

MIKROZONASI INDEKS KERENTANAN SEISMIK DI KAWASAN JALUR SESAR GRINDULU, KABUPATEN PACITAN BERDASARKAN DATA MIKROTREMOR

MICROZONATION OF SEISMIC VULNERABILITY INDEX AT GRINDULU FAULT LINE AREA IN PACITAN REGENCY BASED ON MICROTREMOR DATA

Oleh: Ulfa Fadhilah¹⁾, Nugroho Budi Wibowo²⁾, Denny Darmawan¹⁾

1) Universitas Negeri Yogyakarta

2) Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Yogyakarta

Email: ulfadhilah24@gmail.com¹⁾

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mikrozonasi nilai frekuensi dominan, faktor amplifikasi, indeks kerentanan seismik dan ketebalan lapisan sedimen serta mengetahui hubungan keterkaitan keempat parameter tersebut terhadap nilai *digital elevation model* (DEM) di kawasan jalur Sesar Grindulu, Kabupaten Pacitan. Pengambilan data dilakukan menggunakan set alat *Digital Portable Seismograph* merek Taide tipe TDL-303S dengan durasi pengukuran ± 30 menit untuk setiap titik pengukuran. Sinyal mikrotremor dalam domain waktu dianalisis menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) sehingga didapatkan parameter frekuensi dominan (f_0) dan faktor amplifikasi (A_0). Parameter ini kemudian digunakan untuk mikrozonasi, analisis indeks kerentanan seismik, dan analisis ketebalan lapisan sedimen di jalur Sesar Grindulu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai frekuensi dominan (f_0) di kawasan jalur Sesar Grindulu berkisar antara 0,6 – 9,6 Hz, nilai faktor amplifikasi (A_0) berkisar antara 3,15 - 15,30, nilai indeks kerentanan seismik berkisar antara 1,06 s^2/cm - 390,09 s^2/cm dan nilai ketebalan lapisan sedimen berkisar antara 13,22 - 335,81 m. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang lemah antara keempat parameter tersebut terhadap nilai *Digital Elevation Model* (DEM).

Kata kunci : mikrotremor, indeks kerentanan seismik, Sesar Grindulu

Abstract

This research aimed to determine the microzonation of predominant frequency, amplification factor, seismic vulnerability index, and sediment layer thickness and also to determine the relationship of the four parameters to the digital elevation model (DEM) value at Grindulu fault line area in Pacitan Regency. Data retrieval was done by using TDL-303S Taide Digital Portable Seismograph with duration of ± 30 minutes for each measurement. Microtremor signals in time domain was analyzed by using the Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr) method, in order to obtain the predominant frequency parameter (f_0) and the amplification factor (A_0). These parameters were used for microzonation, seismic vulnerability index analysis, and sediment layer thickness analysis for Grindulu fault lines area. The results of this research show that predominant frequency (f_0) value at Grindulu fault line area ranges from 0.6 Hz to 9.6 Hz, amplification factor (A_0) ranges from 3.15 to 15.30, seismic vulnerability index ranges from 1,06 s^2/cm to 390,09 s^2/cm and sediment layer thickness value ranges from 13,22 m to 335,81 m. The results also show that there is a weak relationship between the four parameters to the Digital Elevation Model (DEM) value.

Keywords: Microtremor, Seismic Vulnerability Index, Grindulu Fault line

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah pertemuan tiga lempeng besar dunia, yaitu Lempeng Eurasia yang berada di bagian utara Indonesia, Lempeng Indo-Australia yang berada di bagian selatan Indonesia, dan Lempeng Pasifik yang berada di bagian timur Indonesia. Lempeng tersebut akan terus bergerak sehingga dapat terjadi interaksi antar lempeng. Pergerakan lempeng terdiri dari tiga macam, yaitu konvergen, divergen dan transform. Konvergen adalah pergerakan dua lempeng yang saling mendekat dan biasanya pergerakan ini mengakibatkan tabrakan antar lempeng. Divergen merupakan pergerakan dua lempeng yang saling menjauh. Pergerakan ini menyebabkan terjadinya rekahan pada lapisan bumi. Pergerakan transform adalah pergerakan dua lempeng yang sejajar namun berlawanan arah. Interaksi antar lempeng ini dapat menyebabkan terjadinya bencana alam, seperti gempa bumi.

