

## **ANALISIS LITOLOGI LAPISAN SEDIMEN BERDASARKAN METODE HVSR DAN DATA BOR DI KAWASAN JALUR SESAR OPAK**

### ***ANALYSIS OF SEDIMENT LAYER LITHOLOGY BASED ON HVSR METHOD AND BOREHOLE DATA IN OPAK FAULT LINES AREA***

Oleh:

Arif Sudrajat, Nugroho Budi Wibowo, Denny Darmawan  
sudrajat\_arif@ymail.com

#### **Abstrak**

Telah dilakukan penelitian tentang analisis litologi lapisan sedimen di kawasan jalur Sesar Opak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi kedalaman lapisan sedimen dan memetakan zona rawan gempa berdasarkan metode HVSR dan data bor di kawasan jalur Sesar Opak. Penelitian ini dilakukan di wilayah jalur Sesar Opak yang berada di daerah Bantul hingga Prambanan pada koordinat geografis  $7,758^{\circ}$  LS –  $7,939^{\circ}$  LS dan  $110,346^{\circ}$  BT –  $110,532^{\circ}$  BT dengan 86 titik penelitian. Data mikrotremor dianalisis menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR) untuk mendapatkan nilai frekuensi predominan dan faktor amplifikasi pada setiap titik penelitian. Hasil analisis mikrotremor digunakan untuk menentukan ketebalan lapisan sedimen dan divalidasi menggunakan data bor di wilayah tersebut yang didapatkan dari Disperindagkop Bidang Pertambangan dan Energi Provinsi D.I. Yogyakarta untuk mendapatkan litologi lapisan sedimen wilayah penelitian. Hasil penelitian ini menunjukkan wilayah yang memiliki nilai ketebalan sedimen relatif tebal yakni 73,75 m sampai dengan 135,37 m berada di sebelah barat jalur Sesar Opak, bagian utara di wilayah Kalasan, Depok, Berbah bagian barat dan utara, Prambanan bagian barat, Piyungan bagian barat daya, Banguntapan dan Kotagede, Pleret bagian barat dan sebagian kecil Pleret bagian timur serta beberapa daerah lain yakni wilayah Kretek dan Pundong. Wilayah lain seperti Jetis, Imogiri, Panggang, Bambanglipuro, sebagian daerah Sewon, Piyungan bagian utara dan Prambanan bagian selatan cenderung memiliki ketebalan sedimen yang lebih tipis antara 3,7 m sampai 69,3 m. Daerah penelitian yang memiliki resiko rawan terhadap gempa bumi berada di Zona I (Bambanglipuro, Pundong dan Kretek) dan Zona IV (Kalasan, Depok, Berbah, Kotagede, Banguntapan, dan sebagian wilayah Prambanan) dengan ketebalan lapisan sedimen yang tebal (73,75 m sampai 135,37 m). Sedangkan daerah yang memiliki resiko rawan gempa bumi relatif lebih kecil berada di Zona II (Imogiri, Jetis dan sebagian daerah Pleret) dan Zona III (Sebagian daerah Prambanan dan Piyungan) dengan ketebalan lapisan sedimen tipis (3,7 m sampai 69,3 m).

**Kata kunci:** *Sesar Opak , HVSR, mikrotremor*

#### **Abstract**

The research about analysis of sediment layer lithology in Opak fault lines had been finished. The aim of this study was to identify variation of sediment layers lithology and mapping the earthquake-prone zones based methods HVSR and borehole data in the area of Opak fault lines. The area of this research was in the area of Opak fault lines which located in Bantul until Prambanan at geographical coordinates  $7.7580$  LS -  $110.3460$  LS and  $7.9390$  BT -  $110.5320$  BT using 86 research points. The microtremor signals analyzed using Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR) to get the predominant frequency and amplification factors at each point. The result of microtremor analysis was used to determine the value of sediment thickness (H) and was validated using borehole in the area to get sediment layers lithology of the research area. The results of this research indicate that area with thick sediment layer thickness is 73,75 m to 135,37 m was in west side of Opak fault lines, northern part of Kalasan, Depok, western part and northern part of Berbah, western part of Prambanan, southwestern part of Piyungan, Banguntapan and Kotagede, western part of Pleret and small region in eastern part of Pleret and others area like Kretek and Pundong. The other areas like Jetis, Imogiri, Panggang, Bambanglipuro, partially Sewon, northern part of Piyungan and southern part of Prambanan have thinner sediment thickness between 3,7 m to 69,3 m. The area of research which have risk-prone to earthquakes was in Zone I (Bambanglipuro, Pundong and Kretek) and Zone IV (Kalasan, Depok, Berbah, Kotagede, Banguntapan, and part of Prambanan) with thick sediment layer thickness (73, 75 m to 135.37 m). While the risk-prone area which have relatively smaller earthquakes was in Zone II (Imogiri, Djetis and parts Pleret) and Zone III (some part of Prambanan and Piyungan) with thin sediment layer thickness (3.7 m to 69.3 m).

