

Pendugaan Lapisan Akuifer Berdasarkan Karakteristik Kelistrikan Bumi di Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan

Sri Cahyo Wahyono

Abstrak: Telah dilakukan penelitian tentang pendugaan lapisan akuifer di Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan pada tanggal 11 Agustus 2009. Daerah Kotabaru termasuk dalam anak cekungan Asam-Asam dan anak cekungan Pasir tersusun atas batuan yang diperkirakan berumur Jura yang terdiri dari batuan ultramafik, batuan malihan, batuan bacuh dan rijang radiolarian. Nilai tahanan jenis di lokasi penyelidikan dapat dibedakan dalam beberapa kelompok yaitu tahanan jenis antara 100-500 Ωm pada bagian atas ditafsirkan sebagai tanah penutup dalam kondisi basah sampai kering, tahanan jenis $< 10 \Omega\text{m}$ ditafsirkan sebagai lapisan lempung yang bersifat kedap air, tahanan jenis 10–30 Ωm ditafsirkan sebagai lapisan lempung pasir dan tahanan jenis 30–300 Ωm sebagai lapisan pasir. Lapisan yang dapat bertindak sebagai perangkap air bawah tanah/akuifer diperkirakan lapisan yang bertahanan jenis 10-300 Ωm . Mempertimbangkan aspek kemungkinan prospek keterdapatan air tanah, maka pengukuran GL.1 Pada titik GL.1 disarankan untuk dilakukan pengeboran pada lapisan pasir pada kedalaman antara 30-90 meter untuk nilai tahanan jenis 34,68 Ωm atau kedalaman lebih dari 90 meter pada nilai tahanan jenis 70,89 Ωm . Pada titik GL.2 disarankan untuk dilakukan pengeboran pada lapisan pasir pada kedalaman antara 50-80 meter untuk nilai tahanan jenis 169,18 Ωm atau kedalaman lebih dari 80 meter pada nilai tahanan jenis 37,13 Ωm , karena lapisan tersebut diperkirakan sebagai lapisan berfungsi sebagai perangkap air.

Kata Kunci: geolistrik, Schlumberger, tahanan jenis, akuifer, Kotabaru

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan kita sehari-hari telah menjalani siklus meteorik, yaitu telah melalui proses penguapan (*precipitation*) dari laut, danau maupun sungai; lalu mengalami kondensasi di atmosfer dan kemudian menjadi hujan yang turun ke permukaan bumi. Air hujan yang turun ke permukaan bumi tersebut ada yang langsung mengalir di permukaan bumi (*run off*) dan ada yang meresap ke bawah permukaan bumi (*infiltration*). Air

yang langsung mengalir di permukaan bumi tersebut ada yang mengalir di permukaan bumi tersebut ada yang mengalir ke sungai, sebagian mengalir ke danau, dan akhirnya sampai kembali ke laut. Sementara itu, air yang meresap ke bawah permukaan bumi melalui dua terminologi, yaitu terminologi air tidak jenuh (*vadous zone*) dan terminologi air jenuh. Terminologi air jenuh adalah air bawah tanah yang terdapat pada suatu lapisan batuan dan berada

pada suatu cekungan air tanah. Terminologi ini dipengaruhi oleh kondisi geologi, hidrologi dan gaya tektonik, serta struktur bumi yang membentuk cekungan air tanah tersebut. Air ini dapat tersimpan dan mengalir pada lapisan batuan yang kita kenal dengan akuifer.

Keterbatasan air bersih dewasa ini merupakan suatu tantangan bagi manusia, kelangkaan akan air bersih disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah semakin besar penggunaan air bersih dan semakin menipisnya sumber dari air bersih tersebut. Permasalahan akan menipisnya sumber air bersih yang sebagian besar berasal dari air permukaan atau air tanah dangkal semakin serius, apalagi keadaan ini terjadi pada musim kemarau. Daerah Kotabaru Kalimantan Selatan belum mengalami fenomena kekurangan akan air bersih, karena jumlah penduduk masih relatif sedikit. Tetapi kedepannya nanti air bersih akan mulai menipis, sehingga perlu adanya eksplorasi sumber air tanah baru.