Gempa bumi adalah berguncangnya suatu tempat di bumi yang disebabkan oleh tumbukan antar lempeng bumi, aktivitas gunung api dan runtuhnya bebatuan dalam volume yang sangat besar. Gempa bumi yang diakibatkan oleh tumbukan antar lempeng disebut sebagai gempa tektonik. Gempa ini terjadi akibat dari aktivitas lempeng samudera dan lempeng benua yang dapat melepaskan gelombang seismik dan dipancarkan oleh sumber energi elastik yang dilepaskan secara tiba-tiba. Gempa ini terjadi pada saat batuan di kerak bumi mengalami tekanan yang sangat hebat oleh pergerakan lempeng samudera dan lempeng benua. Ketika lempeng tersebut saling bergesekan dan bertumbukan, maka dihasilkan gelombang kejut yang dirasakan sebagai gempa bumi.

Berdasarkan letak geologis, Indonesia juga termasuk dalam jalur *ring of fire* atau cincin api Pasifik dunia yang merupakan jalur pegunungan aktif, dimanaterdapat 127 gunung api aktif di

Indonesia dan 69 di antaranya mendapat pengawasan intensif akibat aktivitas magma di dalamnya (PVMBG, tanpa tahun). Selain itu, interaksi antar lempeng menyebabkan adanya sesar yang tersebar di Indonesia, terutama di Pulau Jawa. Fakta tersebut menambah tingkat kerawanan bencana di Indonesia terutama bencana gempabumi, baik gempa tektonik ataupun gempa vulkanik.

Berdasarkan peta rawan gempa bumi yang diterbitkan oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Pacitan, daerah Pacitan termasuk daerah dengan tingkat kerawanan gempa yang tinggi. Ditinjau dari kondisi geologi, daerah Pacitan merupakan daerah yang berpotensi terkena ancaman gempabumi, baik yang berpusat di laut (zona subduksi) maupun di daratan yang berupa sesar aktif (Abdullah *et al.* 2003). Selain itu, ditemukannya Sesar Grindulu yang melewati Kabupaten Pacitan juga menambah tingkat kerawanan gempa di daerah tersebut, terutama gempa tektonik. Sesar Grindulu membentang dari timur laut - barat daya Kabupaten Pacitan yang melewati lima kecamatan, yakni Kecamatan Bandar, Nawangan, Punung, Arjosari, serta Donorojo (Hidayat *et al.* 2012).

Walaupun Kabupaten Pacitan rawan terhadap gempabumi, informasi mengenai indeks kerentanan seismik di wilayah tersebut masih terbatas. Informasi mengenai indeks kerentanan seismik ini penting sebagai sarana untuk memperkirakan tingkat kerawanan suatu daerah terhadap gempa dan meminimalisir dampak yang ditimbulkan pasca gempabumi terjadi.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat penelitian

Pengukuran sinyal mikrotremor dilaksanakan pada tanggal 21 Agustus 2017 – 26 Agustus 2017 dengan fokus penelitian berada disekitar jalur Sesar Gerindulu. Terdapat 27 titik penelitian yang tersebar di beberapa desa, seperti Ngadirejan, Sedeng,

Glinggingan, Sumberejo, Pucangsewu, Sambong, Panggok, Semanten, Banjarsari, Tambakrejo, Mlati, Gunungsari, dan Pagutan.

Pengambilan Data

Pengukuran dilakukan dengan frekuensi *sampling* sebesar 100Hz, dan durasi pengukuran pada setiap titik ± 30 menit. Selama proses pengukuran, diharuskan untuk mengisi lembar *checklist* yang telah ditentukan dengan parameter seperti waktu dan tempat penelitian, kondisi cuaca, jenis tanah dan keberadaan bangunan atau pohon disekitar titik penelitian. Selain itu juga diharapkan untuk mengurangi pergerakan di sekitar seismometer agar tidak mempengaruhi hasil pengukuran.

Pengukuran sinyal mikrotremor menghasilkan komponen sinyal yang terdiri dari komponen sinyal vertikal (SHZ), komponen sinyal horizontal arah barat-timur (SHE), dan komponen sinyal horizontal arah utara-selatan (SHN). Sinyal yang terekam pada seismometer kemudian masuk ke *digitizer* dan ditampilkan di laptop menggunakan aplikasi Monost.

Sinyal mikrotremor yang telah diukur kemudian dianalisis secara cepat dengan melakukan proses *cutting* atau pemilihan sinyal tanpa *noise* agar didapatkan data yang sesungguhnya. Jumlah *window* yang disarankan sebanyak 10 *window* dengan panjang *window* sebesar 20 sekon untuk setiap *window*. Jika sinyal yang terekam sudah masuk ke dalam kriteria di atas, maka tidak diperlukan pengulangan pengukuran.

