

INTERPRETASI KUALITAS AIR TANAH DARI HASIL PENGUKURAN GEOLISTRIK DI PANTAI BALONREJO, JAWA TENGAH

Adang S. Soewaeli¹⁾, Wawan Herawan²⁾, Heni Rengganis³⁾, Sri Mulat Yuningsih⁴⁾

^{1,2,3,4} Peneliti Puslitbang Sumber Daya Air
Jl. Ir.H.Juanda 193, Bandung. Telp.(022) 2501083
E-Mail: asadik52@gmail.com

Diterima: 25 januari 2012; Disetujui: 25 April 2012

ABSTRAK

Pantai Balonrejo, yang berada di Pantai Selatan Kabupaten Bantul, Kulon Progo termasuk D.I Yogyakarta dan Kabupaten Purworejo, Propinsi Jawa-Tengah merupakan daerah dataran yang cukup luas dan mempunyai potensi untuk dikembangkan pertanian dan wisata serta banyak ditemukan endapan pasir pematang pantai (sand bar). Selain itu, dalam rangka membantu penduduk desa pantai memenuhi kebutuhan air untuk berbagai keperluan penduduk sehari-hari. Salah satu upaya adalah penelitian air tanah dengan pengukuran geolistrik untuk mengetahui gambaran geologi bawah permukaan tentang jenis batuan, ketebalan, kedalaman, penyebaran secara lateral dan vertikal, serta kualitas air tanahnya.

Hasil pengukuran geolistrik menunjukkan endapan pasir pematang pantai (sand bar) atau gumuk pasir adalah akuifer yang potensial dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air dan pengembangan lahan pertanian. Kualitas air tanah diinterpretasikan dari nilai tahanan jenisnya, ialah: nilai tahanan jenis 0,1 - 1,0 Ω m adalah asin, antara 1,0 - 4,0 Ω m adalah payau dan 4,0 - 26,6 Ω m adalah tawar. Kedalaman air tanah tawar secara umum bersifat lokal dan tergantung jarak dari pantai, di bagian atas antara 2,5 - 15 m dan kedalaman lebih dari 15 m diduga kualitasnya payau sampai asin.

Pengukuran geolistrik tahanan jenis dengan tomografi (imaging) memberikan gambaran geologi bawah permukaan lebih rinci dan menduga kualitas air tanahnya lebih kontras, dibandingkan dengan pengukuran VES (vertical electric sounding) dalam dua dimensi (2D).

Kata Kunci: Daerah pantai, pematang pasir, tahanan jenis, air tanah, kualitas air

ABSTRACT

The Balonrejo Beach located south of Kabupaten Bantul and Kabupaten Kulon Progo, both situated within the special area of Yogyakarta, and Kabupaten Purworejo in Central Java province is a adequately extensive lowland area with many sand bars highly potential for development. This study had applied geo-electric measurements for the identification of sub-surface geological conditions related to rock type, thickness, depth, lateral and vertical distribution and groundwater quality based on the value of its resistivity type. The aim is to use groundwater as a raw water source to meeting the water demand at Balonrejo, and as input measures for concerned institutions in groundwater use and management. The result of geoelectrical measurement in sand bar deposit contains aquifers potential to fulfill the water demand of the local community and to develop of agriculture area. The resistivity value interpreted as aquifer with sand lithology is considered as salty 0.1 - 1.0 Ω m, brackish 1.0 - 4.0 Ω m and fresh groundwater 4.0 - 26.6 Ω m. Generally, fresh groundwater is positioned at local depth and depending on the distance from sea border, and with a top layer between 2.5m to 15 m, and a depth more than 15 m, groundwater quality is identified as brackish to salty. Image measurements by tomography resulted a more detailed groundwater surface illustration and showing a greater contrast, compared to the 2D VES (vertical electric sounding) measurements so that distribution of rock type and aquifer at vertical as well as lateral depth were more clearly identified.

Keywords: Coastal area, sand bar, resistivity, groundwater, water quality

PENDAHULUAN

Pantai Balonrejo, yang berada di Pantai Selatan Kabupaten Bantul, Kulon Progo termasuk D.I Yogyakarta dan Kabupaten Purworejo, Propinsi Jawa-Tengah merupakan daerah dataran yang cukup luas dan mempunyai potensi dikembangkan pertanian dan wisata. Kondisi air di daerah pantai umumnya adalah terbatasnya air permukaan,

dengan kualitas yang sangat jelek yaitu payau sampai asin.

Di daerah Pantai Balonrejo banyak ditemukan endapan pasir pematang pantai (*sand bar*) dan bukit-bukit pasir (*sand dune*). Endapan ini mempunyai litologi pasir yang bisa menyimpan air tanah. Salah satu upaya untuk membantu meningkatkan taraf hidup penduduk desa pantai

adalah mengadakan penyediaan air untuk berbagai keperluan penduduk sehari-hari.

Dalam rangka pengembangan wilayah daerah pantai, maka upaya pemanfaatan air tanah sebagai air baku berkembang dengan pesat di daerah pantai Balonrejo. Pemanfaatan air tanah, selain untuk air minum penduduk juga digunakan untuk pertanian dan peternakan. Agar penggunaan air dapat dilakukan secara optimum, maka perlu diketahui kedalaman, penyebaran dan kualitas air tanah yang ada di daerah pantai Balonrejo. Kondisi ini, mendorong untuk dilakukan penelitian air tanah dengan pendugaan geolistrik untuk dapat memanfaatkan air tanah sebagai air baku dalam memenuhi kebutuhan air penduduk.

Maksud pendugaan geolistrik dengan metode tahanan jenis ini adalah untuk mengetahui gambaran bawah permukaan tentang jenis batuan, ketebalan, kedalaman penyebaran secara lateral dan vertikal, serta kualitas air tanah berdasarkan nilai tahanan jenisnya. Tujuannya adalah memanfaatkan air tanah sebagai sumber air baku untuk memenuhi kebutuhan air di daerah pantai Balonrejo, dan juga sebagai masukan untuk instansi terkait dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumber air tanah. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di daerah pantai selatan Balonrejo yang termasuk Kabupaten Bantul, Kulon Progo, D.I Yogyakarta dan Kabupaten Purworejo, Propinsi Jawa – Tengah (Gambar1).

METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan dengan metode sebagai berikut: pemetaan geologi permukaan, pemetaan geologi bawah permukaan, analisis dan evaluasi data yang terkumpul.

1 Pemetaan Geologi Permukaan

Untuk mendapatkan gambaran geologi permukaan di daerah penelitian, dilakukan pemetaan dan pengukuran lapangan, baik morfologi, struktur maupun stratigrafi batuan. Pemetaan lapangan yang dilakukan di daerah Balonrejo berdasarkan Peta Geologi Lembar Jawa Bagian Tengah skala 1 : 500.000 dengan peralatan survai antara lain, Kompas Geologi untuk menentukan arah dan kemiringan perlapisan, Palu Geologi untuk pengambilan contoh batuan dan kaca pembesar (*Loupe*) untuk diskripsi batuan secara megaskopik.

Data dan informasi dari hasil survei di lapangan dengan peta yang telah ada, dievaluasi dan diinterpretasikan untuk memberikan gambaran penyebaran batuan permukaan.

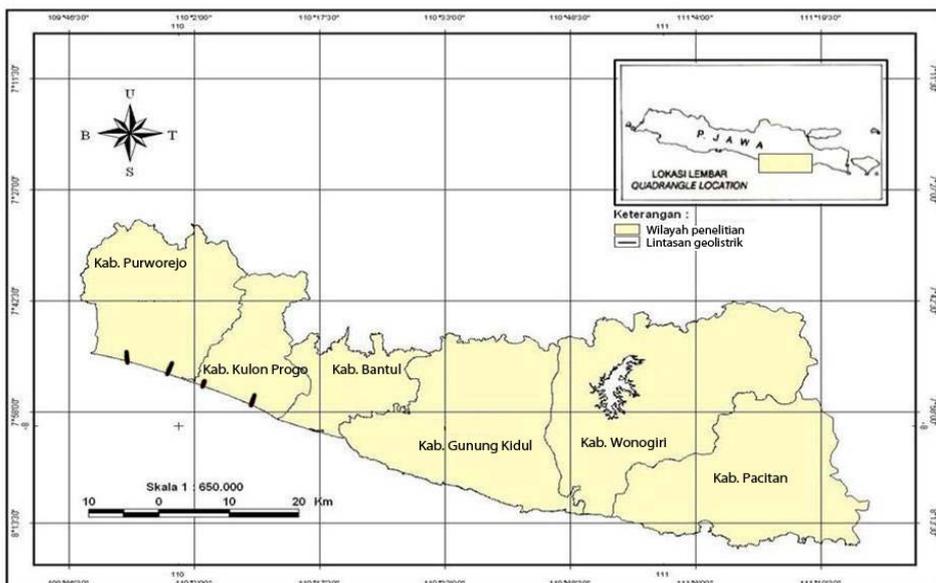
2 Pemetaan Geologi Bawah Permukaan

Pemetaan geologi bawah permukaan dilakukan dengan metode geolistrik tahanan jenis (Misstear Bruce 2006, Kirsch Reinhard,2006), pengukuran dilakukan dengan memberi energi listrik (Amper) ke bumi melalui titik A dan B, mengamati perbedaan potensialnya (Volt) pada titik MN dan diperoleh nilai tahanan batuan (Ohm) dari rumus :

$$V = I \cdot R \dots\dots\dots (1)$$

keterangan:

- V, beda potensial yang diukur (volt)
- I, besarnya arus yang dikirim (Amper)
- R, tahanan batuan (Ohm)



Gambar 1 Lokasi Penelitian di Daerah Pantai Kabupaten Purworejo dan Kulon Progo

Nilai tahanan jenisnya (ρ_a) dipengaruhi oleh hubungan antara besarnya nilai tahanan batuan (R) dengan kedalaman yang diukur (a) dan geometrisnya. Tahanan jenis material didefinisikan sebagai :

$$\rho = R \cdot A / L \dots\dots\dots (2)$$

keterangan:

- ρ , tahanan jenis material (Ohm-m)
- R, tahanan listrik yang diukur (Ohm)
- L, panjang (m)
- A, luas penampang (m²)

Susunan elektrode *Wenner*, faktor koreksi geometrisnya adalah $2 \pi a$ dan nilai tahanan jenisnya diperoleh dari rumus :

$$\rho_a = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R \dots\dots\dots (3)$$

keterangan:

- ρ_a , nilai tahanan jenis semu (Ohm-m)
- $2 \pi a$, faktor koreksi geometris (m)
- R, tahanan batuan (Ohm)

Metode yang digunakan dalam penelitian air tanah di daerah Balonrejo adalah geolistrik tahanan jenis susunan *Electrode Wenner-Schlumberger* untuk pemetaan (*mapping*) 2 dimensi tomografi dan pendugaan (*sounding*). Interpretasi dapat menduga ketebalan dan penyebaran batuan yang berada di bawah permukaan, berdasarkan nilai tahanan jenisnya.

