

APLIKASI METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI POLE-POLE UNTUK MENENTUKAN SEBARAN DAN KEDALAMAN BATUAN SEDIMEN DI DESA WONOSARI KECAMATAN NGALIYAN SEMARANG

Supriyadi, Agus Yulianto, Tri Novianto

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang,

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan distribusi sedimen batuan dan kedalaman horizontal dan vertikal juga yang terkandung di bawah permukaan lokasi penelitian di Semarang Ngaliyan Wonosari dengan menggunakan jenis tiang-tiang konfigurasi. Data hasil pengukuran lapangan dalam bentuk beda potensial dan arus dapat digunakan untuk menghitung nilai tahanan jenis semu. Setelah nilai yang dihitung dari tahanan jenis semu kemudian dibuat dari tiga bagian dimensi horizontal dan vertikal lintas sehingga dapat diketahui lapisan batu di lokasi dengan menggunakan software Res3Dinv untuk mengetahui resistivitas dan kedalaman setiap irisan. Dengan mengacu dari hasil pengolahan Res3Dinv dapat dibuat interpretasi nilai-nilai resistivitas. Berdasarkan interpretasi yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa daerah penelitian terdiri dari jenis batuan sedimen dalam bentuk geologi batuan aluvium seperti serpih, lempung sampai pasir dengan dominasi tanah liat. Tanah liat rata-rata terletak pada kedalaman 15,1-24,3 m dengan rata resistivitas antara 0,57-27,6 Ω m tersebar di seluruh irisan diambil. Batu pasir ditemukan di kedalaman rata-rata hingga 24,3-96,1 m dengan resistivitas 27,6-130 Ω m ada paling signifikan dalam sepotong horisontal. Lain seperti batu kapur dan basal keberadaannya tidak terlalu signifikan.

Kata kunci: geolistrik, tiang-tiang konfigurasi, Res3Dinv

PENDAHULUAN

Perkembangan jaman menuntut tersedianya lahan permukiman penduduk di kota-kota besar. Semarang sebagai ibu kota propinsi Jawa Tengah mempunyai topografi yang unik, sebelah utara adalah dataran rendah dan di sebelah selatan adalah dataran tinggi. Penataan ruang yang belum maksimal menyebabkan beberapa kawasan yang semestinya tidak diperkenankan untuk pemukiman yang terjadi sebaliknya. Akibat tidak ditaatinya aturan tata ruang di kawasan tersebut terjadi amblesan, air laut pasang (rob), dan banjir. Kondisi ini mengharuskan pemerintah kota Semarang menyiapkan dan menata lahan agar sumber daya lahan yang tersedia bisa di manfaatkan dengan maksimal. Sumber daya lahan yang disiapkan ini tidak lepas dari penataan lahan yang

membutuhkan eksplorasi dangkal. Eksplorasi dangkal yang dilakukan akan memberikan informasi tentang tanah, meliputi: lapisan tanah, struktur tanah, kondisi tanah kedalaman batuan dasar, kestabilan tanah, dan gejala-gejala pergerakan tanah. Kondisi tanah atau kekuatan tanah bisa ditentukan dari jenis batuan. Batuan menurut cara terbentuknya adalah batuan sedimen. Batuan ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan bangunan. Batuan sedimen yang keras dan besar dapat memberikan pondasi yang sangat kuat bagi lapisan yang berada di atasnya dan menjaga kestabilan tanah. Dengan diketahuinya jenis batuan sedimen tersebut maka dapat diambil langkah-langkah yang tepat dalam pembangunan perumahan, jalan raya maupun jembatan.

Pergerakan tanah merupakan persoalan serius bagi penduduk juga pemerintah kota Semarang terutama daerah pemukiman kelurahan Wonosari kecamatan Ngaliyan. Daerah tersebut dengan kondisi tanah yang cukup kompleks dan labil memerlukan pemetaan geologi dengan skala yang sesuai perencanaan. Pemetaan tersebut perlu dilakukan sebelum diadakan penataan lahan di sekitar lokasi. Pemetaan geologi tersebut dipandang penting, terutama dengan memberikan penampang bawah permukaan tanah di daerah tersebut, mengingat salah satu fungsinya yaitu untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan, seperti longsor dan kelabilan tanah, sehingga perlu diteliti lebih mendalam.

