

ANALISIS POTENSI AIR TANAH BERDASARKAN PENGUKURAN GEOLISTRIK 2DDI DAERAH KAPUAS, PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

Analysis Of Groundwater Potential Based On The 2d Electrical Resistivity Measurements In Kapuas, Central Kalimantan Province

Oleh :

Heru Sri Naryanto dan Nurhidayat

PTLWB-TPSA, BPPT

Jl. MH. Thamrin 8, Jakarta 10340 ; Laboratorium Geodinamika, Kompleks Puspiptek Serpong

e-mail : naryantohs@yahoo.com ; heru.naryanto@bppt.go.id

Abstrak

Airtanah adalah air yang terbentuk secara alami dibawah permukaan, dan terkandung dalam akuifer. Airtanah merupakan sumber air yang paling banyak digunakan oleh masyarakat untuk kebutuhan air bersih. Untuk mengetahui kondisi konfigurasi akuifer, salah satu metode yang dapat digunakan adalah geolistrik 2D. Pengeboran eksplorasi merupakan salah satu cara yang efektif untuk menentukan secara langsung keberadaan airtanah, tetapi untuk menentukan lokasi pengeboran perlu dilakukan pendekatan geofisika untuk menggambarkan kondisi bawah permukaan sebelum dilakukan pengeboran. Metode geolistrik 2D adalah metode geofisika yang memanfaatkan sifat listrik dinamis dari media yang dilaluinya. Pengukuran geolistrik 2D telah dilakukan di Kapuas, Kalimantan Tengah dengan menggunakan konfigurasi Wenner, jarak antara elektroda 10 meter, kedalaman penetrasi mencapai 80 meter, dan mengukur sebanyak 21 lintasan. Zona potensi airtanah diidentifikasi memiliki rentang resistivitas 15-25 ohm.m, yang terkandung dalam lapisan batupasir, yang tertutup lapisan kedap berupa lapisan batulempung. Lokasi yang memiliki potensi tinggi airtanah untuk dilakukan pengeboran dianjurkan dilakukan pada lintasan P-07 dan P-13, dengan kedalaman diperkirakan akuifer antara 25 meter dan 30 meter. Potensi airtanah tertinggi terletak di antara data pengeboran PH-23 dan PH-24, dengan resistivitas pada lintasan tersebut mencapai 300 ohm.m.

Kata kunci : Air tanah, akuifer, batupasir, geolistrik 2D, resistivitas, Kapuas

Abstract

Groundwater is water that occurs naturally in the subsurface, and is contained in the aquifer. Groundwater is the water source of the most widely used by the public for purposes of clean water. To determine the condition of the aquifer configuration one of the methods that can be used is the 2D electrical resistivity. Exploration drilling is one effective way to determine directly the presence of groundwater, but to determine the location of the drilling necessary geophysical approach to describe subsurface conditions prior to drilling. 2D electrical resistivity method is a geophysical method that utilizes dynamic electrical properties of the media path. 2D electrical resistivity measurements have been carried out in Kapuas, Central Kalimantan using Wenner configuration, the distance between the electrodes 10 meters, penetration depth reaches 80 meters, and measuring some 21 track. Water potential zones were identified based on having resistivity range 15-25 ohm.m, contained in the sandstone layer, which is covered in a layer of impermeable mudstone layers. Location that has a high potential for groundwater recommended drilling done on the track P-07 and P-13, with an estimated depth of the aquifer between 25 meters and 30 meters. The highest groundwater potential lies between the drilling data PH-23 and PH-24, with the resistivity at that point reaches 300 ohm.m.

Keywords : Groundwater, aquifer, sandstone, 2D electrical resistivity, resistivity, Kapuas

1. PENDAHULUAN

Air tanah merupakan salah satu sumberdaya air yang sangat penting dalam mencukupi kebutuhan manusia, baik untuk kebutuhan domestik maupun industri. Jika dibandingkan dengan sumber air bersih lainnya, maka air tanah mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi karena biaya produksi yang rendah dan kualitas lebih baik. Meskipun demikian air tanah mempunyai kuantitas yang terbatas, karena tergantung pada geometri atau bentuk dan sebaran akuifernya.

