

# IDENTIFIKASI ZONA SESAR OPAK DI DAERAH BANTUL YOGYAKARTA MENGGUNAKAN METODE SEISMIK REFRAKSI

---

Ismi Lutfinur, Ratna S Wulandari, Syifaul Fauziyah

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang  
Email: lutfinur.ismi@ymail.com

Abstrak. Telah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi adanya sesar dan jenis batuan di sekitar daerah aliran sungai (DAS) Opak, Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode seismik refraksi, sebanyak 4 lintasan dengan masing – masing panjang lintasan 50 m. Hasil penelitian belum menunjukkan adanya struktur sesar minor. Oleh sebab itu, untuk mengetahui lebih lanjut digunakan metode lain yaitu geolistrik *resistivity* dengan konfigurasi schlumberger, sebanyak 3 lintasan dengan panjang masing – masing 75 m. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan persamaan resistivitas semu, kemudian dilakukan inversi menggunakan *software Res2dinv* untuk mendapatkan nilai resistivitas sesungguhnya. Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan nilai resistivitas sebesar 5  $\Omega$ m sampai 1400  $\Omega$ m. Litologi ditentukan dengan melakukan interpretasi, yaitu membandingkan tabel nilai resistivitas batuan dan peta geologi daerah penelitian. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki penyusun litologi yang sama, yaitu lempung berpasir, tuf dan lava. Terdapat indikasi patahan di sepanjang lintasan penelitian yang ditunjukkan dengan nilai resistivitas yang rendah. Sesar minor tersebut dicirikan oleh adanya rekahan di sekitar DAS Opak dan penyebaran batuan ubahan di sekitar lokasi penelitian.

Kata kunci: geolistrik, litologi, resistivitas, seismik refraksi, sesar

## PENDAHULUAN

Gempa bumi yang terjadi pada 27 Mei 2006 sebesar 5,9 skala Richter telah menimpa daerah Yogyakarta dan sekitarnya meliputi daerah Bantul, Kulonprogo, Gunung Kidul, Sleman, Solo, Karanganyer, Klaten, dan Prambanan. Kurang lebih 5500 jiwa kehilangan nyawa, ribuan warga luka-luka, dan kehilangan keluarga serta hartanya. Sumber gempa tersebut berpusat pada kedalaman 33 km, tepatnya terletak 37 km dari garis pantai dengan episentrum di dasar samudera Hindia pada koordinat 8.26° LS dan 110.31° BT (Hardjono, 2006).

Aktifitas gempa tersebut telah memicu pergerakan sesar di wilayah Bantul dan sekitarnya. Sesar (patahan) aktif tersebut diidentifikasi membentuk garis lurus di mulai dari pusat gempa pada koordinat 8,007° LS-110, 286° BT (1 kilometer dari garis pantai Parangtritis) ke arah

timur laut sampai ke Prambanan. Daerah yang dilewati sesar itu yakni Depok, Tritohargo, Ngambangan, dan Gondowulung di Yogyakarta. Sesar itu berada 10 kilometer dari Yogyakarta atau sekitar 5 kilometer dari Bantul (Nurwidyanto, 2007). Pada penelitian ini bertujuan mengidentifikasi patahan dangkal atau sesar minor dan memodelkan struktur bawah permukaan menggunakan metode seismik refraksi di daerah Pleret Bantul Yogyakarta.

Metode Seismik adalah suatu metode dalam ilmu Geofisika yang dipergunakan untuk mendeteksi struktur bawah permukaan. Metode seismik refraksi didasarkan pada sifat penjalaran gelombang yang mengalami refraksi dengan sudut kritis tertentu yaitu bila dalam perambatannya, gelombang tersebut melalui bidang batas yang memisahkan suatu lapisan dengan lapisan yang dibawahnya yang mempunyai kecepatan gelombang lebih besar. Parameter yang diamati adalah karakteristik waktu tiba gelombang pada masing-masing *geophone*.

Ada beberapa metode interpretasi dasar yang bisa digunakan dalam metode seismik refraksi, antara lain metode waktu tunda, metode *Intercept Time*, dan metode rekonstruksi muka gelombang (Raharjo, 2002). Untuk menentukan kedalaman/ketebalan suatu lapisan tidak hanya terbatas pada lapisan di bawah sumber gelombang saja. Penentuan kedalaman lapisan di bawah *geophone* dapat dilakukan dengan metode waktu tunda (*Delay Time*).