Pemetaan geologi dapat dilakukan dengan metode Geolistrik (Ariyo dan Adeyemi, 2008). Metode Geolistrik adalah salah satu cara penelitian geofisika dari permukaan tanah untuk mengetahui lapisan-lapisan batuan di bawah permukaan tanah (Santoso, 2002). Masing-masing perlapisan terrepresentasikan oleh resistivitas yang berbeda-beda. Nilai resistivitas setiap lapisan batuan ditentukan oleh faktor jenis material penyusunnya, kandungan air dalam batuan, sifat kimia air (kegaraman) dan porositas batuan. Berdasarkan uraian tersebut, maka dengan mengetahui tahanan jenis dari perlapisan batuan dapat dipelajari jenis material batuan dan kondisi tanahnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran dan kedalaman batuan sedimen di wilayah kelurahan Wonosari kecamatan Ngaliyan kota Semarang menggunakan metode geolistrik 3D. Metode ini mampu memberikan gambaran 3 dimensi dari bawah permukaan tentang tahanan jenis lebih detail dibandingkan dengan resistivitas 2D. Metode geolistrik 3D tidak hanya memberikan citra distribusi resistivitas dalam penampang vertikal saja tetapi juga dalam bentuk penampang horizontal (Singgih, 2003).

Hasil yang diperoleh diharapkan dapat memberikan informasi dan data yang tepat kepada pihak yang bersangkutan, sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan langkah-langkah kongkrit dalam pembangunan sarana dan prasarana di wilayah tersebut. Untuk menampilkan perlapisan tanah berdasarkan data resistivitas digunakan perangkat lunak Res3Dinv yang sering digunakan untuk membuat pemodelan struktur perlapisan tanah berdasarkan pada nilai-nilai resistivitas batuan.

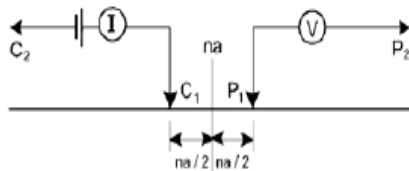
METODE

Metode geolistrik 3D tidak sering dipakai dalam survei penelitian geofisika, namun hanya digunakan dalam pengembangan metode geolistrik itu sendiri. Faktor yang menyebabkan jarang digunakan adalah besarnya faktor biaya, banyak tenaga yang dibutuhkan terutama pada area yang luas (Ridwan et al, 2002).

Berdasarkan kajian beberapa konfigurasi geolistrik metode geolistrik yang ada, dalam penelitian ini digunakan konfigurasi pole-pole. Pada konfigurasi ini sumber arus tunggal dan potensial diukur hanya pada satu titik. Injeksi arus harus dilakukan menggunakan dua elektroda yang masing-masing dihubungkan ke kutub positif sebagai *current source* dan kutub negative sumber arus sebagai *current sink*. Pengukuran potensial pada dasarnya adalah pengukuran beda potensial yaitu potensial pada suatu titik relatif terhadap titik yang lain. Konfigurasi pole-pole merupakan konfigurasi elektroda yang paling sering digunakan untuk survei geolistrik 3D. Pada dasarnya konfigurasi pole-pole termodifikasi menggunakan 4 elektrode, yaitu 2 elektrode untuk injeksi arus (C_1 dan C_2) dan 2 elektrode untuk mengukur beda potensial (P_1 dan P_2) seperti pada Gambar 1. Harga resistivitas semu yang didapatkan dengan konfigurasi pole-pole ini dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$\rho = 2\pi aR$$

dengan ρ adalah resistivitas semu, a adalah spasi elektroda, yaitu jarak antara elektroda C_1 dan P_1 , dan R adalah resistivitas yang terukur langsung di lapangan. Dari persamaan di atas $2\pi a$ merupakan faktor geometri dari konfigurasi pole-pole (geotomo software, 2007).