Air tanah merupakan bagian air di alam yang terdapat di bawah permukaan tanah. Pembentukannya mengikuti siklus peredaran air di bumi yang disebut daur hidrologi, yakni proses alamiah yang berlangsung pada air di alam yang mengalami perpindahan tempat secara berurutan dan terus menerus. Air yang meresap ke bawah permukaan tanah terdapat dalam 2 (dua) zona yaitu:

- Zona tak jenuh : merupakan ruang antara yang sebagian terisi air dan sebagian terisi udara. Air di dalam zona tak jenuh disebut juga air gantung yang berada di dekat permukaan tanah dan diperlukan oleh akar tumbuh-tumbuhan, serta air yang tersimpan dalam zona kapiler.
- Zona jenuh : merupakan ruang antara yang seluruhnya terisi oleh air dan tidak terdapat udara. Air di dalam zona jenuh inilah yang secara teknik disebut sebagai air tanah.

Akuifer merupakan suatu formasi geologi yang jenuh air dan mempunyai kemampuan untuk menyimpan dan meloloskan air dalam jumlah yang cukup dan ekonomis. Secara hidrodinamik ada 3 (tiga) tipe akuifer yaitu : akuifer tertekan (*confined aquifer*), akuifer bebas (*unconfined aquifer*) dan akuifer setengah tertekan (*semi confined aquifer*) (Naryanto, 2000).

Eksplorasi dan eksploitasi air tanah untuk memenuhi kebutuhan domestik dan industri, perlu diketahui struktur atau geometri lapisan pembawa air (akuifer tidak tertekan/bebas atau tertekan) di bawah permukaan. Geometri akuifer ditetapkan berdasarkan analisis litologi dan struktur bawah permukaan, sehingga dapat ditentukan litologi yang berperan sebagai akuifer atau nonakuifer (akuitar, akuikud, atau akuifug). Pengukuran geolistrik 2D merupakan salah satu pekerjaan metode geolistrik yang dilakukan untuk mengetahui informasi bawah permukaan, yang antara lain bisa untuk mendeteksi kondisi geometri akuifer baik ketebalan, kedalaman dan penyebarannya. Dengan demikian batas dan arah hamparan serta kontinuitas

lapisan akuifer dapat diketahui secara vertikal dan horisontal. Dari pengukuran tersebut bisa didapatkan informasi mengenai cadangan air tanah, yang bisa menjadi acuan dalam pengelolaan air tanah (Naryanto, 2008).

Pemboran eksplorasi merupakan salah satu cara yang efektif untuk mengetahui secara langsung keberadaan air tanah, tetapi untuk menentukan lokasi pemboran sebaiknya dilakukan terlebih dahulu pendekatan geofisika untuk mengetahui gambaran umum kondisi bawah permukaan sebelum melakukan pemboran. Metode geolistrik 2D merupakan salah satu metode geofisika dinamis yang memanfaatkan sifat kelistrikan batuan. Pada metode ini diinjeksikan arus ke dalam bumi melalui elektroda besi. Besar kuat arus (I) dan beda potensial yang terjadi pada saat injeksi dicatat kemudian dihitung nilai rho (*resistivity*)nya. Mengingat bahwa nilai rho sangat dipengaruhi sifat fisis batuan di bawah permukaan bumi maka nilai rho ini dapat dipergunakan untuk melakukan interpretasi keberadaan batuan reservoir di bawah permukaan bumi, meliputi bentuk serta kedalamannya.

