

# **HIDROSTRATIGRAFI AKUIFER DENGAN METODE GEOLISTRIK DI SEBAGIAN WILAYAH KEPESISIRAN KEBURUHAN, KABUPATEN PURWOREJO**

**Muhammad Fitranatanegara**

natannegara@gmail.com

**Tjahyo Nugroho Adji**

adjie@ugm.ac.id

## ***ABSTRACT***

*Keburuhan Coastal Zone has diverse landscape variation. The dynamics of coast with sea water level declination which occurred previously had left evidence to the present days as Beach Ridge (Verstappen, 2013). The current landscapes which can be seen in the Keburuhan Coastal Zone are Beach, Beach Ridge, Swale, and Coastal Alluvium Plain. Based on geomorphological history in the research area there could be a possibility that there is a salt water which trapped in the current land. This phenomenon become one of things that matters because the location of this research is mostly used as a settlement. This condition needs a certain concerns because the coastal zone which is used as settlements and growing crops need Fresh Groundwater for daily necessity. That is the urgency of the identification the spread of lithology arrangement aquifer in the subsurface which potentially contain groundwater by using Hydrostratigraphy Model 2 Dimention from geoelectricity identification.*

**Keywords :** *Aquifer, Coastal Zone, Geoelectricity, Hidrostratigraphy.*

## **ABSTRAK**

Daerah Kepesisiran Keburuhan memiliki berbagai macam variasi bentuklahan. Dinamika pesisir dengan penurunan muka air laut yang terjadi dahulu kala meninggalkan bekas pada saat ini berupa Beting Gisik (Verstappen, 2013). Hingga saat ini bentuklahan yang dapat dijumpai di daerah kepepesisiran Keburuhan mencakup gisik, Beting Gisik, *Swale*, dan Dataran Alluvium Kepesisiran. Berdasarkan sejarah geomorfologi daerah penelitian dapat dimungkinkan adanya jebakan air asin yang terjebak di daratan kini. Fenomena ini tentunya menjadi salah satu masalah yang perlu diperhatikan karena lokasi penelitian sebagian besar merupakan permukiman. Kondisi ini perlu perhatian karena daerah kepepesisiran yang digunakan sebagai pemukiman penduduk dan lahan bercocok tanam membutuhkan airtanah segar (*fresh groundwater*) untuk kebutuhan sehari-hari saat ini. Untuk itulah, perlu dilakukan identifikasi untuk mengetahui sebaran/susunan material batuan penyusun akuifer di bawah permukaan tanah, yang mengandung airtanah potensial (*fresh groundwater*) dengan menggunakan Model Hidrostratigrafi 2 Dimensi dari identifikasi geolistrik.

**Kata kunci :** Akuifer, Daerah Kepesisiran, Geolistrik, Hidrostratigrafi.

## PENDAHULUAN

Kepesisiran Keburuhan merupakan kesatuan sistem *marine deposition coast* hasil endapan material laut, yang mana daerah ini membentuk variasi Gisik, Beting Gisik, Swale dan Dataran Alluvium Kepesisiran. Variasi tersebut muncul akibat penurunan muka air laut pada masa lampau yang meninggalkan endapan material laut saat ini. Penurunan muka air laut akibat dinamika pesisir yang terjadi di masa lampau tidak hanya meninggalkan material endapan berupa pasir dan lumpur saja. Tertinggalnya air laut dan terjebak di daratan kepesisiran juga sangat mungkin terjadi. Menurut penduduk di Kepesisiran Keburuhan, keberadaan airtanah payau memang sering ditemukan di sumur – sumur warga. Saat ini lahan yang digunakan sebagai komplek permukiman penduduk adalah lahan di bentuklahan Dataran Alluvium Kepesisiran. Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-harinya mereka memanfaatkan air dari sumur yang mereka buat sendiri.

Keberadaan airtanah di Kepesisiran Keburuhan berada pada suatu lapisan akuifer. Definisi akuifer ialah suatu lapisan, formasi, atau kelompok formasi satuan geologi yang *permeable* baik yang terkonsolidasi (lempung) maupun yang tidak terkonsolidasi (pasir). lapisan, formasi atau kelompok formasi satuan geologi yang dimaksud adalah yang memiliki kondisi jenuh air dan mempunyai suatu besaran konduktivitas hidraulik (K) (Kodoatie, 1996 dalam Kodoatie, 2012). Menurut Todd (1980), yang dimaksud dengan akuifer adalah Formasi batuan yang dapat menyimpan dan melalukan air dalam jumlah yang cukup. Keberadaan airtanah (*fresh groundwater*) di dalam akuifer tidak menjadi masalah apa-apa, namun yang menjadi masalah adalah terjebaknya air payau di dalam sistem akuifer akibat tertahan oleh lapisan pembatas yang bersifat *impermeable*. Lapisan pembatas yang memiliki sifat impermeabilitas tinggi