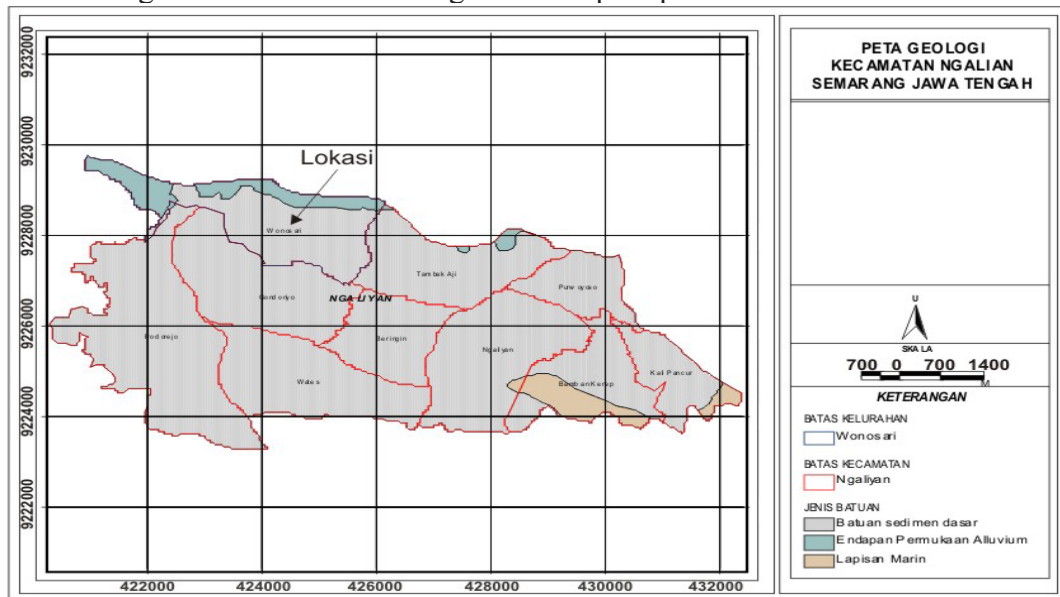


Gambar 1. Konfigurasi pole-pole

Secara teoritis, C_2 dan P_2 berada di titik tak berhingga, sehingga perumusan matematisnya dapat didekati dengan sumber arus tunggal pada P_1 . Pada konfigurasi tersebut, C_1 ditempatkan di seberang titik asalkan bersentuhan dengan target konduktif (Hartantyo dan Waluyo, 2002). Arus yang mengalir dari C_1 menyebar ke seluruh medium dengan rapat muatan terbesar pada bagian-bagian yang lebih konduktif. Penyebaran potensial diukur di seberang titik di permukaan dengan menggunakan elektrode P_1 . Hasil akhir pengukuran adalah distribusi potensial daerah penelitian yang merupakan respon distribusi muatan di bawah permukaan.

Lokasi penelitian di daerah kelurahan Wonosari kecamatan Ngaliyan Semarang terletak 15 km arah barat kota Semarang. Secara geografis kawasan tersebut terletak diantara $110^{\circ}19'28.5''$

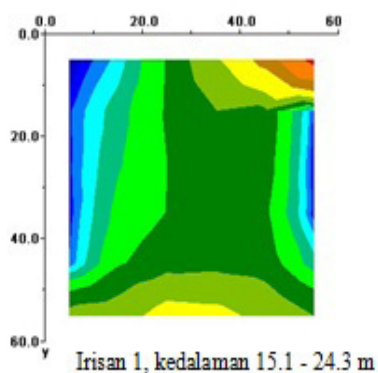
Bujur Timur dan garis $06^{\circ}58'59.1''$ Lintang Selatan seperti pada Gambar 2.



