafis sebagai kurva HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*). Grafik tersebut menggambarkan nilai faktor amplifikasi (A_0) dan frekuensi alami tanah (f_0) (**Gambar 5**). Komponen vertikal pada kurva HVSR tersebut memperlihatkan besaran nilai amplifikasi (A_0) sedangkan komponen horizontal memperlihatkan besaran nilai frekuensi natural tanah (f_0). Setelah menganalisis data mikrotremor dengan metode HVSR, diperoleh sebaran titik penelitian dengan menggunakan *software ArcGis*.

4.1. Frekuensi Natural (f_0)

Nilai frekuensi natural menggambarkan jenis dan karakteristik batuan serta ketebalan lapisan sedimen suatu daerah. Dari puncak kurva H/V, nilai frekuensi natural dihitung. Semakin kecil nilai frekuensi natural pada suatu daerah menunjukkan semakin tebal lapisan sedimen serta semakin dalam batuan keras

pada daerah tersebut, begitupun sebaliknya. Jika suatu wilayah terkena guncangan atau gempa bumi dengan nilai frekuensi sama atau hampir sama dengan nilai frekuensi alami setempat, maka resonansi antara tanah dengan bangunan akan terjadi diakibatkan oleh penguatan gelombang seismik, sehingga dapat menimbulkan kerusakan lokal yang signifikan.

Nilai frekuensi natural yang diperoleh berada diantara 0,57 Hz sampai 9,12 Hz. Nilai frekuensi natural dari hasil pengukuran diklasifikasikan menjadi 3 jenis tanah, yaitu jenis II jenis III dan jenis IV. Pengklasifikasian ini mengacu pada klasifikasi tanah menurut Kanai (1983) (**Tabel 1**). Dimana menurut klasifikasi Kanai (1983), tanah jenis II memiliki nilai frekuensi natural 4,0 Hz - 10,0 Hz. Mengindikasikan litologi daerah penelitian merupakan batuan aluvial dengan ketebalan 5 m, terdiri dari kerikil berpasir, tanah liat keras berpasir, lempung serta sedimen permukaan yang termasuk dalam kategori sedang yaitu 5 m sampai 10 m. Kemudian jenis III memiliki nilai frekuensi natural relatif rendah yaitu 2,5 Hz - 4,0 Hz. Mengindikasikan litologi daerah penelitian merupakan batuan aluvial dengan ketebalan

lebih dari 5 m, terdiri dari kerikil berpasir, tanah liat keras berpasir, lempung dan sedimen permukaannya termasuk kedalam kategori tebal, yakni sekitar 10 hingga 30 meter. Sedangkan jenis IV dengan frekuensi sangat rendah yaitu <2,5 Hz.

Mengindikasikan daerah penelitian merupakan batuan aluvial dengan sedimen permukaan yang sangat tebal dengan ketebalan lebih dari 30 meter, terbentuk dari endapan delta, *top-soil*, dan lanau.

Tabel 1. Klasifikasi tanah berdasarkan nilai frekuensi alami mikrotremor oleh Kanai (Arifin dkk., 2014).