Menipisnya sumber air bersih dari air tanah dangkal perlu dilakukan eksplorasi terhadap air tanah dalam. Eksplorasi air tanah

dalam dapat dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya metode geofisika. Penggunaan metode geofisika untuk penelitian air tanah sebagai alternatif untuk mendapatkan data bawah permukaan yang akurat, yaitu mengetahui zona akumulasi air tanah. Keberadaan air tanah diindikasikan dengan lapisan geometri lapisan pembawa air yang berbeda dengan keadaan batuan disekitarnya, keberadaan air tanah yang berbeda dengan batuan sekitarnya dapat digunakan sebagai penentu metode yang sensitif letak dari air tanah.

Pendugaan keadaan bawah permukaan bumi dengan menggunakan metode resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang sering diterapkan. Metode ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk penelitian lingkungan karena sifatnya yang tidak merusak medium.

Penerapan metode geofisika berdasarkan karakteristik kelistrikan bumi adalah teknik aplikasi yang banyak dipakai untuk memperoleh gambaran karakteristik fisis tanah/batuan pada permukaan dan bawah permukaan suatu daerah (Hendrajaya dkk, 1990). Distribusi

tersebut dapat diasosiasikan dengan kondisi geologi lokal daerah tersebut (Fetter, 1994). Penerapan metode geolistrik tahanan jenis pada studi air tanah di kawasan wisata Tanjung Bunga (Anwar, 2002), penerapan teknik geolistrik dalam pemetaan intrusi air laut pada bawah permukaan (Hamzah dkk, 2002 dan Khalil, 2006), investigasi kondisi air tanah dengan metode geolistrik resistivas di Korin Iran (Lashkaripour, 2007), studi proteksi lapisan akuifer menggunakan metode resistivitas DC (Braga et al, 2006 dan Mohammed et al, 2007), penentuan karakteristik dan komponen dari lapisan akuifer menggunakan studi geofisika teknik *Vertical Electrical Soundings* (VES) di bagian baratdaya Nigeria (Bello et al, 2007), penentuan akibat saturasi air pada lapisan akuifer *unconfined fluvial* dengan survei resistivitas (Koster et al, 2005), penentuan lapisan akuifer berdasarkan karakteristik kelistrikan bumi di Banjarbaru Kalimantan Selatan (Wahyono dkk, 2008) dan penentuan lapisan air tanah dengan metode geolistrik di Balangan Kalimantan Selatan (Wahyono dan Wianto, 2008).

Struktur lapisan bawah permukaan ini dapat memberikan gambaran kondisi hidrogeologis dan jenis tanah/batuan berdasarkan nilai resistivitas yang terukur (Telford et al, 1998 dan Reynold, 1997).

Energi potensial suatu benda adalah kemampuan benda tersebut melakukan kerja. Apabila terdapat suatu muatan q yang berada dalam medan listrik E yang berasal dari muatan listrik Q , maka besarnya usaha yang dilakukan untuk memindahkan muatan q dari titik A ke titik B melewati lintasan I adalah sama dengan jumlah usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan q dari titik A ke titik B melewati lintasan II. Batuan merupakan suatu materi yang mempunyai sifat-sifat kelistrikan. Mineral-mineral yang dikandung batuan dan struktur pembentuknya mengakibatkan batuan bersifat konduktif terhadap arus listrik. Sifat ini merupakan karakteristik dari batuan tersebut apabila dialirkan arus listrik ke dalamnya. Sifat listrik ini dapat berasal dari alam dan yang berasal dengan menginjeksikan arus listrik ke dalamnya sehingga terjadi ketidakseimbangan muatan di dalamnya (Hendrajaya dan Arif, 1990).

