

# Analisis Mikrotremor Berbasis Metode HVSR Untuk Mengetahui Indeks Kerentanan Seismik Di Wilayah Kulonprogo

*Microtremor Analysis Based on the HVSR Method to Determine the Seismic Vulnerability Index in the Kulonprogo Area*

Azriel Raditya Decca Yogaswara<sup>1</sup>, Arin Kuncahyani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang

<sup>2</sup>Stasiun Geofisika Kelas I Sleman, Balecat, Gamping, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta

## INFO ARTIKEL

Naskah masuk : 17 Februari 2024

Naskah diperbaiki : 05 April 2024

Naskah diterima : 10 Mei 2024

**Kata kunci:**

Frekuensi dominan

faktor amplifikasi

indeks kerentanan seismik

HVSR

Kabupaten Kulon Progo

**Keywords:**

Dominant frequency

amplification factor

seismic vulnerability index

HVSR

Kulon Progo Regency

\* Email Korespondensi :

[radityad95@gmail.com](mailto:radityad95@gmail.com)

## ABSTRAK

Sesar Progo adalah sesar geologis yang terletak di sekitar wilayah Kulon Progo, Jawa Tengah. Sesar ini memiliki panjang sekitar 35 km. Daerah ini termasuk dalam kawasan aktif seismik karena berdekatan dengan aktivitas subduksi lempeng, membuatnya rawan gempa bumi. Kondisi ini menjadikan Kulon Progo sebagai daerah yang berpotensi mengalami gempa bumi. Keberadaan Sesar Progo yang lebih panjang dibandingkan dengan Sesar Opak menunjukkan risiko lebih besar, memungkinkan terjadinya gempa bumi yang lebih besar dan merusak di masa depan, dibandingkan dengan peristiwa gempa tahun 2006 di Bantul. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai faktor amplifikasi ( $A_0$ ), frekuensi dominan ( $f_0$ ) serta memperkirakan indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) menggunakan metode HVSR di wilayah Kulon Progo bagian timur. Temuan dari penelitian di wilayah Kulon Progo dengan menggunakan metode HVSR menunjukkan bahwa nilai faktor amplifikasi memiliki rentang nilai antara 1.4 hingga 6.2 dan nilai indeks kerentanan seismik 0.4 – 22.4, dimana daerah dengan kerentanan seismik yang tertinggi terlihat berada di sekitar titik TA72 yaitu sebesar 22.4 yang merupakan daerah wilayah Jatirejo, Kecamatan Lendah.

## ABSTRACT

The Progo Fault is a geological fault located around the Kulon Progo area in Central Java. This fault has a length of about 35 km. The area is in an active seismic zone due to its proximity to subduction plate activity, making it prone to earthquakes. This condition makes Kulon Progo a region with the potential to experience earthquakes. The existence of the Progo Fault, which is longer than the Opak Fault, indicates a greater risk, allowing for the possibility of larger and more destructive earthquakes in the future, compared to the 2006 earthquake event in Bantul. This research aims to obtain the amplification factor ( $A_0$ ), dominant frequency ( $f_0$ ) values using the HVSR method, and estimate the seismic vulnerability index ( $K_g$ ) in the eastern region of Kulon Progo. Findings from research in the Kulon Progo Regency area using the HVSR method show that the amplification factor values range from 1.4 to 6.2 and the seismic vulnerability index values range from 0.4 to 22.4, with the highest seismic vulnerability being found around point TA72 at 22.4, which is in the Jatirejo area of the Lendah District.

© 2024 Jurnal Stasiun Geofisika Sleman

## 1. Pendahuluan

Di antara seluruh wilayah di Indonesia, daerah yang paling rawan atau sering mengalami gempa salah satunya adalah Pulau Jawa. Pulau Jawa merupakan daerah aktif yang terletak di perbatasan dua lempeng tektonik, yaitu lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia. Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) secara geografis terbentang dari 7°33'-8°15' LS dan 110°5'- 110°50' BT yang berbatasan dengan Gunungapi Vulkanik Merapi di sebelah utara dan zona aktif subduksi di sebelah selatan. Hal ini menyebabkan Yogyakarta dan sekitarnya banyak mengalami aktivitas seismik berupa gempa bumi.

Berdasarkan data historikal gempa di Wilayah Yogyakarta, sedikitnya ada empat gempa bumi dengan magnitudo besar dan sifatnya merusak, gempa-gempa tersebut disebabkan oleh aktivitas tektonik zona aktif subduksi, yaitu pada tahun 1867, 1943, 1981, dan 2006 [1].