Nilai tahanan jenis yang terukur pada alat, dipetakan dengan menggunakan *software RES2DINV* dan digambarkan kontur tahanan jenis dua dimensi (2 D) dengan arah sumbu horisontal X dan kedalaman Z (Kirsch Reinhard, 2006). Peta tahanan jenis akan menunjukkan kontur warna yang berasosiasi dengan nilai tahanan jenis, sedangkan untuk data hasil pendugaan (*sounding*) dilakukan dengan *software IP2WIN*.

Nilai tahanan jenis yang terukur di bawah permukaan, dikorelasikan dengan peta geologi daerah setempat, kemudian diinterpretasikan jenis batuan dan kandungan air tanahnya.

TINJAUAN PUSTAKA

1 Geolistrik Tahanan Jenis

Metode geolistrik yang digunakan dalam penelitian air tanah adalah berdasarkan sifat listrik tahanan jenisnya batuan. Sifat kelistrikan batuan, dapat dikelompokkan menjadi tiga ialah:

- 1) Aktivitas elektrokimia yang terjadi akibat cairan bercampur dengan batuan, seperti yang terjadi pada potensial diri (*selfpotential*) batuan.
- 2) Sifat menahan dan menghantarkan arus listrik dari sumber listrik buatan, seperti tahanan

jenisnya (*resistivity*) dan daya hantar listriknya (*conductivity*).

- 3) Kekuatan sifat induksi medan listrik atau konstanta dielektrik, seperti pengukuran listrik magnet (*electromagnet*).

Arus listrik dalam batuan mengalir secara hantaran elektronik (*ohmic*), elektrolit (*ionik*) dan polarisasi (*polarisasi*) dielektrik umumnya pada konduktor batuan yang buruk. Jenis arus listrik yang digunakan dalam metode geolistrik, antara lain :

- 1) Arus searah atau DC (*Direct Current*)
- 2) Arus bolak-balik atau AC (*Alternating Current*) frekuensi rendah 4–2–60 Hz.
- 3) Arus searah setengah frekuensi 4–2–60 Hz.
- 4) Arus bolak-balik persegi (*Square Wave*) frekuensi menengah 100 – 400 Hz.

Setiap lapisan batuan mempunyai "*Specific Resistivity*" dan besarnya tahanan jenis ditentukan oleh komposisi mineral yang dikandung oleh batuan itu sendiri. Pada dasarnya hubungan antara besarnya nilai tahanan jenis dengan macam batuan dapat dipengaruhi oleh :

- 1) Batuan sedimen yang lepas akan mempunyai nilai tahanan jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan batuan sedimen yang kompak.
- 2) Batuan beku akan mempunyai harga yang lebih tinggi dibandingkan dengan batuan sedimen yang kompak.
- 3) Batuan yang mengandung air akan lebih rendah dibandingkan dengan batuan yang tidak mengandung air, dan lebih rendah lagi jika air yang dikandungnya mempunyai kadar garam yang tinggi
- 4) Tahanan jenis batuan bervariasi dari suatu tempat ke tempat lain, tergantung kondisi geologi setempat
- 5) Tahanan jenis batuan dapat berbeda menyolok, tidak saja dari satu lapisan ke lapisan yang lain, tetapi juga dalam satu lapisan batuan.
- 6) Porositas, permeabilitas, salinitas, pH, temperatur dan kandungan air akan memengaruhi nilai tahanan jenisnya.

Sebagai bahan acuan interpretasi, perlu diketahui tentang kondisi struktur geologinya dan cara terdapatnya air tanah. Contoh perkiraan beberapa nilai tahanan jenis dari tanah/batuan dan perkiraan nilai tahanan jenis air (Kollert, 1969), dapat diperiksa pada Tabel 1.

Tabel 1 Tahanan Jenis Air

Tipe	Ohm-meter	Keterangan
Air meteorik	30 – 1000	Dari hujan
Air permukaan	30 – 500	Di daerah batuan beku
Air permukaan	10 – 150	Di daerah batuan sedimen
Air tanah	30 – 150	Di daerah batuan beku
Air tanah	> 1	Di daerah batuan sedimen
Air laut	sekitar 0,2	
Air untuk rumah tangga	> 1,8	Kandungan garam paling tinggi diijinkan 0,25 %
Air untuk irigasi atau Penampung-an air	> 0,65	Kandungan garam paling tinggi diijinkan 0,7 %

Sumber : Kollert, 1969

Pelaksanaan pengukuran geolistrik di lapangan (Hendra Grandis, 2008) dengan susunan elektrode ada dalam satu garis lurus untuk pendugaan secara vertikal (*sounding*), pemetaan secara lateral (*mapping*), pemetaan horizontal dan lateral dengan tomografi (*imaging*) 2 dimensi. Pengukuran geolistrik tahanan jenis di permukaan, dilakukan dengan cara:

1) Pendugaan atau *Vertical Electric Sounding* (VES).

Dilakukan untuk menduga jenis dan ketebalan batuan di satu titik pengukuran secara tegak, kedalaman untuk pendugaan air tanah berkisar antara 100 – 200 m. Susunan atau konfigurasi elektrode yang sering digunakan antara lain, *Wenner* dan *Schlumberger*. Interpretasi dilakukan untuk menentukan ketebalan dan jenis batuan berdasarkan nilai tahanan jenisnya. Interpretasi dilakukan secara tidak langsung dengan memplot data lapangan pada grafik log-log 6,25 mm atau 83,3 mm menjadi lengkung lapangan, antara nilai tahanan jenis (ρ_a) terhadap kedalaman (a) untuk *Wenner* dan nilai tahanan jenis (ρ_a) terhadap $AB/2$ (setengah jarak elektrode arus) untuk susunan *Schlumberger*. Kemudian lengkung lapangan disesuaikan dengan lengkung baku. Sedangkan untuk interpretasi secara langsung dengan menggunakan piranti lunak (*software*) antara lain *RESIX*, *RES2DINV* dan *IP2WIN*.

2) Pemetaan atau *Mapping*

Dilakukan untuk menduga ketebalan dan penyebaran jenis batuan secara lateral atau horizontal di kedalaman yang ditentukan, seperti untuk menghitung ketebalan dan volume lapisan dari cadangan pasir. Umumnya susunan elektrode yang digunakan antara lain,

Dipole-dipole, *Three-Point*, *Mise-A-La Mase*, *Wenner* dan *Schlumberger*.

3) Tomografi atau *Imaging*

Adalah pemetaan bawah permukaan secara lateral dan vertikal untuk penampang 2D dan 3D. Pengambilan data dilakukan secara bertahap dalam satu lintasan, susunan elektrode yang sering digunakan antara lain susunan elektrode *Wenner* atau *Wenner - Schlumberger*.

2 Penerapan Pengukuran Tomografi

Geolistrik tahanan jenis adalah salah satu metode geofisika untuk pemetaan geologi bawah permukaan, termasuk metode pengujian atau eksplorasi yang dilaksanakan setelah pemetaan geologi permukaan. Interpretasi jenis batuan berdasarkan nilai tahanan jenisnya dan data geologi permukaan, kemudian dilanjutkan dengan pengeboran uji (*exploration well*) untuk mengetahui jenis batuan, penyebaran, ketebalannya dengan tepat dan membuktikan hasil interpretasi.

Hasil pemetaan geologi permukaan digunakan sebagai acuan untuk interpretasi, karena sering ditemukan nilai tahanan jenis sama tetapi jenis litologi batuan berbeda (*ambiguity*). Nilai tahanan jenis rendah (*low resistivity*) sering diinterpretasikan untuk menunjukkan adanya kandungan air tanah payau sampai asin, sedangkan dalam penelitian panas bumi menunjukkan adanya potensi uap panas bumi. Keberhasilan suatu interpretasi yang mendekati nilai atau kebenaran dari data hasil pengukuran lapangan, tergantung antara lain pada: pemilihan metode pengukuran, kualitas atau spesifikasi teknis peralatan yang digunakan, kecakapan operator dan pengetahuan yang melakukan interpretasi.

Penerapan pengukuran tomografi di luar negeri, antara lain: di Jerman (Kirsch Reinhard, 2006) dengan susunan elektrode *Dipole-dipole* untuk memetakan zona sesar di lapisan batu-pasir. Susunan elektrode *Schlumberger* untuk memetakan penyebaran dan kedalaman sekitar 20 m napal yang berada di bawah lapisan batu-pasir, dilanjutkan dengan 2 buah pemboran uji dan hasil interpretasi geolistrik tomografi relatif tepat. Di USA adalah untuk mendeteksi penyebaran lapisan batuan dan rekahan-rekahan besar di dalam batugamping di daerah Tennessee (Assad Fakhry A, 2004).