dan tidak dapat meloloskan air disebut juga dengan lapisan *aquiclude*, contohnya adalah batuan dengan struktur seperti granit (Todd, 1980). Selanjutnya (Bouwer, 1978; Todd, 1980) menambahkan, lapisan yang memiliki sifat impermeabilitas tinggi namun masih dapat meloloskan air disebut juga dengan istilah *aquitard*, contohnya adalah batuan dengan struktur seperti lempung.

Kepesisiran Keburuhan Purworejo saat ini terdiri dari berbagai macam variasi bentuklahan. Menurut Santosa (2010) terdapat 4 (empat) aspek utama penyusun bentuklahan, yaitu : morfologi, struktur, proses, dan litologi (batuan). Ini berarti setiap bentuklahan tentunya memiliki karakteristik yang berbeda dengan bentuklahan lainnya, baik itu strukturnya, litologi, morfologi maupun proses. Menurut Todd (1980), formasi batuan penyusun akuiferlah yang menentukan bisa tidaknya air tersimpan di dalam tanah. Selain itu Todd (1980) menambahkan bahwa struktur batuan berpengaruh terhadap ketebalan akuifer dan tipe akuifer. Dengan demikian, dapat kita ketahui antara aspek penyusun bentuklahan memiliki hubungan dengan akuifer yang merupakan wadah tertampungnya airtanah.

Distribusi airtanah belum dapat di ketahui dengan detil keberadaannya di Kepesisiran Keburuhan. Untuk dapat mengetahui sebaran airtanah dalam sistem akuifer Kepesisiran Keburuhan, perlu dilakukan identifikasi dengan menggunakan geolistrik. Menurut Purnama (2010) geolistrik dapat digunakan untuk mengidentifikasi perbedaan tahanan jenis batuan khususnya akuifer di lapangan. Sementara itu, Santosa (2000) mengatakan bahwa uji geolistrik merupakan suatu cara penelitian dari permukaan tanah untuk mengetahui lapisan-lapisan batuan atau material penyusun akuifer. Menurut Todd (1980) nilai hambatan jenis tiap batuan bervariasi dan bergantung pada beberapa aspek seperti jenis dan komposisi material,

kemampatan batuan, ukuran dan bentuk pori, kandungan air, serta suhu material. Dengan demikian, salah satu keuntungan mengetahui nilai hambatan jenis material adalah untuk membedakan material-material batuan penyusun akuifer. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hidrostratigrafi akuifer di wilayah Kepesisiran Keburuhan.

### METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan survey lapangan untuk memperoleh data primer. Adapun data yang diperlukan adalah data hasil pendugaan geolistrik di Kepesisiran Keburuhan Purworejo. Berikut ini adalah data yang diperlukan :

1. Nilai resistivitas hasil pendugaan geolistrik.
2. Titik koordinat pengukuran geolistrik.

Hidrostratigrafi akuifer bisa dibuat dari hasil pendugaan geolistrik metode VES. Kemampuan VES yang hanya fokus pada satu titik secara vertikal menjadikan data hasil pengukuran ini memiliki fungsi seperti data bor. Nilai resistivitas yang didapat bisa menjelaskan struktur penyusun akuifer dilapangan antar lapisan dengan cukup baik hingga kedalaman yang cukup tinggi. Untuk merepresentasikan hasil pendugaan geolistrik maka akan dibuatkan ke dalam model 2 dimensi. Agar model 2 dimensi tersebut sesuai dengan kondisi asli dilapangan, maka pada saat analisis memerlukan data tambahan seperti tabel resistivitas material, peta geologi dan jurnal terkait daerah penelitian. Peta geologi memberikan informasi Formasi batuan / material yang tersusun di suatu lokasi akan tetapi tidak dapat menunjukkan stratanya, sementara tabel resistivitas berisikan informasi nilai resistivitas hasil pengukuran laboratorium / penelitian sebelumnya. Dengan adanya tabel resistivitas ini dapat memudahkan untuk mengidentifikasi

material hasil pengukuran geolistrik. Berikut tabel klasifikasi yang digunakan dari sumber Reynold (1998), Telford dkk (2004), Loke (2000) dan Milsom (2003):