Wilayah selatan Pulau Jawa cenderung memiliki kondisi geologi yang sangat kompleks. Ini disebabkan adanya pertemuan lempeng-lempeng yang membentuk jalur-jalur pertemuan lempeng. Proses endogenik yang menghasilkan adanya gaya tektonik berperan dalam pembentukan struktur geologi. Kondisi ini membuat daerah Pulau Jawa rawan terhadap bencana alam yang

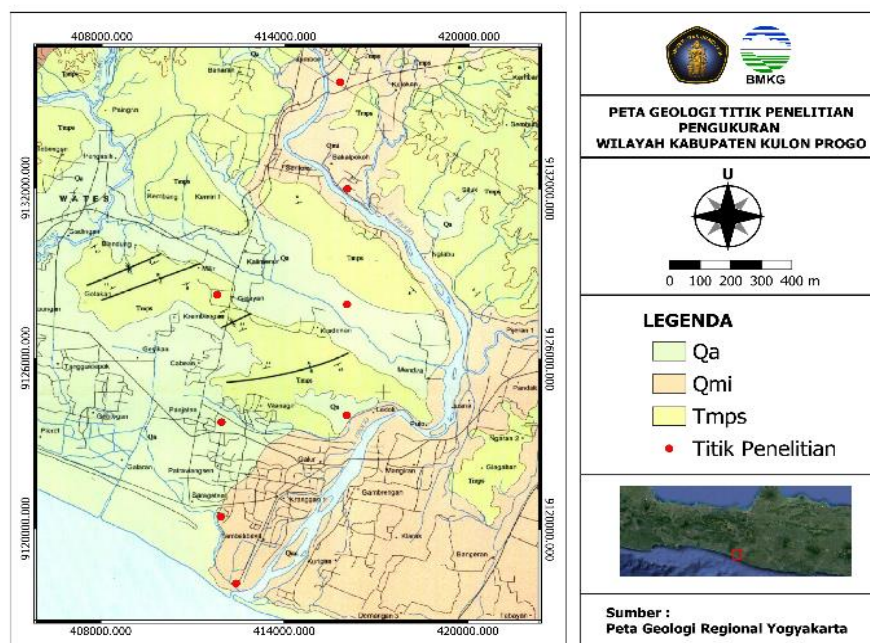
terjadi karena hasil pelepasan energi dan pertemuan lempeng. Aktivitas tektonik mempengaruhi kekuatan dan sifat fisik material yang terbentuk selama proses deformasi. Adanya sistem sesar atau patahan menyebabkan deformasi batuan yang mengakibatkan munculnya sesar baru atau sesar minor. Beberapa sistem sesar yang diyakini masih aktif membuat Yogyakarta dan sekitarnya rawan gempa, yaitu Sesar Opak, Sesar Oyo, Sesar Dengkeng, Sesar Progo dan sesar lainnya yang belum teridentifikasi. Sesar Progo diperkirakan terletak disekitar Sungai Progo, yaitu di bagian selatan Yogyakarta. Namun, dibutuhkan kajian tambahan mengenai letak persis serta struktur geologi sesar Progo [2].

Pada tahun 2006 terjadi gempa bumi cukup besar dengan magnitudo 5.9 berpusat di Bantul yang mengakibatkan korban lebih dari 5000 jiwa, ribuan rumah rusak dan kerusakan infrastruktur lain. Wilayah timur Kulonprogo merupakan salah satu wilayah yang terdampak gempa tersebut. Metode geofisika dapat menjadi alternatif metode yang dapat diterapkan untuk identifikasi daerah rawan terhadap terjadinya gempa bumi, salah satunya menggunakan metode mikrotremor. Survei mikrotremor dapat dipergunakan untuk mengetahui nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ), faktor amplifikasi ( $A_0$ ), indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) sebagai salah satu upaya mitigasi yang diharapkan dapat menurunkan risiko akibat gempa bumi [3].

Secara regional, tatanan struktur geologi di Kulon Progo berupa kubah atau menyerupai kubah (dome), dengan sebaran batuan yang dikontrol oleh struktur tubuh gunung api dan struktur sekunder berupa sesar. Beberapa

formasi geologi yang terdapat di Kulon Progo antara lain Formasi Nanggulan yang merupakan formasi tertua di Kulon Progo dan terletak di desa Nanggulan yang berada di kaki sebelah timur Pegunungan Kulon Progo. Selain itu, di Kulon Progo juga terdapat batuan andesit tua yang memiliki struktur kekar yang intensif [4]. Gambar 1 menunjukkan peta geologi di wilayah Kulon Progo. Di wilayah ini terdapat banyak bukit dan lereng yang curam. Stratigrafi wilayah Kulon Progo terdiri dari 8 satuan/formasi batuan, berumur Tersier hingga Resen. Masing-masing satuan/formasi batuan memiliki komposisi spesifik, apabila dilihat dari peta geologi lembar Yogyakarta wilayah Kabupaten Kulon Progo [5]. Wilayah penelitian tersusun atas batuan penyusun yakni Qa yang merupakan alluvium tersusun atas kerakal, pasir, lanau dan lempung. Kemudian Qmi yang merupakan endapan gunung api Merapi muda yang tersusun atas tuf, abu, breksi, aglomerat, dan leleran lava tak terpisahkan. Kemudian terdapat Formasi Sentolo, terdiri dari batu gamping dan batupasir napalan.