Di Indonesia umumnya digunakan untuk penelitian air tanah, geoteknik, batu-bara dan cadangan tambang. Puslitbang Sumber Daya Air melaksanakan pengukuran geolistrik tahanan jenis untuk penelitian air tanah di Indonesia sejak 1981, menggunakan metode pendugaan VES termasuk

Penelitian Intrusi Air Laut di Jawa Timur 1985. Interpretasi VES (*Vertical Electric Sounding*) hasil pengukurannya terbatas secara vertikal di bawah satu titik pengukuran dalam bentuk satu dimensi (1D), sedangkan penyebaran jenis batuan dan akuifer secara lateral dengan mengorelasikan data dari setiap titik pengukuran menjadi dua dimensi (2D).

Kelebihan pengukuran tomografi adalah mempunyai data dari setiap elektrode yang lebih detail dalam satu lintasan dengan waktu pengukuran lebih cepat dibandingkan dengan cara manual, karena pengukuran dilakukan bertahap vertikal dan lateral secara otomatis dengan menggunakan *software* yang langsung tergambar 2D.

Perbedaan antara pengukuran geolistrik VES dengan tomografi (*imaging*), antara lain: pengukuran secara vertikal (VES) dilakukan manual dengan perpindahan elektrode oleh orang. 30 data hasil pengukuran yang diperoleh dari satu titik pengukuran sampai kedalaman 200 m diolah menjadi 1D. Sedangkan pemetaan tomografi untuk penelitian air tanah dilakukan sebanyak 300 kali pengukuran, jarak elektrode 6 m dengan jumlah elektrode 32 atau lintasan sepanjang 192 m dan hasilnya sudah berupa gambaran 2D. Lintasan pengukuran ditumpang tindih (*over lap*) sampai panjang lintasan 640 m.

Kekurangannya pengukuran tomografi untuk pengukuran yang lebih dalam diperlukan arus yang lebih besar, power 100 watt diduga mampu kedalaman sekitar 100 m. Selain itu, arus cepat habis yang terutama di daerah yang disusun oleh batuan kompak atau kering, seperti di daerah lava dan batugamping.

3 Endapan Pantai

Pasir di sepanjang pantai terbawa dari permukaan pantai ke arah daerah dekat laut dan ke arah daerah daratan oleh kegiatan gelombang. Bukit pasir pantai berkembang tergantung pada ketersediaan cadangan pasir dan angin yang kuat dari arah laut.

Pengendapan bukit pasir yang dibentuk oleh angin di daerah terbuka dan tidak ada tumbuhan (Reineck, 1980), dapat dikelompokkan menjadi 2 tipe bukit pasir, ialah:

- 1) Punggungan Transversal (*Transverse Ridges*), berkembang di daerah angin bertiup dengan arah dan kecepatan yang sama atau bukit pasir dipindahkan secara perlahan.
- 2) Punggungan Cembung (*Oblique Ridges*), berkembang di daerah dengan angin dari 2 arah dalam waktu yang berbeda atau bukit pasir diam, hanya bentuk punggungan bukit yang berubah. Contoh tipe ini dipantai Teluk Texas.

Sedangkan di daerah yang tumbuhannya cukup luas, ditemukan lebih dari 2 tipe bukit pasir dan umumnya adalah:

- 1) Bukit Parabola (*Parabolic Dunes*): Tipe bukit ini berkembang di daerah dengan tumbuhan jarang dan memperlihatkan gambaran hasil tiupan angin yang cekung ke arah angin. Tipe ini umumnya ditemukan dipantai Pasifik, USA.
- 2) Bukit Endapan (*Precipitation Dunes*): Berkembang di daerah tumbuhan lebat dengan pepohonan, bertumpuk di pohon dengan arah angin yang berlawanan. Endapan pasir dibentuk oleh pepohonan, pasir naik dan bertumpuk di sekitar pohon oleh angin. Kondisi ini memperlihatkan perpindahan pasir dengan rintangan tumbuhan atau hutan.

Pematang pantai (*cheniers*) yang memanjang di sepanjang pantai dekat garis pasang laut, umumnya disusun oleh endapan material kasar. Endapan dinaikkan ke atas oleh gelombang dan arus laut selama pasang, dan endapan berada di atas garis pasang laut. Bagian depan dari pematang pantai adalah yang dekat dengan laut, selalu ada pasir pantai pada satu pematang secara seri atau paralel.

Chenier adalah gundukan pasir yang berada di atas garis pasang laut, sebagai hasil pengendapan atau sedimentasi dari pengikisan di pinggir laut. Sedimen berukuran butir halus, selalu berada di bagian depan atau menghadap laut dari *chenier*. Di daerah tropis, pematang ini sering ditumbuhi oleh pohon kelapa yang hidup di air tawar pada pematang yang relatif tinggi dan tumbuhan bakau berada pada pematang rawa yang mengarah ke laut.

Struktur intern dari pematang pantai adalah satuan perlapisan pasir yang horisontal ke arah laut, sedangkan ke arah daratan satuan lapisan silang-siur dengan kemiringan antara 7° - 28° menuju arah daratan. Pembentukan pematang pantai dalam beberapa tahap dan yang arahnya ke daratan, dipisahkan oleh adanya erosi. Secara umum pematang pantai pindah menuju ke arah daratan, dan selama perpindahan bisa menutupi saluran serta selokan yang berada di belakang pematang pantai.

PELAKSANAAN PENGUKURAN

Pengukuran geolistrik di lapangan dilakukan setelah pemetaan geologi permukaan, dan juga berdasarkan peta geologi yang ada. Dalam pelaksanaan pengukuran VES di lapangan, perlu memerhatikan antara lain:

- 1) Perlapisan batuan di lokasi titik pengukuran mempunyai kemiringan lebih kecil dari 30° .
- 2) Pemasangan elektrode diusahakan dalam suatu garis lurus.

- 3) Pengukuran dilakukan pada daerah yang relatif datar, sehingga elevasi elektrode relatif sama.
- 4) Pengukuran dilakukan pada saat tidak hujan, untuk menghindari halilintar, kerusakan alat dan keakuratan data.
- 5) Arah bentangan pengukuran, harus sejajar dengan arah perlapisan batuan atau tanah, sungai dan pantai.
- 6) Usahakan bentangan pengukuran menghindari rel kereta api, saluran pipa, saluran kawat listrik. Bila terpaksa, arah bentangan dilakukan dengan memotong tegak lurus.

Peralatan yang digunakan di lapangan adalah McOhm21 buatan Jepang dengan kelengkapannya terdiri dari: 32 elektrode dengan panjang 1 m, 2 gulungan kabel dengan spasi 10 m, 4 buah aki, 4 buah palu, 3 buah *handy talky* dan Multi Tester. Menentukan lokasi pengukuran dengan GPS dan lokasi pengukuran di plot di peta topografi skala 1 : 25.00. Perlengkapan lainnya untuk dokumentasi adalah Foto kamera.

Pengukuran dilaksanakan di 4 (empat) lokasi Pantai Selatan Balonrejo, ialah di Desa Patutreja, Kecamatan Grabag, dan Desa Nampurejo, Kecamatan Ngombol yang termasuk Kabupaten Purworejo. Dusun Kragon, Desa Palihan, dan Desa Bugel, Kecamatan Trisik termasuk wilayah Kabupaten Kulon Progo. Arah bentangan lintasan adalah Selatan - Utara atau N.8^o.E dengan bentangan atau lintasan tegak lurus pantai. Elevasi topografi untuk setiap titik elektrode, dilakukan pengukuran dengan alat *Theodolite* dan *Water Pass*.

HASIL PENELITIAN

1 Geologi Permukaan

Morfologi wilayah penelitian secara umum dapat dikelompokkan dalam satu satuan morfologi dataran bergelombang lemah. Tapi berdasarkan asal endapan dan proses pembentukannya, satuan morfologi dataran dibagi menjadi 2 (dua) satuan morfologi yaitu; morfologi dataran aluvial dan morfologi pematang pantai. Uraian setiap satuan morfologi adalah sebagai berikut:

2) Satuan Dataran Aluvial

Menempati di bagian utara daerah penelitian. Terbentuk sebagai hasil proses pengendapan oleh aliran air yang berupa lempung, pasir dan kerikil dalam satuan ini termasuk endapan teras sungai dan sungai yang berkelok-kelok atau *meander*.

3) Satuan Pematang Pantai

Memiliki relief bergelombang lemah terbentuk sebagai hasil proses angin dari gelombang laut yang membawa material berupa pasir lepas dan diendapkan memanjang disepanjang pantai.

Berdasarkan litologinya pematang pantai, dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga), ialah; pematang pantai muda, pematang dewasa dan pematang tua.

Gambaran geologi permukaan dari hasil pengukuran dan pengecekan lapangan, baik morfologi, struktur maupun stratigrafi yang berdasarkan Peta Geologi Lembar Jawa Bagian Tengah skala 1 : 500.000 (Amin dkk, 1999) Daerah penelitian disusun oleh beberapa formasi batuan dengan urutan dari yang berumur tertua sampai yang termuda adalah sebagai berikut:

1 Formasi Andesit Tua

Merupakan batuan tertua yang dijumpai di daerah penelitian, umur batuan ini oligosen akhir-Miosen awal. Litologinya terdiri atas perseligan tuf, batupasir gampingan dan napal tufan. Satuan ini tersingkap di bagian utara di luar wilayah penelitian.

2 Formasi Halang

Terletak tidak selaras di atas formasi andesit tua, litologinya berupa perselingan batu pasir, batu lempung napal dan tufa serta sisipan breksi. Umur formasi adalah Miosen Tengah-Pliosen Awal. Batuan ini tersebar luas di utara wilayah penelitian dan juga tersingkap di sekitar pantai Glagah di bekas galian-galian pasir dan di tepi Kali Serang.

3 Endapan Vulkanik Gunung Merapi tua

Diendapkan tak selaras diatas formasi Halang, menempati bagian Timur dari wilayah penelitian. Litologinya merupakan bahan vulkanik asal gunung Merapi seperti batu pasir-tufaan, tufa pasiran dan breksi.

