



STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN TANAH DI KOTA LAMA SEMARANG MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITY KONFIGURASI SCHLUMBERGER

Sukur Kusuma Tama[✉], Supriyadi

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Diterima Maret 2015
Disetujui Maret 2015
Dipublikasikan Agustus
2015

Keywords:

Clay, flood, geoelectricity,
resistivity, Schlumberger

Abstrak

Kota Lama Semarang merupakan salah satu obyek wisata yang berada di wilayah kota Semarang. Hampir setiap tahun terjadi musibah banjir yang sangat mengganggu semua aktivitas yang ada di kota lama Semarang. Sehingga perlu penanganan yang sangat khusus dari semua pihak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur bawah permukaan tanah dan menentukan titik lokasi banjir yang paling parah di wilayah kota lama Semarang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Schlumberger*. Pengolahan data hasil penelitian menggunakan software *IPI2Win* untuk mengetahui struktur tanah dan software *Corel Draw X5* untuk membuat penampang dua dimensi. Hasil menunjukkan nilai resistivitas batuan pada titik pengukuran pertama sampai titik pengukuran keenam antara 4,58 Ωm -109 Ωm . Nilai resistivitas tersebut terdistribusi dalam tiga lapisan batuan yaitu *top soil*, batu pasir, batu lempung. Nilai resistivitas antara 94,5 Ωm -109 Ωm merupakan lapisan batu lempung yang diduga sebagai titik lokasi yang terjadi banjir paling parah, karena batu lempung memiliki nilai resistivitas yang rendah. Lapisan batu lempung terdapat pada kedalaman antara 9 m-16 m bawah permukaan tanah.

Abstract

Kota Lama Semarang is one of the tourism objects in Semarang City. A very annoying flood happens almost every year in Kota Lama Semarang. So that, it needs solutions from all people. This research aimed to know the subsurface's structure and considered the most dangerous spot of flood location in Kota Lama. The method used in this research was resistivity geoelectric method using Schlumberger configuration. Data processing used IPI2Win software to know the earth structure and Corel Draw X5 software to make 2D slice. The result showed the resistivity of rock in the first until the sixth measurement point was 4,58 Ωm -109 Ωm . The resistivity value distributed in three layers of rock, that were top soil, sandstone and clay. Resistivity value between 94.5 Ωm -109 Ωm was the clay that known as the worst location of the flood. It was because the clay had low resistivity. Clay layer was located in 9-16 m depth under the surface.

PENDAHULUAN

Posisi geografi Kota Semarang sebagai ibukota Propinsi Jawa Tengah, terletak di pantai Utara Jawa Tengah tepatnya pada garis 6°, 5' - 7°, 10' Lintang Selatan dan 110°, 35' Bujur Timur. Sedang luas wilayah mencapai 37.366.838 Ha atau 373,7 Km².

Kota Lama Semarang dimulai pertama kali pada abad ke 18 ketika era pemerintahan Hindia Belanda. dimana ketika itu sebagai pusat perekonomian dan budaya masyarakat Jawa Tengah sekaligus pusat pemerintahan Hindia belanda yang berada di Jawa Tengah. Kota Lama terdapat bangunan arsitektur yang bagus, masyarakat menamai dengan gereja Blenduk. Di Kawasan Kota lama Semarang, terjadi permasalahan yang butuh perhatian dari pihak-pihak yang terkait, yaitu permasalahan yang terjadi saat pada musim penghujan, yaitu banjir.

Banjir salah satu peristiwa yang cukup sering terjadi di kota Semarang. Status Kota Semarang sebagai ibu kota provinsi Jawa Tengah pun nyatanya masih belum bisa mengatasi banjir yang kerap kali terjadi dan yang makin mengawatirkan adalah bertambahnya luasan genangan banjir yang terjadi. Bertambahnya luas genangan tersebut lebih banyak dipengaruhi karena struktur bawah permukaan tanah di Kota Lama Semarang kurang dapat menyerap air sehingga terjadi genangan air di sekitarnya.