Tabel 1. Nilai resistivitas material hasil pengukuran laboratorium

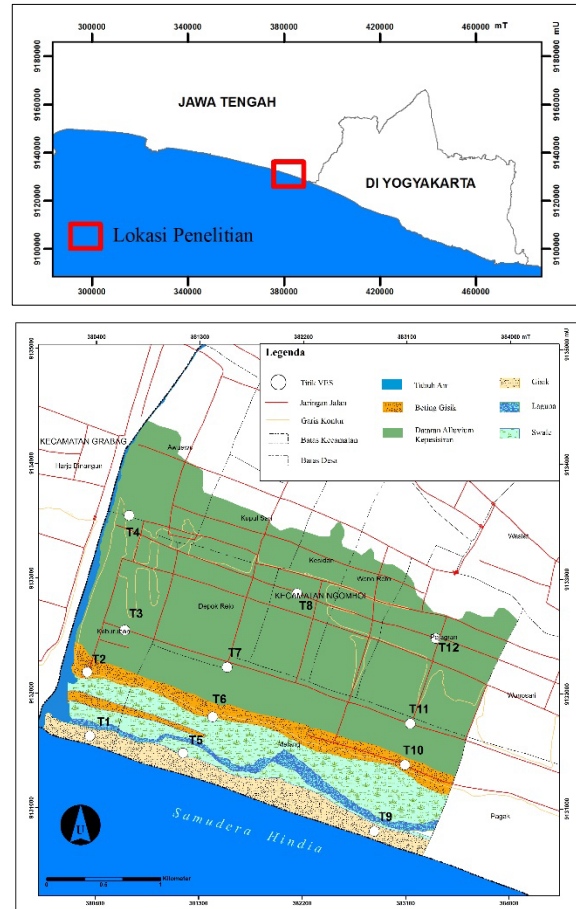
Type Material	Resistivity ( $\Omega \cdot m$ )
Basalt	$10^3 - 10^6$
Granit	$5 \times 10^3 - 10^6$
Quartzite	$10^2 - 2 \times 10^8$
Andesite	$1.7 \times 10^2 - 4.5 \times 10^4$
Diorite	$10^4 - 10^5$
Marble	$10^2 - 2.5 \times 10^8$
Sandstone	$1 - 6.4 \times 10^8$
Top Soil	50 - 100
Marls	3 - 70
Loose Sand	500 - 5000
Gravel (dry)	1400
Gravel (Saturated)	100
Sand clay / Clayey Sand	30 - 215
Sand and Gravel	30 - 225
Clay	1 - 100
Alluvium	10 - 800
Dry Sandy Soil	80 - 1050
Groundwater (fresh)	10 - 100
Sea Water	0.2

Selain menggunakan klasifikasi dari Tabel 1, digunakan pula klasifikasi dari sumber lain. Klasifikasi yang digunakan adalah klasifikasi Santosa (2012), yang sudah pernah melakukan penelitian serupa. Klasifikasi ini merupakan nilai resistivitas yang sudah melalui uji laboratorium. Nilai resistivitas pada klasifikasi tersebut dikorelasikan dengan data bor pada bentuklahan kepeesisiran. Berikut ini adalah tabel nilai resistivitas material daerah kepeesisiran (Santosa, 2012) :

Tabel 2. Hubungan antara kondisi material penyusun dan nilai tahanan jenis pada satuan bentuklahan di kepebisiran

Tahanan Jenis (Ohm-meter)	Kondisi Material Penyusun (Hidrostratigrafi)
<b>Satuan Bentuklahan Gisik, Komplek Beting Gisik, Swale, dan Gumuk Pasir</b>	
> 750	Pasir Marin-eolian kering (indikasi zona aerasi)
25 – 750	Pasir marin jenuh airtanah tawar (indikasi akuifer)
10 – 25	Lempung marin bercampur lanau dan pasir marin halus mengandung airtanah payau (indikasi akuitard)
1 – 10	Lempung marin mengandung airtanah payau (indikasi akuitard)
< 1	Lempung marin mengandung airtanah payau (indikasi akuitard)  Lempung marin mengandung airtanah asin (indikasi zona <i>interface</i> )
<b>Satuan Bentuklahan Dataran Fluvimarin</b>	
> 250	Material permukaan yang masih dipengaruhi fluktuasi permukaan airtanah bebas (indikasi zona aerasi)
25 – 250	Aluvium sungai mengandung airtanah tawar (indikasi akuifer)
10 – 25	Lempung marin terkadang mengandung fosil moluska lithoral berselang-seling dengan alluvium sungai dan mengandung airtanah payau (indikasi akuitard)
1 – 10	Lempung marin berselang-seling dengan lanau dan pasir marin halus, mengandung fosil-fosil moluska lithoral dan airtanah payau hingga asin (indikasi selang-seling akuiklud-akuitard)

Pendugaan geolistrik dilakukan di 12 titik pengukuran. Seluruh titik pengukuran tersebut tersebar merata di bentuklahan kepebisiran (Gambar 1).