4 Endapan Aluvial

Menutupi hampir seluruh wilayah penelitian, baik aluvial sungai maupun aluvial pantai. Aluvial sungai mempunyai litologi campuran mulai dari lempung pasir hingga kerikil-kerakal, sedangkan aluvial pantai didominasi oleh pasir.

Pasir pematang pantai merupakan suatu endapan yang terbentuk akibat aktifitas angin dan gelombang laut yang berupa ombak, dan proses pengendapannya berlangsung menerus sampai saat ini.

Bentuk endapannya memanjang sejajar pantai, disertai bukit-bukit bergelombang lemah ke arah daratan. Berdasarkan litologinya pematang pantai dikelompokkan menjadi 3 (tiga), ialah:

- 1 Pematang pantai muda; Litologi pematang ini dicirikan oleh pasir kasar berwarna hitam sampai abu-abu, sangat urai, segar dan bersih. Proses pembentukannya masih berlangsung hingga saat ini dan belum mengalami pelapukan yang berarti

- 2 Pematang pantai dewasa; Litologi pematang ini berupa pasir sedang sampai kasar berwarna abu-abu sampai hitam sangat urai, dan sebagian telah mengalami pelapukan
- 3 Pematang pantai tua; Pematang ini dicirikan oleh litologi berupa pasir berbutir halus sampai sedang, pelapukan cukup dominan, ditandai oleh perubahan warna menjadi abu-abu coklat, bersifat lanau - lempungan

Untuk menentukan endapan pasir yang terjadi, perlu mengkaji sumber endapan pasir yang berasal dari batuan dasarnya di daerah penelitian. Beberapa singkapan terdapat di Pantai Glagah, di bekas-bekas galian pasir, dan di Kali Serang. Diperkirakan batuan yang mendasari endapan pematang pasir pantai adalah satuan batuan tufa berselingan dengan pasir tufaan termasuk dalam Formasi Halang.

Kemiringan dari batuan dasar tersebut relatif kecil, sehingga penyebaran dari pematang pasir yang terbentuk cukup luas. Pengamatan litologi batuan secara megaskopis diketahui bahwa, batas penyebaran pematang pasir terletak lebih kurang sepanjang jalan raya *Daendels* yang berjarak antara 1 - 1,5 km dari pantai.

Endapan pasir pematang pantai di selatan Balonrejo, terbentuk oleh suatu proses erosi dan sedimentasi selama lebih kurang 200 tahun yang terjadi sejak zaman pemerintahan Daendels hingga sekarang. Sketsa genesa pasir pematang pantai di daerah Balonrejo, dapat diperiksa pada Gambar 2 dan 3.

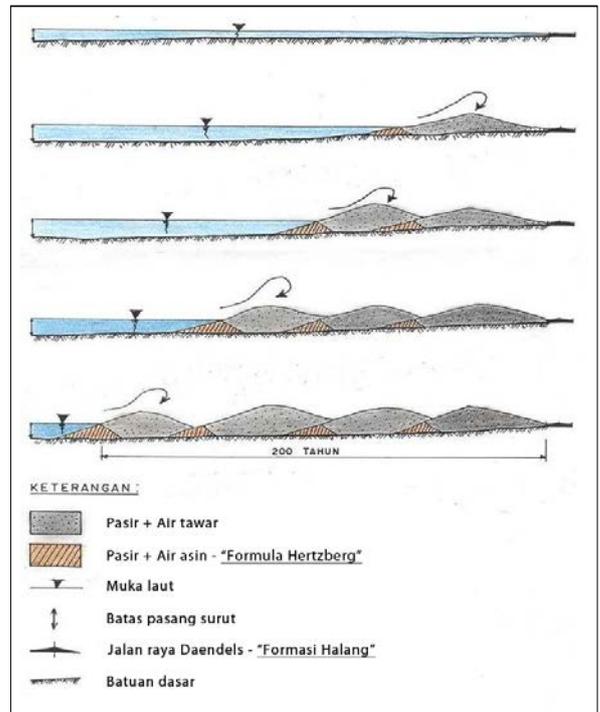
Struktur geologi yang dijumpai di daerah penelitian adalah struktur lipatan dan patahan normal. Lipatan yang terbentuk berarah Barat Daya-Timur Laut berupa bukit (*antiklin*) dan lembah (*sinklin*). Struktur lipatan yang ada di daerah ini hanya terjadi pada Formasi Halang. Patahan normal yang terjadi membentuk pola kipas. Pengaruh struktur geologi terhadap formasi yang ada dapat disimpulkan gejala struktur yang terbentuk di wilayah ini terjadi akhir Pliosen Awal.

Sejarah geologi dimulai dari Miosen Awal, Formasi Andesit Tua diendapkan sebagai hasil kegiatan Vulkanik. Miosen Tengah, pergerakan lempeng Hindia - Australia terhenti hingga terjadi genang laut di wilayah Indonesia Barat sampai Akhir Miosen Tengah. Miosen Akhir atau pada Pliosen Awal kegiatan tektonik berulang kembali disertai aktivitas vulkanik yang makin meningkat, mengakibatkan bagian yang tidak stabil dari cekungan runtuh hingga diendapkan Formasi Halang. Tektonik yang terjadi pada Pliosen Akhir-Plistosen Awal menyebabkan terjadinya pengangkatan, dan penyesaran, akibat gaya mendatar yang bekerja dari selatan relatif searah gerakan lempeng Hindia - Australia. Kala Plistosen terjadi

lagi kegiatan vulkanik menghasilkan satuan batuan gunung api, disusul endapan aluvial dan endapan pantai yang berlangsung hingga saat ini, sebagai hasil erosi dan sedimentasi dari batuan-batuan yang telah ada.



Gambar 2 Pasir Pematang Pantai di Daerah Purworejo



Gambar 3 Sketsa Genesa Pengendapan Pasir Pematang Pantai di Balonrejo

Geologi Bawah Permukaan

Pembahasan geologi bawah permukaan, dilakukan berdasarkan interpretasi dari hasil pengukuran geolistrik tahanan jenis menggunakan perangkat lunak *RES2DINV*.

Menduga akuifer yang mempunyai kualitas air tanah asin sampai payau, dilakukan dengan mengelompokkan nilai tahanan jenis akuifer dari hasil pengukuran geolistrik di lapangan dengan tomografi (*imaging*) dan pendugaan (*sounding*) yang dapat diperiksa pada tabel 2.

Tabel 2 Pengelompokan Tahanan Jenis Akuifer

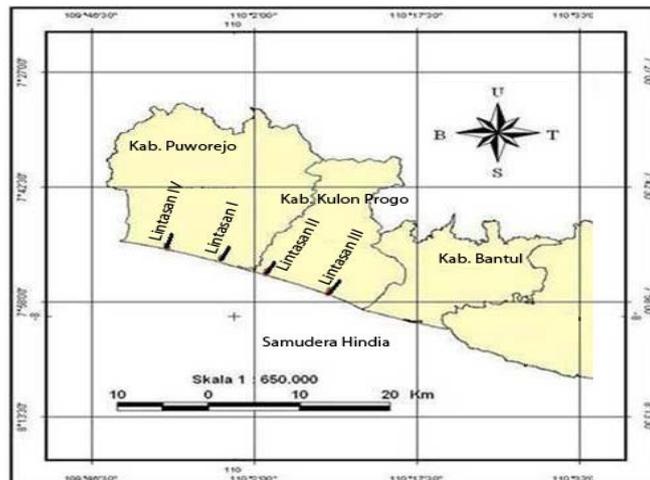
Tahanan Jenis (Ohm-m)	Kualitas Air Tanah
0,10 - 1,00	Asin
1,00 - 4,00	Payau
4,00 - 26,60	Tawar

Lintasan pengukuran di daerah Kabupaten Purworejo ada 2, ialah lintasan I dan IV. Sedangkan 2 lintasan lagi di daerah Kabupaten Kulonprogo adalah lintasan II dan III, seluruhnya ada 4 lintasan pengukuran dan dapat diperiksa pada gambar 4.

Lintasan I pada gambar 5 ini terletak di Desa Patutrejo, Kecamatan Grabag/Kutoarjo, Kabupaten Purworejo. Arah lintasan dari kiri ke kanan adalah selatan ke utara, atau tegak lurus pantai. Indikasi lapisan yang dianggap sebagai akuifer tergambar pada lapisan yang berwarna biru sampai dengan hijau. Lapisan ini mempunyai nilai tahanan jenis antara 0,144 - 19,900 Ω m, sehingga diperkirakan mengandung air tanah atau sebagai akuifer dengan kualitas air tanah asin sampai tawar. Jika dilihat

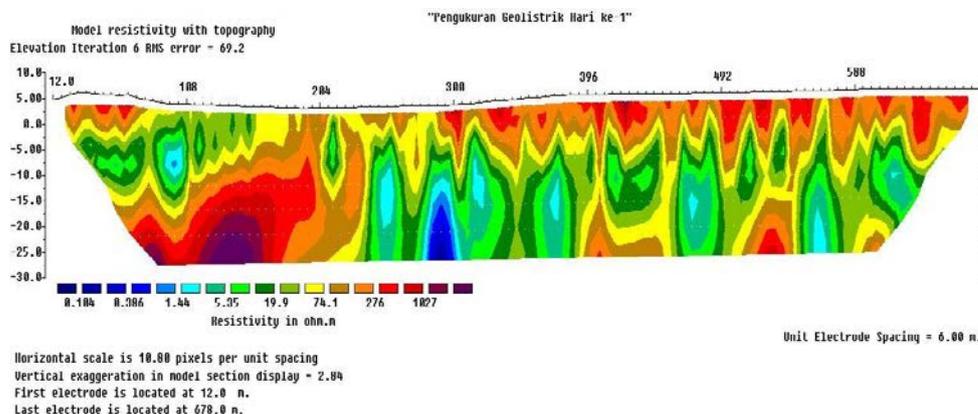
dari gambaran kondisi lapisannya, maka lapisan yang berperan sebagai akuifer ini mempunyai ketebalan yang cukup tebal dengan penyebaran yang relatif merata secara horisontal atau lateral. Dari gambar penampang I tersebut, diinterpretasikan akuifer dengan kualitas air tanah tawar sampai payau sampai jarak 156 m dari titik awal di dekat pantai mulai kedalaman 1 - 18,5 m.