Penelitian ini menggunakan mikrotremor berbasis metode HVSr, bertujuan untuk mengetahui nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ), faktor amplifikasi ( $A_0$ ), serta indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ), di wilayah timur Kulon Progo dimana berdekatan dengan keberadaan Sesar Progo. Manfaat penelitian ini meliputi pemetaan zona rawan gempa, mitigasi bencana, peningkatan keselamatan penduduk, pengembangan kebijakan tata ruang dan pembangunan. Dengan demikian, penelitian ini penting untuk meningkatkan kesiapsiagaan dan ketahanan terhadap bencana gempa bumi di wilayah tersebut.



Gambar 1. Geologi wilayah penelitian.

## 2. Metode Penelitian

Mikrotremor merupakan getaran tanah yang sangat kecil dan kontinu yang bersumber dari getaran aktivitas manusia, angin, lalu lintas, dan lainnya. Mikrotremor dapat menggambarkan kondisi geologi di suatu daerah yang disebabkan oleh peristiwa alam atau buatan. Karakteristik lapisan tanah dapat diketahui dengan menggunakan metode mikrotremor berdasarkan periode dominan dan parameter amplifikasinya, sehingga metode ini sangat baik dan tepat digunakan untuk memperkirakan Tingkat risiko akibat aktivitas seismik [6]. Metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) dilakukan dengan cara estimasi rasio spektrum Fourier komponen vertikal terhadap komponen horisontal. Frekuensi natural setempat merupakan frekuensi pada rasio HVSR puncak pertama, sedangkan rasio HVSR pada frekuensi natural merupakan nilai amplifikasi geologi setempat. Parameter penting yang dihasilkan metode HVSR adalah frekuensi natural dan amplifikasi [7] dan dapat dirumuskan pada persamaan (1).

$$H/V = \frac{\sqrt{(S-NS)^2 + (S-EW)^2}}{S-V} \quad (1)$$

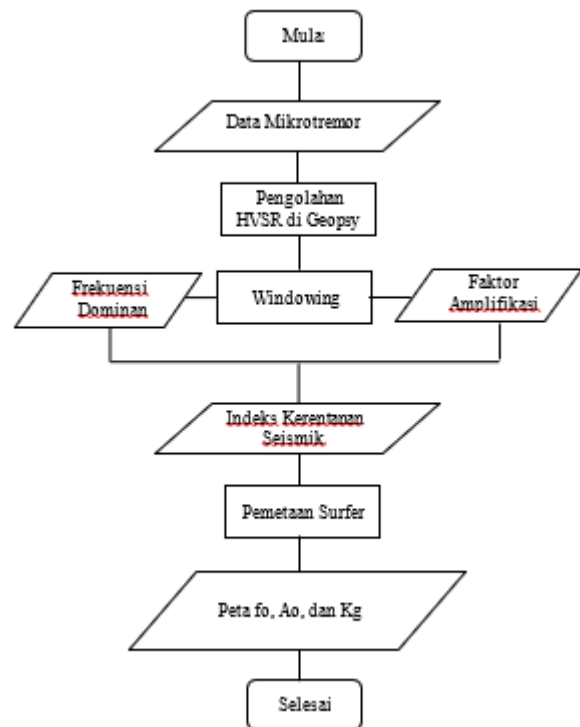
Dimana H/V merupakan spektrum rasio HVSR, S-EW adalah spektrum komponen horizontal barat-timur, S-NS adalah spektrum komponen horizontal utara-selatan, dan S-V merupakan spektrum komponen vertikal [8].

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2. Data mikrotremor yang digunakan, menggunakan data akuisisi Taide Digital Seismograph yang dilakukan di wilayah timur Kulon Progo (Gambar 3). Data yang diperoleh diolah menggunakan *software* (perangkat lunak) Geopsy guna mendapatkan nilai frekuensi dominan dan faktor amplifikasi melalui proses analisa HVSR. Untuk menghilangkan atau mengurangi gangguan (*noise*) pada sinyal yang diperoleh maka dalam proses pengolahan data dilakukan filtering, untuk mendapatkan sinyal utama yang di inginkan. Tahap berikutnya adalah melakukan penjendelaan waktu (*windowing*) secara manual. Pemilihan secara manual dilakukan untuk dapat memilih sinyal dalam window waktu tertentu yang kurang memiliki gangguan (*noise*), serta dipilih sinyal yang paling stasioner. Setelah proses penjendelaan waktu (*windowing*) selesai maka ketiga komponen sinyal yang terdiri atas komponen Utara-Selatan, Timur- Barat, dan Atas-Bawah akan di analisis menggunakan HVSR, dimana setelah analisa HVSR ini akan diperoleh nilai frekuensi natural ( $f_0$ ) dan faktor amplifikasi ( $A_0$ ). Pengolahan data pada Microsoft Exel didapatkan nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) dan faktor amplifikasi ( $A_0$ ) dari kurva H/V. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ). Nilai  $K_g$  dirumuskan pada persamaan 2 [9].