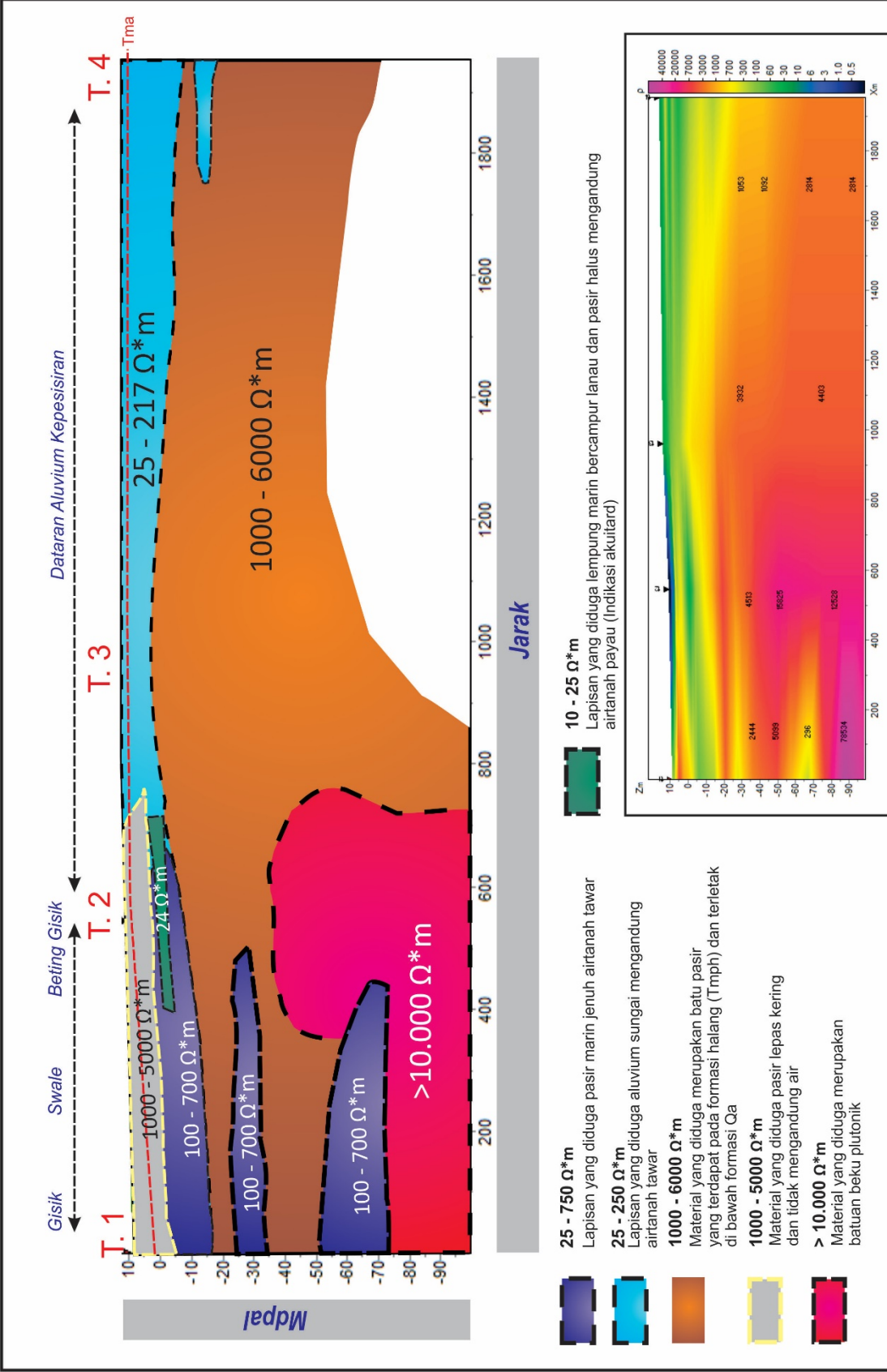


Gambar 1. Lokasi 12 titik pengukuran geolistrik di kepebisiran keburuhan

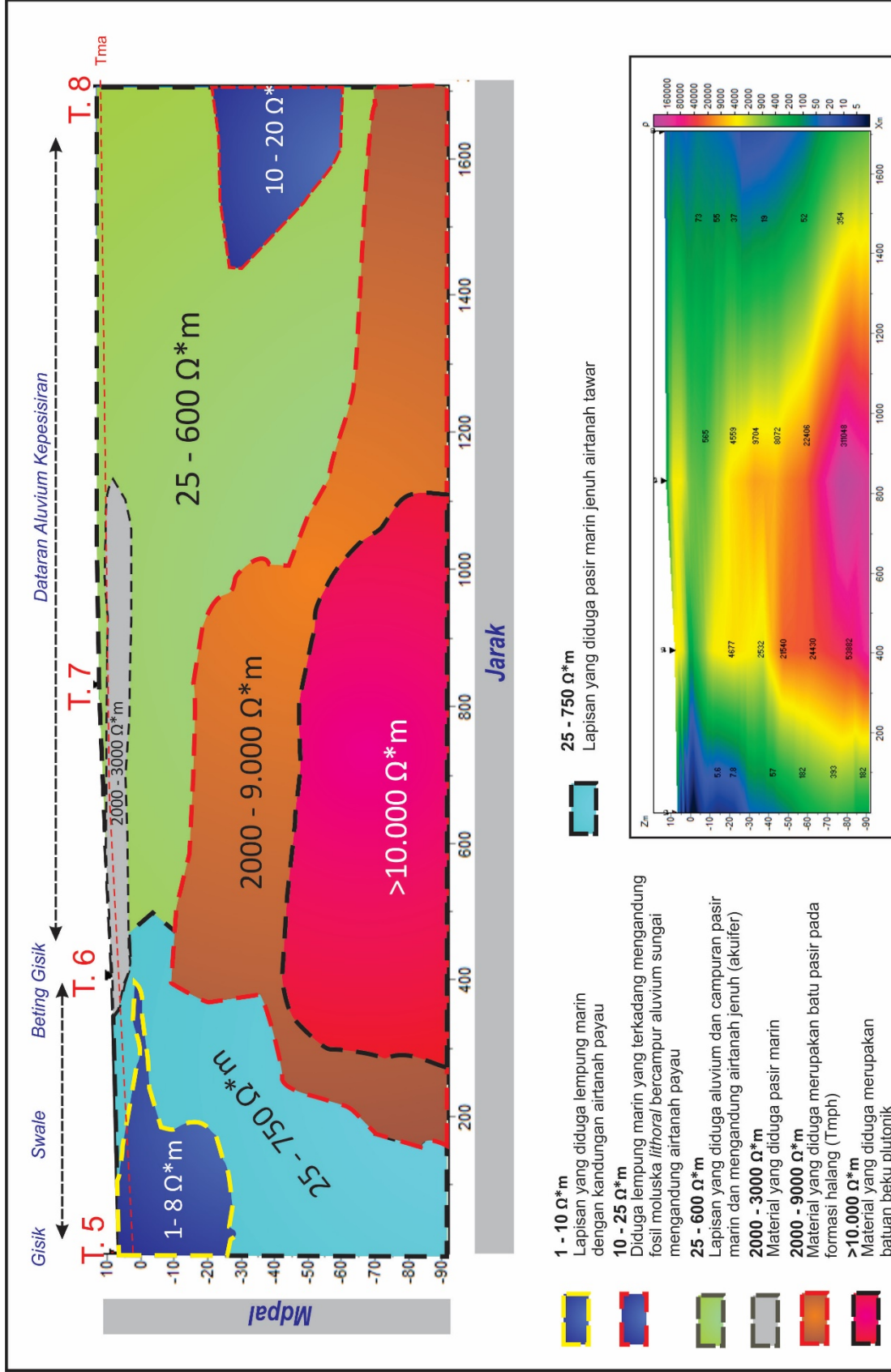
Beberapa titik pengukuran dilakukan di bentuklahan Gisik, Beting Gisik dan Dataran Alluvium Kepesisiran. Pertimbangan ini dilakukan agar dapat mengetahui sebaran akuifer di tiap bentuklahan dan dapat dijadikan sebagai bahan analisis dan pertimbangan. Bentuklahan *Swale* tidak bisa dilakukan pengukuran geolistrik karena di bentuklahan ini permukaannya basah dan dapat membuat hasil pengukuran kacau (Santosa & Adji, 2006).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