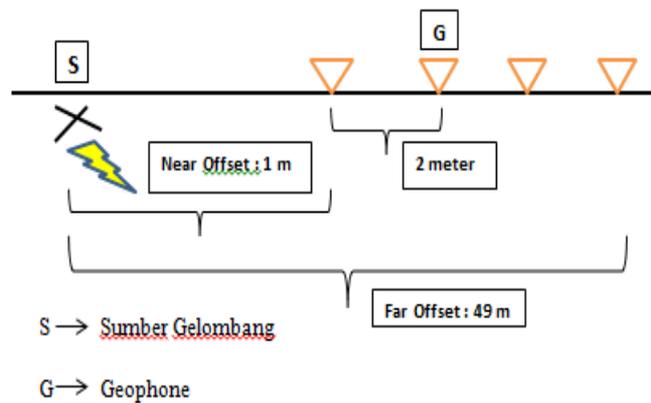
Metode geolistrik adalah metode yang memanfaatkan aliran arus di dalam bumi, yang dengan mengukur beda potensialnya akan didapatkan nilai resistansi batuan. Metode geolistrik dapat menunjukkan gambaran penampang bawah permukaan bumi berdasarkan distribusi nilai resistivitas batuan. Resistivitas batuan adalah daya hambat batuan terhadap aliran listrik (Teguh, 2010). Berdasarkan nilai resistansi batuan yang terukur dalam pengukuran geolistrik dapat digunakan untuk menentukan keberadaan air tanah, potensi daerah longsor, menentukan mineral batuan, dan batuan dasar.

Selain untuk menentukan litologi, metode geolistrik dapat digunakan untuk mengetahui adanya indikasi patahan. Patahan adalah struktur geologi yang terbentuk karena terdapat dislokasi atau struktur yang memotong bidang-bidang perlapisan antar batuan (Teguh, 2010). Zona patahan adalah zona lemah yang mengakibatkan kekuatan batuan berkurang sehingga menimbulkan banyak retakan yang memudahkan air meresap (Waluyo, 2007). Dengan mengetahui kondisi bawah permukaan tanah akan memberikan informasi mengenai jenis batuan dan struktur geologi.

## **METODE**

Tahap akuisisi data seismik refraksi di lapangan dilakukan dengan menyusun peralatan *geophone* dan sumber gelombang disusun lurus dalam garis seismik dengan jarak 2 meter antar *geophone* (panjang lintasan 48 meter), jarak *geophone* pertama dengan sumber ledakan 1 meter kemudian dicatat/direkam oleh alat *Seismograph McSeis-SX 3 Channel*.

Pengambilan data dilakukan secara *forward* dan *reverse*, akuisisi data secara *forward* bertujuan untuk mendapatkan nilai kecepatan masing-masing lapisan sedangkan pengukuran secara *reverse* bertujuan untuk mendapatkan kedalaman atau tebal lapisan batuan. Desain Pengambilan data ditunjukkan pada gambar berikut :