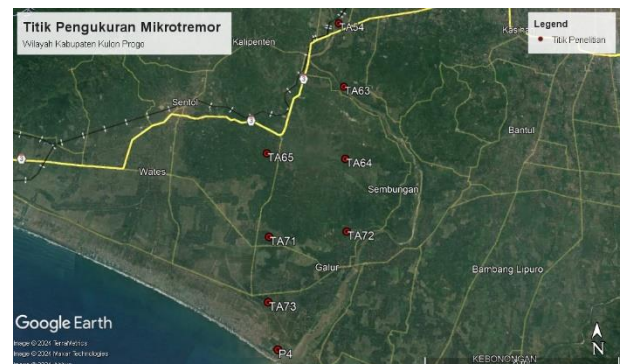
$$K_g = \frac{A_0^2}{f_0} \quad (2)$$

Dimana  $A_0$  merupakan faktor amplifikasi dan  $f_0$  merupakan frekuensi dominan. Dari indeks kerentanan

seismik dapat menunjukkan kerentanan suatu daerah untuk terdeformasi.



Gambar 2. Diagram alir penelitian.



Gambar 3. Titik pengukuran mikrotremor di Wilayah Kabupaten Kulon Progo.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Frekuensi Natural ( $f_0$ )

Nilai frekuensi natural menggambarkan ketebalan lapisan lapuk di bawah permukaan dan kecepatan gelombang yang melalui medium tersebut [10]. Semakin besar nilai suatu frekuensi natural, maka semakin kecil ketebalan lapisan lapuknya, begitu juga sebaliknya. Apabila nilai frekuensi natural tinggi, maka suatu daerah cenderung tingkat kerawannya rendah. Karakteristik batuan bawah permukaan dapat diketahui dari nilai frekuensi naturalnya. Pengklasifikasian tanah berdasarkan nilai frekuensi natural dapat dilihat pada Gambar 4 [11].

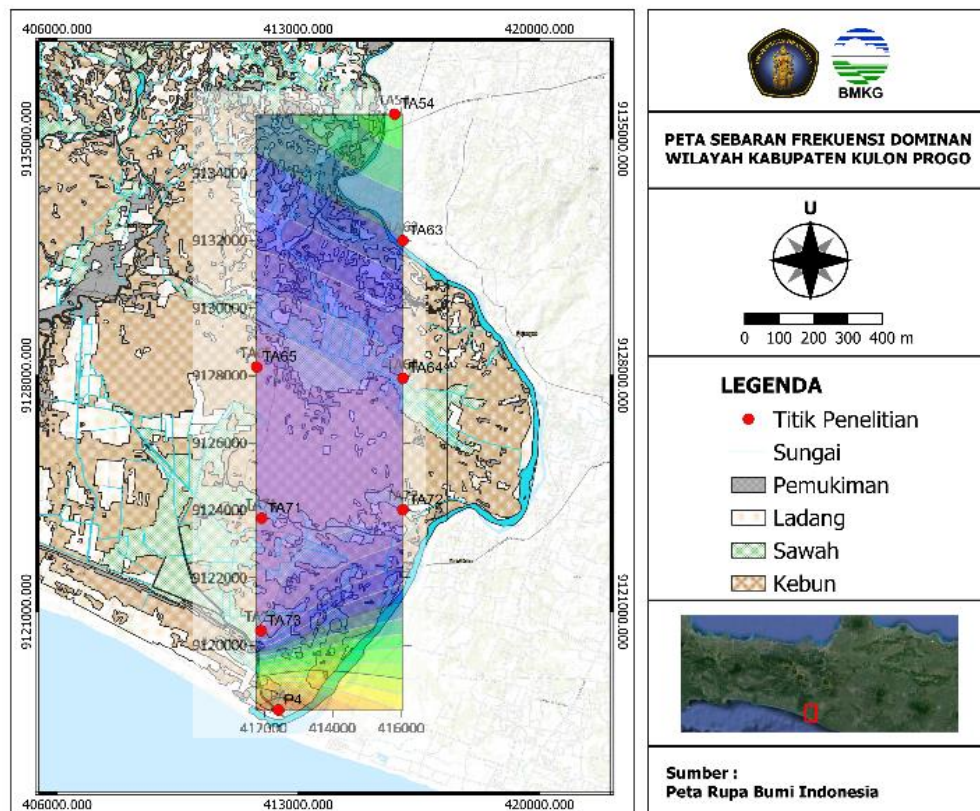


| Klasifikasi tanah |           | Frekuensi Natural (Hz) | Klasifikasi Kanai                                                                                                       | Deskripsi                                                               |
|-------------------|-----------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Tipe              | Jenis     |                        |                                                                                                                         |                                                                         |
| Tipe IV           | Jenis I   | 6,667 - 20             | Batuan tersier atau lebih tua. Terdiri dari batuan <i>Hard sandy, gravel</i> , dan lainnya.                             | Ketebalan sedimen permukaan sangat tipis, didominasi oleh batuan keras. |
| Tipe III          | Jenis II  | 4,0 - 10               | Batuan tersier atau lebih tua. Terdiri dari batuan <i>Hard sandy, gravel</i> , dan lainnya.                             | Ketebalan sedimen permukaan masuk dalam kategori menengah 5-10m.        |
| Tipe II           | Jenis III | 2,5 - 4                | Batuan alluvial, dengan ketebalan lebih dari 5m. Terdiri dari <i>sandy gravel, sandy hard clay, loam</i> , dan lainnya. | Ketebalan sedimen permukaan masuk dalam kategori tebal, sekitar 10-30m. |
| Tipe I            | Jenis IV  | Kurang dari 2,5        | Batuan alluvial, yang terbentuk dari sedimentasi <i>deta, top soil, lumpur</i> , dan lainnya. Kedalaman $\geq 30m$ .    | Ketebalan sedimen permukaan sangatlah tebal.                            |

Gambar 4. Klasifikasi tanah berdasarkan nilai frekuensi natural mikroseismik [11].