Jarak 206 - 212 m mulai kedalaman 2 - 10 m dan jarak 240 - 612 mulai kedalaman 5 - 30 m. Tahanan jenis 0,100 - 0,300 Ω m yang diduga kualitas air tanahnya asin, berada pada kedalaman 22,5 - >30 m di bawah permukaan tanah sampai jarak 156 m. Nilai tahanan jenis 0,386 - 1,440 Ω m yang diduga kualitas air tanahnya asin sampai payau, di jarak 276 - 300 m dengan kedalaman mulai 20 - >30 m. Kualitas air tanahnya bervariasi antara kualitas air tanah asin, payau dan tawar bersifat setempat-setempat, akibat oleh pengembangan pematang pasir pantai (*sandbar*) yang sejajar pantai.



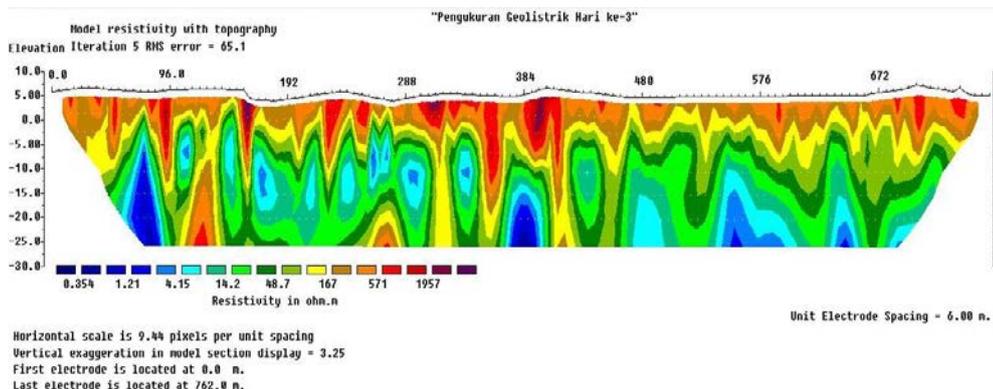
Gambar 4 Sketsa Lokasi Lintasan Pengukuran Tomografi Geolistrik Tahanan Jenis

Lintasan I



Gambar 5 Penampang Geologi Bawah Permukaan, Hasil Pengukuran *Imaging* Di Lintasan I.

Lintasan II



Gambar 6 Penampang Geologi Bawah Permukaan, Hasil Pengukuran *Imaging* Di Lintasan II.

Lintasan II pada gambar 6 ini terletak di Dusun Kragon, Desa Palihan, Kabupaten Kulon Progo, D.I Yogyakarta. Arah lintasan dari kiri ke kanan adalah selatan ke utara. Indikasi lapisan yang dianggap sebagai akuifer, adalah lapisan yang berwarna biru sampai dengan hijau. Lapisan ini mempunyai nilai tahanan jenis antara 0,350 - 26,600 Ω m, diperkirakan mampu menyimpan air tanah dengan kualitas air tanahnya asin sampai tawar. Lapisan yang berperan sebagai akuifer ini mempunyai ketebalan yang cukup tebal, dengan penyebaran secara horizontal yang relatif merata. Gambar penampang II tersebut, dapat diketahui keberadaan akuifer mulai kedalaman antara 7,5 - 30 m di bawah permukaan tanah sampai jarak 732 m. Umumnya akuifer kualitas air tanahnya tawar, secara setempat mempunyai kualitas air tanahnya adalah asin sampai payau yang berada pada jarak 60 - 84 m mulai kedalaman 10 - >30 m di bawah permukaan tanah. Jarak 366 - 390 m mulai kedalaman 22,5 - > 30 m dan jarak 546 - 586 m mulai kedalaman 25 - >30 m. Secara lengkap dapat diperiksa gambar penampang lintasan I dan II.

Lintasan III pada gambar 7 ini terletak pada Desa Bugel, Kecamatan Trisik, Kabupaten Kulonprogo, mempunyai arah lintasan dari kiri ke kanan adalah selatan ke utara. Indikasi lapisan yang dianggap sebagai akuifer adalah lapisan yang berwarna biru sampai dengan hijau. Lapisan ini mempunyai nilai tahanan jenis antara 0,536 - 26,600 Ω m, sehingga diperkirakan mampu menyimpan air tanah sebagai akuifer dengan kualitas air tanah asin sampai tawar.

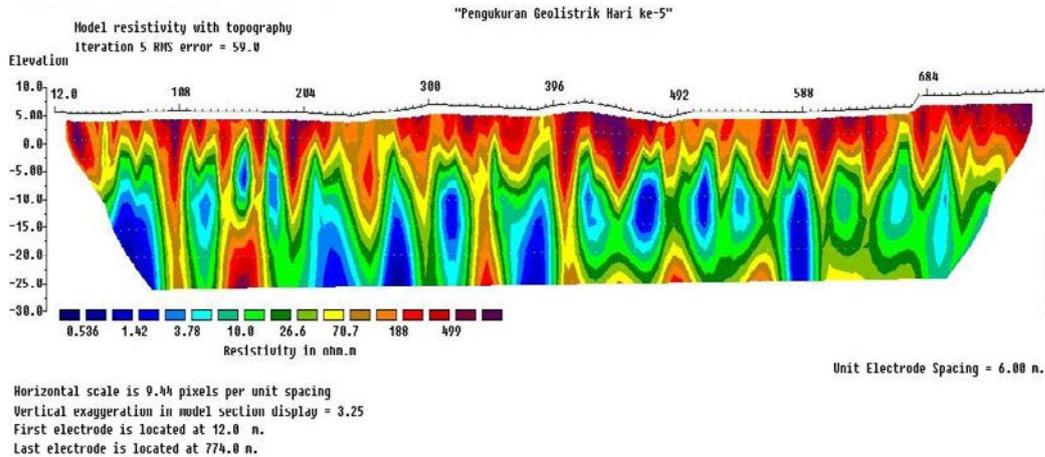
Jika dilihat dari gambaran kondisi lapisannya, maka lapisan yang berperan sebagai akuifer ini mempunyai ketebalan yang cukup tebal, namun penyebarannya sebagian setempat - setempat. Air tanah yang relatif baik dengan kualitas air tanah payau sampai tawar, mempunyai nilai tahanan jenis 3,780 - 26,600 Ω m yang

berjarak 600 m dari titik awal dengan kedalaman antara 5 - >30 m di bawah permukaan tanah. Sedangkan kualitas air tanah yang asin sampai payau dengan jarak sampai titik 600 m, mempunyai nilai tahanan jenis 0,536 - 1,420 Ω m.

Lintasan IV pada Gambar 8 ini terletak pada Desa Ngentak, Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo, arah lintasan dari kiri ke kanan adalah selatan ke utara. Indikasi lapisan yang dianggap sebagai akuifer tergambar pada lapisan yang berwarna biru sampai dengan hijau. Lapisan ini mempunyai nilai tahanan jenis antara 0,748 - 26,600 Ω m, diperkirakan sebagai akuifer dengan kualitas air tanahnya asin sampai tawar. Jika dilihat dari gambaran kondisi lapisannya, maka lapisan yang berperan sebagai akuifer ini mempunyai ketebalan yang cukup tebal, namun penyebarannya secara setempat - setempat. Keberadaan akuifer yang mempunyai kualitas air tanah payau sampai tawar dengan nilai tahanan jenis antara 2,810 - 39,000 Ω m, mulai kedalaman 1 - 5 m dengan jarak 12 - 36 m dari titik awal dan mulai kedalaman 5 - 30 di jarak 426 - 660 m. Sedangkan kualitas air tanah asin sampai payau dengan nilai tahanan jenis 0,780 - 2,810 Ω m, berada pada kedalaman 15-30 m di jarak 72 - 96 m, kedalaman 20 - >30 m jarak 162 - 204 m, kedalaman 12,5 - 30 m jarak 234 - 250 m, kedalaman 5 - 20 m jarak 294 - 312 m dan kedalaman 12,5 - >30 m di jarak 366 - 396 m.

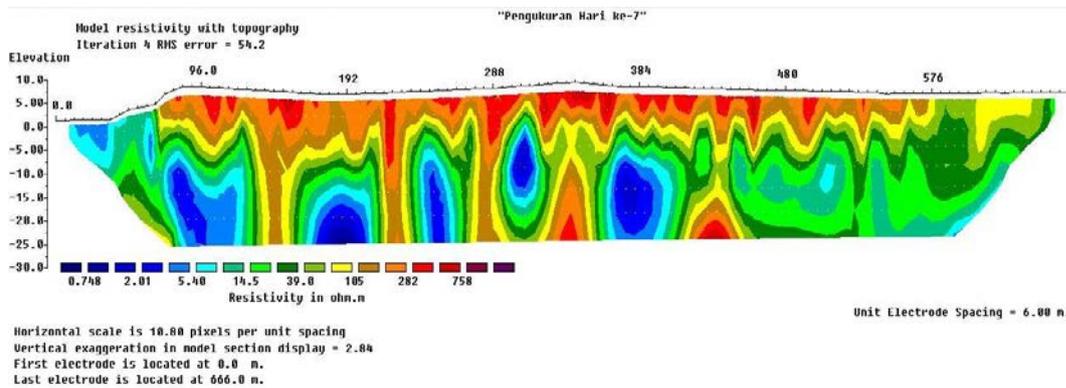
Di setiap lintasan I sampai IV dilakukan 3 (tiga) titik pendugaan geolistrik secara vertikal *sounding* (VES), lokasi titik pendugaan berada di bagian selatan, di tengah-tengah dan bagian utara lintasan yang dapat diperiksa seperti pada sketsa Gambar 9. Data hasil pengukuran pendugaan dari setiap titik di lintasan I sampai IV, dilakukan pengolahan data dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) *IP2WIN*, dan dibuat penampang geologi bawah permukaan yang berdasarkan nilai tahanan jenisnya.