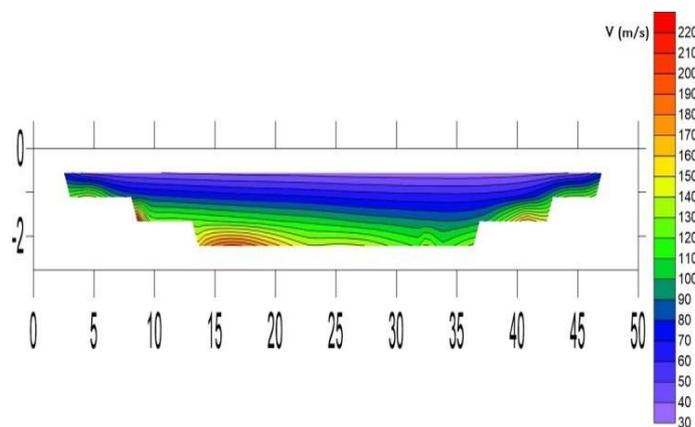


**Gambar 1. Desain Akuisisi Data Seismik Refraksi**

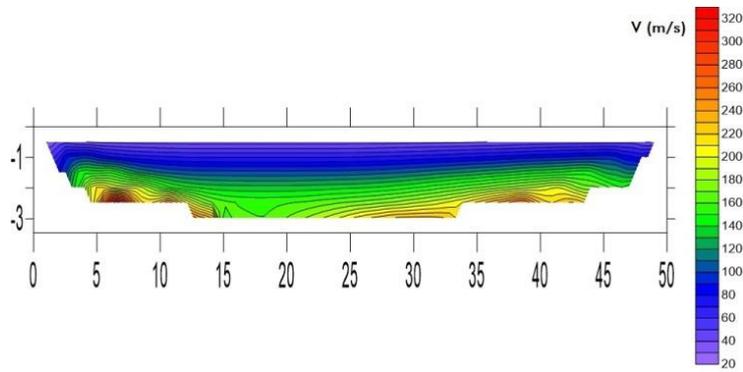
Penelitian ini mengambil empat lintasan (*line*) yang dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Opak, tepatnya di desa Segoroyoso Kecamatan Pleret Kabupaten Bantul. Penelitian ini mengambil empat bentangan yaitu bentangan pertama di titik koordinat S 07°88'0.37- E 110°40'69.4 sampai titik koordinat S 07°88'0.82 - E 110°40'67.5, bentangan kedua di titik koordinat S 07°88'0.31 - E 110°40'62.5 sampai titik koordinat S 07°88'0.13 – E 110°40'65.3, bentangan ketiga di titik koordinat S 07°88'0.23 - E 110°40'66.5 sampai titik koordinat S 07°88'0.41 - E 110°40'0.31 dan bentangan keempat di titik koordinat S 07°87'96.3 - E 110°40'69.0 sampai titik koordinat S 07°87'99.5 - E 110°40'65.8, dengan masing-masing bentangan sepanjang 50 meter. Alasan pemilihan tempat tersebut adalah karena di area tersebut memiliki topografi yang datar sehingga sesuai bila digunakan metode metode seismik refraksi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

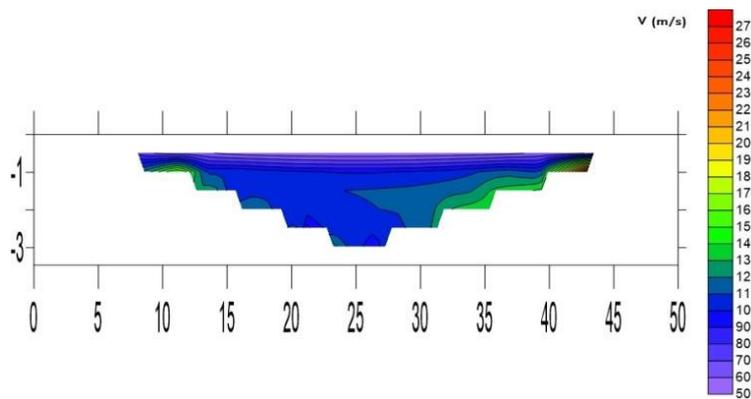
Berikut adalah hasil pemodelan data seismik refraksi menggunakan *software surfer.10* untuk mendapatkan gambaran mengenai struktur lapisan bawah permukaan.