Kondisi Geologi Daerah Penelitian

berdasarkan peta geologi lembar Magelang Semarang (Thaden *et al.*, 1996). Susunan Stratigrafi Kota Semarang terdiri dari Aluvial, batuan Gunungapi Gajah mungkur, batuan Gunungapi Kaligesik, Formasi Jongkong, Formasi Damar, Formasi Kaligetas, Formasi Kalibeng, Formasi Kerek. Struktur geologi yang terdapat di daerah Semarang umumnya berupa sesar yang terdiri dari sesar normal, sesar geser dan sesar naik. Geologi Kota Semarang berdasarkan peta geologi lembar Magelang Semarang Aluvium (Qa) Merupakan endapan aluvium pantai, sungai dan danau. Endapan pantailitoginya terdiri dari lempung, lanau, pasir dan campuran dengan ketebalan mencapai 50 m atau lebih. Endapan sungai dan danau terdiri dari kerikil, kerakal, pasir dan lanau dengan tebal 1-3 m. Bongkahan tersusun andesit, batu lempung dan sedikit batu pasir.

Tanah

Tanah sangat penting dalam kehidupan manusia, tanah mempunyai beberapa definisi, dalam keteknikan tanah diartikan sebagai semua bahan lepas yang berada di atas batuan dasar. Tanah merupakan hasil akhir dari proses pelapukan.

Menurut Pamungkas & Widhiatmoko (2007) tanah adalah unsur yang terdapat dalam lapisan bumi yang sangat besar pengaruhnya terhadap proses terjadinya peristiwa gerakan tanah. Sebelum membahas tentang tanah dan batuan, harus diketahui definisi dari tanah terlebih dahulu.

menurut Bowles (1991), tanah adalah kumpulan dari bagian-bagian padat yang tidak terikat satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik atau mineral) yang terdapat secara alami yang dapat dipisahkan menjadi partikel yang lebih kecil dan didalam bentuk massa yang mengandung banyak rongga

Resistivitas tanah berkaitan dengan berbagai parameter geologi seperti mineral dan konten cairan, porositas, derajat patahan, persentase patahan yang terisi air tanah dan derajat saturasi air di batuan (Singh *et al.*, 2004).

Metode Geolistrik Resistivity

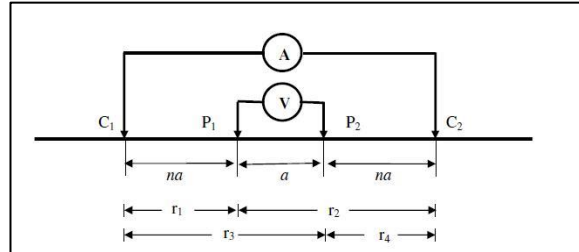
Geolistrik merupakan salah satu metoda geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi. Beda potensial antara dua elektroda tersebut diukur dengan volt meter dan dari harga pengukuran tersebut dapat dihitung tahanan jenis semua batuan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Anonim, 1992 ; Todd, 1980):

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot \frac{V}{I} \quad (1)$$

Konfigurasi Schlumberger

Survey geolistrik (resistivity) pada umumnya bertujuan untuk mengetahui kondisi atau struktur geologi bawah permukaan berdasarkan variasi tahanan jenis batuanannya (Grandis, 1986).

Prinsip pelaksanaan survey tahanan jenis adalah dengan menginjeksikan arus listrik melalui elektroda arus dan mengukur responnya (tegangan) pada elektroda potensial dalam suatu susunan (konfigurasi) tertentu (Hochstein, 1982).



Gambar 1. Konfigurasi elektroda

Dasar Interpretasi

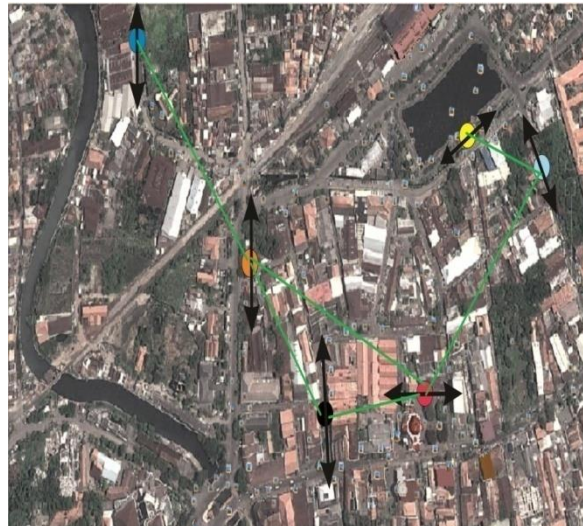
Secara teoritis setiap batuan memiliki daya hantar listrik dan harga tahanan jenisnya masing-masing. Batuan yang sama belum tentu mempunyai nilai tahanan jenis yang sama.