**Keywords:** *Opak fault lines, HVSR, microtremor signals*

## PENDAHULUAN

Kepulauan Indonesia menempati zona tektonik yang sangat aktif karena terletak pada pertemuan tiga lempeng aktif dunia yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Samudera Hindia-Benua Australia dan Lempeng Samudera Pasifik membentuk jalur-jalur pertemuan yang kompleks. Ketiga lempeng tersebut memiliki kecenderungan bergerak dengan arah yang berbeda-beda. Lempeng Eurasia bergerak ke selatan sekitar 0,4 cm/tahun, Lempeng Samudera Hindia-Australia bergerak ke utara sekitar 7 cm/tahun, Lempeng Pasifik bergerak ke barat sekitar 11 cm/tahun (Supartoyo dkk., 2008). Pergerakan yang berbeda tersebut menimbulkan tumbukan antar lempeng.

Interaksi antar lempeng-lempeng tersebut menjadikan Indonesia sebagai wilayah yang rawan terhadap gempa bumi. Aktivitas gempa bumi yang tinggi ditunjukkan oleh fakta bahwa selama tahun 1897-2009 telah terjadi gempa bumi lebih dari 14.000 dengan magnitudo  $M > 5,0$  (Tim Revisi Peta Gempa Indonesia, 2010). Kertapati (dalam Arifti, 2014) mengungkapkan bahwa pergerakan lempeng dasar dalam bentuk papasan maupun penumpuan menimbulkan beberapa zona subduksi dan patahan permukaan. Selain itu pergerakan ini akan membebaskan sejumlah energi yang telah terkumpul sekian lama secara tiba-tiba, di mana proses pelepasan tersebut menimbulkan getaran gempa dengan nilai yang beragam.

Tim Revisi Peta Gempa Indonesia (2010) menyatakan bahwa Pulau Jawa memiliki enam patahan besar yaitu Patahan Sunda, Patahan Cimandiri, Patahan Lembang, Patahan Lasem, Patahan Pati, dan Patahan Opak. Sesar Opak merupakan sesar yang berada di sekitar sungai

Opak, berarah timur laut-barat daya kurang lebih  $U 235^{\circ} / T 80^{\circ}$ , dimana blok timur relatif bergeser ke utara dan blok barat ke selatan dengan lebar dari zona sesar tersebut diperkirakan sekitar 2,5 km (Subowo dkk, dalam Nurwidyanto dkk., 2010). Keberadaan sesar-sesar tersebut menjadi salah satu penyebab gempa bumi di Indonesia.

Gempa bumi yang terjadi di Yogyakarta tahun 2006 silam menimbulkan kerusakan yang cukup parah. Hal ini dikarenakan Yogyakarta merupakan wilayah yang termasuk dekat dengan zona tumbukan lempeng serta memiliki struktur geologi yang kompleks. Daerah ini dilewati oleh Sesar Opak yang memanjang di Sungai Opak dari Pantai Selatan ke utara Yogyakarta. Keberadaan Sesar Opak memang telah diperkirakan oleh para geolog dan tertuang dalam peta geologi lembar Yogyakarta keluaran P3G Bandung tahun 1977 dan diperbarui tahun 1995. Sebagian ahli kebumiharian beranggapan penyebab gempa tersebut adalah aktivitas dari Sesar Opak (Nurwidyanto, 2010). Berangkat dari hal tersebut penelitian mengenai Sesar Opak perlu dilakukan.

Seed dan Schnadel (1972) menunjukkan bahwa kerusakan struktur bangunan akibat gempa dan intensitas guncangan tanah selama gempa secara signifikan dipengaruhi oleh kondisi geologi dan kondisi tanah setempat. Batuan sedimen yang lunak dapat memperkuat gerakan tanah selama gempa. Gelombang yang terjebak di lapisan lunak akan mengalami superposisi antar gelombang. Jika gelombang tersebut memiliki frekuensi yang sama, maka terjadi proses resonansi gelombang gempa. Akibat dari proses resonansi tersebut maka gelombang gempa akan saling menguatkan. Oleh sebab itu kerusakan akibat gempa bumi di daerah kawasan

sedimen lunak lebih parah dibanding daerah dengan struktur tanah yang keras. Hal ini dapat diartikan bahwa batuan sedimen merupakan salah satu faktor penguat amplitudo gelombang gempa.

Kusumawati (2014) dalam hasil penelitiannya memaparkan bahwa wilayah yang tergolong dalam kategori rawan gempa adalah wilayah yang memiliki daya penguatan guncangan atau amplifikasi tanah yang besar. Nilai amplifikasi tanah dipengaruhi oleh periode dominan tanah dan ketebalan sedimen. Dalam hal ini ketebalan sedimen berpengaruh besar terhadap besar kecilnya guncangan saat terjadi gempa, dimana semakin besar nilai ketebalan sedimen maka nilai periode dominan dan amplifikasi tanahnya akan makin besar, sehingga studi tentang ketebalan lapisan sedimen perlu dilakukan untuk mengetahui struktur lapisan tanah di wilayah tersebut sebagai media rambat getaran gempa.

Litologi sedimen bawah permukaan dan struktur geologi di kawasan jalur Sesar Opak sangat penting untuk diketahui karena dapat memberikan informasi tambahan mengenai karakteristik dari Sesar Opak yang selama ini belum banyak diketahui. Dengan mengetahui litologi sedimen bawah permukaan dan struktur geologi di jalur Sesar Opak dapat diminimalisir dampak aktivitas gempa yang sering terjadi sehingga proses mitigasi bencana gempa bumi dapat dilakukan dengan lebih cepat dan tepat.