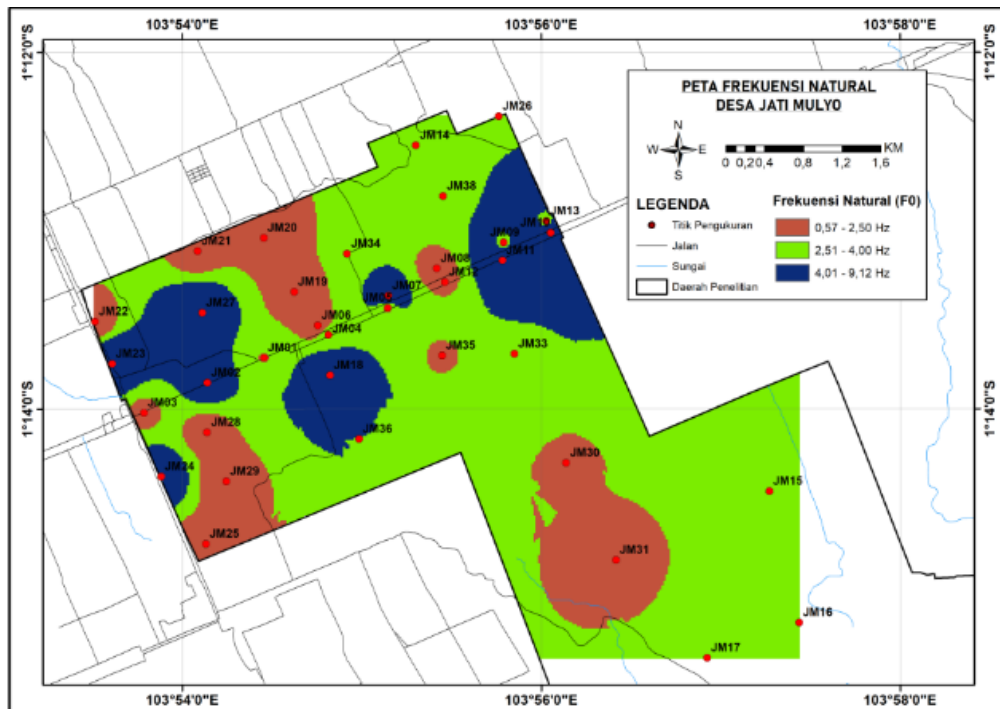
Klasifikasi Tanah	Frekuensi Dominan (Hz)	Klasifikasi Kanai	Deskripsi
Tipe IV	Jenis I	6,667-20,0	Batuan tersier atau lebih tua. Terdiri dari batuan <i>hardy sandy, gravel</i> , dan lainnya. Ketebalan sedimen permukaannya sangat tipis, didominasi oleh batuan keras, lebih kecil dari 5 meter.
	Jenis II	4,0-10,0	Batuan aluvial, dengan ketebalan 5 m. Terdiri dari <i>sandy-gravel, sandy hard clay, loam</i> , dan lainnya. Ketebalan sedimen permukaannya masuk dalam kategori menengah 5-10 meter.
Tipe III	Jenis III	2,5-4,0	Batuan aluvial dengan ketebalan > 5 m, terdiri dari <i>sandy-gravel, sandy hard clay, loam</i> , dll. Ketebalan sedimen permukaannya masuk dalam kategori tebal, sekitar 10 hingga 30 meter.
Tipe II	Jenis IV	< 2,5	Batuan aluvial, yang terbentuk dari sedimentasi delta, <i>top-soil</i> , lumpur, dan lainnya. Dengan kedalaman 30 m atau lebih. Ketebalan sedimen permukaannya sangat tebal, lebih dari 30 meter.
Tipe I			

Frekuensi natural memiliki kaitan yang erat dengan geologi daerah penelitian. Berdasarkan peta sebaran nilai frekuensi natural (**Gambar 2**) daerah penelitian didominasi oleh frekuensi rendah. Frekuensi rendah menggambarkan daerah yang tersusun dari batuan lunak dan memiliki ketebalan sedimen yang tebal. Dimana ini sesuai dengan informasi geologi yang menjelaskan bahwa daerah penelitian berada dalam formasi Aluvial dan endapan rawa yang tersusun atas batuan yang lunak.

Ketebalan lapisan sedimen berdampak pada frekuensi alami, semakin tebal lapisan sedimen maka semakin rendah nilai frekuensinya, dan semakin tipis lapisan sedimen maka semakin tinggi nilai

frekuensinya. Daerah dengan frekuensi natural rendah akan beresiko tinggi mengalami kerusakan bangunan akibat gerakan tanah sedangkan daerah dengan frekuensi natural tinggi merupakan daerah yang aman apabila didirikan bangunan bertingkat dan pengembangan wilayah dikarenakan pergerakan muka tanah yang kecil.

Daerah penelitian didominasi oleh frekuensi rendah yaitu jenis III dengan frekuensi 2,5 Hz - 4,0 Hz dan jenis IV dengan frekuensi <2,5 Hz. Daerah dengan nilai frekuensi natural rendah akan lebih beresiko mengalami pergerakan muka tanah dan mengalami kerusakan struktur bangunan apabila terjadi gempa bumi.



Gambar 2. Peta sebaran nilai frekuensi natural.

4.2. Faktor Amplifikasi (A_0)

Amplifikasi terjadi apabila gelombang seismik merambat melalui medium yang lebih lunak dari medium sebelumnya. Semakin lunak lapisan batuan nilai amplifikasi yang diperoleh akan semakin besar, sebaliknya semakin keras lapisan batuan nilai amplifikasi yang diperoleh akan semakin kecil. Hartati (2014) mengatakan bahwa kecepatan gelombang juga mempengaruhi amplifikasi, semakin tinggi amplifikasi, semakin lambat kecepatan gelombang. Ini dikarenakan waktu yang dibutuhkan gelombang untuk melewati area tersebut diperpanjang yang disebabkan oleh sedimen lunak, sehingga terjadi guncangan terhadap bangunan dan begitu sebaliknya. Selanjutnya, klasifikasi yang dikembangkan oleh Setiawan (2009) digunakan untuk mengklasifikasikan hasil dari nilai amplifikasi yang diperoleh dari pengukuran (**Tabel 2**).