Analisis Data

Sinyal mikrotremor yang telah didapatkan saat melakukan pengukuran kemudian diolah menggunakan *software* Geopsy untuk memperoleh kurva H/V, sehingga dapat diketahui nilai frekuensi dominan (f_0) dan faktor amplifikasi (A_0) pada

setiap titik pengukuran. Proses ini dilakukan dengan memilih sinyal yang dominan terekam kemudian melakukan *windowing* untuk mengurangi pengaruh sinyal *noise* yang terjadi.

Selanjutnya data yang telah didapatkan, dianalisis dengan FFT menggunakan Matlab R2010a. Analisis ini meliputi proses *smoothing Konno & Ohmachi* yang bertujuan untuk memperhalus spektrum sinyal yang telah terekam. Hasil *smoothing* tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode HVSR sehingga dihasilkan kurva H/V sebagai fungsi frekuensi. Setelah itu data dan grafik yang didapat, dianalisis untuk kriteria *reliable* yang harus terpenuhi sesuai yang disarankan oleh *SESAME European Research Project*.

Setelah didapatkan nilai frekuensi dominan dan faktor amplifikasi, kemudian nilai tersebut digunakan untuk memperhitungkan indeks kerentanan seismik disekitar wilayah titik penelitian dengan menggunakan Persamaan :

$$Kg = \frac{A^2}{f_0}$$

Setelah dilakukan perhitungan, maka diperoleh indeks kerentanan seismik disetiap titik penelitian. Kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai ketebalan sedimen di setiap titik penelitian. Dalam perhitungan ini dibutuhkan nilai kecepatan gelombang geser ($Vs30$) yang didapatkan dari USGS. Setelah nilai $Vs30$ disetiap titik penelitian telah didapatkan, kemudian dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan ketebalan sedimen dengan Persamaan :

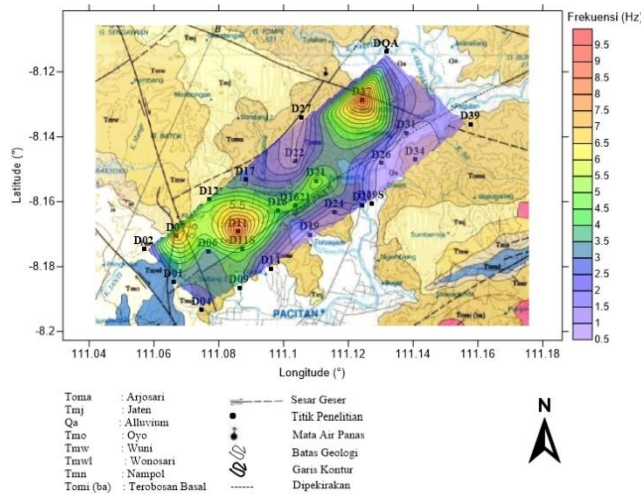
$$H = \frac{v_s}{4f_0}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Frekuensi Predominan

Frekuensi dominan merupakan frekuensi alami di suatu daerah yang didapatkan dari hasil pengukuran mikrotremor. Frekuensi dominan menunjukkan jenis dan karakteristik tanah di daerah tersebut. Frekuensi dominan berhubungan dengan ketebalan lapisan sedimen. Daerah yang memiliki ketebalan lapisan sedimen yang dalam akan memiliki nilai frekuensi dominan yang rendah, sedangkan daerah yang memiliki ketebalan lapisan sedimen yang dangkal akan memiliki nilai frekuensi dominan yang tinggi.

Titik penelitian berada di sebagian Kabupaten Pacitan yang terdiri dari beberapa formasi geologi seperti, Aluvium, Arjosari, Jaten dan Oyo. Berdasarkan hasil penelitian, daerah penelitian memiliki nilai frekuensi dominan antara 0,6 – 9,6 Hz. Persebaran nilai frekuensi dominan tersebut dapat diklasifikasikan ke dalam empat jenis tanah yang didasarkan pada formasi geologi yang berada di daerah penelitian.