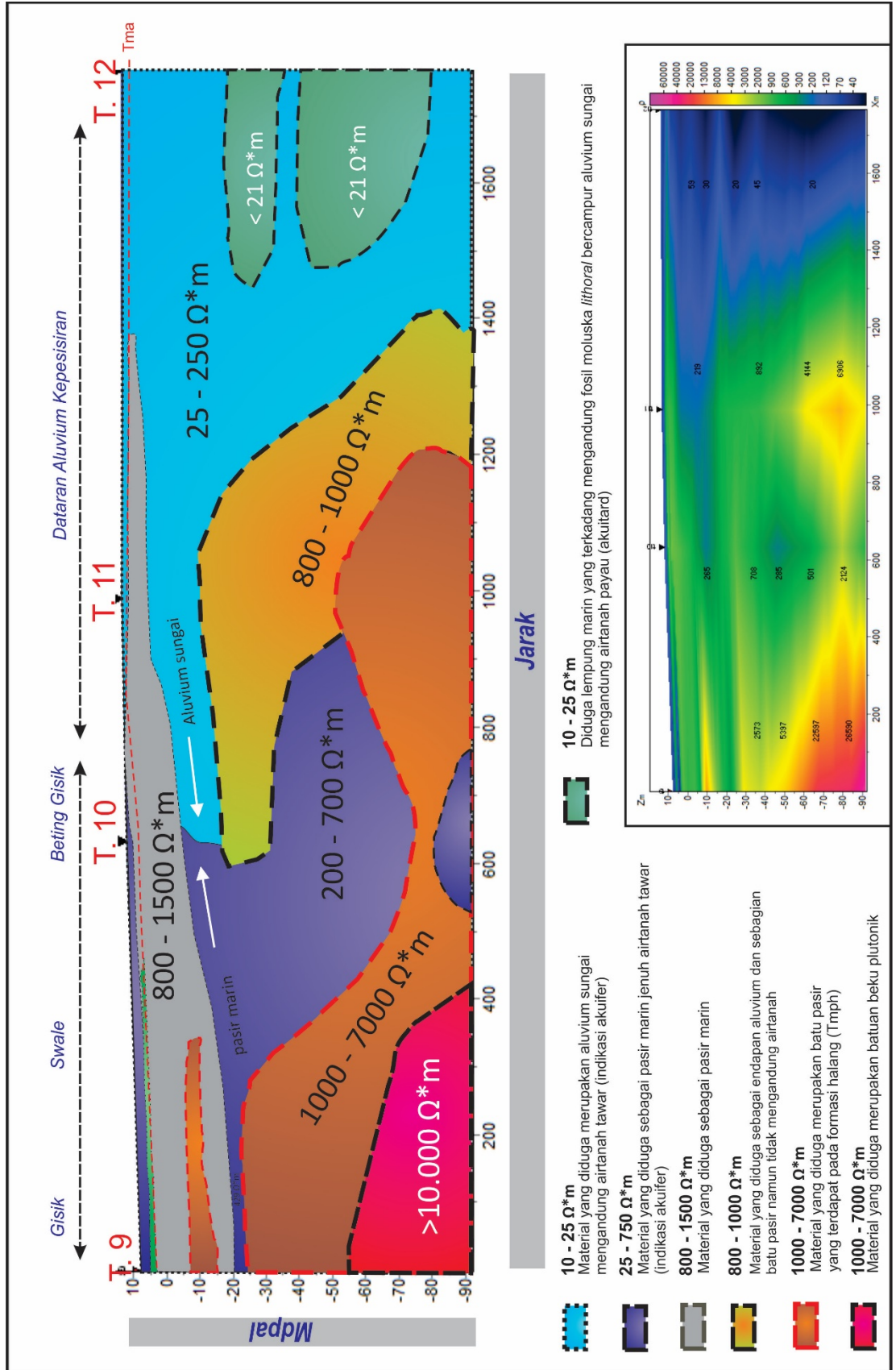
Berdasarkan hasil pendugaan geolistrik secara umum daerah Purworejo memiliki lapisan akuifer yang terdapat pada lapisan alvium sungai dan pasir marin (Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4).



Gambar 2. Hidrostratigrafi lintasan 1 SU



Gambar 3. Hidrotrafografi lintasan 2 SU



Gambar 4. Hidrostratigrafi lintasan 3 SU

Keberadaan material aluvium sungai yang bertemu dengan pasir marin ini memang menunjukkan karakteristik dari zona kepelepasiran. Munculnya aluvium ini berasal dari arah darat yang bertemu dengan pasir marin dari arah laut yang kemudian keduanya menjadi lapisan akuifer hampir di seluruh pesisir keburuhan ini. Adapun nilai resistivitas dari material yang diduga aluvium sungai ini adalah berkisar dari 25 – 250  $\Omega$ meter. Sementara nilai resistivitas untuk pasir marin (akuifer) berkisar antara 25 – 750  $\Omega$ meter.