Maksud studi ini adalah untuk mengetahui potensi air tanah yang ada di daerah studi dengan pengukuran geolistrik 2D berdasarkan sifat kelistrikan yang dimiliki akuifernya. Tujuannya adalah : menduga ketebalan, kedalaman dan penyebaran peralasan batuan secara vertikal dan horisontal, mendapatkan informasi mengenai cadangan air tanah, menduga penyebaran lapisan batuan yang berfungsi sebagai lapisan pembawa air atau akuifer, menduga daerah yang mempunyai potensi air tanah untuk dapat dikembangkan lebih lanjut, menjadi acuan bagi pihak terkait dalam pedoman kebijakan pengelolaan air tanah berkelanjutan.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian ini adalah :

- Persiapan (koordinasi, referensi, data sekunder, persiapan peralatan lapangan).
- Pengukuran geolistrik 2D di daerah survei. Pengukuran geolistrik diawali dengan penentuan titik-titik lintasan di lapangan menggunakan alat *Global Positioning System* (GPS), berdasarkan rencana pengukuran geolistrik yang telah ditentukan, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan lintasan geolistrik dan profil menggunakan theodolite. Konfigurasi yang dipakai adalah Wenner dengan spasi antar elektroda 10 meter, dan kedalaman penetrasi mencapai 80 meter. Karena menggunakan kabel *multicore* dan elektroda sebanyak 48 batang, maka dalam satu lintasan pengukuran, panjang yang

diperoleh adalah 470 meter dengan arah lintasan barat laut - tenggara. Jumlah total pengukuran yang dilakukan adalah 21 lintasan.

- Pengolahan data geolistrik 2D untuk mendapatkan penampang vertical (*cross section*) pada masing-masing lintasan.
- Interpretasi kondisi bawah permukaan (geologi, geohidrologi, konfigurasi akuifer, persebaran, kedalaman, ketebalan, potensi air tanah).
- Pembuatan laporan.

Peralatan yang digunakan :

- *Global Positioning System* (GPS)
- Geoscanner 48 channel
- *Automatic Resistivity* (ARES) tipe G4
- Elektroda besi 48 batang
- Kable *multicore* panjang 470 meter
- Laptop
- Kompas
- *Theodolite* (T0)
- Kamera

3. DATA DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Lokasi Studi

Secara administratif daerah studi terletak di daerah Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah. Geologi daerah studi termasuk dalam geologi Lembar Buntok, yang tersusun oleh endapan sedimen dan batuan vulkanik berumur Holosen hingga Kapur Akhir. Satuan geomorfologi yang terdapat di daerah survei adalah satuan geomorfologi perbukitan yang termasuk dalam Formasi Montalat. Formasi ini berupa batupasir kuarsa putih silangsiur, sebagian gampingan, bersisipan batulanau/serpih dan batubara yang berumur Oligosen. Diendapkan di laut dangkal terbuka, dengan tebal mencapai 1.400 m. Formasi ini menjemari dengan Formasi Berai dan selaras di atas Formasi Tanjung (Soetrisno, 1994).

3.2 Pengukuran dengan Geolistrik 2D

Menurut Naryanto (2008), besaran yang diukur pada metoda geolistrik adalah potensial listrik dan kuat arus, sedangkan yang dihitung adalah tahanan jenis. Arus listrik adalah gerak muatan negatif (elektron) pada materi dalam proses mengatur diri menuju keseimbangan. Peristiwa ini terjadi bila materi mengalami gangguan karena adanya medan listrik. Bila medan listrik arahnya selalu tetap menuju ke satu arah,

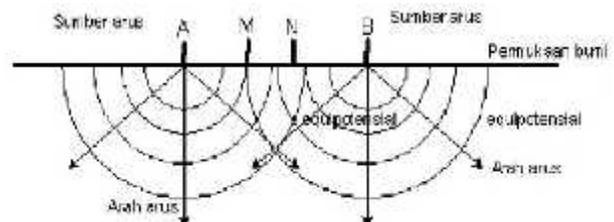
maka arus listrik yang mengalir akan tetap juga arahnya. Arus listrik yang mengalir searah disebut DC (*Direct Current*) sedangkan yang mengalir bolak-balik disebut AC (*Alternating Current*). Menurut Hukum Ohm, hubungan antara besarnya beda potensial listrik (V), kuat arus (I) dan besarnya tahanan kawat penghantar adalah : $V = R \times I$.