Faktor Amplifikasi (A_0) di Desa Jati Mulyo ditunjukkan **Gambar 3**. Terlihat bahwa nilai A_0 yang didapatkan berkisar antara 1,87 hingga 7,54 kali. Terdapat 3 zona pada wilayah tersebut yaitu zona 1

dengan kategori rendah ($A < 3$) tersebar di beberapa titik pengukuran pada daerah penelitian yaitu titik JM06, JM08, JM20, JM22, JM23, JM24, JM25, JM28 ditandai dengan indeks warna merah mengindikasikan daerah yang tersusun atas batuan yang kompak. Zona 2 dengan kategori sedang ($3 \leq A < 6$) yang mendominasi daerah penelitian ditandai dengan indeks warna hijau mengindikasikan daerah yang tersusun atas batuan yang lunak. Kemudian zona 3 dengan kategori tinggi ($6 \leq A < 9$) berada pada titik pengukuran JM05, JM09, JM15, JM35 dengan indeks warna biru, mengindikasikan daerah yang tersusun atas batuan yang lebih lunak.

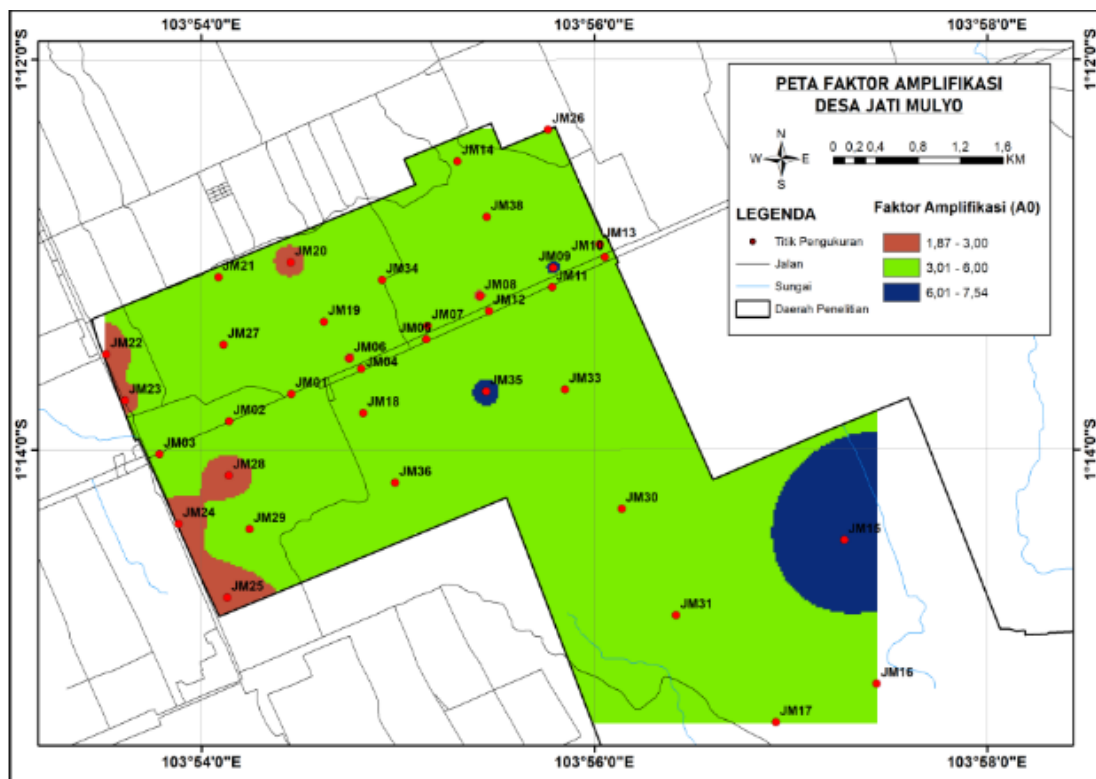
Secara keseluruhan, semua wilayah penelitian termasuk kedalam zona dengan tingkat amplifikasi sedang hingga tinggi, jika dilihat pada peta geologi regional, wilayah penelitian berada pada endapan rawa yang mana materialnya berupa kerakal, kerikil, pasir, lanau, lempung, lumpur dan gambut. Selain itu daerah penelitian merupakan daerah gambut yang mana tanah gambut sendiri merupakan tanah yang memiliki

angka pori yang besar. Porositas dapat mempengaruhi kecepatan gelombang seismik. Densitas batuan berkurang dengan meningkatnya porositas, sehingga memperlambat perambatan gelombang seismik. Semakin rendah kecepatan

gelombang seismik maka nilai amplifikasi yang dihasilkan akan semakin besar. Karena lokasi daerah penelitian berada di daerah gambut dengan tingkat porositas tinggi, maka diperoleh nilai amplifikasi sedang hingga tinggi.

Tabel 2. Klasifikasi nilai faktor amplifikasi (Setiawan, 2009).

Zona	Klasifikasi	Nilai faktor Amplifikasi
1	Rendah	$A < 3$
2	Sedang	$3 \leq A < 6$
3	Tinggi	$6 \leq A < 9$
4	Sangat Tinggi	$A \geq 9$



Gambar 3. Peta Sebaran Nilai Amplifikasi.