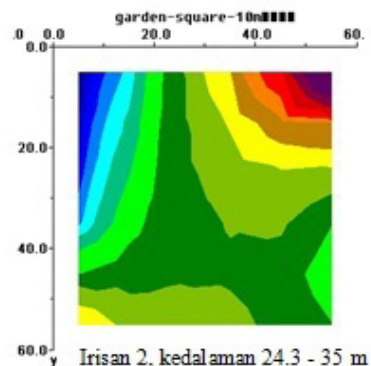
Gambar 2. Lokasi penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

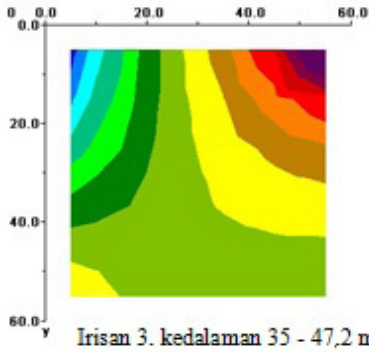
Dari hasil pengolahan data dengan perangkat lunak *Res3dinv* didapatkan distribusi harga tahanan jenis bawah permukaan berupa citra warna baik dalam bentuk penampang horizontal maupun penampang vertikal. Gambar 3 sampai Gambar 8 memperlihatkan hasil pengolahan data pada iterasi ke 3 berupa citra warna yang menunjukkan penyebaran resistivitas bawah permukaan pada daerah yang terkandung batuan sedimen di Desa Wonosari. Gambar tersebut merupakan hasil penampang irisan secara horizontal dan Gambar 9 sampai Gambar 14 adalah bentuk penampang vertikal.



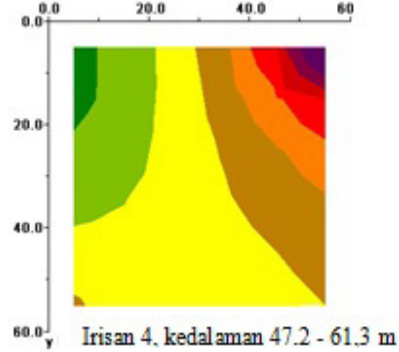
Gambar 3. Hasil penampang horizontal irisan 1 batuan sedimen



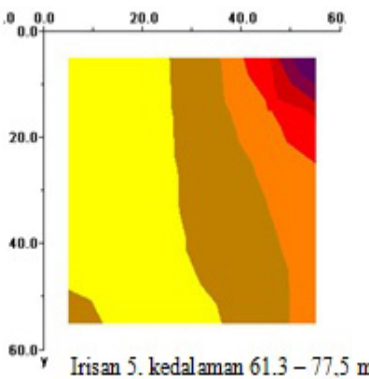
Gambar 4. Hasil penampang horizontal irisan 2 batuan sedimen



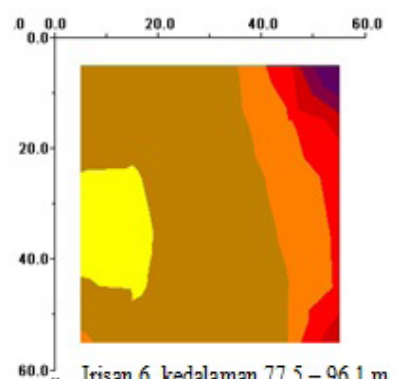
Gambar 5. Hasil penampang horizontal irisan 3 batuan sedimen



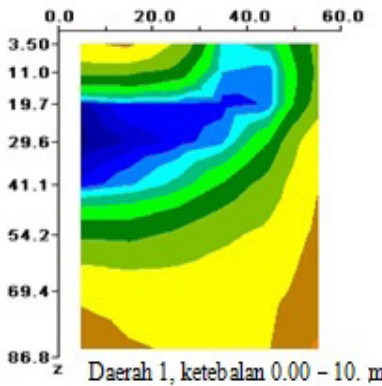
Gambar 6. Hasil penampang horizontal irisan 4 batuan sedimen