Pengukuran menggunakan mikrotremor adalah salah satu cara untuk mengetahui struktur permukaan lapisan tanah. Mikrotremor adalah gelombang yang merambat pada lapisan sedimen permukaan dan merupakan getaran alami yang

disebabkan oleh aktivitas manusia, lalu lintas kendaraan, mesin pabrik, dan sebagainya (Parwatiningsy, 2008). Analisis dengan menggunakan mikrotremor diharapkan dapat menjelaskan secara nyata tentang kondisi geologi bawah permukaan wilayah rawan gempa khususnya ketebalan sedimen.

Data mikrotremor yang didapatkan digunakan untuk menghitung ketebalan sedimen menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr). Metode HVSr merupakan metode yang memperlihatkan hubungan antara rasio spektrum Fourier dari sinyal mikrotremor komponen horizontal terhadap komponen vertikalnya dengan struktur bawah permukaan tanah. Parameter penting yang dihasilkan dalam metode tersebut adalah frekuensi dominan dan faktor amplifikasi (Nakamura, 1989).

#### **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan pada 25-29 Januari 2016 pukul 09.00 sampai dengan 18.00 WIB. Penelitian data primer berupa pengukuran mikrotremor secara langsung 39 titik pada kawasan jalur Sesar Opak dari daerah selatan yaitu Bantul hingga daerah utara yaitu Prambanan. Data sekunder berupa data mikrotremor dari penelitian sebelumnya di Kecamatan Pundong dan Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Yogyakarta sebanyak 15 titik lokasi (Marsyelina, 2014). Selain itu juga berupa data mikrotremor dari penelitian yang dilakukan oleh BMKG Yogyakarta sebanyak 32 titik di sekitar Kecamatan Jetis, Kecamatan Pundong, Kecamatan Kretek, dan Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul Yogyakarta.

Pengambilan data mikrotremor ini dilakukan mengacu kepada aturan yang ditetapkan oleh *SESAME European research project* (SESAME, 2004). Pengambilan data terbagi atas dua tahap yaitu menentukan titik pengambilan data mikrotremor dan akuisisi data. Pada tahap penentuan titik pengambilan data mikrotremor didasarkan pada kemudahan lokasi untuk pengambilan data dan pemerataan distribusi pengambilan data, penentuan titik dilakukan pada peta Google Earth.

### **Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data**

Tahap pertama adalah tahap perencanaan. Pada tahap perencanaan ditetapkan sebanyak 55 titik pengambilan data mikrotremor dan masing-masing titik memiliki jarak sebesar 2 km dalam sumbu vertikal dan horizontal, hal ini bertujuan supaya pengambilan data dapat mewakili keadaan seluruh wilayah jalur Sesar Opak. Hasil dari survei penentuan lokasi didapatkan 39 titik yang mungkin dijadikan tempat pengambilan data mikrotremor, sedangkan titik lainnya tidak dapat dijadikan tempat pengambilan data mikrotremor karena lokasinya tidak memungkinkan. Pengukuran data mikrotremor di setiap titik dilakukan selama 30 menit, tergantung pada keadaan disekitar lokasi pengambilan data.

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Digital Portable Seismograph* tipe TDL-303S, Seismometer tipe TDV-23S, *Global Positioning System* (GPS) merk Garmin, Kompas dan Laptop ASUS K40IN dengan spesifikasi RAM 2GB, CPU, dan Core 2 Duo T5870. Perangkat lunak yang digunakan adalah program *Sasarray-Geopsy*, *Surfer 12*,

*Matlab R2010a*, *Rockwork 15*, dan *Microsoft Excel*.

Penelitian ini menggunakan pula 15 data sekunder. Data sekunder didapatkan dari penelitian sebelumnya di Kabupaten Bantul yang meliputi wilayah Kecamatan Pundong dan Kecamatan Kretek, (Marsyelina, 2014). Selain itu juga berupa data mikrotremor dari penelitian yang dilakukan oleh BMKG Yogyakarta sebanyak 32 titik di sekitar Kecamatan Jetis, Kecamatan Pundong, Kecamatan Kretek, dan Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul Yogyakarta. Penggunaan data sekunder ini bertujuan untuk memperkuat hasil yang diperoleh dan hasil dari penelitian ini dapat dipertanggungjawabkan karena sudah mengacu pada penelitian yang sebelumnya

### **Teknik Analisis Data**

Data mikrotremor dianalisis dengan metode HVSR sehingga menghasilkan nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) dan faktor amplifikasi ( $A$ ) dari kurva HVSR. Nilai frekuensi dominan dan faktor amplifikasi hasil Matlab R2010a digunakan untuk analisis data selanjutnya yakni menghitung nilai ketebalan sedimen.

Melakukan mikrozonasi frekuensi dominan ( $f_0$ ), faktor amplifikasi ( $A$ ), dan nilai ketebalan sedimen ( $H$ ) untuk melihat sebaran nilai ketebalan sedimen di kawasan jalur Sesar Opak. Melakukan validasi nilai ketebalan sedimen dengan data formasi geologi dan data bor. Data formasi geologi diperoleh dari peta geologi Yogyakarta yang akan menunjukkan jenis formasi batuan di titik pengambilan data.