Gambar 1. . Mikrozonasi Hasil Penelitian Nilai Frekuensi Predominan dengan Peta Geologi

Berdasarkan gambar, titik penelitian yang terletak di dekat jalur Sesar Grindulu mayoritas memiliki nilai frekuensi dominan yang lebih tinggi dibandingkan dengan titik lainnya. Perbedaan tersebut sangat terlihat jelas pada titik D06, D11, D11S, D16, D1621, dan D21 dengan nilai frekuensi

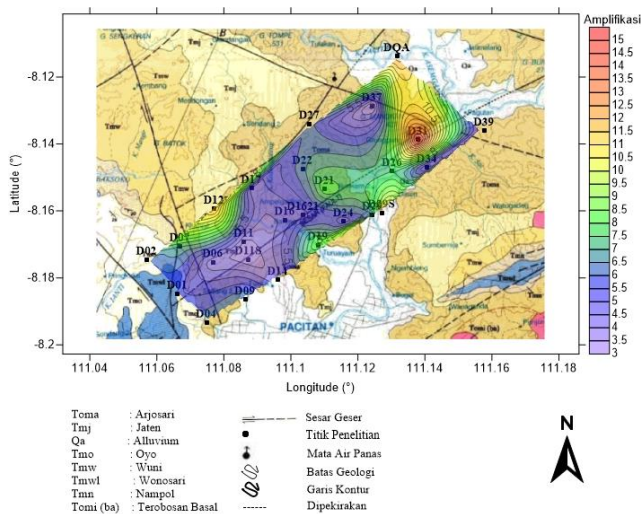
predominan antara 3,2 Hz sampai dengan 9,6 Hz. Hal ini berbeda dengan titik D01 dan D31, letak titik tersebut berada segaris dengan jalur Sesar Grindulu namun memiliki nilai frekuensi dominan yang relatif lebih rendah, karena titik D01 berada di luar jalur Sesar Grindulu sedangkan titik D31 berada di garis putus-putus dimana masih diragukan adanya jalur sesar di titik tersebut.

Faktor Amplifikasi

Faktor amplifikasi merupakan parameter yang didapatkan dari pengolahan sinyal mikrotremor dengan metode HVSr. Faktor amplifikasi merupakan perbesaran gelombang seismik akibat adanya perubahan yang signifikan antar lapisan yang dilalui oleh gelombang tersebut. Gelombang seismik akan mengalami perbesaran jika gelombang tersebut merambat pada dua medium yang berbeda, dimana medium perambatan kedua lebih lunak daripada medium perambatan pertama. Daerah yang permukaannya tersusun atas sedimen lunak dengan dasar yang keras memiliki nilai faktor amplifikasi yang tinggi, dikarenakan pada kondisi tersebut terjadi kontras impedansi yang besar. Semakin kontras parameter perambatan gelombang pada kedua medium, maka akan semakin besar pula nilai amplifikasinya. Faktor amplifikasi juga akan bertambah besar jika batuan pada daerah yang dilewati oleh gelombang seismik telah mengalami deformasi berupa pelapukan, pelipatan, atau pesesaran yang dapat mengubah sifat dari batuan tersebut.

Gambar menunjukkan nilai faktor amplifikasi di daerah penelitian yaitu di sepanjang jalur Sesar Grindulu. Dari gambar dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai yang signifikan antara titik penelitian yang berada di bagian selatan jalur Sesar Grindulu dengan titik penelitian yang berada di bagian utara jalur Sesar Grindulu. Hal tersebut dapat disebabkan karena formasi geologi

yang mendasarinya, dimana jalur Sesar Grindulu bagian selatan didominasi oleh Formasi Jaten dan Arjosari yang mana formasi tersebut memiliki struktur batuan yang lebih keras dibandingkan dengan formasi geologi yang mendasari jalur Sesar Grindulu bagian utara. Jalur Sesar Grindulu bagian utara didominasi dengan formasi alluvium yang mana formasi ini memiliki struktur tanah yang lebih lunak.



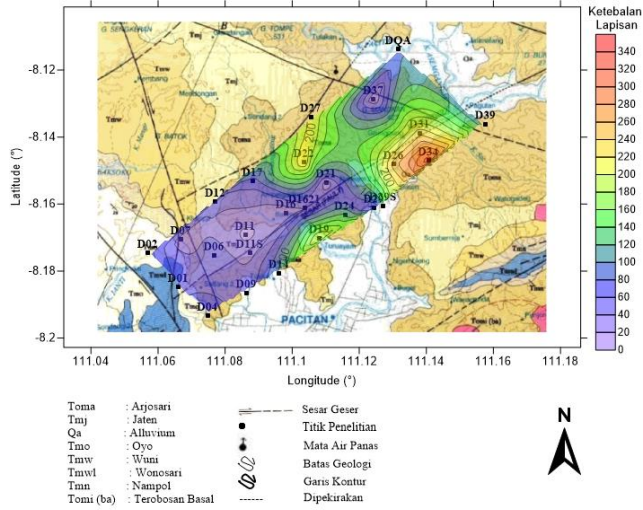
Gambar 2. Mikrozonasi Nilai Faktor Amplifikasi di-overlay dengan Peta Geologi