**Gambar 2. Penampang Seismik 2D Line 1**

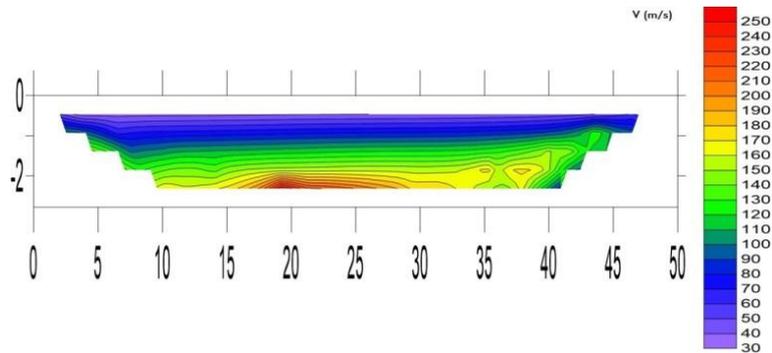


**Gambar 3. Penampang Seismik 2D Line 2**



**Gambar 4. Penampang Seismik 2D Line 3**

Gambar 2 menunjukkan penampang kecepatan rambat gelombang seismik pada *line* pertama, hingga kedalaman maksimal mencapai 2 meter dengan nilai kecepatan yang hampir sama. Pada daerah berwarna biru memiliki kecepatan antara 60 -90 m/s, sedangkan warna hijau memiliki kecepatan 100 – 130 m/s. Hanya ada satu lapisan karena tidak ada perbedaan nilai kecepatan yang signifikan. Belum ditemukan adanya bidang patahan pada *line* pertama.



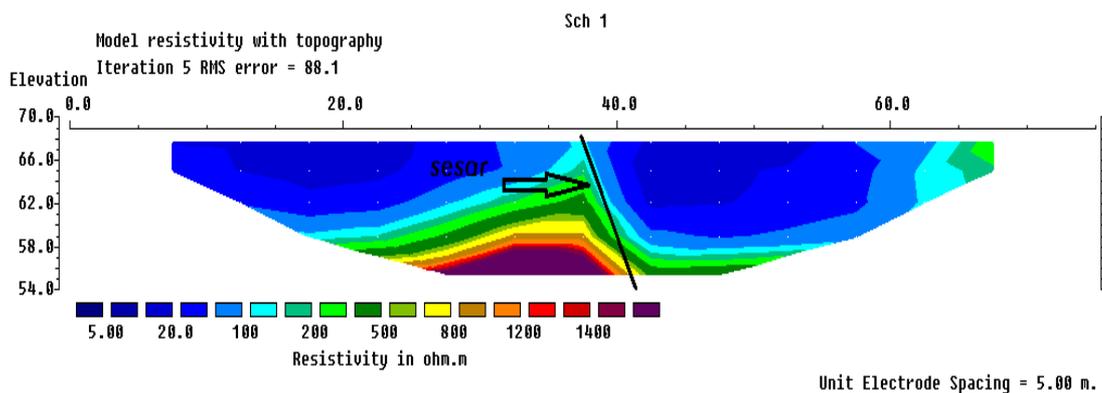
**Gambar 5. Penampang Seismik 2D Line 4**

Gambar 3 menunjukkan kedalaman mencapai hampir 3 meter, namun belum ditemukan indikasi adanya bidang patahan yang dicirikan dengan perbedaan nilai kecepatan. Gambar 5 menunjukkan kecepatan rambat gelombang seismik pada line ketiga. Berdasarkan gambar bahwa dari kedalaman 1 – 3 meter memiliki kecepatan yang hampir sama, sehingga belum dapat diinterpretasikan bahwa pada line ketiga terdapat bidang patahan karena tidak adanya perbedaan nilai kecepatan yang signifikan.

Gambar 5 menunjukkan bahwa kecepatan yang didapatkan hingga kedalaman 2 meter memiliki kecepatan yang hampir sama. Belum ditemukan adanya indikasi bidang patahan jika dilihat dari nilai kecepatan yang relatif sama. Nilai kecepatan yang hampir sama itu berarti hanya terdapat satu lapisan yang terdeteksi. Dengan kedalaman maksimal yang hanya mencapai 1.9 meter dan belum mencapai lapisan *bedrock* maka belum dapat ditemukan adanya indikasi bidang patahan pada keempat lintasan dengan menggunakan metode seismik refraksi. Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai letak dan kedalaman bidang patahan serta kondisi struktur bawah permukaan di daerah penelitian, maka perlu dilakukan penelitian menggunakan metode lain yang mampu menjangkau kedalaman yang lebih luas.