Tabel 1 Nilai Resistivitas material bumi (Telford *et al.*, 1990)

Material	Resistivitas (Ωm)
<i>Air (Udara)</i>	~
<i>Sea Water (Air Asin)</i>	0.2
<i>Ground Water (Air Tanah)</i>	0.5–300
<i>Clay (Lempung)</i>	1–100
<i>Sand (Pasir)</i>	1–1.000
<i>Sandstones (Batu Pasir)</i>	1-1 x 10 ⁸
<i>Alluvium (Aluvium)</i>	10–800
<i>Gravel (Kerikil)</i>	100–600
<i>Andesite (Andesit)</i>	1,7 x 10 ² – 45 x 10 ⁴
<i>Basalt (Basal)</i>	200-100.000
<i>LimesNitones (Gamping)</i>	500–10.000
<i>Quartz (Kwarsa)</i>	500–800.000
<i>Dry Gravel (Kerikil Kering)</i>	600–10.000

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik untuk menentukan struktur bawah permukaan ini dilakukan di kawasan Kota Lama Semarang seperti pada peta kesesuaian tempat di kawasan Kota Lama Semarang yang ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2. Peta Penelitian Wilayah Kota Lama Semarang

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan data dilakukan menggunakan alat *resistivitymeter multichannel* merk *S-Field*.

Prosedur pengambilan data adalah sebagai berikut :

- Membentangkan meteran sepanjang 150 meter.
- Mengatur jarak antar elektroda sepanjang 10 meter.
- Menyusun rangkaian *resistivitymeter*.
- Mengoperasikan *software GeoRes-Multichannel* pada laptop. *Software GeoRes-Multichannel* tersebut akan memonitoring bawah permukaan tanah secara otomatis terbaca dengan menggunakan bantuan *software Resistivity 2 Dimensi*.
- Mendapatkan nilai arus listrik (I) dan beda potensial (ΔV).
- Menghitung resistivitas (ρ) hasil pengukuran.
- Mencatat koordinat dan ketinggian pada setiap titik pengukuran dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS).

Pengolahan Data

Dalam melakukan pengolahan data dilakukan dengan komputer menggunakan *software IPI2Win* dan *Corel Draw X5*.

Software IPI2Win digunakan untuk mengolah data geolistrik dalam bentuk satu dimensi dengan menampilkan hasil kurva *matching*, nilai resistivitas, kedalaman dan ketebalan suatu lapisan. *Software Corel Draw X5* digunakan untuk menampilkan penampang dalam bentuk 2 dimensi.

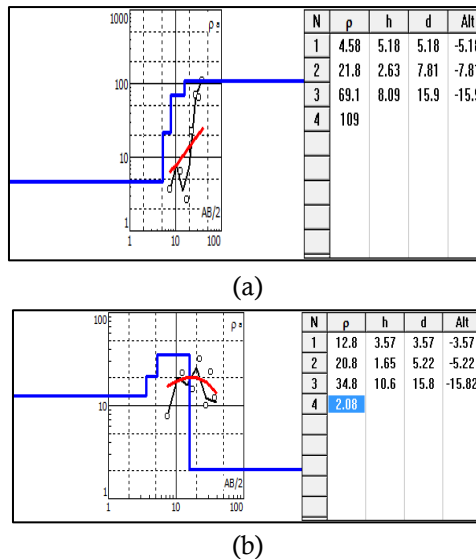
Interpretasi Data.