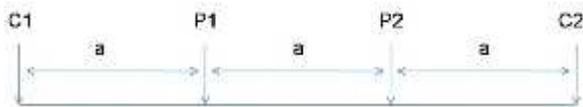
Gambar 1 : Lokasi Pengukuran Geolistrik 2D.

Apabila titik arus terletak di atas permukaan bumi, maka arah arus listrik dan garis equipotensialnya akan menjalar ke semua arah dalam tanah. Pada survei geolistrik dipakai 2 (dua) sumber arus, dengan demikian arah arus listrik dan equipotensialnya bisa dilihat pada Gambar 2. Data yang diperoleh dari pengukuran lapangan adalah data posisi setiap elektroda (x,y,z) dan data V (potensial) serta I (kuat arus). Dari data V dan I dihitung nilai resistivity (R). Alat pengukuran resistivitas adalah *Automatic Resistivity* (ARES) tipe G4 dan geoscanner 48 channel.

Konfigurasi elektroda arus dan potensial yang digunakan pada pengukuran geolistrik 2D di daerah survei adalah konfigurasi Wenner Alpha. Susunan konfigurasinya, jarak antara C1-P1, P1-P2, P2-C2 selalu sama yaitu a (Gambar 3).



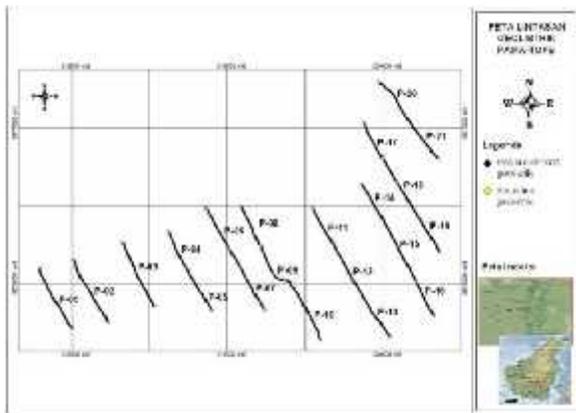
Gambar 2 : Arah Arus Listrik Dan Garis Equipotensial Untuk Dua Sumber Arus Berada Di Permukaan Bumi.



Gambar 3 : Susunan Elektroda Arus Dan Potensial Pada Geolistrik 2D Konfigurasi Wenner Alpha.

3.3 Hasil Pengukuran Geolistrik2D

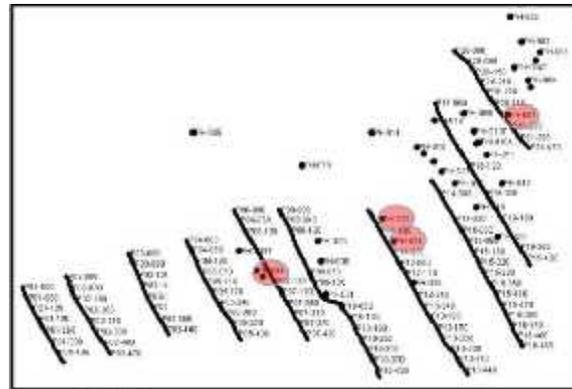
Pengukuran geolistrik dilakukan dengan jumlah total pengukuran adalah 21 lintasan. Konfigurasi yang dipakai adalah Wenner dengan spasi antar elektroda sebesar 10 meter, dengan kedalaman penetrasi mencapai 80 meter. Karena menggunakan kabel *multicore* dan elektroda sebanyak 48 batang, maka dalam satu lintasan pengukuran, panjang yang diperoleh adalah 470 meter dengan arah lintasan barat laut - tenggara (Gambar 4).