Lintasan III

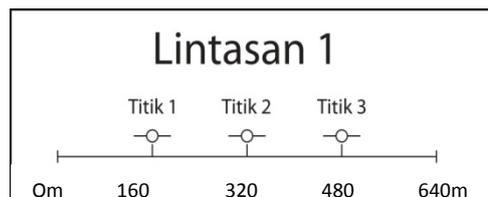


Gambar 7 Penampang Geologi Bawah Permukaan, Hasil Pengukuran *Imaging* di Lintasan III.

Lintasan IV



Gambar 8 Penampang Geologi Bawah Permukaan, Hasil Pengukuran *Imaging* di Lintasan IV.



Gambar 9 Sketsa Lokasi Titik Pengukuran *Sounding* (VES) di Setiap Lintasan

Penampang geologi permukaan lintasan I dari pengukuran 3 titik geolistrik pada gambar 10, diduga akuifernya mempunyai kualitas air tanah tawar dengan nilai tahanan jenis 5,88 - 11,90 Ωm yang mempunyai warna hitam sampai biru. Titik 1 untuk kedalaman 0 - 1 m adalah 2.424 Ωm , kedalaman 1 - 6 m adalah 8,38 Ωm diduga sebagai akuifer dan kedalaman 6 - 32 m adalah 1.701 Ωm . Titik 2 yang berada di tengah-tengah lintasan I untuk kedalaman 0 - 2,5 m nilai tahanan jenisnya 838 Ωm , kedalaman 2,5 - 11 m adalah 100 Ωm , kedalaman 11 - 16 m adalah 5,88 Ωm yang diduga

sebagai akuifer dan kedalaman 16 - 32 m adalah 1.701 Ωm . Titik 3 untuk kedalaman 0 - 7 m adalah 412 Ωm , kedalaman 7 - 9 m adalah 11,9 Ωm diduga sebagai akuifer, kedalaman antara 9 - 15 m adalah 59,7 Ωm dan paling bawah kedalaman 15 - 32 m dengan nilai tahanan jenisnya 11,9 Ωm yang diduga sebagai akuifer. Penyebaran akuifer di lintasan I dari arah kiri ke kanan atau selatan ke utara, akuifer muncul mulai kedalaman 1 - 6 m. Akuifer ke arah utara keberadaannya makin dalam antara 11 - 16 m, sedangkan pada wilayah paling utaranya

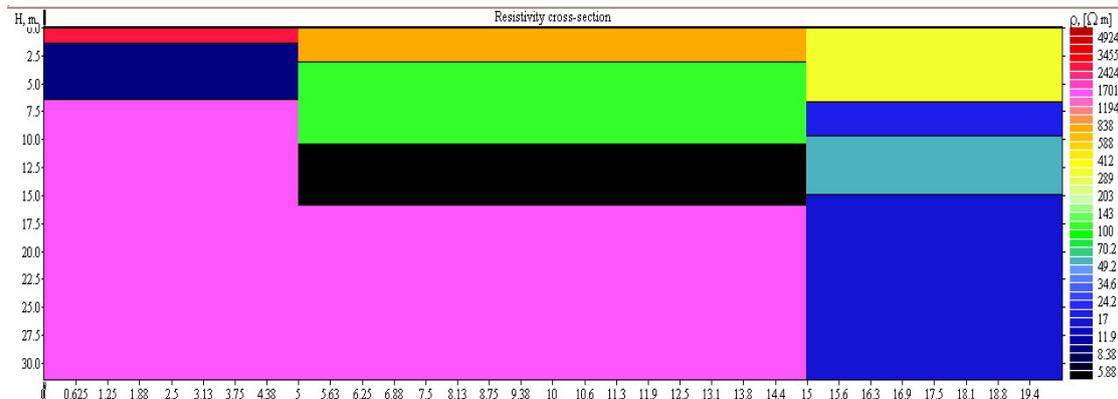
akuifer mulai berada pada kedalaman 7 – 9 m dan > 16 m.

Penampang geologi bawah permukaan lintasan II pada gambar 11 yang berdasarkan nilai tahanan jenisnya, diduga akuifer adalah 3,71 - 7,74 Ω m dengan kualitas air tanah payau sampai tawar yang mempunyai warna biru sampai biru muda. Titik 1 untuk kedalaman 0 - 4 m adalah 278 Ω m, kedalaman 4 - 5 m adalah 774 Ω m, kedalaman 5 - 16,25 m adalah 4,64 Ω m yang diduga sebagai akuifer dan kedalaman 16,25 - 32 m adalah 774 Ω m. Titik 2 yang berada di tengah-tengah lintasan II untuk kedalaman 0 - 1 m nilai tahanan jenisnya 3.594 Ω m, kedalaman 1 - 8 m adalah 619 Ω m, kedalaman 8 - 12,5 adalah 35,90 Ω m, kedalaman 12,5 - 30 m nilai tahanan jenisnya 4,64 yang diduga sebagai akuifer dan kedalaman > 30 m adalah 1.723 Ω m. Titik 3 untuk kedalaman 0 - 2 m adalah 28,7 Ω m, kedalaman 2 - 6 m adalah 59,9 Ω m, kedalaman 6 - 9 m nilai tahanan jenisnya 7,74 diduga akuifer, kedalaman 9 - 22,5 m adalah 79,95 Ω m, kedalaman 22,5 - 27 adalah 7,74 Ω m diduga akuifer dan kedalaman 27 - 32 m adalah 3,71 Ω m diduga akuifer dengan kualitas air tanah payau berada di bawah akuifer kulit air tanah tawar. Penyebaran akuifernya dari kiri ke kanan atau dari

arah selatan ke utara, akuifer mulai kedalaman 5 - 16,25 m, lalu makin ke utara keberadaannya makin dalam yaitu 12 - 30 m, sedangkan di wilayah paling utara berada di kedalaman 6 - 9 m dan 22,5 - 27 m serta paling dalam 27 - 32 m.

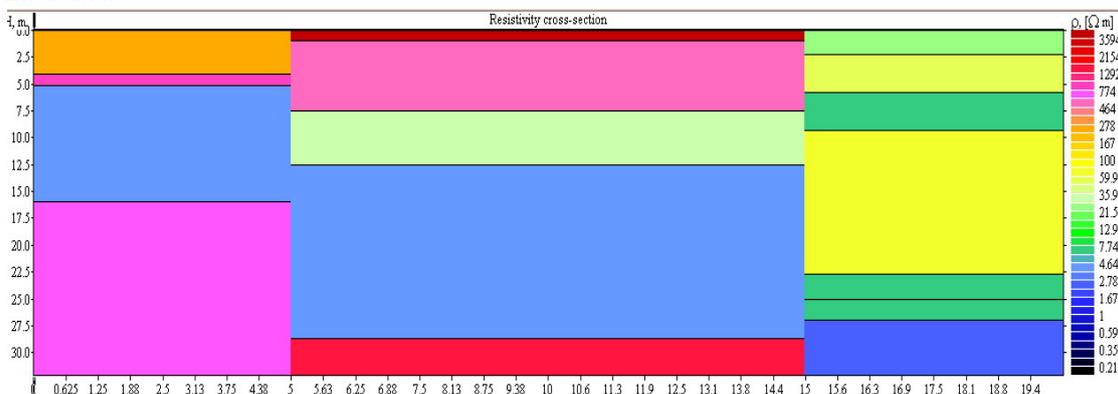
Penampang geologi bawah permukaan lintasan III pada gambar 12, diduga akuifer mempunyai nilai tahanan jenis 2,85 - 6,58 Ω m yang berwarna hitam sampai biru. Titik 1 untuk kedalaman 0 - 2 m adalah 3.511 Ω m, kedalaman 2 - 13 m adalah 81,1 Ω m, kedalaman 13 - 26 m adalah 4,64 Ω m yang diduga sebagai akuifer dan kedalaman 26 - 30 m adalah 1.520 Ω m. Titik 2 untuk kedalaman 0 - 8 m nilai tahanan jenisnya 829 Ω m, kedalaman 8 - 20 m adalah 6,58 Ω m diduga akuifer yang cukup tebal. Titik 3 untuk kedalaman 0 - 4 m adalah 1.520 Ω m, kedalaman 4 - 5 m adalah 433 Ω m, kedalaman 5 - 11 m dengan nilai tahanan jenis 2,85 Ω m yang diduga akuifer dengan kualitas air tanah payau. Paling bawah kedalaman 11 - 30 m adalah 35,1 Ω m. Di bagian selatan akuifer di kedalaman 13 - 26 m, di tengah kedalaman antara 8 - 30 m dan ke utara dangkal dengan kedalaman 5 - 12 m makin dangkal dan kualitas air tanahnya payau.