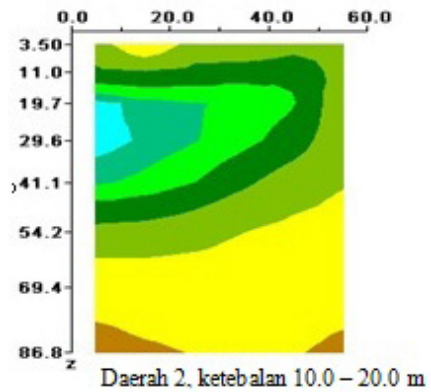
Gambar 7. Hasil penampang horizontal irisan 5 batuan sedimen



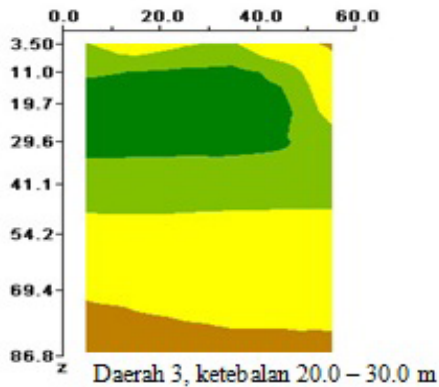
Gambar 8. Hasil penampang horizontal irisan 6 batuan sedimen



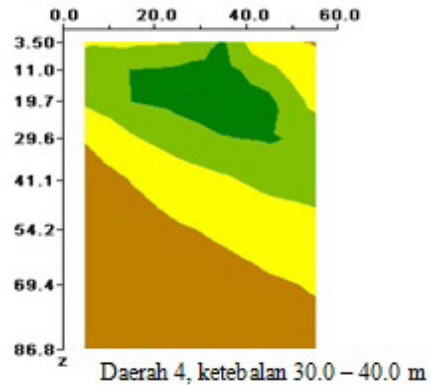
Gambar 9. Hasil penampang vertikal daerah 1 batuan sedimen



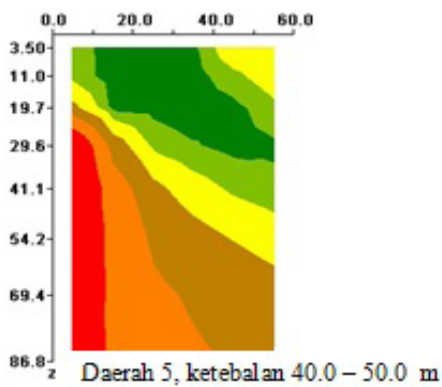
Gambar 10. Hasil penampang vertikal daerah 2 batuan sedimen



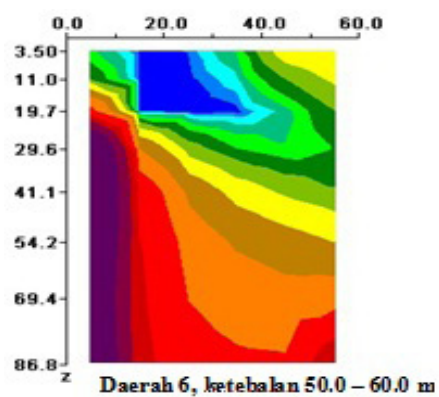
Gambar 11. Hasil penampang vertikal daerah 3 batuan sedimen



Gambar 12. Hasil penampang vertikal daerah 4 batuan sedimen



Gambar 13. Hasil penampang vertikal daerah 5 batuan sedimen.



Gambar 14. Hasil penampang vertikal daerah 6 batuan sedimen

Pada penampang horizontal digambarkan sebaran distribusi tahanan jenis untuk setiap lapisan kedalaman. Pada Gambar 3–Gambar 8 tersebut ditunjukkan 6(enam) buah penampang horizontal dengan kedalaman yang rata-rata sama. Untuk mempermudah pembacaan hasil pengolahan tersebut diberikan Tabel 1 yang menunjukkan kedalaman dan harga resistivitas setiap lapisannya.