Pertemuan material laut dan darat dapat dilihat pada bentuklahan dataran alluvial kepelepasiran. Yang dimaksud dengan dataran alluvial kepelepasiran (*coastal alluvial plain*) adalah bentanglahan dataran yang terbentuk sebagai akibat dari perkembangan pantai yang telah lanjut dan bergeser ke arah darat, yang sekarang telah tertutup oleh material-material hasil sedimentasi proses *fluvio-marine*, tersusun oleh material alluvium (pasir berlempung) yang relatif subur, dan banyak digunakan untuk kawasan pertanian irigasi dan permukiman (Totok dkk, 2005). Material alluvium yang berasal dari arah darat banyak disumbangkan dari rombakan batuan gunung api tersier penyusun Pegunungan Serayu Selatan dan Pegunungan Kulonprogo, serta Gunungapi Kuartir Sumbing (Bronto, 2007).

Keberadaan airtanah di daerah Kepesisiran Purworejo ini tampak tersebar merata dengan material yang berbeda. Airtanah dapat berada di dalam material aluvium sungai yang lapisan bagian bawahnya terdapat material yang lebih keras, seperti batu pasir. Batu pasir merupakan salah satu batuan sedimen yang terbentuk dari hasil pengendapan. Lingkungan pengendapan batu pasir sendiri antara lain daerah banjir, sepanjang garis pantai, delta, dan aeolian (Kodoatie, 2012). Batuan sedimen mempunyai permeabilitas yang tinggi tergantung dari butiran penyusunnya,

material dengan butir kasar dan lepas dapat bertindak sebagai akuifer, sebaliknya yang memiliki butir halus sehingga pori batuan sangat kecil dapat bertindak sebagai akuiklud, dan dapat bertindak sebagai akuitard jika ukuran butir berada di antara kedua jenis sebelumnya (Kodoatie, 2012). Kondisi serupa juga kemungkinan terjadi pada lapisan batu pasir yang dijumpai di daerah penelitian. Jika kandungan air lebih tinggi seharusnya nilai resistivitas suatu material menjadi lebih kecil. Menurut Loke (2000) nilai resistivitas bergantung dari faktor porositas batuan, derajat kejenuhan air dan konsentrasi garam terlarut. Namun pada kenyataan di lapangan, material yang diduga sebagai batu pasir memiliki nilai resistivitas yang cukup tinggi. Tingginya nilai tersebut kemungkinan akibat tidak adanya kandungan airtanah.

Selain airtanah tawar yang terdeteksi di beberapa titik, dijumpai pula lapisan atau lensa yang diduga sebagai airtanah payau. Airtanah payau ini terjebak di bentuklahan Dataran Alluvium Kepesisiran. Adapun nilai resistivitas untuk airtanah payau yang terdeteksi berkisar antara 1- 25  $\Omega$ meter. Menurut pengakuan warga memang terkadang dijumpai beberapa sumur dengan kondisi air yang payau. Jika airtanah payau yang dimaksud adalah seperti yang sesuai dengan penelitian ini, maka kita dapat menghindari untuk tidak mengambil airtanah payau tersebut. Airtanah payau yang teridentifikasi dapat diketahui kedalaman beserta ketebalannya berdasarkan hasil pengukuran geolistrik. Akan tetapi, masih belum bisa dipastikan apakah airtanah payau yang tertinggal di Dataran Alluvium Kepesisiran tersebut merupakan sisa hasil proses dinamika pesisir atau bukan.

Material paling bawah yang teridentifikasi dengan nilai resistivitas yang tinggi berikutnya diduga sebagai diorit. Batuan diorit ini merupakan salah satu batuan beku plutonik yang terbentuk dari