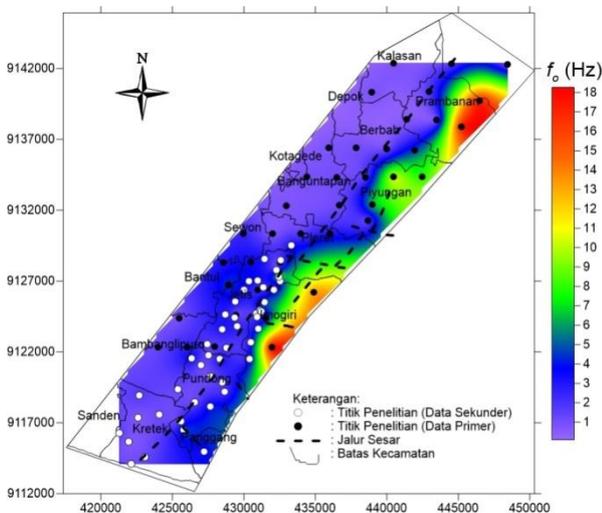
Setelah itu nilai ketebalan sedimen divalidasi lagi dengan data pengeboran sumur

sesuai dengan lokasi pengambilan data sehingga dapat diketahui susunan litologi lapisan sedimen yang ada di lokasi pengambilan data. Dalam hal ini data pengeboran yang digunakan adalah data pengeboran wilayah Kabupaten Bantul yang didapatkan dari Badan Pembangunan Daerah Kabupaten Bantul. Memodelkan litologi lapisan sedimen secara tiga dimensi menggunakan *software Rockwork*.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian yang diperoleh adalah variasi nilai frekuensi dominan, faktor amplifikasi, ketebalan lapisan sedimen dan litologi lapisan sedimen di kawasan jalur Sesar Opak.

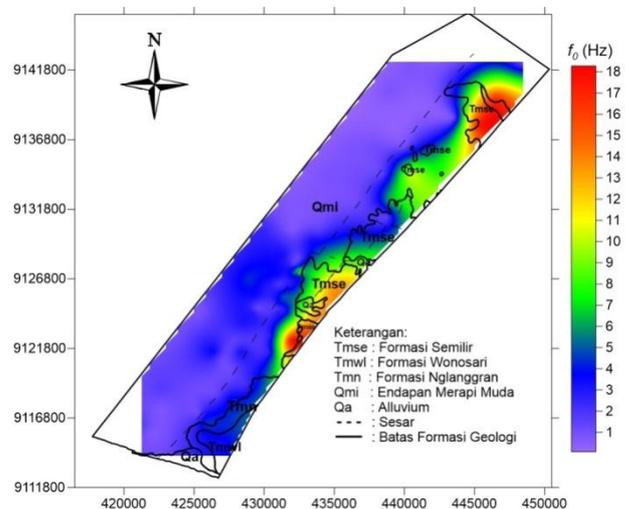
Peta pemodelan nilai frekuensi dominan di wilayah jalur Sesar Opak ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta pemodelan frekuensi dominan ( $f_0$ ) di kawasan jalur Sesar Opak

Berdasarkan peta pemodelan frekuensi dominan ( $f_0$ ) yang ditunjukkan pada Gambar 19, nilai yang diperoleh cukup bervariasi dengan nilai kisaran antara 0,56 Hz sampai 18,64 Hz yang tersebar di 86 titik pengambilan data. Daerah penelitian dengan frekuensi dominan ( $f_0$ ) rendah yang berkisar antara 0,56 Hz hingga

4,6 Hz berada di Kecamatan Kalasan, Berbah, Banguntapan, Kotagede dan Kretek, sebelah barat Kecamatan Bambanglipuro dan Bantul, sebelah utara Kecamatan Pleret, sebelah barat Kecamatan Piyungan dan sebelah timur Kecamatan Jetis. Daerah penelitian yang memiliki frekuensi dominan ( $f_0$ ) relatif tinggi yaitu antara nilai 5,24 Hz hingga 18,64 Hz cenderung menyebar di wilayah sebelah timur jalur Sesar Opak yakni daerah Piyungan bagian utara, Pleret bagian selatan, bagian timur wilayah Imogiri dan Kecamatan Prambanan.

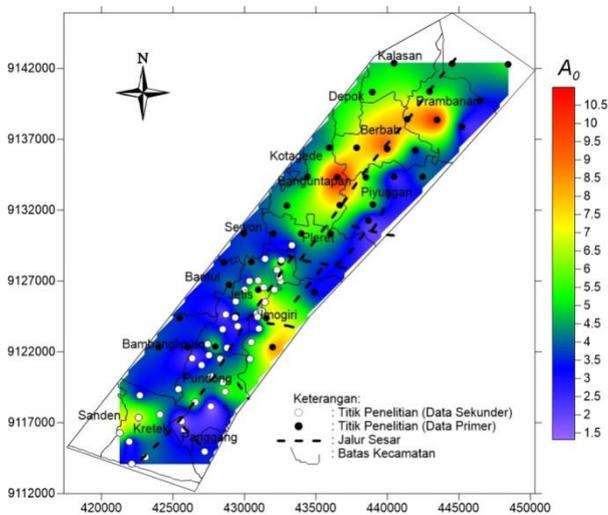


Gambar 21. Peta pemodelan frekuensi dominan ( $f_0$ ) di overlay dengan formasi geologi dikawasan jalur Sesar Opak

Berdasarkan *overlay* data dengan peta geologi Yogyakarta seperti yang ditunjukkan pada Gambar 21, daerah yang memiliki frekuensi dominan rendah berada di daerah dengan formasi endapan vulkanik Gunung Merapi muda dengan penyusun tuf, abu, breksi, aglomerat dan leleran lava tak terpisahkan serta terdapat sedikit endapan alluvium yang sebagian besar berupa tanah lunak yang cenderung mengalami penguatan guncangan yang tinggi. Daerah dengan frekuensi dominan tinggi berada dalam Formasi Nglanggran, Formasi Semilir dan

alluvium yang tergolong tanah keras dengan resiko mengalami penguatan guncangan yang kecil. Frekuensi dominan yang tinggi menunjukkan bahwa material penyusunnya berupa tanah keras yang memiliki densitas (rapat massa) tinggi maka inersia besar, sehingga tanah susah digerakkan menyebabkan amplitudo kecil sehingga penguatan guncangannya kecil.