Dalam tahap interpretasi data resistivitas hanya dilakukan berupa 2 dimensi yaitu dengan menggunakan *software Res2DinV*. Pada tahapan ini hasil *output* yang dihasilkan oleh *software Res2DinV* akan menampilkan gambar penampang vertikal dan horisontal. Dari perbedaan nilai resistivitas inilah kita dapat menafsirkan kondisi dibawah permukaan lapisan tanah pada kawasan Kota Lama Semarang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran pertama yaitu *sounding 1* dan *sounding 2*. Titik *sounding 1* pada koordinat S 06°57'56.59" dan E 110°25'41.93". sedangkan titik *sounding 2* pada koordinat S 06°57'54.41" dan E 110°25'23.88".

Hasil pengolahan data resistivitas pada *sounding 1* dan *sounding 2* menggunakan *IPI2win* dapat dilihat pada Gambar 3 (a) dan Gambar 3 (b), hasil interpretasi dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.



Gambar 3. Hasil Pengolahan Software IPI2Win (a) Sounding 1 (b) Sounding 2

Tabel 2. Hasil Interpretasi Sounding 1

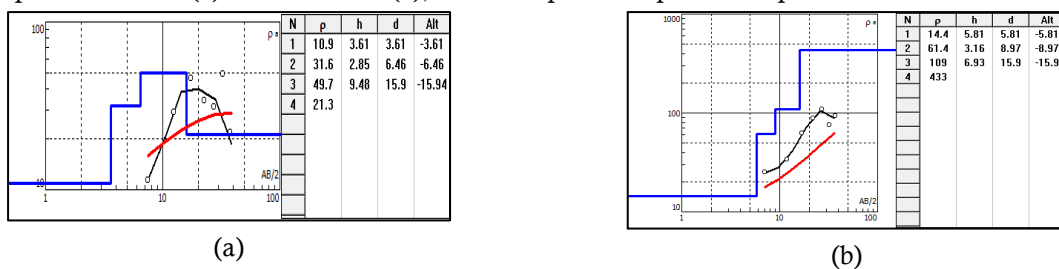
Nilai Resistivitas (Ωm)	Jenis Batuan	Kedalaman Titik 1 (m)
0-15	Top Soil/Tanah penutup	0 - 5.18
15-50	BatuanPasir (Sandstone)	5.18 - 7.81
50-100	BatuanLempung (Shale)	7.81 - 15.9

Tabel 3 Hasil Interpretasi Sounding 2

Nilai Resistivitas (Ωm)	Jenis Batuan	Kedalaman Titik 2 (m)
0-15	Top Soil/Tanah penutup	0 - 3.57
15-50	BatuanPasir (Sandstone)	3.57 - 5.22
50-100	BatuanLempung (Shale)	5.22 - 15.9

Pengukuran kedua yaitu *sounding* 3 dan *sounding* 4. Titik *sounding* 3 pada koordinat S 06°57'58.28" dan E 110°25'45.38". sedangkan titik *sounding* 4 pada koordinat S 06°58'2.7" dan E 110°25'39.29".

Hasil pengolahan data resistivitas pada *sounding* 3 dan *sounding* 4 menggunakan IPI2win dapat dilihat pada Gambar 4(a) dan Gambar 4(b), hasil interpretasi dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.



Gambar 4. Hasil Pengolahan Software IPI2Win (a) Sounding 3 (b) Sounding 4.

Tabel 4 Hasil Interpretasi Sounding 3

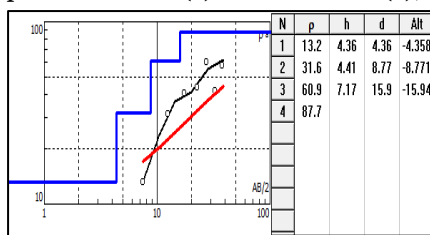
Nilai Resistivitas (Ωm)	Jenis Batuan	Kedalaman Titik 3 (m)
0-15	Top Soil/Tanah penutup	0 - 3.61
15-50	BatuanPasir (Sandstone)	3.61 - 6.46
50-100	BatuanLempung (Shale)	6.46 - 15.9

Tabel 5. Hasil Interpretasi *Sounding* 4

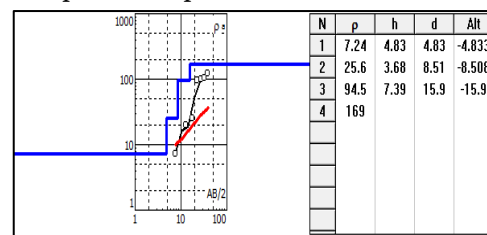
Nilai Resistivitas (Ωm)	Jenis Batuan	Kedalaman Titik 4 (m)
0-15	Top Soil/Tanah penutup	0 – 5.51
15-50	Batuan Pasir (Sandstone)	5.51 – 8.97
50-100	Batuan Lempung (Shale)	8.97 – 15.9