Berdasarkan data yang diperoleh, frekuensi dominan ( $f_0$ ) di wilayah Kabupaten Kulon Progo memiliki nilai antara 1.1 Hz – 18.4 Hz. Persebaran nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) tersebut dapat dilihat pada Gambar 5. Lokasi penelitian didominasi oleh frekuensi dominan ( $f_0$ ) yang bernilai rendah yaitu sekitar 1.1 Hz – 5.9 Hz yang ditunjukkan oleh warna ungu hingga biru. Ini menunjukkan bahwa daerah tersebut didominasi oleh batuan sedimen yang tebal. Hal ini karena besarnya frekuensi dominan ( $f_0$ ) berbanding terbalik dengan ketebalan lapisan sedimen ( $h$ ).

Klasifikasi tanah yang didasarkan pada nilai  $f_0$  mengacu pada Gambar 4. Untuk daerah penelitian pada titik P4 memiliki nilai  $f_0$  18.4 Hz yang termasuk kategori tanah jenis I. Tanah jenis ini tersusun atas batuan tersier atau lebih tua yang terdiri dari batuan *hard sandy, gravel*, dan lain-lain, dengan ketebalan sedimen sangat tipis dan didominasi oleh batuan keras. Dilihat dari peta sebaran di atas maka titik P4 mencakup daerah wilayah Ngebis Kecamatan Galur. Untuk titik penelitian TA63 dan TA54 termasuk kategori tanah jenis II karena memiliki rentang nilai  $f_0$  5.9 dan 8.8 Hz. Susunan tanah jenis II sama seperti tanah jenis I, yaitu batuan tersier atau lebih tua yang terdiri dari batuan *hard sandy, gravel*, dan lain-lain, namun dengan ketebalan sedimen yang menengah, yaitu sekitar 5-10 m. Daerah wilayah yang tercakup yakni wilayah Kelangon Kecamatan Kalibawang dan wilayah Demangan Kecamatan Sedayu.



Gambar 5. Peta sebaran nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ).

Kemudian terdapat kategori tanah jenis III yang tersusun atas batuan alluvial yang terdiri dari sandy gravel, sandy hard clay, loam dan lain-lain, dengan ketebalan sedimen berada di kategori tebal, yaitu 10 hingga 30m. Daerah yang termasuk kategori tanah jenis III adalah titik penelitian TA64 yaitu di wilayah Tuksono Kecamatan Sentolo. Daerah dengan kategori tanah jenis IV meliputi titik penelitian TA73, TA72, TA71, TA65 yang memiliki rentang  $f_0$  antara 1.1 hingga 1.9 Hz, meliputi wilayah Karangsewu Kecamatan Galur, Jatirejo dan Wahyuharjo Kecamatan Lendah, dan Damangrejo Kecamatan Sentolo. Kategori tanah jenis IV tersusun atas batuan alluvial yang terbentuk dari sedimentasi delta, top soil, lumpur, dan lain-lain, dengan kedalaman  $\geq 30$ m. Ketebalan sedimen pada jenis ini berada di kategori sangat tebal.

Daerah yang memiliki nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) rendah berarti memiliki lapisan sedimen yang tebal, sedangkan daerah yang memiliki nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) tinggi berarti memiliki lapisan sedimen yang tipis. Dengan kata lain, jika nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) tinggi berarti di bawah permukaan tersusun oleh batuan yang keras. Dan jika nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) rendah berarti di bawah permukaan tersusun oleh batuan yang lunak (batuan sedimen). Frekuensi dominan ( $f_0$ ) dipengaruhi oleh kecepatan bawah permukaan ( $v_s$ ) dan ketebalan lapisan sedimen ( $h$ ). Kecepatan bawah permukaan akan rendah jika melewati medium yang lunak karena medium lunak mampu memperlambat durasi kecepatan gelombang saat menjalar.