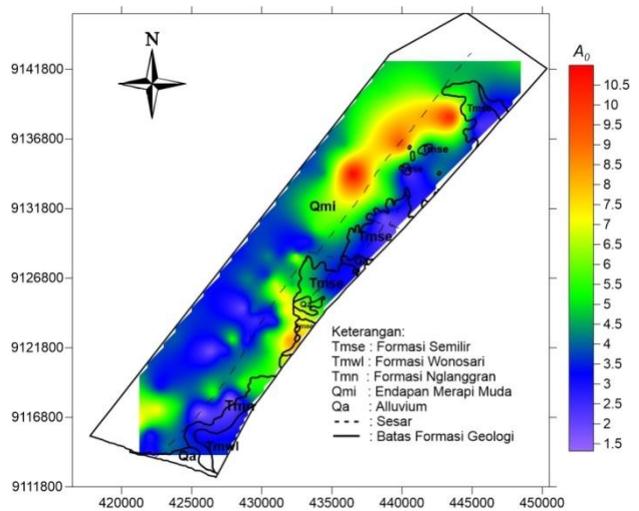
Peta pemodelan nilai faktor amplifikasi di wilayah jalur Sesar Opak ditunjukkan pada Gambar 22



Gambar 22. Peta pemodelan faktor amplifikasi( $A_0$ ) di kawasan jalur Sesar Opak

Nilai faktor amplifikasi pada daerah penelitian memiliki kisaran antara 0,985 sampai 11,35. Wilayah yang memiliki nilai amplifikasi relatif rendah dengan nilai 0,985 sampai 2,937 meliputi Kecamatan Prambanan sebelah tenggara, Berbah dan Piyungan, Pleret bagian tenggara dan barat, kecamatan Imogiri bagian timur laut, kecamatan Bambanglipuro bagian timur, Jetis bagian selatan, Pundong, Bantul, dan Kretek. Daerah dengan nilai 3,069 sampai 5,876 yang merupakan nilai faktor amplifikasi sedang tersebar di wilayah Kecamatan Kalasan, Depok, Kotagede, Berbah, Imogiri, Pundong, Kretek, Kecamatan Jetis bagian utara, Kecamatan Sewon

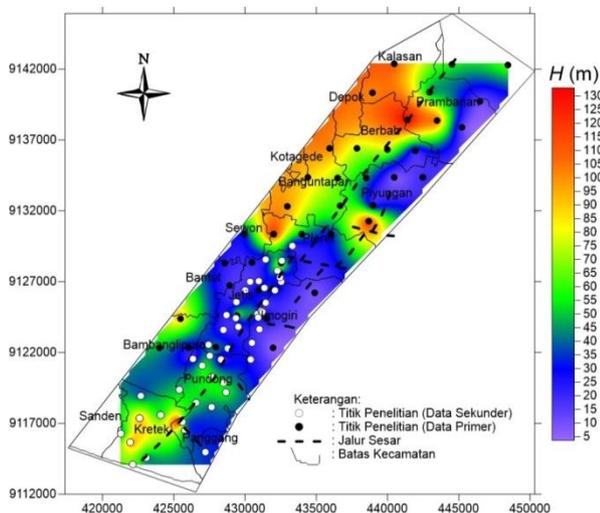
bagian barat, Piyungan dan Bambanglipuro. Wilayah dengan nilai 7,065 sampai 8,5 yang merupakan nilai faktor amplifikasi tinggi tersebar di Kecamatan Imogiri, sebagian kecil Kecamatan Jetis bagian utara, Kecamatan Berbah bagian selatan dan Banguntapan, sedangkan wilayah dengan nilai 9,551 sampai 11,35 yang merupakan nilai faktor amplifikasi sangat tinggi terdapat di wilayah Prambanan bagian barat, sebagian wilayah Berbah dan Banguntapan bagian timur laut.