4.3. Indeks Kerentanan Seismik (Kg)

Kerentanan suatu daerah terhadap gerakan tanah yang kuat ditentukan oleh indeks kerentanan seismik (Nakamura, 1997). Indeks kerentanan seismik digunakan untuk mengidentifikasi daerah yang rentan terhadap kerusakan akibat gempa bumi atau penurunan muka tanah. Tingkat kerusakan yang mungkin diakibatkan oleh stabilitas struktural tanah yang lebih lemah di wilayah tersebut

meningkat seiring dengan peningkatan nilai kerentanan seismik (Kg) wilayah tersebut.

Kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai indeks kerentanan seismik (Kg) yang diperoleh dari nilai kuadrat faktor amplifikasi kemudian dibagi dengan nilai frekuensi natural (Nakamura, 2000). Sebaran nilai Kg yang dihasilkan dari temuan analisis data ditunjukkan pada **Gambar 4**. Nilai indeks kerentanan seismik (Kg) yang diperoleh dikategorikan menurut klasifikasi Refrizon dkk. (2013) (**Tabel 3**).

Tabel 3. Klasifikasi Nilai Indeks Kerentanan Seismik (Refrizon dkk., 2013).

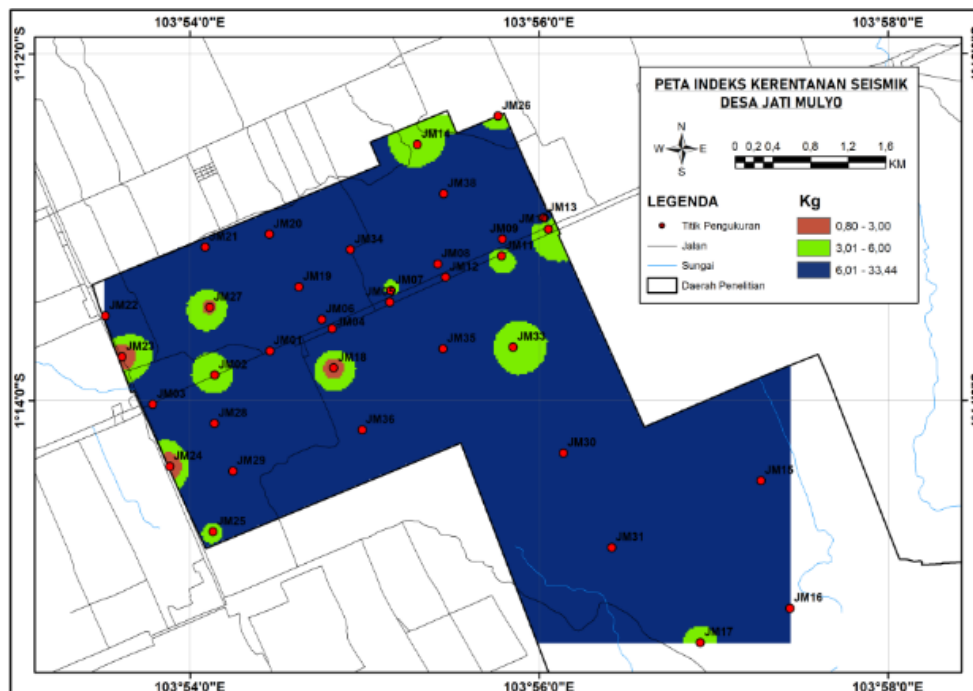
Zona	Nilai Kg
Rendah	< 3
Sedang	3 < Kg < 6
Tinggi	> 6