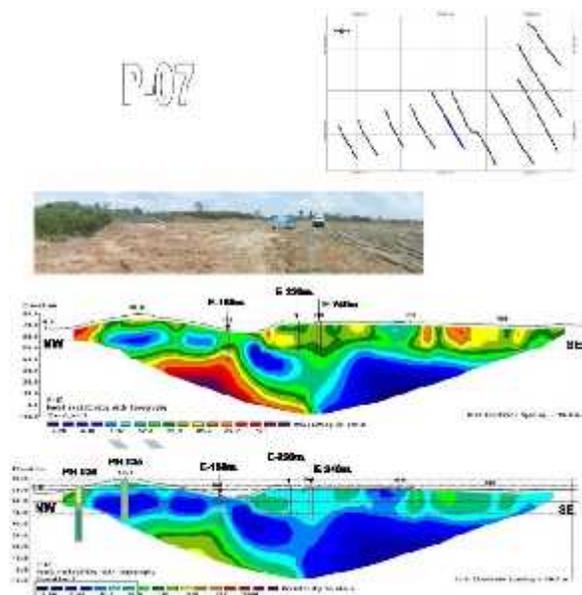
Gambar 4. Peta lintasan pengukuran geolistrik 2D di lokasi survei

Untuk keperluan interpretasi, data hasil pemodelan geolistrik2D ini perlu dikonfirmasi dengan data yang valid seperti data pemboran. Di daerah yang disurvei terdapat beberapa titik bor dengan sebaran antara data bor dengan data pengukuran geolistrik 2D dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan Gambar 5 tersebut, titik bor yang letaknya relatif dekat dengan lintasan geolistrik 2D adalah titik bor PH-34 dan PH-35 di dekat P-07 serta Ph-023 dan PH-024 di dekat P-11. Titik bor ini selanjutnya dipergunakan sebagai acuan untuk interpretasi litologi pada model *resistivity* yang telah dibuat.

Menurut Nurhidayat et al (1999), salah satu contoh hasil analisis geolistrik 2D adalah pada lintasan P-07 (Gambar 6).



Gambar 5 :Sebaran Data Bor Dan Lintasan Pengukuran Geolistrik2D.



Gambar 6 : Penampang Model *Resistivity* Pada Lintasan P-07.

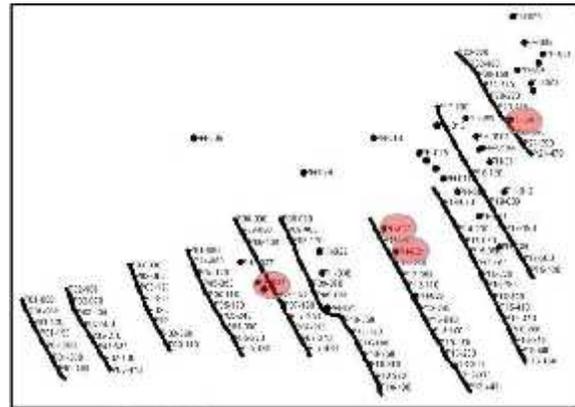
Pada Gambar 6 tersebut terdapat dua gambar penampang *resistivity*. Gambar penampang atas adalah hasil pemodelan dimana warna-warna konturnya masih belum diseragamkan. Supaya lebih mudah mencari korelasi antara nilai *resistivity* dengan litologi, maka semua penampang (21 penampang) diseragamkan kisaran *resistivity*-nya. Penampang pada Gambar 6 bawah adalah gambar penampang setelah kisaran warnanya diseragamkan dengan penampang lain.