Gambar 23. Peta pemodelan faktor amplifikasi ( $A_0$ ) yang dioverlay dengan formasi geologi di kawasan jalur Sesar Opak

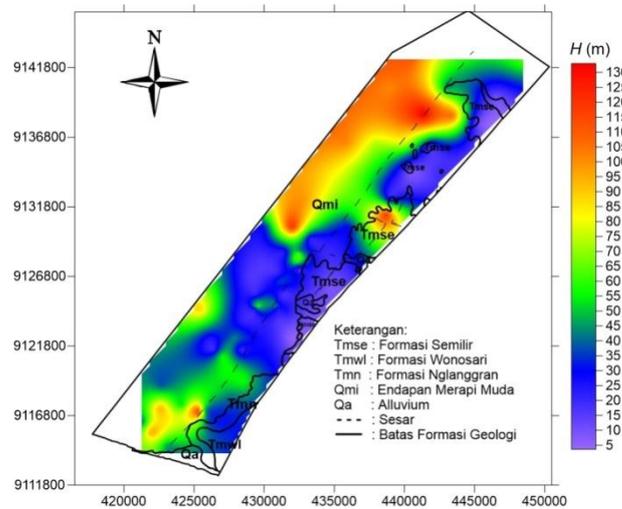
Berdasarkan *overlay* data dengan peta geologi daerah penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 23, daerah yang memiliki faktor amplifikasi relatif tinggi terdapat di wilayah sebelah barat jalur Sesar Opak atau berada di formasi endapan Gunung Merapi muda, sedikit Formasi Nglanggran dan alluvium. Pada wilayah tersebut karakter tanah cenderung lunak sehingga gelombang gempa bumi yang melewati daerah tersebut cenderung mengalami penguatan gelombang yang lebih besar. Sedangkan daerah yang memiliki faktor amplifikasi relatif rendah berada di wilayah Formasi Semilir, Formasi

Nglanggran, alluvium dan sedikit Formasi Endapan Gunung Merapi Muda yang sebagian besar didominasi oleh material breksi. Gelombang gempa bumi yang melewati wilayah tersebut cenderung mengalami penguatan guncangan yang kecil.



Gambar 24. Peta pemodelan ketebalan lapisan sedimen ( $H$ ) di jalur Sesar Opak. Berdasarkan peta pemodelan ketebalan sedimen yang terlihat pada Gambar 23, nilai ketebalan sedimen pada lokasi penelitian berada di kisaran 3,7 m sampai 135,37 m. Ketebalan sedimen memiliki nilai bervariasi yang sangat dipengaruhi oleh frekuensi dominan dan kecepatan gelombang geser pada kedalaman maksimum 30 m. Wilayah yang memiliki nilai ketebalan sedimen relatif tebal yakni 73,75 m sampai dengan 135,37 m berada di sebelah barat jalur Sesar Opak bagian utara di wilayah Kalasan, Depok, Berbah bagian barat dan utara, Prambanan bagian barat, Piyungan bagian barat daya, Banguntapan dan Kotagede, Pleret bagian barat dan sebagian kecil Pleret bagian timur serta beberapa daerah lain yakni wilayah Kretek dan Pundong. Pemodelan ketebalan lapisan sedimen

yang dioverlay dengan formasi geologi ditunjukkan pada Gambar 25.

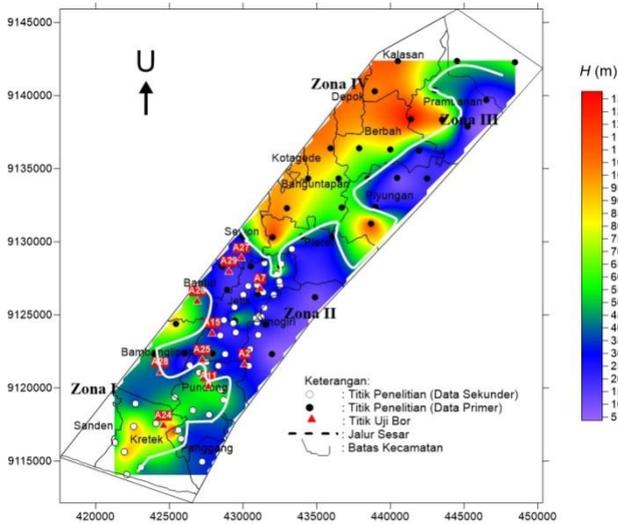


Gambar 25. Peta pemodelan ketebalan lapisan sedimen ( $H$ ) yang dioverlay dengan formasi geologi di kawasan jalur Sesar Opak

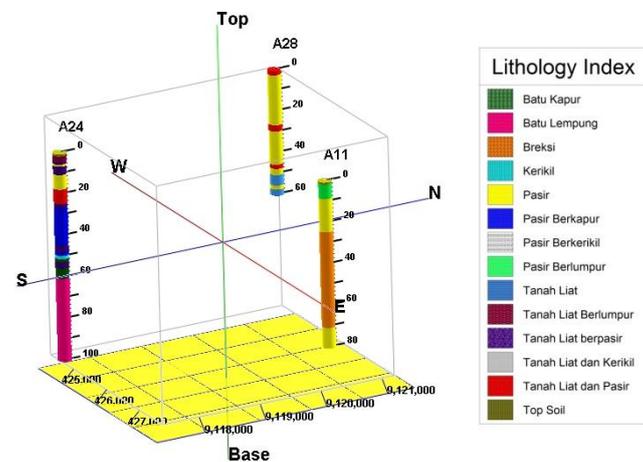
Wilayah lain seperti Jetis, Imogiri, Panggang, Bambanglipo, sebagian daerah Sewon, Piyungan bagian utara dan Prambanan bagian selatan cenderung memiliki ketebalan sedimen yang lebih tipis antara 3,7 m sampai 69,3 m. Wilayah tersebut berada di wilayah endapan vulkanik Gunung Merapi muda, Formasi Nglanggran dan Formasi Semilir. Dalam formasi tersebut sebagian besar materialnya terdiri dari material yang memiliki densitas tinggi sehingga gelombang gempa bumi teramplifikasi lebih rendah. Oleh karena itu wilayah yang berada di sedimen dangkal atau tipis cenderung lebih aman dengan risiko kerusakan relatif kecil.