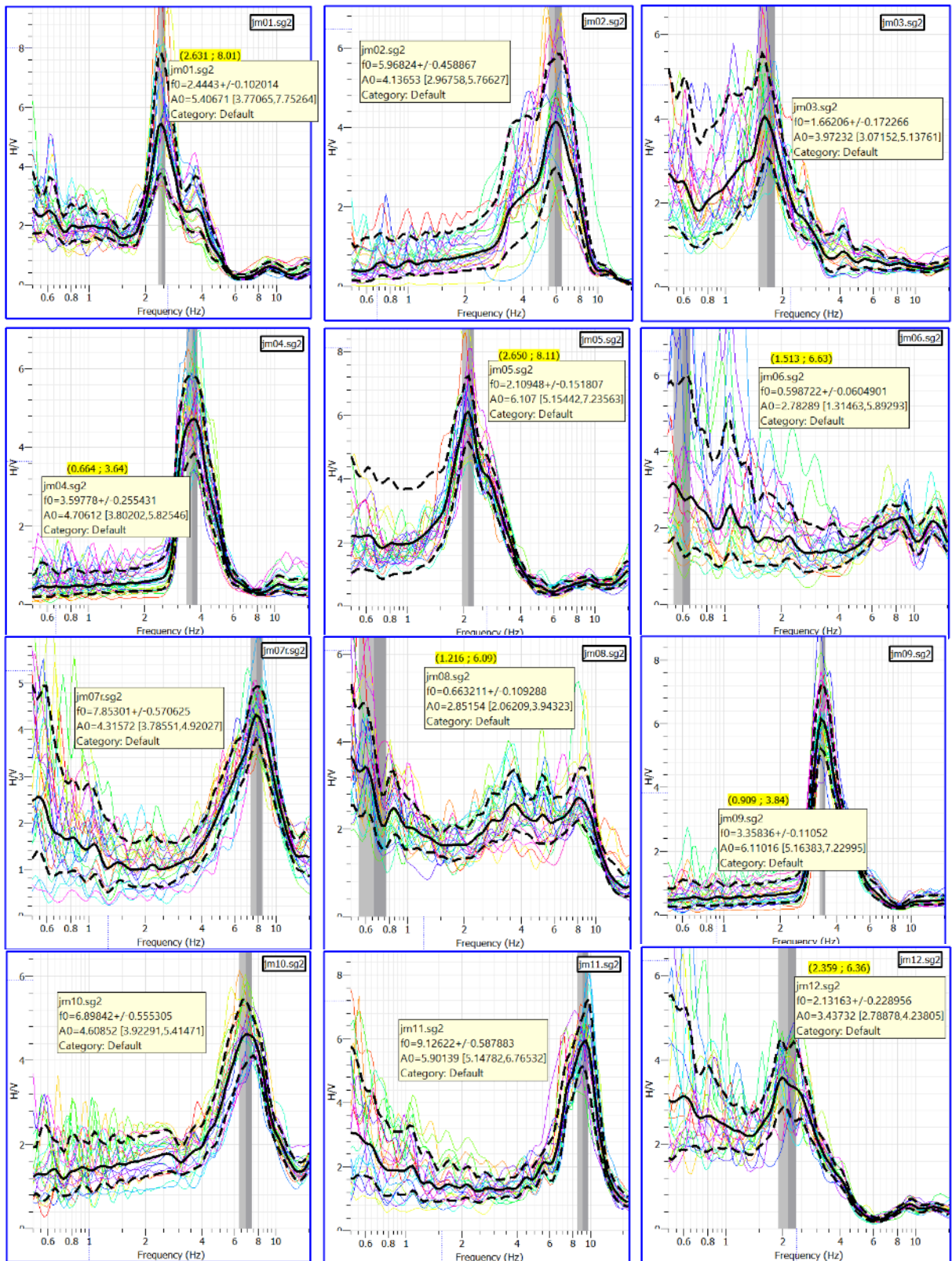
Berdasarkan hasil penelitian, nilai indeks kerentanan seismik (Kg) berkisar antara 0,80 hingga 33,44. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah penelitian dibagi menjadi tiga zona, yaitu zona rendah dengan nilai Kg kurang dari 3, zona sedang dengan nilai Kg antara 3 dan 6, dan zona tinggi dengan nilai Kg lebih dari 6.

Menurut Satria dkk. (2020), zona indeks kerentanan seismik rendah menunjukkan lokasi yang aman dengan hanya sedikit pergerakan tanah, zona indeks kerentanan seismik sedang menunjukkan lokasi yang aman tetapi hanya sedikit orang yang dapat merasakan getarannya, dan zona indeks kerentanan seismik tinggi menunjukkan lokasi yang rentan terhadap pergerakan tanah yang signifikan dan dapat