Terdapat perbedaan nilai yang signifikan pada titik D12 dengan nilai faktor amplifikasi sebesar 11,92. Nilai tersebut lebih tinggi dari titik penelitian lain yang berada disekitarnya. Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan bahwa daerah sekitar titik D12 memiliki perbesaran gelombang yang tinggi jika terjadi gempa. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan yang lebih parah jika dibandingkan dengan titik penelitian lainnya yang berada dekat dengan titik D12. Di lapangan, peneliti juga menemukan beberapa fakta bahwa rumah warga yang berada di daerah tersebut mengalami keretakan di beberapa dinding dan lantai rumah, seperti terlihat pada Gambar 13. Namun hal tersebut tidak ditemukan di titik penelitian lain yang dekat dengan titik D12. Area dengan faktor amplifikasi tinggi ini berada dominan pada satu formasi geologi, yaitu formasi alluvium.

Terdapat perbedaan nilai yang signifikan pada titik D12 dengan nilai faktor amplifikasi sebesar 11,92. Nilai tersebut lebih tinggi dari titik penelitian lain yang berada disekitarnya. Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan bahwa daerah sekitar titik D12 memiliki perbesaran gelombang yang tinggi jika terjadi gempa. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan yang lebih parah jika dibandingkan dengan titik penelitian lainnya yang berada dekat dengan titik D12. Di lapangan, peneliti juga menemukan beberapa fakta bahwa rumah warga yang berada di daerah tersebut mengalami keretakan di beberapa dinding dan lantai rumah, seperti terlihat pada Gambar 13. Namun hal tersebut tidak ditemukan di titik penelitian lain yang dekat dengan titik D12. Area dengan faktor amplifikasi tinggi ini berada dominan pada satu formasi geologi, yaitu formasi alluvium.

Ketebalan Lapisan Sedimen

Berdasarkan hasil penelitian, ketebalan lapisan sedimen berkisar antara 13,22 – 335,81 m. Ketebalan lapisan sedimen paling kecil berada pada titik D11 dengan Formasi Jaten dan menjadi titik yang berada dekat dengan Sesar Grindulu. Nilai ketebalan sedimen paling besar berada pada titik D34 dengan Formasi Arjosari. Dari hasil penelitian juga dapat diketahui bahwa nilai ketebalan lapisan sedimen yang tinggi dominan berada pada formasi alluvium. Formasi alluvium merupakan formasi yang termasuk ke dalam kategori tanah lunak. Hal ini berkorelasi dengan hasil penelitian tersebut yang menunjukkan bahwa ketebalan lapisan sedimen pada formasi alluvium memiliki nilai yang tinggi.



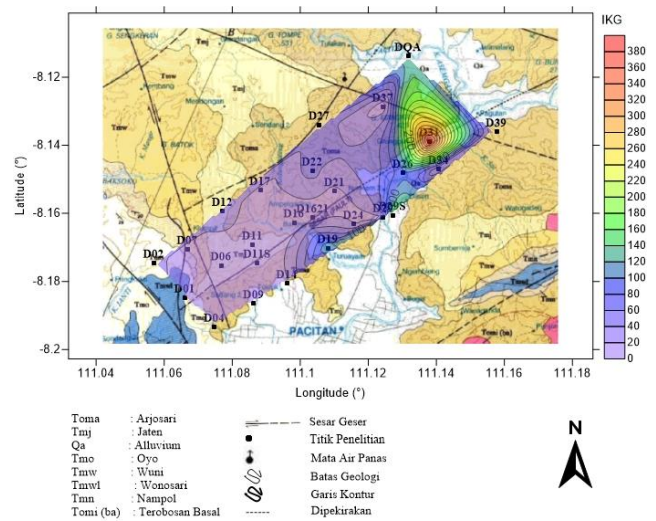
Gambar 3. Mikrozonasi Ketebalan Sedimen yang di-overlay dengan Peta Geologi

Pada titik penelitian yang berada dekat dengan Sesar Grindulu, ketebalan lapisan sedimen didominasi dengan nilai rendah dengan rentang nilai antara 13,22.- 53,94 m. Titik penelitian tersebut berada dititik D01, D06, D11, D11S, D12, D21, dan D1621. Jalur sesar yang pada umumnya berada di daerah perbukitan dengan tanah bertekstur keras dapat membuat nilai ketebalan lapisan sedimen tersebut menjadi relatif kecil.