Litologi lapisan sedimen merupakan deskripsi tentang karakteristik fisik batuan seperti warna, komposisi mineral dan ukuran butirnya. Litologi lapisan sedimen di kawasan jalur Sesar Opak didapatkan dari perhitungan ketebalan sedimen yang divalidasi dengan data uji bor di wilayah penelitian. Dalam hal ini data bor yang digunakan adalah data uji bor di

Kabupaten Bantul. Ketebalan sedimen yang sudah divalidasi dengan data uji bor di daerah penelitian dikelompokkan menjadi empat zona sesuai dengan distribusi kedalaman sedimen pada wilayah tertentu yang disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 29. Pengelompokan tersebut digunakan untuk mempermudah visualisasi litologi lapisan sedimen dan struktur tanah secara *cross-section*.



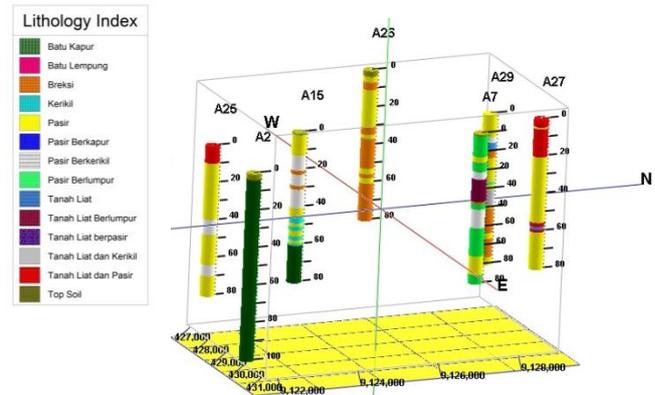
Gambar 29. Peta pembagian zona validasi data bor di jalur Sesar Opak



Gambar 30. Model penampang 3 dimensi litologi lapisan sedimen zona I

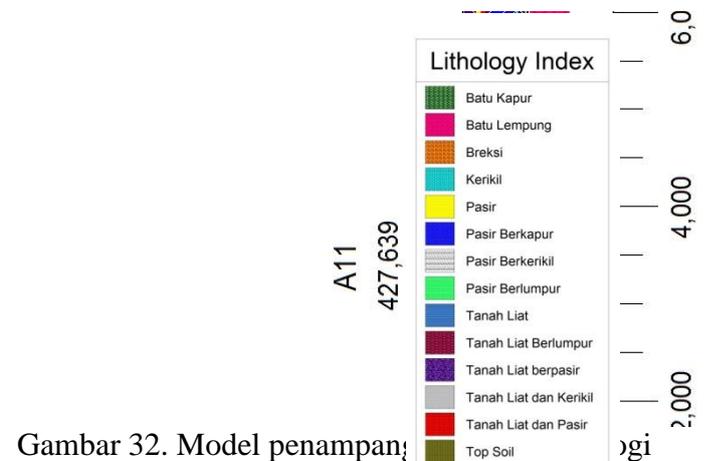
Zona I mencakup wilayah Kecamatan Kretek, sebagian wilayah Bambanglipuro dan sebagian wilayah Pundong. Pada zona tersebut terdapat 18 titik penelitian dengan nilai ketebalan sedimen bernilai 34,9 m sampai 133,58 m dan tiga sampel data uji pengeboran yang digunakan

untuk validasi litologi lapisan sedimen di wilayah tersebut yakni titik uji pengeboran A24, A11 dan A28.



Gambar 31. Model penampang 3 dimensi litologi lapisan sedimen zona II

Zona II mencakup sebagian wilayah Sewon, Pleret, Jetis, Imogiri, Bantul dan sebagian kecil wilayah Pundong.



Gambar 32. Model penampang 3 dimensi litologi lapisan sedimen zona III

Gambar 32 menunjukkan bahwa struktur tanah di wilayah Bambanglipuro yang diwakili oleh data bor A28 didominasi oleh pasir hingga kedalaman 50 m. Lapisan di bawahnya terdapat batu dan batu lempung hingga kedalaman 100 m. Wilayah Kecamatan Pundong yang diwakili oleh data bor A11 terdiri atas lapisan *topsoil*, pasir berlumpur dan pasir hingga kedalaman 30 m. Lapisan di bawahnya tersusun oleh batuan breksi

hingga kedalaman 70 m dan sisanya tersusun oleh pasir dan batu kapur hingga kedalaman 100 m. Wilayah Kecamatan Kretek yang diwakili oleh data bor A24 tersusun oleh lapisan *top soil* dan beberapa pasir campuran seperti pasir berkapur, tanah liat berpasir, pasir berlumpur, pasir berkerikil serta batu kapur hingga kedalaman 60 m. Pada kedalaman 60 m sampai 100 m didominasi oleh batu lempung.