Potensial alam merupakan proses elektrokimia maupun proses mekanik. Proses ini terjadi karena adanya air tanah yang berfungsi sebagai faktor penyeimbang dari semua peristiwa tersebut di dalam tanah. Berasosiasi sebagai pelapukan mineral pada kandungan sulfida, perbedaan sifat dasar batuan dengan kandungan mineralnya yang akan saling kontak pada kegiatan bioelektrik, gradien termal dan tekanan. Potensial diri antara lain potensial elektrokinetik, potensi-al difusi, potensial nemst dan potensial mineralisasi (Telford et al, 1998).

Jadi potensial listrik dapat ditimbulkan karena adanya suatu larutan yang mengalir melalui medium berpori dengan sifat kapilernya, pada daerah yang banyak mengandung sulfida, grafit dan magnetik, dan apabila elektroda dimasukkan ke dalam larutan homogen sehingga terjadi ketidakseimbangan serta terjadi karena adanya dua larutan yang berbeda konsentrasinya sehingga ion-ion yang ada didalamnya bergerak untuk mencapai keseimbangan.

Batuan yang mempunyai sifat konduktor ini disebabkan karena adanya ikatan kovalen antar ion pada batuan tersebut. Sifat konduktif

pada batuan mineral ini dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu konduksi elektronik, konduksi elektrolitik dan konduksi dielektrik (Telford et al, 1998). Jadi sifat konduktif batuan mineral dapat banyak-sedikitnya elektron bebas, tingkat porositas dan adanya pengaruh medan listrik dari luar.

Pada praktiknya arus listrik diinjeksikan melalui elektroda C₁ dan C₂. Sedangkan beda potensial diukur pada elektroda potensial P₁ dan P₂ yang terletak diantara C₁ dan C₂. Sehingga beda potensial adalah:

$$\Delta V = V_{P1} - V_{P2}$$

$$= \frac{l\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right) \quad (1)$$

atau dapat ditulis menjadi:

$$\rho = K \frac{\Delta V}{l} \dots\dots\dots (2)$$

sementara itu harga K ditunjukkan dalam persamaan sebagai berikut:

$$K = 2\pi \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)^{-1} \dots (3)$$

Secara fisiografis daerah Kabupaten Kotabaru termasuk dalam anak cekungan Asam-Asam dan anak cekungan Pasir. Keduanya merupakan anak cekungan Barito dan Kutai. Batuan tertua yang terdapat di Kabupaten Kotabaru adalah kelompok batuan yang

diperkirakan berumur Jura yang terdiri dari batuan ultramafik, batuan malihan, batuan bacuh dan rijang radiolarian. Secara tidak selaras di atas kelompok batuan berumur Jura tersebut diendapkan Formasi Pitap dan Manunggal. Formasi Pitap berhubungan menjemari dengan Formasi Haruyan (Rustandi dkk, 1995).

Struktur yang terdapat di wilayah Kabupaten Kotabaru terdiri dari sesar naik, sesar geser, sesar normal dan lipatan. Sesar naik umumnya mempunyai arah hamper Utara-selatan hingga Barat Daya – Timur Laut. Arah sesar bervariasi dari Timur Laut – Barat Daya hingga Barat Laut – Tenggara (Rustandi dkk, 1995).

Pada daerah pengukuran termasuk dalam Formasi Tanjung yang merupakan perselingan konglomerat, batupasir dan batulempung dengan sisipan serpih, batubara dan batugamping. Bagian bawah terdiri dari konglomerat dan batupasir dengan sisipan batulempung, serpih dan batubara, sedangkan bagian atas terdiri dari batupasir dan batulempung dengan sisipan batugamping. Batugamping mengandung fosil *Discocyclus* sp, *Nummulites* sp dan *Lepidocyclus*

sp yang berumur Eosen diendapkan dilingkungan fluviatil di bagian bawah dan beralih ke delta di bagian atas. Tebal batuan diperkirakan 1500 meter. Formasi Tanjung menindih takselaras Formasi Pitap dan Formasi Haruyan. Lokasi tipenya di daerah Tanjung Kalimantan Selatan (Rustandi dkk, 1995).