Pengukuran ketiga yaitu *sounding* 5 dan *sounding* 6. Titik *sounding* 5 pada koordinat S 06°58'6.51" dan E 110°25'33.61", sedangkan titik *sounding* 4 pada koordinat S 06°58'9.49" dan E 110°25'38.27".

Hasil pengolahan data resistivitas pada *sounding* 5 dan *sounding* 6 menggunakan *IPI2win* dapat dilihat pada Gambar 5(a) dan Gambar 5(b), hasil interpretasi dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.



(a)



(b)

Gambar 5. Hasil Pengolahan *Software IPI2Win* (a) *Sounding* 5 (b) *Sounding* 6.Tabel 6. Hasil Interpretasi *Sounding* 5

Nilai Resistivitas (Ωm)	Jenis Batuan	Kedalaman Titik 5 (m)
0-15	Top Soil/Tanah penutup	0 – 4.36
15-50	Batuan Pasir (Sandstone)	4.36 – 8.77
50-100	Batuan Lempung (Shale)	8.77 – 15.9

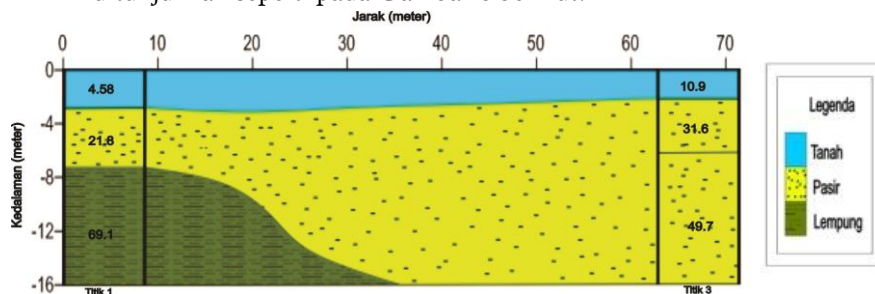
Tabel 7 Hasil Interpretasi *Sounding* 6

Nilai Resistivitas (Ωm)	Jenis Batuan	Kedalaman Titik 6 (m)
0-15	Top Soil/Tanah penutup	0 – 4.83
15-50	Batuan Pasir (Sandstone)	4.83 – 8.51
50-100	Batuan Lempung (Shale)	8.51 – 15.9

Pembahasan

Pengukuran pada Titik 1 dan 3

Hasil penampang struktur bawah permukaan bumi dalam bentuk 2 dimensi dengan menggunakan *software CorelDraw X5* ditunjukkan seperti pada Gambar 6 berikut.