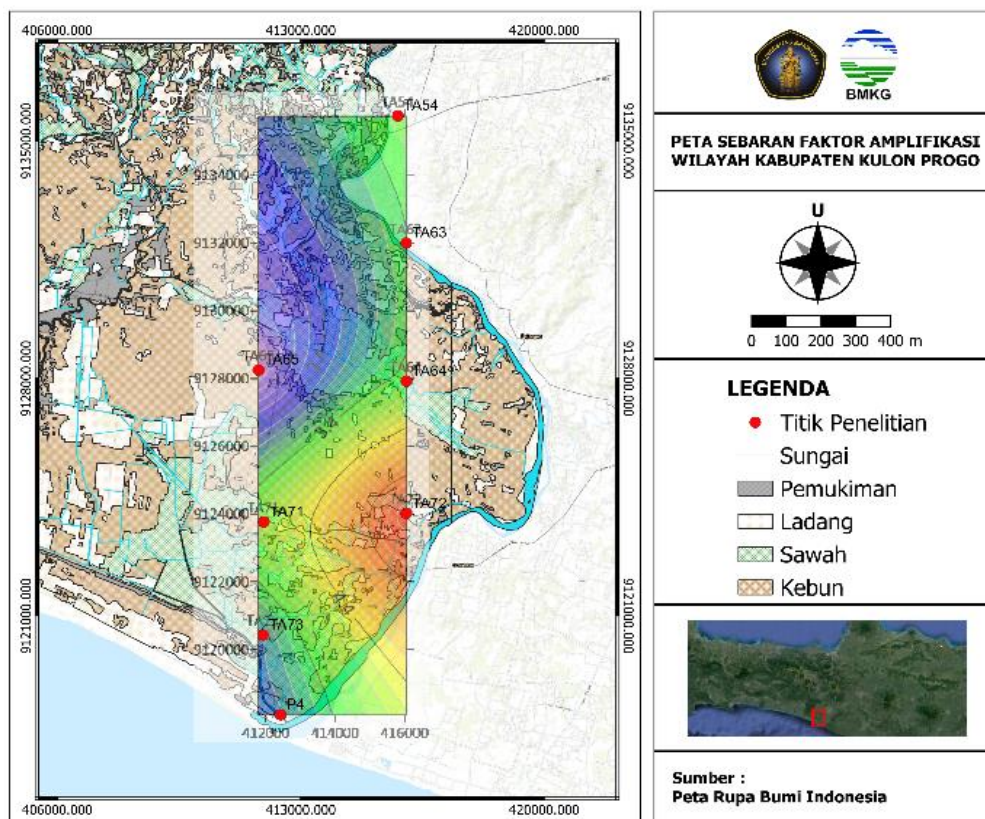
### Faktor Amplifikasi ( $A_0$ )

Faktor amplifikasi merupakan peristiwa penguatan suatu gelombang ketika melewati suatu medium tertentu. Perbandingan antara karakteristik sinyal horizontal terhadap sinyal vertikal berbanding lurus dengan penguatan gelombang pada saat melalui suatu medium. Faktor amplifikasi merupakan nilai amplitudo maksimum yang didapatkan dari pengolahan data mikroseismik. Tabel 1 menunjukkan klasifikasi berdasarkan besarnya nilai faktor amplifikasi suatu daerah [12].

**Tabel 1. Klasifikasi nilai faktor amplifikasi [12].**

| Zona | Klasifikasi   | Nilai Faktor Amplifikasi |
|------|---------------|--------------------------|
| 1    | Rendah        | $A_0 < 3$                |
| 2    | Sedang        | $3 \leq A_0 \leq 6$      |
| 3    | Tinggi        | $6 \leq A_0 \leq 9$      |
| 4    | Sangat Tinggi | $A_0 \geq 9$             |

Nilai Faktor amplifikasi ( $A_0$ ) diperoleh dari puncak kurva HVSR. Nilai faktor amplifikasi di daerah penelitian memiliki nilai antara 1.4 hingga 6.2. Peta sebaran nilai faktor amplifikasi di daerah penelitian ditunjukkan pada Gambar 6. Daerah penelitian didominasi oleh nilai faktor amplifikasi rendah yang ditunjukkan oleh warna ungu hingga nilai faktor amplifikasi sedang yang ditunjukkan oleh warna hijau yakni dengan nilai antara 1.4 hingga 3.9 dengan faktor amplifikasi terbesar pada titik TA72 dengan nilai faktor amplifikasi 6.2.



**Gambar 6. Peta sebaran faktor amplifikasi ( $A_0$ ).**



Faktor amplifikasi ( $A_0$ ) dipengaruhi oleh kecepatan gelombang. Jika kecepatan gelombangnya kecil, maka amplifikasinya akan besar, dan sebaliknya. Hal ini menunjukkan bahwa nilai faktor amplifikasi berhubungan dengan tingkat kepadatan batuan. Jika kepadatan batuan berkurang maka nilai amplifikasi akan besar dan jika kepadatan batuan bertambah maka nilai amplifikasi akan kecil. Faktor amplifikasi juga berhubungan dengan penguatan guncangan dan risiko yang akan dialami jika terjadi getaran. Semakin besar nilai faktor amplifikasi, maka guncangan dan risiko yang terjadi juga semakin besar. Sebaliknya, jika semakin kecil nilai faktor amplifikasi, maka guncangan dan risiko yang terjadi juga semakin kecil.