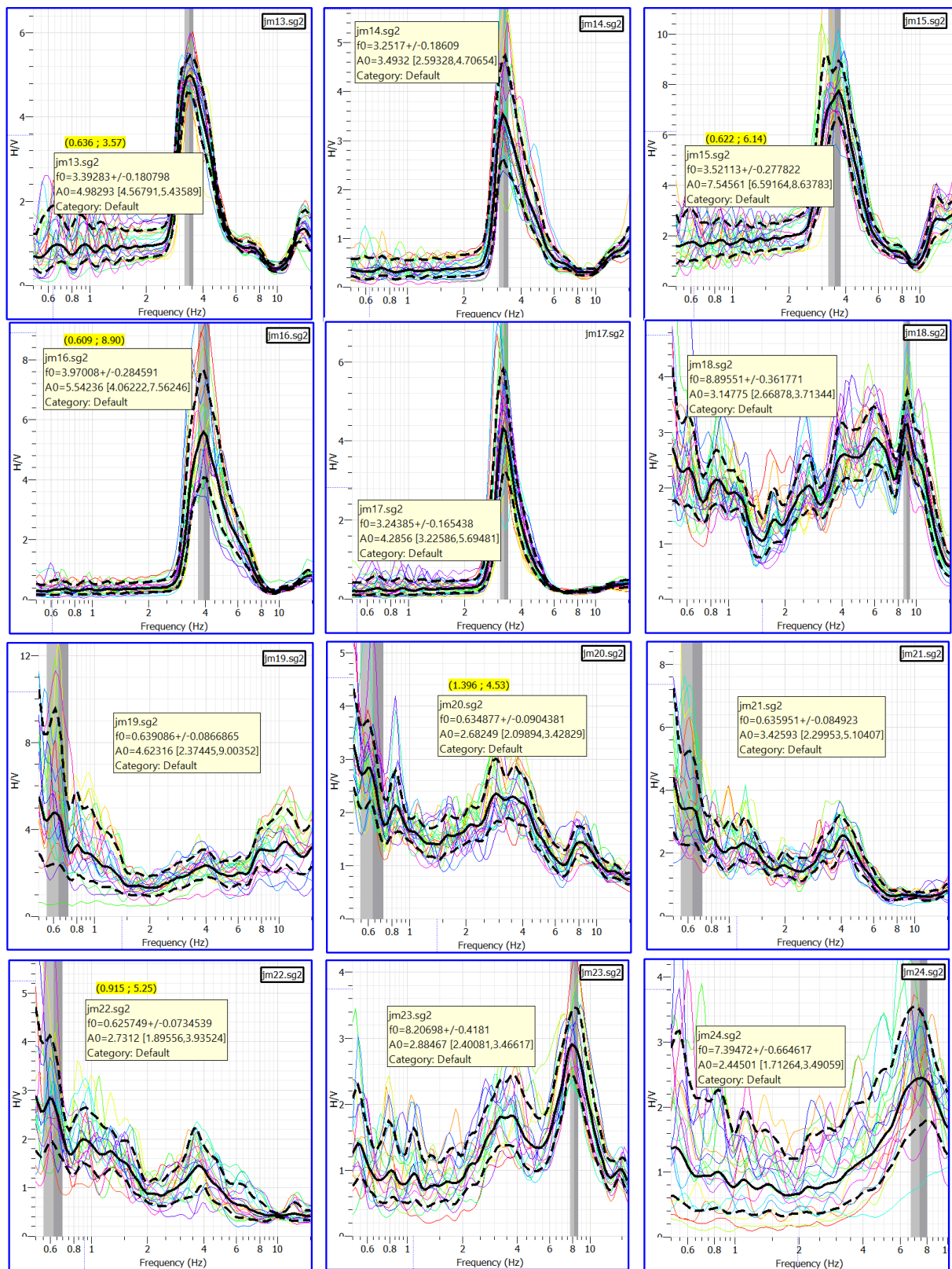
mengakibatkan kerusakan struktur akibat gempa bumi.

Berdasarkan peta sebaran nilai indeks kerentanan seismik pada **Gambar 4**, daerah penelitian umumnya didominasi oleh zona-zona dengan tingkat kerentanan dan nilai Kg yang sangat tinggi yaitu > 6 ditandai dengan indeks warna biru, salah satu penyebabnya dikarenakan daerah ini terletak pada dataran rendah. Jika dilihat dari morfologi daerah penelitian, daerah ini berada pada dataran rendah yang ditutupi oleh endapan aluvial dan tersusun atas batuan yang lunak. Menurut penelitian Azmiyati dkk. (2018), nilai Kg yang tinggi didapatkan pada endapan aluvial yang terdiri dari kerakal, kerikil, lempung, pasir, gambut, serta pecahan koral.