Indeks Kerentann Seismik

Nilai indeks kerentanan seismik pada daerah penelitian berkisar antara $1,06 \text{ s}^2/\text{cm} - 563,52 \text{ s}^2/\text{cm}$. Nilai indeks kerentanan seismik terkecil berada pada titik D37 dengan Formasi Arjosari. Formasi Arjosari memiliki nilai frekuensi predomnan yang tinggi dan nilai faktor amplifikasi yang rendah. Hal ini menyebabkan nilai indeks kerentanan seismik pada Formasi Arjosari menjadi relatif rendah. Dari penyusun batuanpun dapat diketahui bahwa Formasi Arjosari terdiri dari konglomerat aneka bahan, batupasir, batulanau, batu gamping, batulempung, napal pasiran, batupasir berbatuapung bersisipan breksi gunungapi, lava dan tuff, dimana batuan tersebut merupakan batuan keras. Dengan tekstur batuan keras, maka gelombang seismik yang melewati batuan tersebut mengalami perbesaran gelombang yang tidak begitu besar. Selain titik D37,

beberapa titik dengan Formasi Arjosari dan nilai indeks kerentanan seismik rendah adalah titik D16, D1621, D17, D04, D21, D22, D27, D34, D39 dan D24. Begitu juga dengan titik penelitian lain yang berada pada Formasi Jatén, Oyo, dan Wonosari. Titik penelitian yang berada pada formasi tersebut memiliki nilai indeks kerentanan seismik yang rendah karena pada umumnya formasi-formasi tersebut memiliki susunan batuan yang keras, dengan rentang nilai indeks kerentanan seismik pada kisaran nilai $1,06 \text{ s}^2/\text{cm} - 120,99 \text{ s}^2/\text{cm}$.



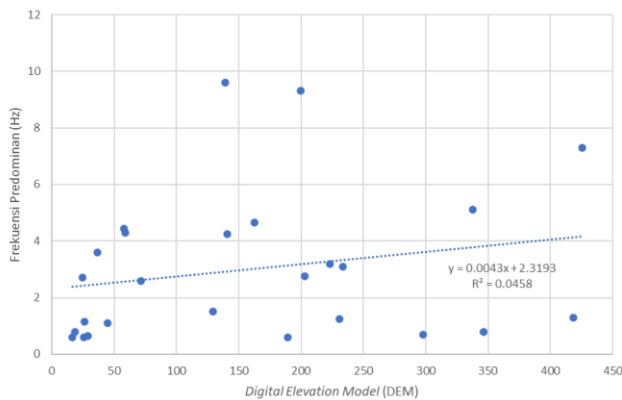
Gambar 4. Mikrozonasi Nilai Kgd-overlay dengan Peta Geologi

Nilai indeks kerentanan seismik cukup tinggi pada titik penelitian D31, DQA, dan D29S dimana semua titik tersebut berada pada formasi alluvium. Formasi alluvium terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lanau, lempung dan lumpur. Dari hasil penelitian, formasi ini memiliki faktor amplifikasi yang tinggi dan frekuensi predomnan yang rendah. Dua hal ini yang berpengaruh pada besarnya nilai indeks kerentanan seismik pada titik tersebut. Daerah tersebut merupakan daerah berupa dataran tinggi dan berlereng, dengan faktor amplifikasi besar yang disebabkan oleh proses pelapukan yang terjadi lebih cepat di dataran tinggi sehingga nilai densitas pada lapisan sedimen semakin berkurang. Lapisan dengan densitas yang rendah merupakan lapisan yang belum terkonsolidasi dengan baik, dimana tekstur tanah

akan lebih lunak sehingga membuat perbesaran gelombang seismik akan lebih tinggi.

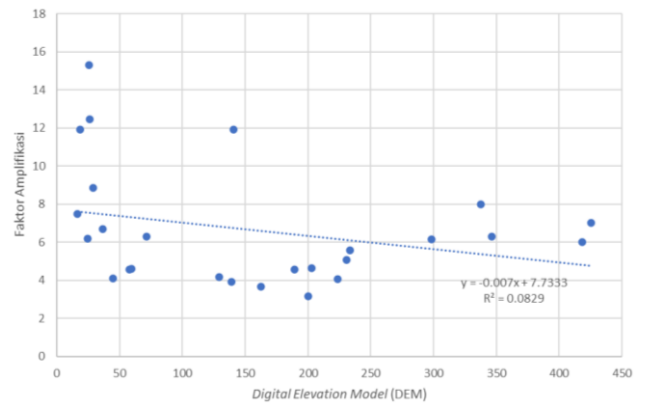
Setelah dilakukan mikrozonasi dengan peta dasar formasi geologi, peneliti melakukan mikrozonasi nilai indeks kerentanan seismik tersebut dengan dasar peta batas administrasi agar dapat diketahui dengan mudah desa mana saja yang rawan mengalami kerusakan jika terjadi gempa bumi. Berdasarkan Gambar 16, dapat dilihat jika Desa Gunungsari, Pagutan, Tremas dan Sedayu memiliki nilai indeks kerentanan seismik yang tinggi. Diprediksi akan terjadi perbesaran gelombang yang lebih besar pada keempat desa tersebut.