Nilai faktor amplifikasi dapat di klasifikasikan berdasarkan Tabel 1. Titik TA65, P4 dan TA73 termasuk kedalam klasifikasi rendah dengan nilai faktor amplifikasi kurang dari 3. Ini menandakan apabila terjadi guncangan maka risiko yang terjadi relatif lebih kecil. Klasifikasi ini meliputi daerah wilayah Damangrejo Kecamatan Sentolo, Ngebisan dan Karangsewu Kecamatan Galur. Kemudian untuk klasifikasi sedang mencakup titik penelitian TA63, TA64, TA54, dan TA71 termasuk klasifikasi sedang dengan nilai faktor amplifikasi 3 hingga 6. Apabila terjadi guncangan maka risiko yang terjadi relatif sedang. Daerah ini meliputi wilayah Demangan Kecamatan Sedayu, Tuksono Kecamatan Sentolo, Kelangon Kecamatan Kalibawang, dan Wahyuharjo Kecamatan Lendah. Untuk titik penelitian TA72 yang mencakup wilayah Jatirejo Kecamatan Lendah termasuk klasifikasi tinggi dengan nilai faktor amplifikasi 6.2. Ini menandakan guncangan dan risiko yang terjadi juga relatif semakin besar.

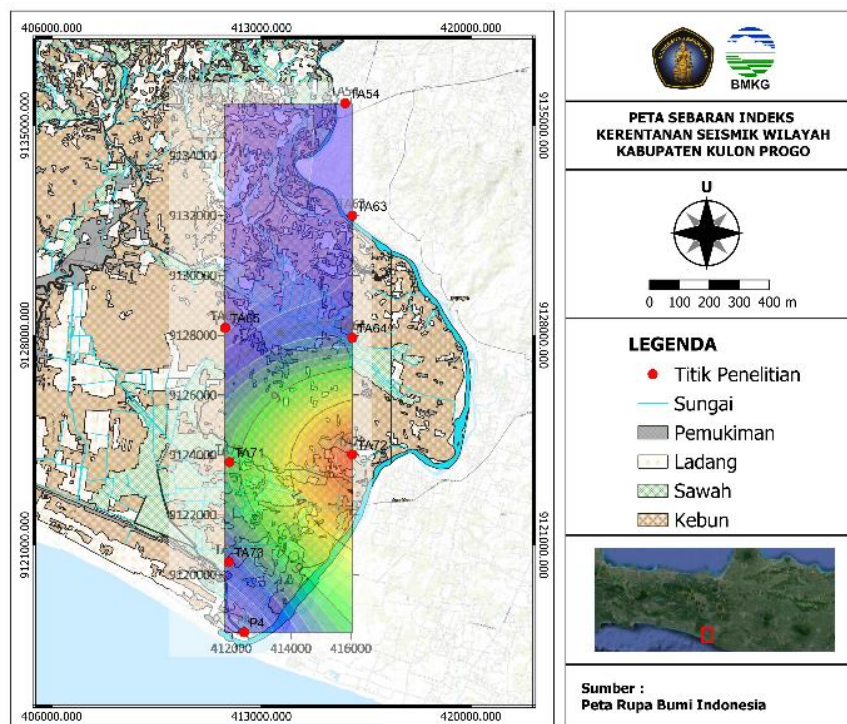
### Indeks Kerentanan Seismik ( $K_g$ )

Indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kerentanan dan potensi kerusakan terhadap pergerakan tanah. Besarnya indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) tergantung pada besarnya nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) dan nilai faktor amplifikasi ( $A_0$ ). Selain itu, indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) berbanding lurus dengan ketebalan lapisan sedimen ( $h$ ). Jika indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) suatu daerah tinggi maka daerah tersebut memiliki lapisan sedimen yang tebal. Jika indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) suatu daerah rendah maka lapisan sedimen di daerah tersebut tipis. Tabel 2 menunjukkan klasifikasi nilai  $K_g$ .

**Tabel 2. Klasifikasi nilai kerentanan seismik [8].**

| Zona | Klasifikasi | Nilai $K_g$   |
|------|-------------|---------------|
| 1    | Rendah      | $K_g < 3$     |
| 2    | Sedang      | $3 < K_g < 6$ |
| 3    | Tinggi      | $K_g > 6$     |

Berdasarkan indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) yang telah diperoleh, dapat dilihat bahwa daerah penelitian memiliki indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) rentang nilai yang rendah yang ditunjukkan oleh warna ungu. Hal ini berarti daerah penelitian memiliki ketebalan lapisan sedimen yang cukup tipis namun terdapat juga wilayah dengan rentang nilai sedang hingga tinggi yang ditunjukkan dengan warna biru hingga merah menandakan tebalnya lapisan sedimen yang ada. Sebaran indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7. Peta sebaran indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ).**

Berdasarkan data hasil pengukuran yang diambil pada 8 titik pengukuran, nilai indeks kerentanan seismik di wilayah penelitian berkisar antara 0.4 – 22.4. Dimana pada daerah Ngebisian memiliki nilai 0.4, Kelangon memiliki nilai 1.5, Damangrejo memiliki nilai 1.7, serta wilayah Demangan memiliki nilai 1.9 yang jika menurut Tabel 2 maka daerah-daerah tersebut memiliki klasifikasi indeks kerentanan seismik yang rendah. Wilayah Karangsewu memiliki nilai 4.1 dan Tuksono memiliki nilai 4.7 yang menandakan wilayah tersebut memiliki kerentanan seismik yang sedang. Wilayah dengan indeks kerentanan seismik yang tinggi ditunjukkan oleh wilayah Wahyuharjo yang memiliki nilai 8.2 dan pada daerah Jatirejo memiliki nilai 22.4.