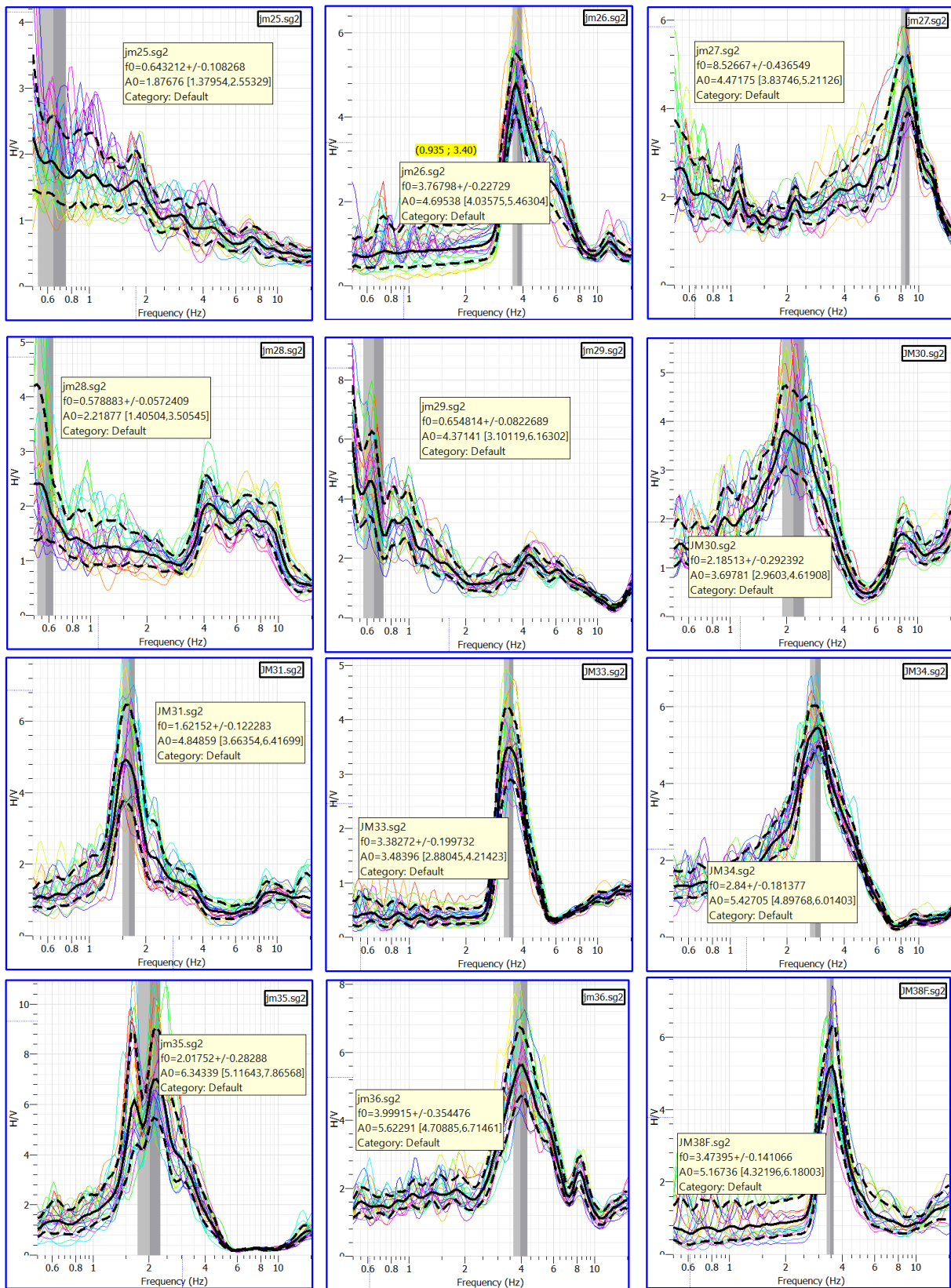
**Gambar 4.** Peta Sebaran Nilai Indeks Kerentanan Seismik.



Gambar 5. Kurva Grafik H/V Titik Penelitian.



Gambar 6. Kurva Grafik H/V Titik Penelitian.



Gambar 7. Kurva Grafik H/V Titik Penelitian.

Meskipun pada daerah penelitian didominasi oleh daerah yang rentan, namun beberapa titik pengukuran antara lain JM02, JM07, JM18, JM23, JM24, JM27 memiliki nilai indeks kerentanan tanah yang rendah. Hal ini disebabkan daerah penelitian merupakan endapan aluvial dan endapan rawa yang merupakan hasil dari proses sedimentasi dan memiliki tingkat resistensi batuan yang rendah, itulah mengapa pada suatu daerah dengan formasi yang sama adanya variasi nilai indeks kerentanan tanah yang didapat. Meskipun demikian, secara keseluruhan Desa Jati Mulyo menunjukkan kondisi yang cukup berisiko dengan tingkat kerawanan seismik yang tinggi jika dilihat dari prospek ancaman gempa.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Distribusi frekuensi naturah daerah penelitian adalah 0,57 Hz hingga 9,12 Hz. Sebaran nilai faktor amplikasi pada daerah penelitian adalah 1,87 hingga 7,54 sedangkan sebaran nilai indeks kerentanan seismik adalah 0,80 hingga 33,44.
2. Berdasarkan hasil penelitian, Desa Jati Mulyo terbagi menjadi tiga zona kerentanan seismik, yaitu zona rendah dengan nilai K_g kurang dari 3, zona sedang dengan nilai K_g antara 3 dan 6, dan zona tinggi dengan nilai K_g lebih dari 6. Zona tinggi mendominasi daerah penelitian, hal ini dikarenakan daerah penelitian merupakan endapan aluvial yang tersusun dari batuan lunak, sehingga memiliki tingkat kerentanan tanah yang tinggi dan berpotensi terjadinya kerusakan atau penurunan muka tanah saat terjadi gempabumi.