Titik bor yang dipergunakan untuk konfirmasi model P-07 adalah titik PH-034 dan PH-035. Data bor dan posisi bor dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8. Data

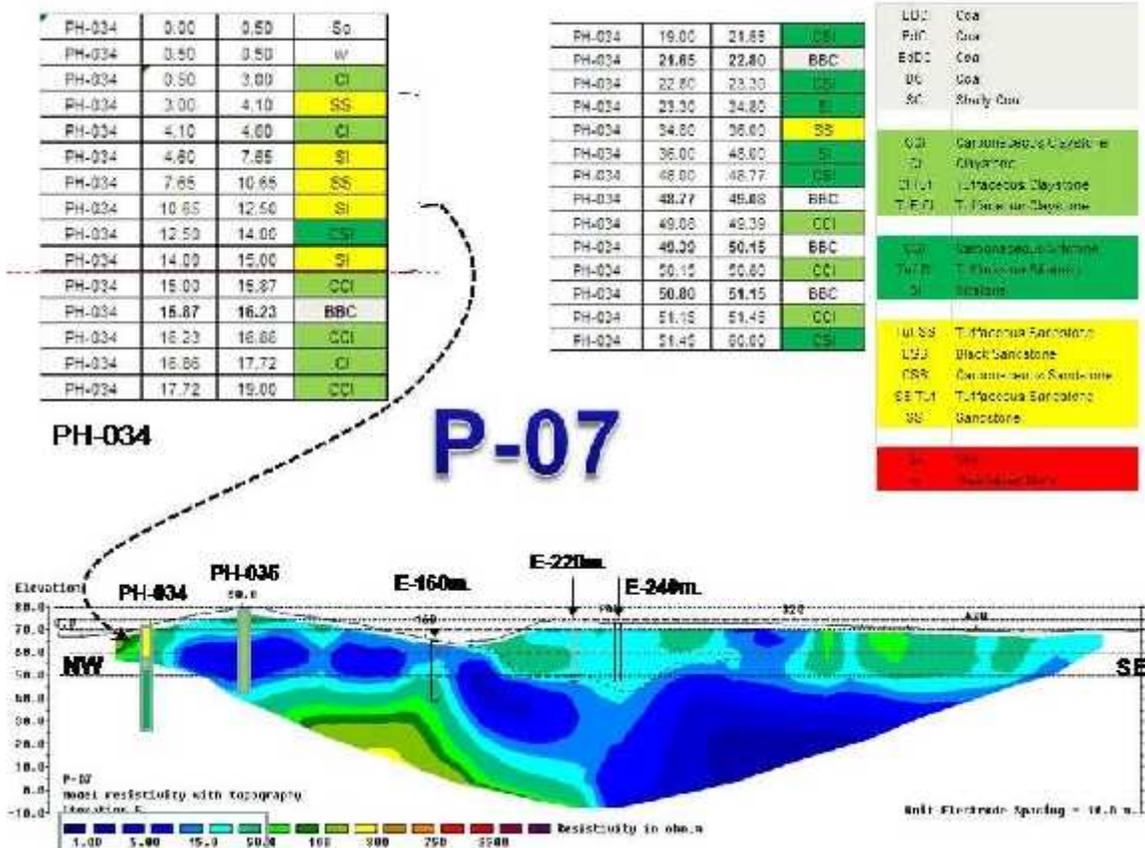
di lintasan PH-034 menunjukkan adanya 3 satuan litologi, yakni : batupasir karbonatan dan tufaan bersisipan batulempung dan batulanau dengan dominansi adalah batupasir; batulempung karbonatan dan tufaan bersisipan batubara dengan dominansi batulempung; dan batulanau karbonatan dan tufaan dengan sisipan batubara, batulempung dan batupasir. Satuan batupasir bersesuaian dengan $resistivity > 50$ ohm.m. Begitu juga dengan satuan batulanau. Sementara untuk batulempung mempunyai kisaran $resistivity < 50$ ohm.m. Pada PH-035, satuan litologi yang ada adalah batulempung dengan sisipan batubara dan batupasir. Terlihat pada Gambar 8, bahwa satuan ini berada pada kisaran $resistivity < 50$ ohm.m. Berdasarkan korelasi data pemboran dengan penampang $resistivity$ 2D, maka penampang geologi P-07 diinterpretasikan seperti halnya pada Gambar 9.