Tabel 1 Kedalaman dan harga resistivitas batuan sedimen tiap irisan horisontal

No	daerah (sumbu y)	Ketebalan (m)	Resistivitas (m)
1	1	15,1 – 24,3	2,7 – 5,9
2	2	24,3 – 35	5,9 – 27,6
3	3	35,0 – 47,2	27,6 – 60
4	4	47,2 – 61,3	60 – 130
5	5	61,3 – 77,5	60 – 130
6	6	77,5 – 96,1	60 – 130

Harga resistivitas mempunyai peranan penting dalam menentukan jenis tanah dan batuan

yang terkandung di dalam lokasi penelitian. Batuan sedimen sangat banyak jenisnya dan memiliki ketebalan yang relatif tebal. Setiap jenis batuan sedimen mempunyai nilai tahanan jenis yang berbeda-beda. Setiap daerah relatif mengandung jenis batuan sedimen dengan kedalaman yang berbeda-beda tiap daerahnya. Tabel 2 menunjukkan hasil hubungan resistivitas pengukuran dengan resistivitas teori yang ditentukan berdasarkan tahanan jenisnya di lokasi penelitian.

Berdasarkan pembacaan pada penampang horisontal dan vertikal terlihat bahwa lapisan batuan dengan nilai resistivitas yang berbeda-beda. Nilai resistivitas yang dimiliki menunjukkan suatu ketidak seragaman (anomali) dari suatu struktur lapisan batuan bawah permukaan.

Tabel 2. Ketebalan dan harga resistivitas batuan sedimen tiap daerah vertikal

No	daerah (sumbu y)	Ketebalan (m)	Resistivitas (Ωm)
1	1	0,00 – 10,0	12,7 – 27,6
2	2	10,0 – 20,0	2,7 – 27,6
3	3	20,0 – 30,0	12,7 – 27,6
4	4	30,0 – 40,0	5,9 – 27,6
5	5	40,0 – 50,0	5,9 – 60
6	6	50,0 – 60,0	0,57 – 130

Berikut ini adalah pembahasan mengenai distribusi resistivitas dari hasil pengukuran geolistrik dengan konfigurasi pole-pole pada area penelitian. Sebagaimana dijelaskan di atas bahwa tujuan menggunakan metode geolistrik 3D ini adalah untuk mengetahui kondisi fisik lapisan bawah permukaan dengan melihat perbedaan sebaran nilai resistivitas. Mengingat luas daerah penelitian yang tidak terlalu besar, maka untuk keperluan interpretasi hanya digunakan gambar penampang geolistrik pada Gambar 3 dan Gambar 9.

Pada Gambar 3 irisan pertama menunjukkan bahwa pada kedalaman 15,1 m sampai 24,3 m memiliki nilai resistivitas 0,57 sampai 27,6 Ωm dengan pencitraan warna biru, hijau, dan kuning dengan kedalaman ini terdapat jenis geologi berupa Aluvium seperti batu tulis dan lempung. Pada irisan kedua sampai irisan ke enam menunjukkan resistivitas yang hampir sama (lihat Tabel 3) dengan pencitraan warna biru, hijau, kuning, merah, dan coklat menunjukkan kandungan material berupa batu tulis, pasir, dan kerikil.

Tabel 3. Hasil hubungan resistivitas pengukuran dengan resistivitas teori

Irisan	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Resistivitas Pengukuran (Ωm)	Resistivitas Teori (Ωm)	Keterangan
1	15.3 – 24.3	0 – 10	0.57 – 27.6	1 – 100	Batu tulis, lempung.
2	24.3 – 35	10 – 20	0.57 – 130	1 – 2000	Batu tulis, pasir, kerikil
3	35 – 47.2	20 – 30	2.7 – 130	1 – 2000	Batu tulis, pasir, kerikil
4	47.2 – 61.3	30 – 40	5.9 – 130	1 – 2000	Batu tulis, pasir, kerikil
5	61.3 – 77.5	40 – 50	27.6 – 130	1 – 2000	Batu tulis, pasir, kerikil
6	77.5 – 96.1	50 – 60	27.6 – 130	1 – 2000	Batu tulis, pasir, kerikil

Pada gambar 9 irisan pertama menunjukkan bahwa pada ketebalan sampai dengan 10 m memiliki nilai resistivitas 0,57 sampai 27,6 Ω m dengan pencitraan warna biru, hijau, kuning, dan coklat muda dengan ketebalan ini terdapat jenis geologi berupa Aluvium seperti batu tulis dan lempung. Pada irisan kedua sampai irisan ke enam menunjukkan resistivitas yang hampir sama (Tabel 3) dengan pencitraan warna biru, hijau, kuning, merah, dan coklat kehitam-hitaman menunjukkan kandungan material berupa batu tulis, pasir, dan kerikil.