5.2. Saran

Untuk melakukan pengembangan dan pembangunan disarankan melakukan rekayasa sipil sebagai salah satu cara untuk mengurangi resiko yang dapat ditimbulkan akibat gempabumi atau pergerakan tanah.

Adapun untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah titik pengukuran serta data pendukung lainnya seperti data bor atau data pengukuran dengan metode lain supaya hasil yang didapat lebih akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih banyak kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis dari awal penelitian hingga penyelesaian laporan. Serta ucapan terimakasih banyak kepada dosen pembimbing yang selalu memberikan saran dan bimbingan kepada penulis selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, T.S. (2018). Aplikasi Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR) Untuk Analisis Struktur Bawah Permukaan Tanah Pada Zona Amblesan Studi Kasus Perumahan Tanah Mas Kota Semarang. Skripsi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Arifin, S. S., Mulyatno, B. S., Marjiyono & Setianegara, R. (2014). Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempabumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi HVSR Mikrotremor dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa dan Sekitarnya. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 12(1), 30-40. <http://dx.doi.org/10.23960/jge.v2i01.217>.
- Arifudin, A.M. (2018). Karakteristik Situs dan Kerentanan Seismik di Kabupaten Klaten dengan Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR) dari Data Mikrotremor. Tesis, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Azmiyati, U., Brotopuspito, K.S., & Dibiyosaputro, S. (2018). Analisis Karakteristik Dinamika Tanah Berdasarkan Data Mikrotremor di Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Pendidikan Mandala*, 3(3), 36-42.
- Badan Restorasi Gambut. (2018). Profil Desa Peduli Gambut Desa Jati Mulyo Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur Provinsi Jambi.
- Chandra, O., Putra, I., & Nugroho, S. A. (2017). Potensi Likuifaksi Pada Tanah Timbunan Pasir Diatas Tanah Gambut dengan Variasi Berat Beban Melalui Uji Model Laboratorium Konferensi Nasional Teknik Sipil dan

- Infrastruktur-I Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember
- Hartati, L. (2014). Pemetaan Tingkat Resiko Gempabumi Daerah Liwa dan Sekitarnya Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor. Thesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kanai, K. (1983). *Seismology in Engineering*. Tokyo University, Japan.
- Lachet, C., & Brad, P. Y. (1994). Numerical and Theoretical Investigation on The Possibilities and Limitations of Nakamura's Technique. *J. Phys. Earth*, 42, 377 - 397.
- Mochtar, N.E., Yulianto, F.E., & Rendy, S.T. (2014). Pengaruh Usia Stabilisasi pada Tanah Gambut Berserat yang Distabilisasi dengan Campuran CaCO₃ dan Pozolan. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 57-64.
- Mucciarelli, M., Herak, M., & Cassidy, J. (2009). Increasing Seismic Safety by Combining Engineering Technologies and Seismological Data. *NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security*, Springer Science & Business Media B.V.
- Motamed, R., Ghalandarzadeh, A., Tawhata, I., & Tabatabaei, S.H. (2007). Seismic Microzonation and Damage Assessment of Bam City, Southern Iran. *Journal of Earthquake Engineering*, 11, 110-132.
- Nakamura, Y. (1989). A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface Using Microtremor on The Ground Surface.
- Nakamura, Y. (1997). Seismic Vulnerability Indices for Ground and Structures Using Microtremor. *World Congress on Railway Research in Florence, Italy*, November 1997.
- Nakamura, Y. (2000). Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and Its Application. Tokyo University, Japan.
- Nogoshi, M., & Igarashi, T. (1971). On the amplitude characteristics of ambient seismic noise (Part 2). *Journal Seismology Soc Japan*, 24, 26-40.
- Prabowo, U., Marjiyono., & Sismanto. (2016). Mapping the Fissure Potential Zones Based on Microtremor Measurement in Denpasar City, Bali. *IOP Conf Series: Earth and Environmental Science*, 29.
- Refrizon., Hadi, A.I., Lestari, K., & Oktari, T. (2013). Analisis Percepatan Tanah Maksimum dan Tingkat Kerentanan Seismik Daerah Ratu Agung Kota Bengkulu. *Prosiding Semirata FMIPA UNILA, Universitas Lampung, Bandar Lampung*, 323-328.
- Satria. A., N. Larasati., W. Lestari., & I. K. Dewi. (2020). Analisis Mikrotremor Berdasarkan Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio Untuk Mengetahui Indeks Kerentanan Seismik Kota Jambi. *Jurnal Teknik Kebumihan*, 5(2), 1-6.
- Setiawan, J.R. (2009). Mikrozonasi Seismisitas Daerah Yogyakarta dan Sekitarnya. Tesis, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Yuliani, F. (2018). Implementasi perlindungan dan pengelolaan ekosistem gambut serta pengendalian kebakaran hutan dan lahan. *Jurnal Kebijakan Publik*, 37-44.