Secara teoritis setiap batuan memiliki daya hantar listrik dan nilai tahanan jenis yang bersifat spesifik, sesuai dengan kondisi yang mempengaruhinya. Batuan yang sama belum dipastikan mempunyai harga tahanan jenis sama, dan demikian pula sebaliknya. Faktor yang berpengaruh bisa berupa antara lain: komposisi litologi dan kondisi batuan, komposisi mineral yang dikandung, kandungan benda cair dan faktor eksternal lainnya.

METODOLOGI PENELITIAN

Pengukuran tahanan jenis dilakukan di tempat/daerah yang sangat memerlukan air bersih, yaitu dimana daerah tersebut apabila musim penghujan kondisi air tanah menjadi keruh, pada musim kemarau mengalami kekeringan dan adanya lapisan batuan dasar yang keras. Persiapan peralatan yang diperlukan untuk akuisisi data

lapangan dan melaksanakan akusisi data lapangan. Hasil akusisi data lapangan yang didapatkan kemudian diolah dengan *software* PROGRESS untuk mendapatkan citra warna yang merupakan gambaran distribusi harga resistivitas pada bawah permukaan. Tahap terakhir yang dilakukan dalam penelitian ini adalah tahap interpretasi data dari hasil yang didapatkan di lapangan. Survei merupakan langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini. Hal-hal yang perlu diperhatikan dan dipersiapkan saat survei adalah:

a. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini pengukuran lapangan dilakukan di daerah pemukiman perkotaan dekat GOR Kotabaru.

b. Letak Geografis

Letak geografis pada titik pengukuran adalah terletak pada: titik duga GL.1 dengan koordinat $03^{\circ} 15,339'$ LS dan $116^{\circ} 12,954'$ BT; dan titik duga GL.2 koordinat $03^{\circ} 15,297'$ LS dan $11^{\circ} 13,017'$ BT.

Tahap survei ini sangat penting karena akan menentukan beberapa hal pada saat tahap akusisi data, yaitu:

1. Perancangan panjang lintasan 400 dan 500 meter dengan

penetrasi kedalaman sekitar 100–140 meter,

2. Penentuan titik awal dan akhir,
3. Target kedalaman yang akan diukur dan waktu penelitian.

Lapisan tanah/batuan yang mengandung air tanah di daerah Banjarbaru, lewat bawah permukaan tanah melalui sistem akuifer, akan dapat dipahami jika kondisi geologi dan geohidrologi telah diketahui dengan baik. Dalam penelitian ini, beberapa metode geofisika diterapkan secara terpadu untuk memperoleh gambaran karakteristik fisis tanah dan batuan di bawah permukaan pada daerah tersebut. Karakteristik fisis tersebut dapat diasosiasikan dengan kondisi geologi dan geohidrologi daerah tersebut. Penelitian terpadu geofisika ini diharapkan dapat mendelineasi dan memetakan secara lebih rinci struktur lapisan bawah permukaan tanah dan kondisi hidrogeologi daerah Kotabaru.

Pengukuran parameter geofisika akan dilakukan pada satu lintasan yang membentang sejauh 200-250 meter ke kanan dan kiri. Pada daerah survei untuk memperoleh gambaran distribusi karakteristik fisika formasi bawah permukaan, baik dalam bentuk profil

satu dimensi. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan teknik survei yang telah dikembangkan selama ini. Karakteristik dan aplikasi dari masing-masing metode tersebut adalah metode geolistrik (georesistivitas), berbasis data pengukuran hambatan listrik di permukaan, diterapkan untuk memetakan distribusi nilai resistivitas (atau konduktivitas) di bawah permukaan daerah survei. Distribusi ini berkorelasi dengan sistem lapisan tanah di bawah permukaan, sebagai gambaran kondisi geologi lokal. Pada penerapannya, akan dilakukan *sounding 1-D* dengan konfigurasi Schlumberger.