Digital Elevation Model (DEM)



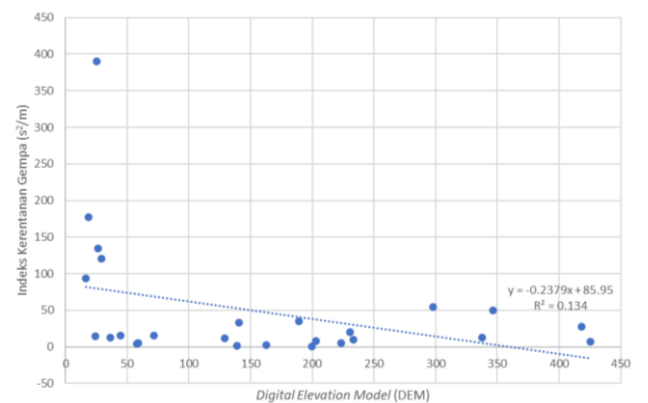
Gambar 5. Grafik Persebaran Data Nilai Frekuensi Predominan Terhadap Nilai DEM

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa banyak titik yang terdistribusi secara acak. Korelasinya merupakan korelasi positif yang rendah dengan koefisien korelasi (r) bernilai 0,214 dan koefisien determinasi (r^2) bernilai kecil yaitu sebesar 0,0458 yang berarti hanya 4,5% nilai frekuensi dominan yang dipengaruhi oleh nilai DEM, sedangkan 95,5% data dipengaruhi oleh variabel lainnya.



Gambar 6. Grafik Persebaran Data Nilai Faktor Amplifikasi terhadap Nilai DEM

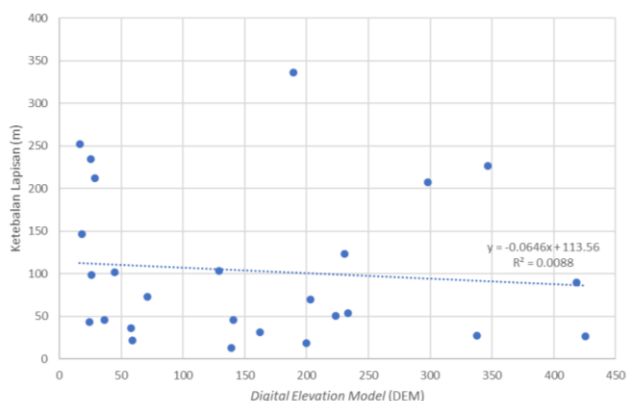
Terlihat dari Gambar 6 bahwa banyak titik data yang menjauh dari garis *trendline*. Hal ini menunjukkan persebaran data yang tidak normal. Korelasi antara nilai faktor amplifikasi dengan nilai DEM merupakan korelasi negatif yang rendah dengan nilai koefisien korelasi (r) bernilai 0,288 dan nilai koefisien determinasi (r^2) bernilai 0,0829 yang mengindikasikan hanya sekitar 8,3% data nilai faktor amplifikasi yang dipengaruhi oleh besar kecilnya nilai DEM, sedangkan 91,7% data dipengaruhi oleh variabel lainnya.



Gambar 7. Grafik Persebaran Data Nilai Indeks Kerentanan Seismik terhadap Nilai DEM

Dari Gambar 7 terlihat bahwa terdapat titik data yang menjauh dari garis *trendline*. Hal ini berarti bahwa data terdistribusi secara tidak normal. Hubungan kedua variabel merupakan korelasi negatif yang rendah dengan koefisien korelasi sebesar 0,366 dan koefisien determinasi (r^2) bernilai

0,134 yang menunjukkan terdapat 13,4% data nilai indeks kerentanan seismik yang dipengaruhi oleh nilai DEM, sedangkan terdapat 86,6% data dipengaruhi oleh variabel lainnya.