Peta penampang horisontal dan vertikal berdasarkan hasil pengukuran geolistrik 3D diperoleh informasi berupa lapisan lempung, pasir, dan kerikil di lokasi penelitian. Hasil tersebut belum sepenuhnya sesuai dengan kondisi di lapangan. Hal ini disebabkan batuan sedimen yang terbentuk memiliki orientasi yang berbeda, sehingga terlihat lapisan yang berbeda tetapi jenis materialnya sama yaitu : lempung, pasir, dan kerikil.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh di daerah Wonosari Kecamatan Ngaliyan kota Semarang dapat disimpulkan bahwa pada daerah penelitian ini terdapat berbagai lapisan batuan sedimen mulai dari batuan lempung, pasir, sampai batu pasir yang geologinya merupakan aluvium. Daerah penelitian ini sebagian besar merupakan lapisan batuan sedimen, hal ini terbukti dari semua lintasan yang diambil terdapat lapisan sedimen di bawah permukaan tanah.

Pada kedalaman 15,1 m sampai 24,3 m dan 24,3 m sampai 35 m terdapat anomali yang sedang 27,9 Ω m dengan pencitraan warna hijau dan kuning, pada kedalaman ini diduga terdapat batuan pasir, dan kerikil dibawahnya terdapat anomali yang rendah 0,57 Ω m dengan pencitraan warna biru yang diperkirakan sebagian lempung.

Pada ketebalan 10,0 m sampai 20,0 m dan 20,0 m sampai 30,0 m terdapat anomali yang sedang 27,6 Ω m dengan pencitraan warna hijau dan kuning, pada ketebalan ini diduga terdapat jenis batuan sedimen berupa batuan pasir, dan kerikil. Pada anomali yang rendah 0,57 Ω m dengan pencitraan warna biru yang diperkirakan sebagian lempung.

Saran

Disarankan untuk untuk menerapkan geolistrik dengan konfigurasi pole-pole terlebih dahulu melakukan pemodelan skala laboratorium. Data yang diperoleh dari pemodelan ini selanjutnya diolah dengan perangkat lunak Res3inv untuk memperoleh penampang geolistrik 3 D.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous, 2007, "Rapid 3D Resistivity & IP inversion using the least-squares method Geoelectrical Imaging 2D & 3D. 2007 Minden Heights", *Geotomo Software, 11700*

Gelugor, Penang, Malaysia.

- Ariyo, S.O & Adeyemi, G.O. 2008. "Geoelectrical Characterization Of Aquifers In The Basement Complex/Sedimentary Transition Zone, Southwestern Nigeria". *Journal Of Mining And Geology*, Vol. 27. Pp 63-69.
- Hartantyo E., Waluyo, 2002, "Simulasi pendugaan kedalaman jalur konduktif bawah permukaan dengan probabilitas tomografi geolistrik", *Teknosains*, 15(3): 587 – 602.
- Santoso, D., 2002, *Pengantar Teknik Geofisika*, Bandung, Departemen Teknik Geofisika ITB.
- Singgih P., 2003, "Survei resistivitas 3-D untuk menentukan tahanan jenis tanah bawah permukaan daerah rawan longsor di desa Lumbang Rejo Prigen Jawa Timur", *Skripsi, ITS*.
- Ridhwan, Warnana D.D., Utama W., 2002, "Penggunaan metode Resistivitas 3-dimensi untuk mengetahui bidang longsor pada daerah rawan longsor di desa Kemuning Lor kecamatan Arjasa kabupaten Jember sebagai bagian mitigasi bencana longsor", *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana IX-ITS, Surabaya 12 Agustus 2009*.