Pengambilan data menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger, pada tiga lintasan dengan panjang masing – masing lintasan 75 m dan spasi elektroda sebesar 5 m. Lintasan 1,2 dan 3 sejajar berarah barat – timur untuk mengetahui kemenurusan sesar / patahan. Pengambilan data geolistrik dilakukan dengan posisi line yang sejajar hingga ke perumahan warga untuk mengetahui kemenurusan patahan

Akuisisi data resistivitas bumi pada survei lintasan 1 dilakukan dengan mengambil lintasan sepanjang 75 meter. Titik awal (titik 0 meter) berada pada koordinat 110°24'22.6" BT dan 07°52'50.6" LS, titik akhir (75 meter) berada pada koordinat 110°24'23.5" BT dan 07°52'48.2" LS yang membentang pada arah 235° NE, di daerah pematang sawah. Jarak antar elektroda terkecil adalah 5 meter. Dari hasil pengukuran diperoleh harga resistivitasnya berkisar antara 5 - 1532 m. Pengolahan data dengan menggunakan *Res2DInv* untuk lintasan 1 diperoleh penampang harga resistivitas semu seperti pada Gambar 6.

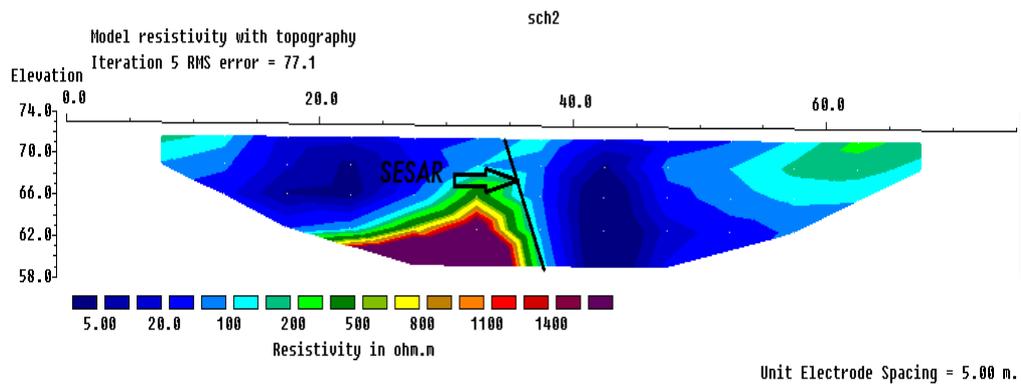


**Gambar 6. Penampang Harga Resistivitas Semu Hasil Inversi dan Pendugaan Posisi Patahan lintasan 1**

Hasil inversi lintasan 1 terlihat adanya penyebaran lapisan yang memiliki nilai resistivitas yang bervariasi. Lapisan yang memiliki nilai resistivitas rendah dengan harga resistivitas

berkisar 5 - 140  $\Omega$ m dan lapisan yang memiliki nilai resistivitas tinggi dengan harga resistivitas berkisar 140 – 1532  $\Omega$ m. Dari gambar tersebut dapat di lihat pada kedalaman 0 – 3.88 m yang berada pada jarak 5 – 30 m dan pada jarak 40 -55 m merupakan alluvium yang memiliki nilai resistivitas rendah. Kemudian pada kedalaman 3.88 – 10 m merupakan lapisan keras (*bedrock*) berupa batuan andesit. Hal ini mungkin dikarenakan karena batuan tersebut merupakan longsor Gunung Merapi. Sedangkan pada kedalaman 10 – 13.4 m yang berada pada jarak 25 – 40 m merupakan batuan plutonik seperti gabro dan andesit yang memiliki nilai resistivitas yang tinggi.

Akuisisi data resistivitas bumi pada survei lintasan 2 dilakukan dengan mengambil lintasan sepanjang 75 meter. Titik awal (titik 0 meter) berada pada koordinat 110°24'24.1" BT dan 07°52'51.2" LS, titik akhir (75 meter) berada pada koordinat 110°24'25.5" BT dan 07°52'49.1" LS yang membentang pada arah 215° NE, di daerah pematang sawah. Jarak antar elektroda terkecil adalah 5 meter. Dari hasil pengukuran diperoleh harga resistivitasnya berkisar antara 1.6 - 2738 m. Pengolahan data dengan menggunakan *Res2DInv* untuk lintasan 2 diperoleh penampang harga resistivitas semu seperti pada Gambar 7.