Indeks kerentanan seismik dapat menunjukkan kerentanan suatu daerah yang terkena dampak akibat guncangan atau pergerakan lapisan batuan. Semakin tinggi indeks kerentanan seismik suatu daerah yang ditunjukkan dengan warna merah, maka semakin rentan daerah tersebut terkena dampak akibat guncangan. Berdasarkan Data yang diperoleh, daerah yang rentan terdampak oleh guncangan atau pergerakan lapisan batuan disebut sebagai zona lemah. Dimana daerah dengan kerentanan seismik yang tertinggi terlihat berada di sekitar titik TA72 yaitu sebesar 22.4 yang merupakan daerah wilayah Jatirejo Kecamatan Lendah. Jika terjadi suatu guncangan di area Yogyakarta dan sekitarnya, area Jatirejo Kecamatan Lendah merupakan area yang paling rawan dibandingkan area yang lain dan dapat mengalami kerusakan yang lebih parah akibat gempa bumi.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh, frekuensi dominan ( $f_0$ ) di wilayah penelitian memiliki nilai antara 1.1 Hz – 18.4 Hz Serta nilai faktor amplifikasi di daerah penelitian memiliki nilai antara 1.4 sampai 6.2. Daerah dengan kerentanan seismik yang tertinggi berada di sekitar titik TA72 yaitu sebesar 22.4 yang merupakan daerah wilayah Jatirejo, Kecamatan Lendah. Jika terjadi suatu guncangan di area Yogyakarta dan sekitarnya, daerah Jatirejo, Kecamatan Lendah merupakan area yang relatif lebih rawan dibandingkan area yang lain dan dapat mengalami kerusakan yang relatif lebih parah akibat gempa bumi.

#### Saran

Pengambilan titik pengukuran mikrotremor dapat dilakukan dengan jarak antar titik yang lebih rapat, misalnya kurang dari 2 km, untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan representatif. Pendekatan ini memungkinkan pemetaan yang lebih rinci dan

pengidentifikasian variasi lokal dalam karakteristik gelombang seismik. Dengan jarak antar titik yang lebih kecil, analisis distribusi spektral dan pola resonansi tanah akan lebih detail, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih jelas tentang kondisi geologi dan potensi risiko seismik di wilayah tersebut.

#### Daftar Pustaka

- [1] Setiyono, U., “Katalog Gempa bumi Signifikan dan merusak 1821-2017,” BMKG, Jakarta, 2018.
- [2] Daryono, “Aktivitas Aktivitas Gempa Bumi Tektonik Di Yogyakarta Menjelang Erupsi Merapi,” Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Yogyakarta, 2010.
- [3] Adawiyah, R., “Pola Wilayah Bahaya Likuifaksi di Provinsi D.I.Yogyakarta (Studi Kasus Gempa bumi Yogyakarta),” Skripsi. Universitas Indonesia, 2008.
- [4] Sulaeman, C., Cendekia Dewi, L. dan Triyoso, W., “Karakterisasi sumber gempa Yogyakarta 2006 berdasarkan data GPS,” Indonesian Journal on Geoscience, Vol.3, 2008.
- [5] Suwarno, Y., “Analisis Potensi Wilayah Kabupaten Kulon Progo Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dari Ekstraksi Peta Geologi,” Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS, 2017.
- [6] Kanai, K., “Seismology in Engineering,” Tokyo University, Japan, 1983.
- [7] Sesame. “Guidelines For the Implementation of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations,” Europe: Sesame European research project, 2004.
- [8] Refrizon, Hadi, A.I., Lestari, K. dan Oktari, T., “Analisis Percepatan Tanah Maksimum dan Tingkat Kerentanan Seismik Daerah Ratu Agung Kota Bengkulu,” Prosiding Semirata FMIPA, Universitas Lampung, Lampung, 2013.
- [9] Nakamura, Y., “A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface,” Quarterly Report of Railway Technical Research Institute (RTRI), 30, No.1, 1989.
- [10] Mucciarelli M, Gallipoli MR., “The HVSR technique from microtremor to strong motion: empirical and statistical considerations,” In: Proc. of 13th World Conference of Earthquake Engineering, Vancouver, BC, Canada, Paper. vol. 45. Citeseer, 2004.
- [11] BMKG., “Sumber Daya Geologi,” Buletin Meteorologi dan Geofisika No.4, 1998.
- [12] Setiawan, J.R., “Mikrozonasi Seismisitas Daerah Yogyakarta dan Sekitarnya,” Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2009.