Karena batupasir mempunyai porositas yang baik, maka satuan ini dapat berfungsi sebagai akuifer. Potensi air terdapat pada satuan batupasir yang terdapat pada elektroda E-220 dan E-240. Titik bor yang posisinya relatif dekat dengan P-11 adalah titik bor PH-023 dan P-024. Hal ini dapat dilihat pada

Gambar 10. Sedangkan data litologi dan penampang P-11 dapat dilihat pada Gambar 11.



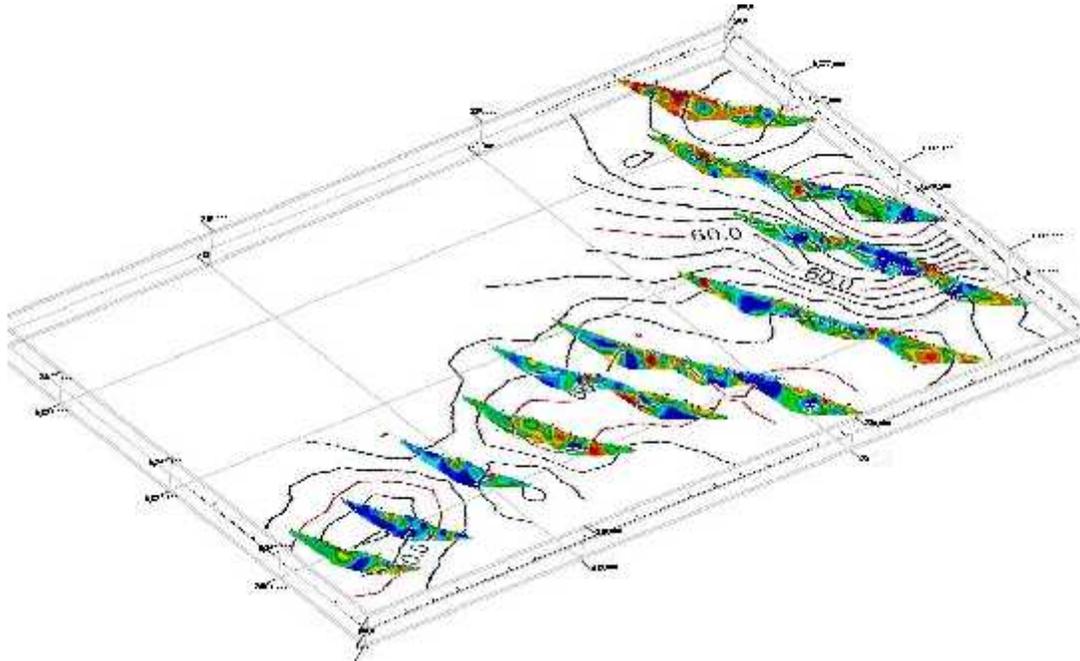
Gambar 10 : Posisi Titik Bor PH-023 dan PH-024 Di Dekat Lintasan P-11.



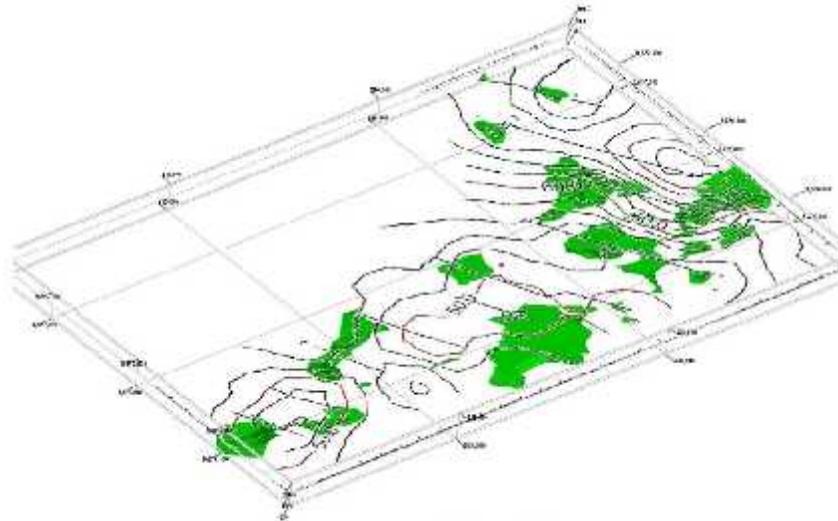
Gambar 7 : Penampang Model Resistivity Pada Lintasan P-07 Dan Data Bor.