Setelah dilakukan akuisisi data di lapangan dengan mendapatkan nilai hasil data tentang resistivitas lapangan dari tiap-tiap titik, kemudian data dari lapangan dikalikan dengan faktor geometri untuk konfigurasi Schlumberger sebesar $\frac{\pi(L^2 - l^2)}{2l}$ (Waluyo, 2001), untuk mendapatkan harga resistivitas semu dengan menggunakan persamaan konfigurasi, kemudian diolah dengan *software* PROGRESS. Interpretasi data ini merupakan tahap yang terakhir dari metodologi penelitian ini. Dari

pengolahan data akan dihasilkan nilai tahanan jenis pada tiap titik di kedalaman tertentu. Adapun interpretasi adanya keberadaan air tanah berada pada lapisan pasir, karena lapisan pasir merupakan lapisan yang berpori. Pada lapisan berpori tersebut penyusunnya selain butiran pasir itu sendiri terdapat fluida yang terperangkap. Sehingga nilai tahanan jenis/resistivitas pada lapisan pasir tersebut lumayan rendah sekitar 100–600 Ωm . Adapun lapisan yang mengandung air tanah sekitar 30–300 Ωm . Berdasarkan hasil pengolahan data dapat digambarkan pula jumlah lapisan dominan pada daerah tersebut serta dapat diketahui jenis lapisan batuan/tanah pada kedalaman tertentu dan ketebalan yang dapat terukur. tersebut ada yang langsung mengalir di permukaan bumi (*run off*) dan ada yang meresap ke bawah permukaan bumi (*infiltration*). Air yang langsung mengalir di permukaan bumi tersebut ada yang mengalir di permukaan bumi tersebut ada yang mengalir ke sungai, sebagian mengalir ke danau, dan akhirnya sampai kembali ke laut. Sementara itu, air yang meresap ke bawah permukaan bumi melalui dua terminologi, yaitu

terminologi air tidak jenuh (*vadous zone*) dan terminologi air jenuh. Terminologi air jenuh adalah air bawah tanah yang terdapat pada suatu lapisan batuan dan berada pada suatu cekungan air tanah

HASIL DAN PEMBAHASAN

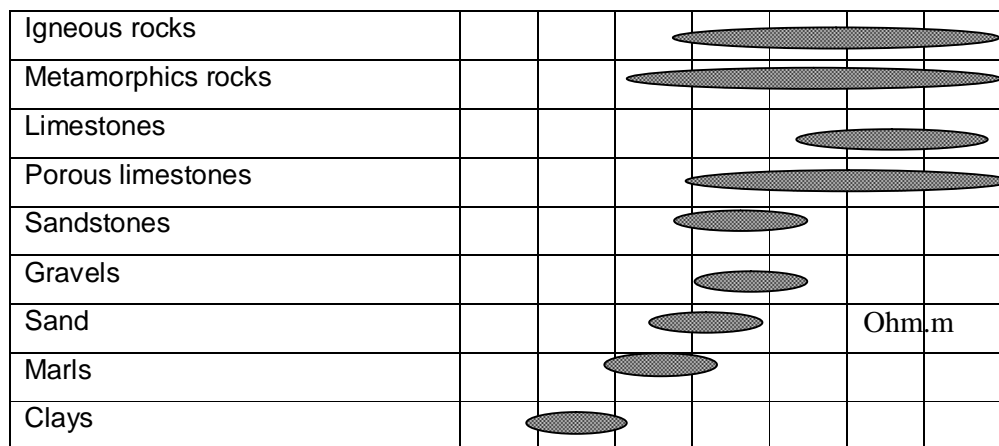
Penelitian ini dimaksudkan menentukan sebaran dan susunan litologi bawah permukaan tanah berdasarkan sifat tahanan jenis batuanya. Kemungkinan adanya lapisan batuan yang bertindak sebagai perangkap air (akuifer) yang selanjutnya dapat dipergunakan sebagai dasar dalam perencanaan pengembangan air bawah tanah dengan cara pengeboran.