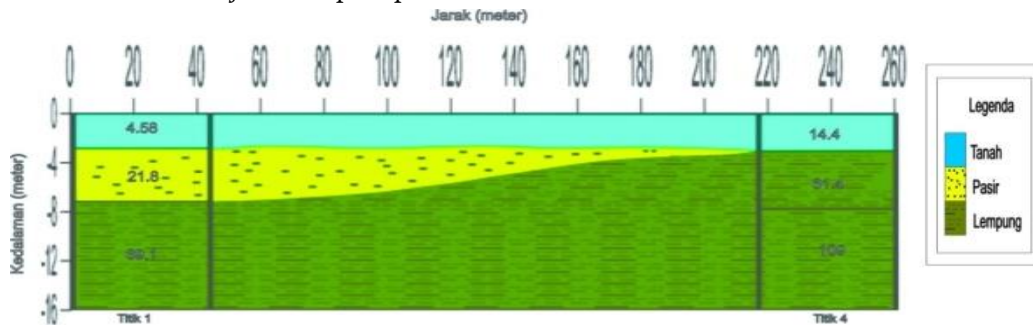


Gambar 6. Pemodelan penampang 2 Dimensi di Titik 1 dan 3

Lapisan pertama pada titik sounding kawasan Kota Lama Semarang di titik 1 dan 3 dengan nilai resistivity antara $4.58 \Omega\text{m}$ - $10.9 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman 0m - $5,18 \text{ m}$ diinterpretasikan top soil. Lapisan kedua dengan nilai resistivity antara 21.8 - $31.6 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman $6,46\text{m}$ - $7,81\text{m}$ diinterpretasikan sebagai batupasir. Lapisan ketiga dengan nilai resistivity 49.7 - $69.1 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman 7.81m m- 15.9 m . diinterpretasikan sebagai batu lempung. Jarak antara titik 1 dan 3 yaitu 71.5 m .

Pengukuran pada Titik 1 dan 4

Hasil penampang struktur bawah permukaan bumi dalam bentuk 2 dimensi dengan menggunakan *software CorelDraw X5* ditunjukkan seperti pada Gambar 7 berikut.

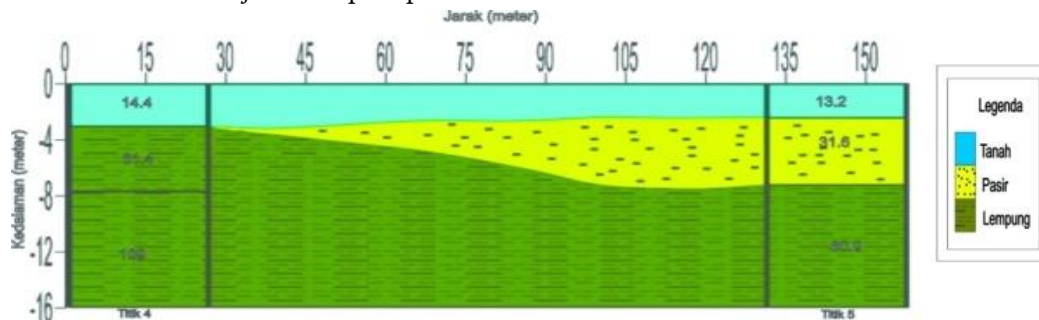


Gambar 7. Pemodelan penampang 2 Dimensi di Titik 1 dan 4

Lapisan pertama pada titik sounding kawasan Kota Lama Semarang di titik 1 dan 4 dengan nilai resistivity antara $4.58 \Omega\text{m}$ - $14.4 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman 0m - 5.81m diinterpretasikan top soil. Lapisan kedua dengan nilai resistivity antara $21.8\Omega\text{m}$ - $61.4 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman 7.81m - 8.97m diinterpretasikan sebagai batupasir. Lapisan ketiga dengan nilai resistivity $69.1 \Omega\text{m}$ - $109\Omega\text{m}$ dengan kedalaman 8.97m - 15.9m diinterpretasikan sebagai batu lempung. Jarak antara titik 1 dan 4 yaitu 261 m .

Pengukuran pada Titik 4 dan 5

Hasil penampang struktur bawah permukaan bumi dalam bentuk 2 dimensi dengan menggunakan *software CorelDraw X5* ditunjukkan seperti pada Gambar 8 berikut.