kisaran *resistivity* antara 15-25 ohm.m. Potensi air terdapat pada satuan batupasir, sedangkan lapisan kedap airnya adalah satuan batulempung. Penyebaran daerah yang berpotensi mengandung air tanah dapat dilihat pada Gambar 14. Potensi air tanah tinggi pada daerah studi terletak secara

setempat-setempat di bagian barat (3 zona), tengah bagian selatan (1 zona besar di selatan dan 1 zona kecil di bagian utaranya), dan banyak zona pada bagian timur yang merupakan topografi lebih tinggi (Nurhidayat et al, 1999).



Gambar 13 : Diagram Fence Semua Penampang Resistivity.



Gambar 14 :Potensi AirTanah Di Daerah Survei.

Dari hasil analisis geolistrik 2D di lokasisurvei, titik-titik yang mempunyai potensi air tanah dan

direkomendasikan untuk dilakukan pemboran bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 : Titik-Titik Potensi Air Tanah Dan Direkomendasikan Untuk Dilakukan Pemboran.

No.	Kode	Lintasan	Kedalaman
1	E-220	P-07	25 M
2	E-240	P-07	25 M
3	E-240	P-13	30 M

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pembahasan di atas, bisa disimpulkan dan disarankan sebagai berikut :

1. Secara umum, di daerah studi terdapat 3 satuan litologi yakni :batupasir karbonatan dan tufaan bersisipan batulempung dan batulanau dengan dominasi adalah batupasir; batulempung karbonatan dan tufaan bersisipan batubara dengan dominasi batulempung; dan batulanau karbonatan dan tufaan dengan sisipan batubara, batulempung dan batupasir.
2. Satuan batupasirdan batulanau mempunyairesistivity> 50 ohm.m, sementara untuk batulempung mempunyai kisaran resistivity< 50 ohm.m.
3. Dari data hasil analisis pengukuran geolistrik 2D pada lintasan P-11 menunjukkan adanya potensi air tanah tinggi yang terletak diantara data pemboran PH-23 dan PH-24, data menunjukkan harga resistivity pada titik tersebut mencapai 300 ohm.m.
4. Secara umum potensi air tanah tinggi pada

daerah studi terletak secara setempat-setempat di bagian barat (3 zona), tengah bagian selatan (1 zona besar di selatan dan 1 zona kecil di bagian utaranya), dan banyak zona pada bagian timur yang merupakan topografi lebih tinggi.

5. Potensi air bawah tanah terdapat pada satuan batupasir, titik-titik yang mempunyai potensi air tanah tinggi dan direkomendasikan untuk dilakukan pemboran air tanah adalah pada lintasan P-07 dan P-13, dengan perkiraan kedalaman akuifer 25 meter dan 30 meter.

DAFTAR PUSTAKA

1. Naryanto, H.S., (2000), Potensi dan Konservasi Air tanah di Cekungan Bandung, Jurnal Alami Vol. 5, No. 1, Tahun 2000
2. Naryanto, H.S., (2008), Potensi Air tanah di Daerah Cikarang Dan Sekitarnya, Kabupaten Bekasi Berdasarkan Analisis Pengukuran Geolistrik, Jurnal Air Indonesia Vol. 4, No. 1, Tahun 2008
3. Soetrisno, (1994), Peta geologi Lembar Buntok, Kalimantan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
4. Nurhidayat, Rahdiana dan Gumgum (1999), Laporan Survey Air tanah Lokasi Muara Teweh, Kalimantan Tengah, Laporan Internal, tidak diterbitkan.