Hasil dari penelitian tentang interpretasi bawah permukaan yang

berdasarkan karakteristik kelistrikan bumi di daerah pemukiman perkotaan Kotabaru adalah berupa grafik nilai tahanan jenis suatu materi dengan kedalaman. Hasil tersebut didapatkan dari pengukuran lapangan pada tanggal 11 Agustus 2009 dan posisi azimuth pada titik duga GL1 dengan koordinat 03° 15,339' LS dan 116° 12,954' BT; dan titik duga GL.2 koordinat 03° 15,297' LS dan 11° 13,017' BT.

Data yang diukur di lapangan adalah nilai arus yang diinjeksikan dan tegangan yang terukur, sehingga didapatkan nilai tahanan jenis tiap titik pengukuran dengan mengalikan faktor geometrinya. Nilai tahanan jenis kemudian diolah dengan *software* PROGRESS. Hasil pengolahan data terlampir.

10E-1 10E0 10E1 10E2 10E3 10E4 10E5 10E6



Gambar 1. Hubungan nilai antara tahanan jenis batuan

Berdasarkan hasil interpretasi pendugaan geolistrik yang dikorelasikan dengan data geologi dan hidrogeologi setempat diperoleh resistivitas log pada masing-masing titik duga seperti terlihat pada

Gambar 1. Adapun jumlah lapisan, kedalaman, ketebalan berdasarkan nilai tahanan jenis, perkiraan lithologi dan sikap batuan terhadap air bawah tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel hubungan jumlah lapisan, kedalaman, ketebalan nilai tahanan jenis, perkiraan lithologi dan sikap batuan terhadap air bawah tanah

Titik duga	Lapisan	Hasil penafsiran			Perkiraan litologi	Kondisi batuan
		Kedalaman (m)	Tebal (m)	Tahanan Jenis (Ω m)		
GL1	1	0,0 – 1,62	1,62	549,53	Tanah penutup	Kering
	2	1,62 – 6,55	1,93	27,21	Lempung Pasiran	Akuifer
	3	6,55 – 22,61	6,06	15,18	Lempung Pasiran	Akuifer
	4	22,61 – 94,11	1,50	34,68	Pasir	Akuifer
	5	94,11 - ∞	∞	70,89	Pasir	Akuifer
GL2	1	0,00 – 1,69	1,69	106,49	Tanah penutup	Kering
	2	1,69 – 10,69	9,00	30,02	Pasir	Akuifer
	3	10,69 – 47,43	36,74	17,76	Lempung pasiran	Akuifer
	4	47,43 – 78,10	30,67	169,18	Batuan dasar	Kering
	5	78,10 – ∞	∞	37,13	Pasir	Akuifer

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian tentang penentuan lapisan air tanah menggunakan metode geolistrik dengan konfigurasi Schlumberger di Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai tahanan jenis di lokasi penyelidikan dapat dibedakan dalam beberapa kelompok yaitu:

- tahanan jenis antara 100–500 Ω m pada bagian atas ditafsirkan sebagai tanah penutup dalam kondisi basah sampai kering,

- Tahanan jenis <10 Ω m, ditafsirkan sebagai lempung yang bersifat kedap air,

- Tahanan jenis 10–30 Ω m, ditafsirkan sebagai lempung pasiran

- Tahanan jenis 30–300 Ω m, ditafsirkan sebagai lapisan pasir

2. Lapisan yang dapat bertindak sebagai perangkap air bawah tanah diperkirakan lapisan yang bertahanan jenis 10-300 Ω m.

3. Pada titik GL1 disarankan untuk dilakukan pengeboran pada

lapisan pasir pada kedalaman antara 30-90 meter untuk nilai tahanan jenis 34,68 Ω m atau kedalaman lebih dari 90 meter pada nilai tahanan jenis 70,89 Ω m, karena lapisan tersebut diperkirakan sebagai lapisan berfungsi sebagai perangkap air,

4. Pada titik GL2 disarankan untuk dilakukan pengeboran pada lapisan pasir pada kedalaman antara 50-80 meter untuk nilai tahanan jenis 169,18 Ω m atau kedalaman lebih dari 80 meter pada nilai tahanan jenis 37,13 Ω m, karena lapisan tersebut diperkirakan sebagai lapisan berfungsi sebagai perangkap air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya penelitian ini kami ucapkan terima kasih kepada Dinas Tata Kota Kabupaten Kotabaru dan teman-teman dalam akusisi data lapangan antara lain Ori Minarto, Rio Minarto, Anton Kuswoyo, dan Totok Wianto.