Lintasan I



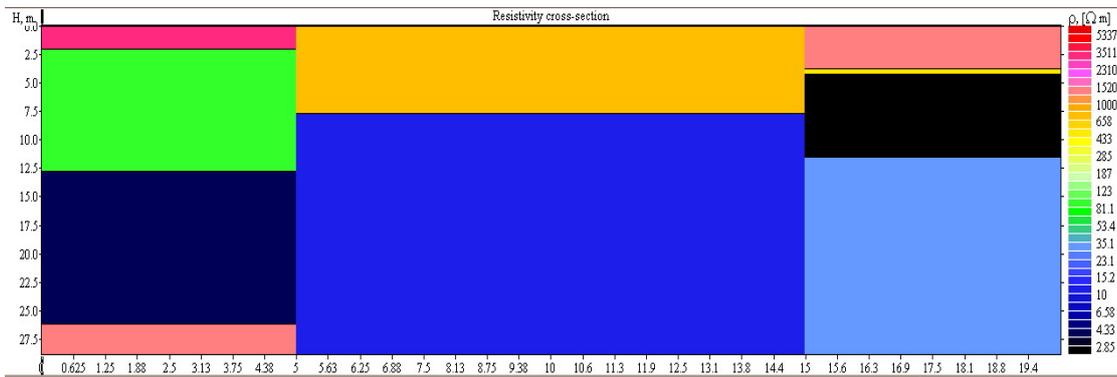
Gambar 10 Penampang Geologi Bawah Permukaan dari Pengukuran *Sounding* Ddi Lintasan I

Lintasan II



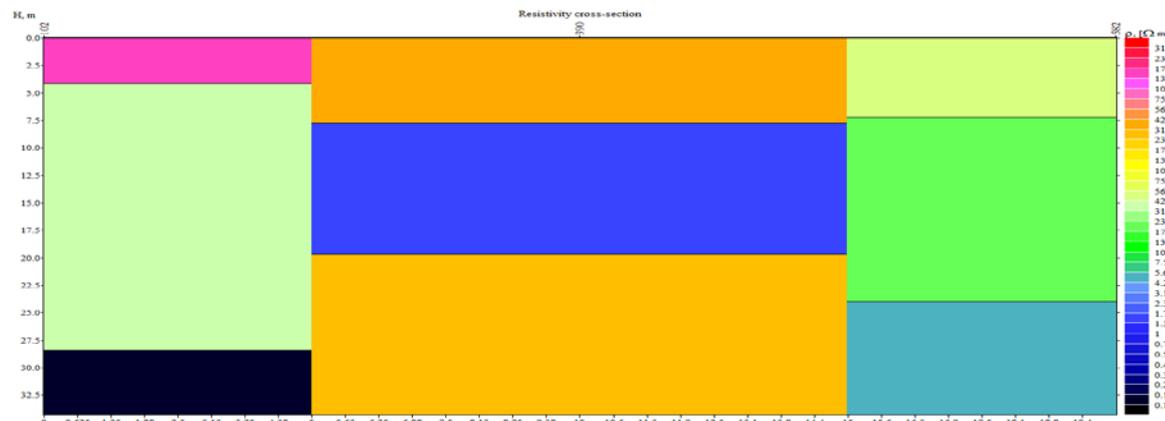
Gambar 11 Penampang Geologi Bawah Permukaan dari Pengukuran *Sounding* di Lintasan II.

Lintasan III



Gambar 12 Penampang Geologi Bawah Permukaan Dari Pengukuran *Sounding* Di Lintasan III.

Lintasan IV



Gambar 13 Penampang Geologi Bawah Permukaan Dari Pengukuran *Sounding* Di Lintasan IV.

Penampang geologi bawah permukaan lintasan IV pada gambar 13, diduga akuifer mempunyai nilai tahanan jenis antara 0,178 - 4,22 Ωm yang berwarna hitam sampai biru. Titik 1 untuk kedalaman 0 - 4 m adalah 1.000 Ωm , kedalaman 4 - 28 m adalah 42,2 Ωm , paling bawah kedalaman 28 - 35 m adalah 0,18 Ωm yang diduga sebagai akuifer dengan kualitas air tanahnya asin. Titik 2 untuk kedalaman 0 - 8 m nilai tahanan jenisnya 422 Ωm , kedalaman 8 - 20 m adalah 2,37 Ωm diduga akuifer yang cukup tebal dengan kualitas air tanahnya payau. Kedalaman 20 - 35 m adalah 316 Ωm . Titik 3 untuk kedalaman 0 - 7,5 m nilai tahanan jenisnya 42,2 Ωm , kedalaman 7,5 - 25 m adalah 23,7 Ωm dan paling bawah kedalaman 25 - 35 m dengan nilai tahanan jenis 4,22 Ωm yang diduga akuifer. Di bagian selatan akuifer di kedalaman 28 - 35 m, di tengah relatif dangkal di kedalaman antara 8-20 m dan ke utara menjadi dalam antara 25 - 35 m. Lintasan IV, diduga merupakan struktur yang berupa bukit pasir (*antiklin*) atau disebut gumuk pasir.

PEMBAHASAN

Pantai Balonrejo adalah termasuk daerah pasir pematang pantai yang terbentuk akibat angin dan gelombang laut yang berupa ombak. Sumber pasir berasal dari muara sungai yang ada di sekitarnya, proses pengendapannya masih berlangsung sampai saat ini.

Hasil pengolahan data menggunakan *software Res2Dinv*, pada umumnya setiap lintasan dapat menduga kedalaman lapisan batuan yang mengandung air atau akuifer. Kedalaman akuifer untuk setiap lintasan berbeda-beda dan secara lengkap lintasan I sampai IV untuk interpretasi kualitas air tanah serta nilai tahanan jenisnya, dapat diperiksa pada Tabel 3 sebagai berikut:

- 1) Lintasan I terletak pada Desa Patutrejo, Kecamatan Grabag, Purworejo. Umumnya air tanah di bagian atas mempunyai kualitas air tanah payau sampai tawar yang bersifat setempat-setempat, sedangkan di bawahnya dengan kualitasnya asin sampai payau dan asin. Seperti jarak dari titik 0 - 156 m antara kedalaman 1 - 18,5 m, jarak 206 - 212 m dan

240 - 672 m, sedangkan di bawahnya mulai kedalaman 20 - >30 m mempunyai kualitas air tanah asin sampai payau dan asin.

- 2) Pada lintasan II terletak pada Dusun Kragon, Desa Palihan, Kabupaten Kulon Progo. Wilayah yang dianggap aman dan mempunyai akuifer dengan kualitas tawar adalah secara setempat-setempat mulai kedalaman 2,5 - 20 m di bawah permukaan tanah, seperti di jarak antara 138 - 348 dan 420 - 732 m. Di bagian bawahnya kedalaman mulai 22,5 - >30 m mempunyai kualitas air tanah asin sampai payau, seperti di jarak antara 60 - 84 m, jarak 366 - 390 m dan jarak 546 - 586 m.
- 3) Pada lintasan III terletak pada desa Bugel, kecamatan Trisik, Kabupaten Kulonprogo. Wilayah yang dianggap aman dan mempunyai akuifer dengan kualitas payau sampai tawar adalah mulai berada pada jarak 600 m ke utara dari garis pantai atau dari titik pengukuran awal, kedalaman antara 5 - >30 m. Sedangkan sampai jarak 600 m dari garis pantai atau dari titik 0 pengukuran awal, akuifernya dengan kedalaman 5 - 30 m mempunyai kualitas asin sampai payau.
- 4) Pada lintasan IV terletak pada Desa Ngentak, Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo. Wilayah yang dianggap aman dan mempunyai akuifer dengan kualitas tawar adalah secara setempat-setempat, mulai kedalaman 5 - 30 m di jarak 426 - 660 m. Umumnya di bagian atas kualitas air tanah tawar dan di bagian bawahnya kualitas air tanah payau sampai asin, seperti di jarak 72 - 96 m, 162 - 204 m, 234 - 250 m, 294 - 312 m dan 366 - 396 m.

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software IP2WIN*, ke-4 lintasan geolistrik di wilayah penelitian umumnya mempunyai lapisan akuifer yang baik, namun karakteristik akuifernya berbeda - beda untuk masing - masing lintasan. Berikut ini adalah secara lengkap kondisi akuifer dari setiap lintasannya dan dapat diperiksa pada Tabel 4, sebagai berikut:

- 1) Pada lintasan I, gambaran akuifernya membagi dan menipis ke bagian selatan, ketebalannya ke arah utara makin tebal. Di bagian selatan akuifer ditemukan pada kedalaman antara 1 - 6 m, di bagian tengah antara 11 - 16 m dan di bagian utara antara 7 - 9 m serta mulai kedalaman lebih dari 15 m. Akuifer dengan kualitas air tanahnya adalah tawar dan mempunyai nilai tahanan jenis antara 5,88 - 11,90 Ω m.
- 2) Akuifernya di lintasan II menunjam ke bagian utara, ketebalannya hampir sama dari selatan ke utara. Akuifer di bagian selatan mempunyai kedalaman antara 5 - 16,25 m, di bagian

tengah antara 12,5 - 30 m. Di bagian utara akuifer kualitas airnya tawar mulai kedalaman 6 - 9 m dan 22,5 - 27 m, sedangkan di bagian bawahnya mulai kedalaman 27 - 32 m diduga kualitas air tanahnya payau dengan nilai tahanan jenisnya 3,71 Ω m.

- 3) Pada lintasan III, akuifernya membaji dan menipis ke arah utara. Di bagian selatan dan tengah, akuifernya diduga kualitasnya tawar mulai kedalaman antara 13 - 26 m dan kedalaman 8 - 30 m. Di bagian utara mempunyai nilai tahanan jenisnya 2,85 Ω m, menunjukkan kualitas air tanahnya payau.
- 4) Gambaran geologi bawah permukaan di lintasan IV, berdasarkan nilai tahanan jenisnya adalah sebuah bukit atau antiklin yang sering disebut gumuk pasir. Akuifer di bagian selatan mempunyai kualitas air tanah asin antara kedalaman 28 - 35 m dengan nilai tahanan jenis 0,18 Ω m, di bagian tengah antara kedalaman 8 - 20 m dengan kualitas air tanah payau. Sedangkan di bagian utara mulai kedalaman 25 - 35 m mempunyai kualitas air tanah tawar.

Interpretasi jenis batuan dan air tanah sampai kedalaman sekitar 30 m, di daerah penelitian dari pengolahan data dengan *IP2WIN* dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) satuan batuan yang dapat diperiksa pada Tabel 5.