pembekuan magma yang terjadi jauh di bawah permukaan tanah, sementara jika menyusup hingga permukaan bumi disebut dengan batuan ekstrusif seperti lava basalt, andesit dan riolit (Goodman, 1993). Batuan yang diduga adalah diorit ini ditemukan di sebagian bentuklahan Gisik hingga Beting Gisik. Dilihat dari hasil interpretasi geolistrik, sebaran akuifer yang ada saat ini tidak banyak di pengaruhi oleh batuan diorit sebab akuifer hanya menumpang di material-material alluvium sungai dan pasir marin. Dengan demikian batuan diorit ini kemungkinan hanya menjadi temuan baru untuk menambah informasi peta geologi yang ada saat ini. Berdasarkan peta geologi, daerah penelitian hanya tersusun oleh Formasi Halang, Endapan Aluvium, dan Endapan Pantai. Diantara Formasi yang ada, tidak tercantumkan adanya keberadaan batuan yang diduga diorit ini. Namun, secara umum memang lingkungan Dataran Purworejo dikelilingi oleh batuan intermediet seperti andesit dan diorite (Asikin dkk, 1992; Rahardjo dkk, 1995; Thanden dkk, 1996), sedangkan hasil pengukuran geolistrik memang teridentifikasi nilai resistivitas yang cukup besar.

## KESIMPULAN

Secara umum material penyusun akuifer di daerah penelitian yang paling dominan adalah material-material seperti alluvium sungai dan pasir marin. Antara bentuklahan gisik, Beting Gisik, Swale dan Dataran Alluvium Kepesisiran tidak menunjukkan pola material penyusun akuifer yang cukup jelas. Akan tetapi, perbedaan potensi airtanah antar bentuklahan lebih jelas terlihat dibandingkan material penyusun akuifernya. Perbedaan tersebut tampak dari nilai resistivitas material sebesar 25 - 750  $\Omega$ meter yang mengindikasikan keberadaan airtanah di bentuklahan Gisik dan Beting Gisik, sementara nilai 25 - 250  $\Omega$ meter

menunjukkan indikasi akuifer di bentuklahan Dataran Alluvium Kepesisiran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asikin, S., Handoyo, A., Busono, H., & Gafoer, S. (1992). *Peta Geologi Lembar Kebumen, Jawa, skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Bouwer, H. (1978). *Groundwater Hydrology*. USA: Mc-Graw-Hill.
- Bronto, S. (2007). Genesis endapan aluvium Dataran Purworejo Jawa Tengah Implikasinya terhadap sumber daya geologi. *Jurnal Geologi Indonesia, Vol.2 No. 4*, 207-215.
- Goodman, R. E. (1993). *Engineering Geology*. New York: John & Sons, Inc.
- Kodoatie, R. J. (2012). *Tata Ruang Air Tanah*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Loke, M. H. (2000). *Electrical Imaging Survey for Environmental and Engineering Studies*. Diterima 12 Agustus 2014, dari <http://www.geometrics.com>.
- Milsom, J. (2003). *Field Geophysics The Geological Field Guide Series*. New York: John Wiley & Sons Ltd.
- Purnama, S. (2010). Stratigrafi Batuan dan Kondisi Akuifer di Kawasan Wisata Candi Borobudur dan Prambanan. *JRL Vol. 6 (1)*, 79-88.
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi, & Rosidi, H. D. (1995). *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa, skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

- Reynolds, J. M. (1998). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. London: John Wiley & Sons Ltd.
- Santosa, L. W. (2000). *Model Hidrostratigrafi dan Hidrokimia untuk Penelusuran Genesis dan Tipe Akuifer di Lembah Rawa Jombor Kecamatan Bayat - Klaten. Laporan Penelitian*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian UGM.
- Santosa, L. W. (2010). *Kajian Evolusi Airtanah Bebas Sebagai Bukti Kunci Prinsip Dasar Uniformitarianisme Dalam Geomorfologi di Wilayah Kepesisiran Kabupaten Kulonprogo. Laporan Akhir Penelitian Disertasi Doktor*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Santosa, L. W. (2012). Hidrostratigrafi Akuifer Sebagai Geoinikator Genesis Bentuklahan di Wilayah Kepesisiran Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Forum Geografi, Vol. 26, No. 2*, 160-177.
- Santosa, L. W., & Adji, T. N. (2006). *Penyelidikan Potensi Airtanah Cekungan Airtanah Sleman Yogyakarta di Kabupaten Bantul*. Yogyakarta: PT.CEEC.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (2004). *Applied Geophysics, 2nd Edition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Thanden, R. E., Sumadirdja, H., Richards, P. W., Sutisna, K., & Amin, T. C. (1996). *Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Jawa, skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Todd, D. K. (1980). *Groundwater Hydrology. 2nd*. New York: John Wiley & Sons.
- Totok, G., Santosa, L. W., Muta'ali, L., & Santosa, S. H. (2005). *Pedoman Survei Cepat Terintegrasi Wilayah Kepesisiran*. Yogyakarta: Badan Penerbit Dan Percetakan Fakultas Geografi.
- Verstappen, H. T. (2013). *Garis Besar Geomorfologi Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.