DAFTAR PUSTAKA

Anwar, (2002), Studi Air Tanah di Kawasan Wisata Tanjung Bunga dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis, Universitas Hasanuddin, Makasar.

Bello, Abdulmajeed, A., Makinde and Victor, (2007), Delineation of the Aquifer in the South-Western Part of the Nupe Basin, Kwara State Nigeria, *Journal of American Science*, 3(2): 36-44.

Braga, A. C. O., Filho, W. M. and Dourado, J. C., (2006), Resistivity (DC) Method Applied to Aquifer Protection Studies, *RBGf Brazilian Journal of Geophysics*, 24(4): 573-581.

Fetter, C. W., (1994), *Applied Hydrogeology*, Macmillan Pub. Co.

Hamzah, U., Samsudin, A. R. dan Malim, E. P., (2002), Pemetaan Kemasinan Air Bawah Tanah di Kuala Selangor dengan Teknik Geoelektrik, *Prosiding Seminar IRPA RMK-7, Pusat Pengurusan Penyelidikan, UKM*, 2: 52-59.

Hendrajaya, L. dan Arif, I., (1990), *Geolistrik Tahanan Jenis, Monografi: Metoda Eksplorasi, Laboratorium Fisika Bumi, ITB, Bandung*

Khalil, M. H., (2006), *Geoelectric Resistivity Sounding for Delineating Salt Water Intrusion in the Abu Zenima area, West Sinai, Egypt, Journal Geophysics and Engineering*, 3: 243-251.