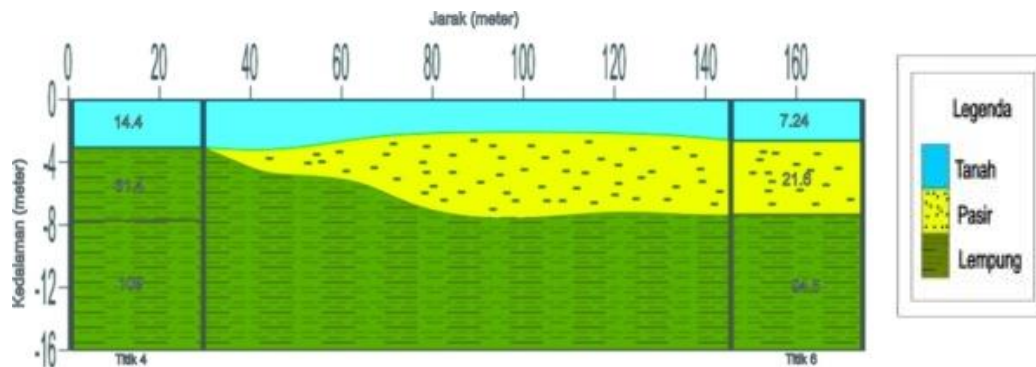


Gambar 8. Pemodelan penampang 2 Dimensi di Titik 4 dan 5

. Lapisan pertama pada titik sounding kawasan Kota Lama Semarang di titik 4 dan 5 dengan nilai resistivity antara $13.2 \Omega\text{m}$ - $14.4 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman 0m - 5.51m diinterpretasikan top soil. Lapisan kedua dengan nilai resistivity antara $31.6 \Omega\text{m}$ - $61.4 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman 5.51m - 8.97m diinterpretasikan sebagai batupasir. Lapisan ketiga dengan nilai resistivity $61.4 \Omega\text{m}$ - $109 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman 8.97m - 15.9m diinterpretasikan sebagai batu lempung. Jarak antara titik 4 dan 5 yaitu 158.2 m .

Pengukuran pada Titik 4 dan 6

Hasil penampang struktur bawah permukaan bumi dalam bentuk 2 dimensi dengan menggunakan *software CorelDraw X5* ditunjukkan seperti pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Pemodelan penampang 2 Dimensi di Titik 1 dan 4

. Lapisan pertama pada titik sounding kawasan Kota Lama Semarang di titik 4 dan 6 dengan nilai resistivity antara $7.2 \Omega\text{m}$ - $14.4 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman 0m - 4.83m diinterpretasikan top soil. Lapisan kedua dengan nilai resistivity antara $25.8 \Omega\text{m}$ - $61.4 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman 4.83m - 8.77m diinterpretasikan sebagai batupasir. Lapisan ketiga dengan nilai resistivity $94.5 \Omega\text{m}$ - $109 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman 8.77m - 15.9m diinterpretasikan sebagai batu lempung. Jarak antara titik 4 dan 6 yaitu 175 m .

SIMPULAN

Struktur bawah permukaan tanah di wilayah kawasan Kota Lama Semarang nilai resistivitasnya terdistribusi dalam tiga lapisan batuan yaitu lapisan pertama merupakan *top soil*, lapisan kedua batu pasir, lapisan ketiga batu lempung.

Daerah rawan banjir di Kota Lama Semarang, jika dilihat dari pemodelan dua dimensi terletak pada titik pengukuran 4 dan 6 disebabkan memiliki nilai resistivitas batuan yang tinggi antara $94.5 \Omega\text{m}$ - $109 \Omega\text{m}$ yang di interpretasikan merupakan struktur lapisan batuan lempung yang mempunyai sifat permeabilitas rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1992. "Standar Metode Eskplorasi Air Tanah dengan Geolistrik Susunan Schlumberger", SNI 03 – 2818 – 1992, Departemen Pekerjaan Umum Jakarta.
- Bowles, J.E.1989. *Sifat Fisis dan Geoteknik Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta : Erlangga.
- Grandis, H. *Penerapan Metode Gaya Berat dan Tahanan Jenis Dalam Eksplorasi Pendahuluan Daerah Prospek Panasbumi*, Tugas Akhir Jurusan GM – ITB, 1986.
- Hochstein, M.P., *Introduction to Geothermal Prospecting*, Geothermal Institut, University of Auckland, 1982.
- Pamungkas, D.W. & B.Widhiatmoko.2007. *Kajian Arah Pergerakan Relatif Tanah Di Jalan Raya Trangkil kecamatan GunungPati Semarang*. Skripsi. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.
- Singh, K. B, R. D. Lokhande, & A. Prakash. 2004. Multielectrode resistivity imaging technique for the study of coal seam. Central Mining Research Institute. *Journal of Scientific and Industrial Research*. Vol. 63.pp 927-930.
- Telford, W.M., L.P. Geldart, R.E. Sheriff & D.A. Keys. 1990. *Applied Geophysics* (2nded.). London : Cambridge University Press.
- Thaden, R, E., H. Sumadiredja, P. W. Richards, K. Sutisna, & T. C. Amin. 1996. *Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Jawa, skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Todd, D.K., 1959, *Groundwater Hydrology*, Associate Professor of Civil Engineering California University. John Wiley & Sons, New York.