**Gambar 7. Penampang Harga Resistivitas Semu Hasil Inversi dan Pendugaan Posisi Patahan lintasan 2**

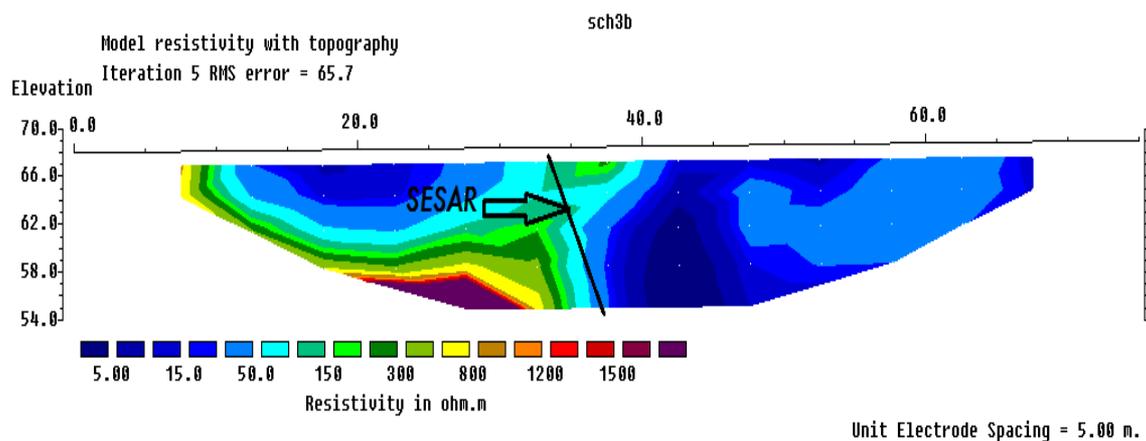
Hasil inversi lintasan 2 di atas terlihat adanya penyebaran lapisan yang memiliki nilai resistivitas yang bervariasi. Lapisan yang memiliki nilai resistivitas rendah dengan harga resistivitas berkisar 1 - 113  $\Omega$ m dan lapisan yang memiliki nilai resistivitas tinggi dengan harga resistivitas berkisar 113 – 2738  $\Omega$ m. Dari gambar di atas dapat di lihat pada kedalaman

1.25 – 6 m yang berjarak 30 – 40 m terdapat penyebaran bongkahan batuan sedimen yang memiliki nilai resistivitas yang tinggi, hal ini mungkin dikarenakan karena batuan tersebut merupakan longsor Gunung Merapi. Kemudian pada kedalaman 1.25 – 9 m merupakan batuan alluvium yang tersebar pada jarak 15 - 25 m dan jarak 40 – 45 m. Sedangkan pada kedalaman 6 – 13.4 m merupakan batuan plutonik seperti andesit yang berada pada jarak 30 - 40 m yang memiliki nilai resistivitas yang tinggi.

Akuisisi data resistivitas bumi pada survei lintasan 3 dilakukan dengan mengambil lintasan sepanjang 75 meter. Titik awal (titik 0 meter) berada pada koordinat 110°24'25.7" BT dan 07°52'52.0" LS, titik akhir (75 meter) berada pada koordinat 110°24'27.4" BT dan 07°52'50.3" LS, di dekat perumahan warga. Jarak antar elektroda terkecil adalah 5 meter. Dari

hasil pengukuran diperoleh harga resistivitasnya berkisar antara 1.9 – 6128 m. Pengolahan data dengan menggunakan *Res2DInv* untuk lintasan 3 diperoleh penampang harga resistivitas semu seperti pada Gambar 8.

Hasil inversi lintasan 3 di atas terlihat adanya penyebaran lapisan yang memiliki nilai resistivitas yang bervariasi. Lapisan yang memiliki nilai resistivitas rendah dengan harga resistivitas berkisar 1 - 195  $\Omega$ m dan lapisan yang memiliki nilai resistivitas tinggi dengan harga resistivitas berkisar 195 – 6128  $\Omega$ m. Dari gambar di atas dapat dilihat pada kedalaman 0 – 6 m yang berjarak 30 – 40 m terdapat penyebaran bongkahan batuan sedimen yang memiliki nilai resistivitas yang tinggi, hal ini mungkin dikarenakan karena batuan tersebut merupakan longsoran Gunung Merapi. Kemudian pada kedalaman 0 – 4 m merupakan batuan alluvium yang tersebar pada jarak 15 - 30 m dan jarak 45 – 70 m. Sedangkan pada kedalaman 4 – 13.4 m merupakan batuan plutonik seperti andesit yang berada pada jarak 20 - 40 m yang memiliki nilai resistivitas yang tinggi. Jika diperhatikan pada lintasan 1, lintasan 2 dan lintasan 3 di atas, pada kedalaman 4 m kebawah memiliki jenis batuan yang sama dan saling berhubungan