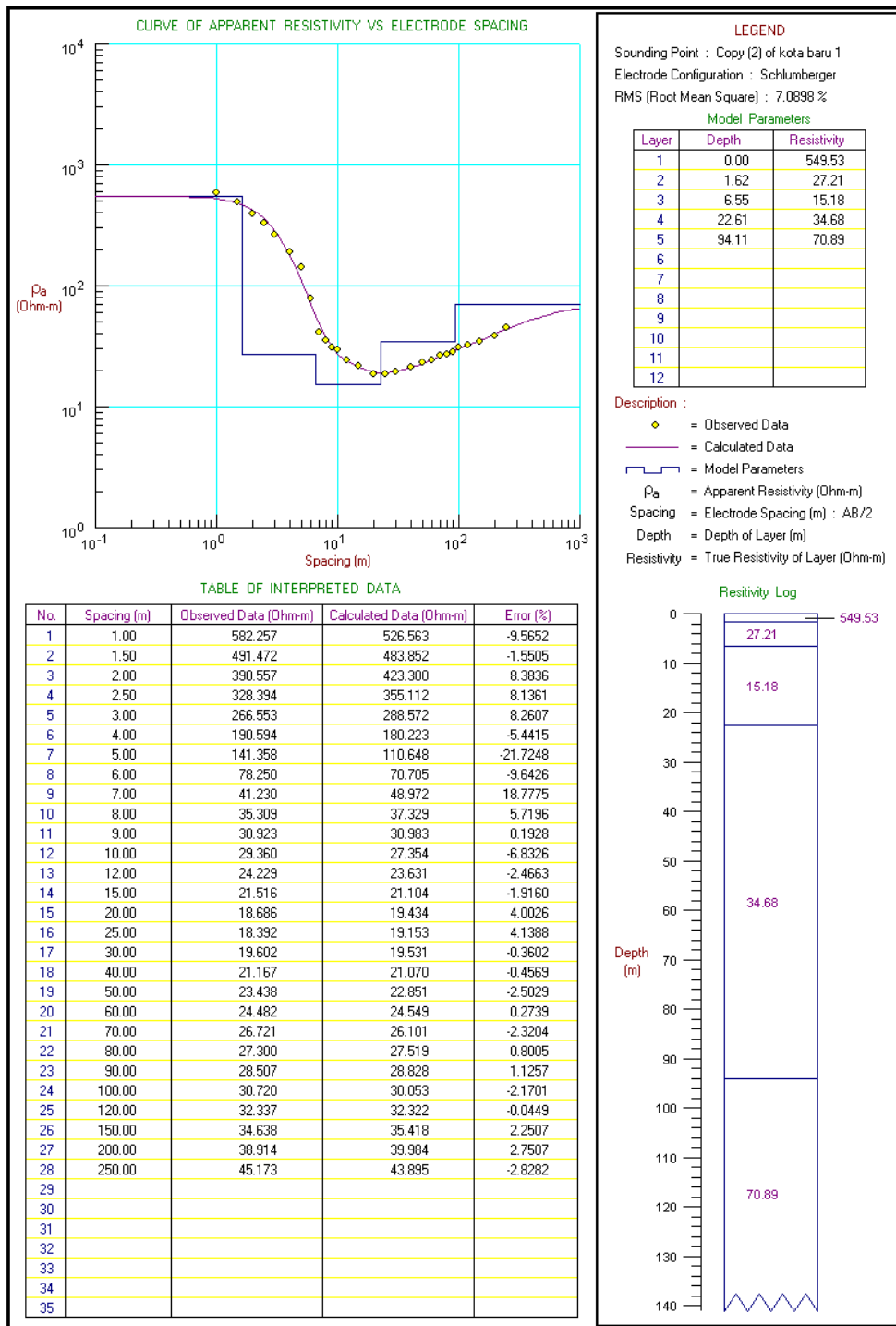
Koster, J. W. and Harry, D. L., (2005), *Effect of Water Saturation on a Resistivity Survey of an Unconfined Fluvial Aquifer in Columbus, MS, Hydrology Day*, 111-120.

Lashkaripour, G. R., (2007), *An Investivigation of Groundwater Condition by Geoelectrical Resistivity Method: A Case Study in Korin Aquifer*,

- Southeast Iran, *Journal of Spatial Hydrology*, 7(2).
- Mohammed, L. N., Aboh, H. O. and Emenike, E. A., (2007), A Regional Geoelectric Investigation for Groundwater Exploration in Minna Area, North West Nigeria, *Science World Journal*, 2(4): 15-19.
- Ruswandi, E., Nila, E. S., Sunyoto, P. dan Margono, U., (1995), Peta Geologi Lembar Kotabaru, Kalimantan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (PPPG), Bandung
- Roynold J. M, (1997), *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*, John Wiley and Sons Ltd., New York.
- Telford, W. M., Geldart, L. P. and Sheriff, R. E., (1998), *Applied Geophysics 2nd Ed.*, Cambridge University Press, USA.
- Wahyono, S. C, Siregar, S. S. dan Wianto, T., (2008) Penentuan Lapisan Akuifer Berdasarkan Sifat Karakteristik Kelistrikan Bumi, *Jurnal Fisika FLUX*, Vol. 5, No. 1, hal. 23-37.
- Wahyono, S. C. dan Wianto, T., (2008) Penentuan Lapisan Air Tanah dengan Metode Geolistrik Schlumberger di Kabupaten Balangan Kalimantan Selatan, *Jurnal Fisika FLUX*, Vol. 5, No. 2, hal. 148-164.
- Waluyo, (2001), *Panduan Workshop Eksplorasi Geofisika (Teori dan Aplikasi)*, Laboratorium Geofisika, FMIPA, UGM, Yogyakarta.

LAMPIRAN

Pengukuran GL1 pada koordinat 03° 15,339' LS dan 116° 12,954' BT.



Pengukuran GL2 pada koordinat 03° 15,297' LS dan 11° 13,017' BT.