Gambar 8. Grafik Persebaran Data Nilai Ketebalan Lapisan Sedimen terhadap Nilai DEM

Berdasarkan Gambar 8, persebaran data nilai ketebalan lapisan sedimen terhadap nilai *digital elevation model* menunjukkan korelasi negatif yang termasuk ke dalam kategori sangat rendah dengan nilai koefisien korelasi (r) bernilai 0,093 dan koefisien determinasi (r^2) bernilai 0,0088. Nilai ini mengindikasikan bahwa 0,8% nilai ketebalan lapisan sedimen dipengaruhi oleh nilai DEM, sisanya sebesar 99,2% dipengaruhi oleh variabel lainnya.

Dari keempat grafik persebaran data tersebut dapat dilihat bahwa keseluruhan parameter hasil penelitian, yaitu frekuensi dominan, faktor amplifikasi, indeks kerentanan gempa dan ketebalan sedimen, mempunyai hubungan atau korelasi yang lemah terhadap pengaruh nilai *digital elevation model* (DEM). Hanya sebagian kecil data yang terpengaruh oleh variabel tersebut, sedangkan sebagian besar data lainnya dipengaruhi oleh variabel lain.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai frekuensi dominan dari daerah penelitian yang berada di Kabupaten Pacitan berkisar antara 0,6 – 9,6 Hz dimana nilai terendah berada pada dua formasi yang berbeda yaitu alluvium dan Arjosari, sedangkan nilai frekuensi dominan tertinggi berada pada Formasi Arjosari. Untuk nilai faktor amplifikasi, terdapat perbedaan nilai yang signifikan antara daerah yang masuk ke dalam Formasi Jaten dan Arjosari dengan daerah yang masuk ke dalam formasi alluvium. Rentang nilai faktor amplifikasi yang didapatkan berada pada nilai 3,15 – 15,30. Nilai ketebalan lapisan sedimen yang didapatkan berkisar antara 13,22 – 335,81 m dimana nilai terendah berada pada Formasi Jaten dan nilai tertinggi berada pada Formasi Arjosari, namun nilai tinggi terlihat dominan pada formasi alluvium. Nilai indeks kerentanan seismik yang didapatkan berkisar antara 1,06 – 563,53 s^2/cm dimana nilai indeks kerentanan seismik terendah berada pada Formasi Arjosari dan nilai indeks kerentanan seismik tertinggi berada pada formasi alluvium yang mana jika dimikrozonasi dengan peta administrasi daerah tersebut berada di Desa Gunungsari, Pagutan, Tremas dan Sedayu.
2. Berdasarkan klasifikasi koefisien korelasi *pearson*, maka disimpulkan terdapat korelasi yang lemah pada hubungan antara nilai parameter frekuensi dominan, faktor amplifikasi, indeks kerentanan seismik, dan ketebalan lapisan sedimen terhadap nilai *digital elevation model* (DEM).

Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian, maka peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperkecil jarak antar titik penelitian serta memperluas daerah penelitian sehingga didapatkan data yang lebih detail. Selain itu kepada pemerintah setempat diharapkan

dapat menggunakan hasil penelitian sebagai bahan untuk di sosialisasikan kepada warga guna memberi pengetahuan tentang mitigasi bencana di daerah tersebut sehingga dapat meminimalisir dampak atau kerusakan jika terjadinya gempa bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, C.I., & Magetsari, & Purwanto. (2003). Analisis Dinamik Tegasan Purba pada Satuan Batuan Paleogen-Neogen di Daerah Pacitan dan Sekitarnya, Provinsi Jawa Timur, Ditinjau dari Studi Sesar Minor dan Kekar Tektonik. Bandung: ITB Sains & Tek. Vol 35, No.2
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah. (Tanpa Tahun). *Peta KRB – RPB*. Diambil pada tanggal 12 Januari 2018 dari <http://bpbdd.pacitankab.go.id/peta-krb-rpb/>.
- Hidayat, E., & Puswanto, E., & Dwi, P., et al. (2012). Kajian Tektonik Aktif Patahan Grindulu untuk Mendukung Mitigasi Bencana Gempabumi dan Gerakan Tanah di Wilayah Pacitan. LIPI.
- Koesuma, S. 2018. Penentuan Ketebalan Sedimen menggunakan Metode Mikrotremor di Kota Surakarta. Solo : Universitas Sebelas Maret.
- Patimah, S. 2017. Analisis Litologi Bawah Permukaan Berdasarkan Ground Profiles Kecepatan Gelombang Geser dengan Metode Ellipticity Curve di Kecamatan Prambanan dan Kecamatan Gantiwarno Kabupaten Klaten. Skripsi.Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Telford, W.M. et al. (2004). *Aplied Geophysics, Second Edition*. New York: Cambridge University Press