Tabel 5 Interpretasi Jenis Batuan dan Akuifer

Lintasan	Litologi	Tahanan Jenis (Ω m)	Ketebalan (m)
I	Pasir atas	100 - 2.424	1 - 8,5
	Pasir akuifer	5,88 - 11,90	2 - 17
	Pasir bawah	1.701	16 - 26
II	Pasir atas	28,70 - 3.594	1 - 7
	Pasir akuifer	4,64 - 7,74	2 - 17
	Pasir bawah	774 - 1.723	13,5 - 17,5
III	Pasir atas	81,10 - 3.511	1 - 11
	Pasir akuifer	6 - 22	6 - 22
	Pasir bawah	35,10 - 1.520	4 - 19
IV	Pasir atas	42,20 - 1.000	4 - 24
	Pasir akuifer	0,18 - 4,22	7 - 12
	Pasir bawah	316	15

Tabel 3 Interpretasi Kualitas Air Tanah dan Nilai Tahanan Jenis dari Pengolahan *Res2Dinv*.

Lintasan	Tahanan Jenis (Ohm-m)	Kedalaman (m)	Jarak Dari Titik 0 (m)	Keterangan	
I	3,395 - 19,900	1 - 18,5	Sampai jarak 156	Kualitas air tanah payau - tawar	
		2 - 10	206 - 212		
		5 - 30	240 - 672		
	0,100 - 0,300	22,5 - > 30	Sampai jarak 156	Kualitas air tanah asin	
		20 - > 30	276 - 300		
II	4,150 - 26,600	2,5 - 20	138 - 348	Kualitas air tanah tawar	
			420 - 732		
		0,354 - 2,680	60 - 84		Kualitas air tanah asin - payau
			366 - 390		
			546 - 586		
III	3,780 - 26,600	5 - > 30	Mulai jarak 600	Kualitas air tanah payau - tawar	
		5 - 30	Sampai jarak 600		Kualitas air tanah asin - payau
IV	5,480 - 26,600	1 - 5	12 - 36	Kualitas air tanah tawar	
			426 - 660		
		0,780 - 2,810	72 - 96		Kualitas air tanah asin - payau
			162 - 204		
			234 - 250		
			294 - 312		
	12,5 - > 30	366 - 396			

Besarnya nilai tahanan jenis batuan, dipengaruhi oleh porositas, permeabilitas, salinitas, pH, temperatur dan kandungan airnya. Batuan yang mengandung air akan mempunyai nilai tahanan jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan batuan yang tidak mengandung air, dan lebih rendah lagi jika air yang dikandungnya mempunyai kadar garam yang tinggi.

Lapisan batuan yang mengandung air tanah atau akuifer mempunyai nilai tahanan jenis rendah, karena air mempunyai sifat sebagai penghantar listrik (*konduktor*). Akuifer yang mengandung kualitas air tanah asin, nilai tahanan jenisnya < 1 Ω m. Kualitas air tanahnya payau berkisar antara 1 - 4 Ω m, sedangkan untuk kualitas air tanah yang tawar antara 4 - 26,6 Ω m.

Berdasarkan nilai tahanan jenisnya yang menunjukkan air tanah tawar, di lapangan bersifat

setempat-setempat atau lokal yang tergantung jarak dari pantai, kedalamannya dan dipengaruhi oleh genesa pembentukan endapan pasir pematang pantai seperti pada Gambar 3. *software IP2WIN*

Secara umum di daerah Kabupaten Purworejo dari hasil pengolahan data dengan *software Res2Dinv*, lintasan I menunjukkan kualitas air tanahnya payau sampai tawar pada kedalaman 1 - 20 m, sedangkan kedalaman lebih dari 20 m mempunyai kualitas air tanahnya asin. Lintasan IV untuk lokasi air tanah yang tawar bersifat lokal atau setempat, berada di bagian atas pada kedalaman 1 - 15 m dengan jarak 12 - 36 m dan 426 - 660 m dari pantai. Sedangkan kedalaman lebih dari 15 m mempunyai kualitas air tanah payau sampai asin.

Tabel 4 Interpretasi Kualitas Air Tanah dan Nilai Tahanan Jenis dari Pengolahan *IP2WIN*.

Lintasan	No. Titik	Kedalaman (m)	Tahanan Jenis (Ohm-m)	Keterangan	
I	1	0 - 1	2.424		
		1 - 6	8,38	Akuifer, kualitas air tanah tawar	
		6 - 32	1.701		
	2	0 - 2,5	838		
		2,5 - 11	100		
		11 - 16	5,88	Akuifer, kualitas air tanah tawar	
	3	16 - 32	1.701		
		0 - 7	412		
		7 - 9	11,90	Akuifer, kualitas air tanah tawar	
			9 - 15	59,70	
			15 - 32	11,90	Akuifer, kualitas air tanah tawar
	II	1	0 - 4	278	
4 - 5			774		
5 - 16,25			4,64	Akuifer, kualitas air tanah tawar	
2		16,25 - 32	774		
		0 - 1	3.594		
		1 - 8	619		
3		8 - 12,5	35,90		
		12,5 - 30	4,64	Akuifer, kualitas air tanah tawar	
		30 - Ω	1.723		
			0 - 2	28,70	
			2 - 6	59,90	
			6 - 9	7,74	Akuifer, kualitas air tanah tawar
			9 - 22,5	79,95	
			22,5 - 27	7,74	Akuifer, kualitas air tanah tawar
			27 - 32	3,71	Akuifer, kualitas air tanah payau
III	1	0 - 2	3.511		
		2 - 13	81,10		
		13 - 26	4,64	Akuifer, kualitas air tanah tawar	
	2	26 - 30	1.520		
		0 - 8	829		
		8 - 30	6,58	Akuifer, kualitas air tanah tawar	
	3	0 - 4	1.520		
		4 - 5	433		
		5 - 11	2,85	Akuifer, kualitas air tanah payau	
		11 - 30	35,10		
IV	1	0 - 4	1.000		
		4 - 28	42,20		
		28 - 35	0,18	Akuifer, kualitas air tanah asin	
	2	0 - 8	422		
		8 - 20	2,37	Akuifer, kualitas air tanah payau	
		20 - 35	316		
	3	0 - 7,5	42,20		
		7,5 - 25	23,70		
		25 - 35	4,22	Akuifer, kualitas air tanah tawar	

Kabupaten Kulon Progo di lintasan II menunjukkan kualitas air tanah tawar pada kedalaman 2,5 – 20 m, jarak 138 – 348 m dan 420 – 732 m dari pantai. Sedangkan kedalaman lebih dari 20 m mempunyai kualitas air tanah payau sampai asin. Kualitas air tanah payau sampai tawar di lintasan III di kedalaman 5 – 30 m dengan jarak lebih dari 600 m dari pantai, sedangkan jarak kurang dari 600 m mempunyai kualitas air tanah payau sampai asin.

Pengolahan dengan *software IP2WIN* menunjukkan gambaran 1D di bawah titik pengukuran VES secara vertikal, perbedaan nilai tahanan jenis kurang kontras untuk interpretasi menentukan kualitas air tanah dibandingkan dengan hasil pengukuran tomografi. Kabupaten Purworejo pada lintasan IV di titik 1 VES kedalaman 28 – 35 m kualitas air tanah asin, di titik 2 VES pada kedalaman 8 – 20 m kualitas air tanahnya payau. Kabupaten Kulon Progo kualitas air tanah payau ditemukan di titik 3 VES kedalaman 27 – 32 m pada lintasan II, sedangkan lintasan III di titik 3 VES pada kedalaman 5 – 11 m di bawah permukaan tanah.

KESIMPULAN

Dari uraian hasil analisis dan pembahasan tersebut diatas, maka dapat disimpulkan:

- 1) Endapan pasir pematang pantai (*sand bar*) yang sejajar pantai atau disebut sebagai gumuk pasir, merupakan akuifer yang cukup potensial dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air penduduk dan pengembangan lahan pertanian berdasarkan kualitas air tanahnya.
- 2) Penampang geologi bawah permukaan dari hasil pengukuran geolistrik tomografi memberikan gambaran 2D penyebaran lapisan pasir secara lateral, maupun vertikal dengan lebih rinci.
- 3) Kualitas air tanah asin, payau dan tawar, bisa diduga atau diinterpretasikan dari hasil pengukuran geolistrik tahanan jenis tomografi (*imaging*) dan VES (*vertical electric sounding*).
- 4) Interpretasi berdasarkan nilai tahanan jenis yang berfungsi sebagai akuifer, berkisar antara 0,10 - 26,60 Ω m yang berupa pasir. Kualitas air tanahnya dengan nilai tahanan jenis 0,10 - 1,00 Ω m adalah asin, antara 1,00 - 4,00 Ω m adalah payau dan antara 4,00 – 26,60 Ω m adalah tawar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Tim Kegiatan Pawonsari, atas bantuannya, penyediaan data, masukan dan saran, sehingga dapat terwujudnya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Assad Fakhry A. 2004. *Field Methodes for Geologist and Hydrogeologists*, Springer – Verlag Berlin Heidelberg 2004, Printed in Germany Pp 69-72
- Amin dkk. 1999. *Peta Geologi Lembar Jawa Bagian Tengah*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Hendra Grandis DR. 2008. “*Metode Geolistrik*”, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung. Pp 1-42
- Kirsch Reinhard, 2006, *Groundwater Geophysics, A Tool For Hydrogeology*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006, Printed in Germany. Pp 85-116, 402-436.
- Kollert. 1969. *Groundwater Exploration By The Electrical Resistivity Method*, Geophysical Memorandum 3/69, Geophysics & Electronics, Atlas Copco ABEM, Sweden. Pp 1 - 9
- Missteart Bruce. 2006. *Water Wells and Boreholes*, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Souththern Gate, Chichester, West Sussex PO 19 8SQ, England. Pp 42-49.
- Reineck. H. E. 1980. *Depositional Sedimentary Environments*, With Reference to Terrigenous Clastics, Second, Revised and Updated Edition, Springer-Verlaag, Berlin Heidelberg New York. Pp 219 – 236, 347-359.