**Gambar 8. Penampang Harga Resistivitas Semu Hasil Inversi dan Pendugaan Posisi Patahan lintasan 3**

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan hal – hal sebagai berikut : Identifikasi patahan menggunakan metode seismik refraksi belum dapat dilakukan, karena metode seismik refraksi tidak cocok untuk kondisi daerah penelitian berupa endapan alluvial muda gunungapi, karena alluvial berumur muda memiliki struktur yang belum kompak sehingga gelombang seismik tidak dapat merambat ke dalam tanah dengan baik; Belum dapat melakukan interpretasi mengenai indikasi patahan dan litologi daerah penelitian menggunakan metode seismik refraksi karena hasil yang didapat belum maksimal; Belum ditemukan adanya indikasi bidang patahan pada lintasan 1, 2, 3 dan 4 menggunakan metode seismik refraksi; Pada lintasan 1, 2 dan 3 terdapat penyebaran batuan sedimen yang berada di atas permukaan yang merupakan longsoran dari Gunung Merapi, kemudian di dominasi oleh batuan alluvium yang tersebar di

setiap lintasan pengukuran. Pada kedalaman 4 m ke bawah diperkirakan terdapat batuan andesit dan gabro; Bidang patahan sesar untuk lintasan 1, lintasan 2 dan lintasan 3 berada pada titik 40 m. Hal ini membuktikan bahwa pada lintasan tersebut mungkin terjadi patahan dangkal atau sesar minor; Metode geolistrik dapat digunakan untuk identifikasi bidang patahan dangkal atau sesar minor. Adanya bidang patahan ini membuktikan bahwa hal tersebut yang menyebabkan terjadinya pembelokan sungai yang mulanya verarah utara – selatan menjadi timur – barat.

## Saran

Perlu dilakukan penelitian menggunakan metode geofisika lainnya sehingga dapat dilakukan perbandingan untuk memperoleh hasil yang akurat; Perlu dilakukan pengukuran yang berkelanjutan yaitu dengan penambahan titik ukur yang berasosiasi dengan penambahan target kedalaman sehingga dapat diperoleh gambaran bawah permukaan lebih luas; Pengukuran sesar di sekitar DAS Opak, Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul sebaiknya dilakukan periodik misalnya setahun sekali. Hal ini dilakukan guna mengetahui pola dan tingkat penyebaran sesar atau patahan di daerah tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hardjono, I, 2006, *Hierarki Gempa Bumi dan Tsunami (Aceh, Nias, Bantul, Pangandaran, dan Selat Sunda)*, Jurnal, Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Nurwidyanto M.I, Indriana R.D, Darwis Z.T, 2007. Pemodelan Zona Sesar Opak Di Daerah Pleret Bantul Yogyakarta Dengan Metode Gravitasi, Jurnal, Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Setiyawan, Teguh. 2010. Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Porong Sidoarjo dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Untuk Mendapatkan Bidang Patahan. Skripsi. Fakultas MIPA ITS Surabaya
- Waluyo, Galik Panggah. 2007. *Deteksi Patahan Di Desa Renokenongo Porong Sidoarjo Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner*. Surabaya: ITS.
- Fitriani Z.R, Rusydi M.H, Musa M.D.T, 2012. Identifikasi Jalur Patahan Dengan Metode Geolistrik Hambatan Jenis Di Wilayah Palu Barat, Jurnal Natural Science Desember 2012 Vol 1 (1) 7 - 16, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Tadulako.
- Subawa E, Tohari A, Sarah, 2007. *Studi Potensi Likuifaksi Di Daerah Zona Patahan Opak Patalan-Bantul, Yogyakarta*, Prosiding Seminar Geoteknologi Kontribusi Ilmu Kebumihan Dalam Pembangunan Berkelanjutan, Bandung. ISBN : 978-979-799-5.