Gambar 33. Model penampang lapisan sedimen zona II

Gambar 33 menunjukkan bahwa zona tersebut memiliki variasi litologi sedimen yang diwakili oleh data bor A27, A29, A7, A26, A15, A25, A11 dan A2. Secara keseluruhan struktur tanah di zona II pada lapisan permukaan tertutupi oleh lapisan *topsoil* dengan kedalaman 1 sampai 2 meter. Lapisan di bawahnya didominasi oleh pasir baik pasir homogen maupun pasir bercampur sedimen lain seperti tanah liat berpasir, pasir berkerikil dan pasir berlumpur hingga kedalaman 70 meter meskipun ada beberapa wilayah yang disekat oleh batuan breksi di wilayah Bantul. Batuan breksi tersebut memiliki ketebalan 20-30 meter pada kedalaman 50 m sampai 80 m yang terpisahkan oleh pasir. Selain itu pada kedalaman 80 m sampai 100 m didominasi oleh batu kapur meskipun pada daerah perbatasan Imogiri, Jetis dan Pundong

yang diwakili data bor A2 hampir seluruh lapisan diisi oleh batu kapur.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Nilai ketebalan sedimen pada lokasi penelitian berada di kisaran 3,7 m sampai 135,37 m. Wilayah yang memiliki nilai ketebalan sedimen relatif tebal yakni 73,75 m sampai dengan 135,37 m berada di sebelah barat jalur Sesar Opak bagian utara di wilayah Kalasan, Depok, Berbah bagian barat dan utara, Prambanan bagian barat, Piyungan bagian barat daya, Banguntapan dan Kotagede, Pleret bagian barat dan sebagian kecil Pleret bagian timur serta beberapa daerah lain yakni wilayah Kretek dan Pundong. Wilayah lain seperti Jetis, Imogiri, Panggang, Bambanglipuro, sebagian daerah Sewon, Piyungan bagian utara dan Prambanan bagian selatan cenderung memiliki ketebalan sedimen yang lebih tipis antara 3,7 m sampai 69,3 m. Wilayah tersebut berada di wilayah endapan vulkanik Gunung Merapi muda, formasi Nglanggran dan formasi Semilir.

Daerah penelitian yang memiliki resiko rawan terhadap gempa bumi berada di Zona I (Bambanglipuro, Pundong dan Kretek) dan Zona IV (Kalasan, Depok, Berbah, Kotagede, Banguntapan, dan sebagian wilayah Prambanan) dengan ketebalan lapisan sedimen yang tebal (73,75 m sampai 135,37 m). Sedangkan daerah yang memiliki resiko rawan gempa bumi relatif lebih kecil berada di Zona II (Imogiri, Jetis dan sebagian daerah Pleret) dan Zona III (Sebagian daerah Prambanan dan Piyungan) dengan ketebalan lapisan sedimen tipis (3,7 m sampai 69,3 m).

## Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar pengambilan titik pengukuran lebih banyak di sekitar jalur sesar Opak wilayah Kabupaten Sleman dan mencari data bor yang berada di wilayah tersebut supaya struktur litologi lapisan sedimen yang dihasilkan lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifti, F. W. 2014. *Identifikasi Potensi Bahaya Seismik Berdasarkan Faktor Amplifikasi Tanah Dan Ketebalan Sedimen Menggunakan Mikrotremor di Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur*. Skripsi. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- Daryono, dkk. 2009. *Efek Tapak Lokal di Graben Bantul berdasarkan Pengukuran Mikrotremor*. Yogyakarta: International Conference Earth Science and Technology
- Daryono. 2010. *Aktivitas Gempabumi Tektonik di Yogyakarta Menjelang Erupsi Merapi 2010*. Yogyakarta: BMKG
- Daryono. 2011. *Indeks Kerentanan Seismic Berdasarkan Mikrotremor Pada Setiap Satuan Bentuk Lahan Di Zona Graben Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta*. Disertasi, Fakultas Geografi: Universitas Gadjah Mada.
- Kusumaputra, T. M. 2012. *Amplifikasi*. Diakses dari <https://poetrafic.wordpress.com/2012/03/30/amplifikasi/> pada tanggal 2 Juli 2016 pukul 12.00 WIB
- Kusumawati, N. 2014. *Analisis Struktur Lapisan Tanah Berdasarkan Ketebalan Sedimen Dan Identifikasi Resiko Gempabumi Di*

*Kabupaten Kulon Progo Menggunakan Mikrotremor*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

- Labertta, S. (2013). *Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Analisis Mikrotremor Di Kecamatan Jetis Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA Hal. F169-F174
- Marsyelina, M. 2014. *Karakteristik Mikrotremor dan Analisis Seismisitas pada Jalur Sesar Opak, Kabupaten Bantul, Yogyakarta*. Jurnal Sains Dasar Vol. 3 No. 1 Hal 95-101
- Nurwidyanto, dkk. 2010. *Pemetaan Sesar Opak Dengan Metode Gravity (Studi Kasus Daerah Parangtritis Dan Sekitarnya)*. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIV HFI Jateng & DIY, hal 77-83
- Seed, H. B. and Schnabel, P. B., 1972. *Soil and Geological Effects on Site Response During Earthquakes. Proc. of First International Conf. on Microzonation for Safer Construction – Research and Application*, vol. I, pp 61-74.
- SESAME. 2004. *Guidelines For The Implementation Of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations*. Europe: SESAME European research project.
- Supartoyo, dkk. 2008. *Bencana Gempabumi di Indonesia Tahun 2008*. Bulletin Vulkanologi dan Bencana Geologi Vol. 4 No. I
- Tim Revisi Peta Gempa Indonesia. 2010. *Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010*. Bandung: Tim Revisi Peta Gempa Indonesia.