

PEMETAAN POTENSI AIR TANAH DALAM MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK DI KABUPATEN PONOROGO SEBAGAI ANTISPASI BENCANA KEKERINGAN

Sorja Koesuma, Sulastoro, Sarjoko Lelono, dan
Agus Prijadi Saido
Pusat Studi Bencana, LPPM UNS
E-mail: sorja@uns.ac.id

ABSTRAK - Kabupaten Ponorogo merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang sering mengalami kekeringan setiap tahun. Setidaknya terdapat 15 kecamatan dari 20 kecamatan yang setiap tahun mengalami kekeringan, baik kekurangan air untuk konsumsi maupun untuk pertanian. Penelitian ini dilaksanakan di 20 lokasi yang tersebar di Kabupaten Ponorogo dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger. Bentang elektroda maksimum pada konfigurasi Schlumberger adalah 700 meter yang dapat mencakup kedalaman hingga 100 meter – 200 meter. Pengolahan data geolistrik menggunakan prinsip pencocokan kurva (*curve-matching*) yaitu meminimalisir kesalahan antara data pengukuran dan data model sehingga diperoleh profil kedalaman secara vertikal dibawah lokasi survei. Berdasarkan hasil interpretasi diperoleh bahwa potensi akuifer dalam terletak bervariasi pada kedalaman 40 meter – 160 meter (17 lokasi), akuifer dangkal 15 meter – 35 meter (1 lokasi) dan tidak ditemukan potensi akuifer dalam maupun dangkal (2 lokasi).

Kata kunci: Ponorogo, kekeringan, geolistrik, air tanah dalam

PENDAHULUAN

Latar Belakang

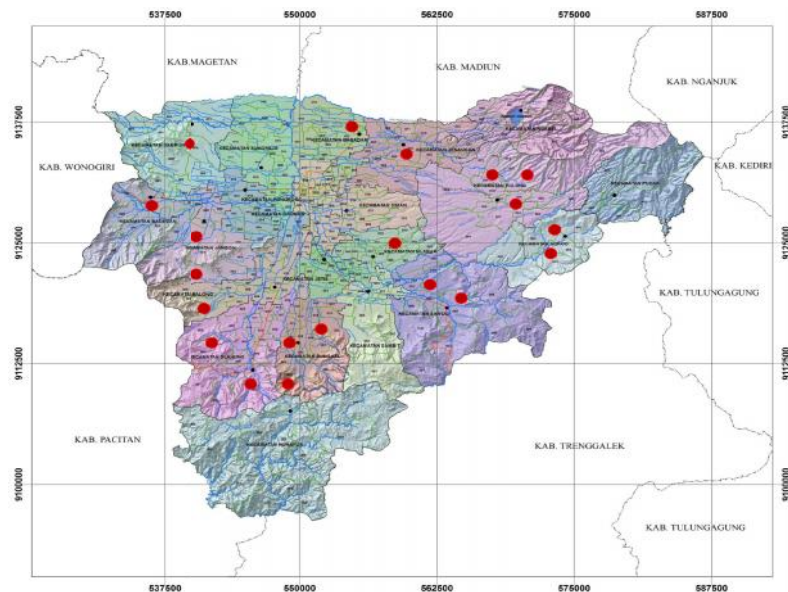
Kabupaten Ponorogo terletak di bagian barat Provinsi Jawa timur dengan luas wilayah 1.371,78 km² yang secara administratif terbagi ke dalam 21 kecamatan dan 305 desa/kelurahan. Menurut kondisi geografisnya, Kabupaten Ponorogo terletak antara 111° 17' – 111° 52' bujur timur (BT) dan 7°49' – 8°20' lintang selatan (LS) dengan ketinggian antara 92 sampai dengan 2.563 meter di atas permukaan laut yang dibagi menjadi 2 sub area, yaitu area dataran tinggi yang meliputi Kecamatan Ngrayun, Sooko, Pudak dan Ngebel serta 17 kecamatan lainnya merupakan daerah dataran rendah.

Fisiografi Kabupaten Ponorogo dan sekitarnya terletak pada daerah jalur Pengunungan Selatan Jawa Timur dan termasuk di dalam Formasi Andesit Tua (Bemmelen, 1949). Sedangkan struktur batuan di daerah penelitian adalah lipatan (*fold*), sesar (*shear*) dan kekar (*joint*). Sistem lipatan pada umumnya mempunyai sumbu lipatan relatif berarah barat –timur atau barat daya – timur

laut dan berkembang pada bagian barat. Sesar umumnya merupakan sesar turun dan geser. Sesar-sesar geser pada umumnya mempunyai arah barat laut – tenggara dan timur laut – barat daya. Sesar yang berarah timur laut – barat daya mempunyai jenis mendatar mengiri, sedangkan yang berarah barat laut – tenggara mempunyai peregangan menganan. Sesar – sesar yang mempunyai arah barat – timur dan utara – selatan pada umumnya merupakan sesar normal (Sampurna dan Samodra, 1997).

Berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Ponorogo terdapat 5 kecamatan yang setiap tahun mengalami kekeringan, sedangkan data dari Dinas Pekerjaan Umum, Bidang Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) terdapat 15 kecamatan yang mengalami kekeringan. Data dari Perusahaan Dinas Air Minum (PDAM) Kabupaten Ponorogo 11 kecamatan mengalami kekurangan air. Dari ketiga data dinas diatas menunjukkan bahwa Kabupaten Ponorogo pada setiap tahun mengalami kekeringan atau kekurangan air bersih. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan potensi air tanah dalam, sehingga apabila akan dilakukan pengeboran dapat dijadikan sebagai referensi.

Data lokasi pengukuran geolistrik terdiri dari 20 lokasi yang dirangkum berdasarkan prioritas dari ketiga data dinas diatas. Sebagai contoh berdasarkan data dari PDAM pada suatu desa/kecamatan akan dilakukan pengeboran sebagai sumber air PDAM dan pada daerah tersebut memang benar – benar kekurangan air, maka pada lokasi tersebut menjadi prioritas untuk dilakukan survai geolistrik. Lokasi pengukuran ditunjukkan dalam Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Lokasi pengukuran survai geolistrik (lingkaran merah)

METODE

Metoda geolistrik atau metode resistivitas adalah suatu metoda geofisika yang mempelajari tentang sifat resistivitas (tahanan jenis) listrik dari lapisan

batuan di dalam bumi. Metoda geolistrik mempunyai prinsip fisis yaitu menentukan perbedaan/kontras resistivitas suatu lapisan batuan dengan lapisan di sekitarnya. Metoda ini juga dapat dipakai untuk penyelidikan terhadap keberadaan deposit mineral, pencarian sumber panas bumi/ geotermal, pencarian reservoir air tanah, intrusi air laut dan pendeteksian bidang gelincir tanah longsor.

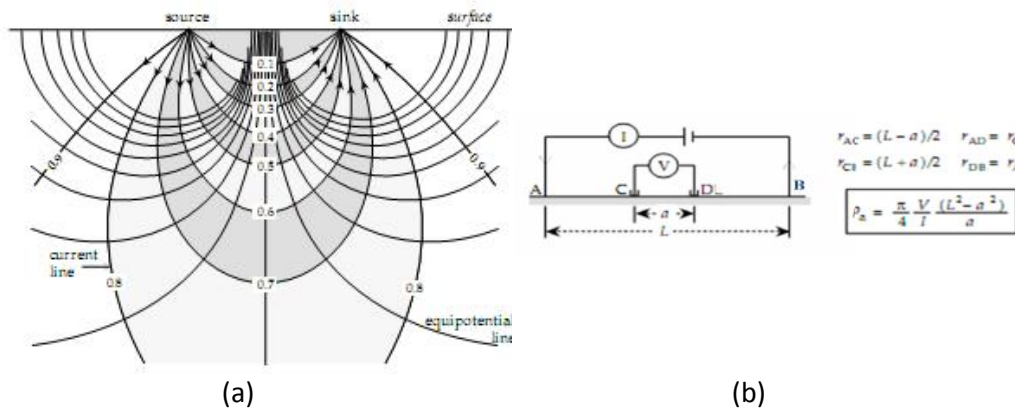
Prinsip kerja dari metode geolistrik adalah dengan mengalirkan arus ke dalam lapisan bumi melalui 2 elektroda arus, kemudian polarisasi arus tersebut yang menjalar di dalam bumi diukur potensialnya melalui 2 elektroda potensial. Setelah diketahui besar arus dan besar potensial maka dihitung resistivitas semunya dengan rumus (Loke, 1999):

$$\rho_{semu} = K \frac{V}{I}$$

dengan

- ρ_{semu} : resistivitas semu
- V : beda potensial
- I : arus listrik
- K : faktor geometri konfigurasi bentang elektroda

Nilai faktor geometri (K) tergantung dari konfigurasi/susunan bentangan elektroda yang dipakai dalam pengukuran. Gambar 2.a. menunjukkan pola penyebaran arus yang dialirkan ke dalam permukaan bumi dan beda potensial akibat aliran arus tersebut. Beda potensial yang terukur akan berbeda-beda pada tiap jenis batuan/ lapisan tanah sehingga akan menghasilkan peta resistivitas lapisan yang berbeda juga. Gambar 2.b. menunjukkan konfigurasi Schlumberger yang digunakan untuk pencarian/ penentuan sumber daya air, dengan A dan B adalah elektroda arus, sedangkan C dan D adalah elektroda potensial. Perumusan di samping kanan gambar konfigurasi adalah nilai resistivitas semu. Selain konfigurasi Schlumberger dalam pencarian air tanah digunakan juga konfigurasi Wenner, Wenner-Schlumberger dan Dipole-dipole.

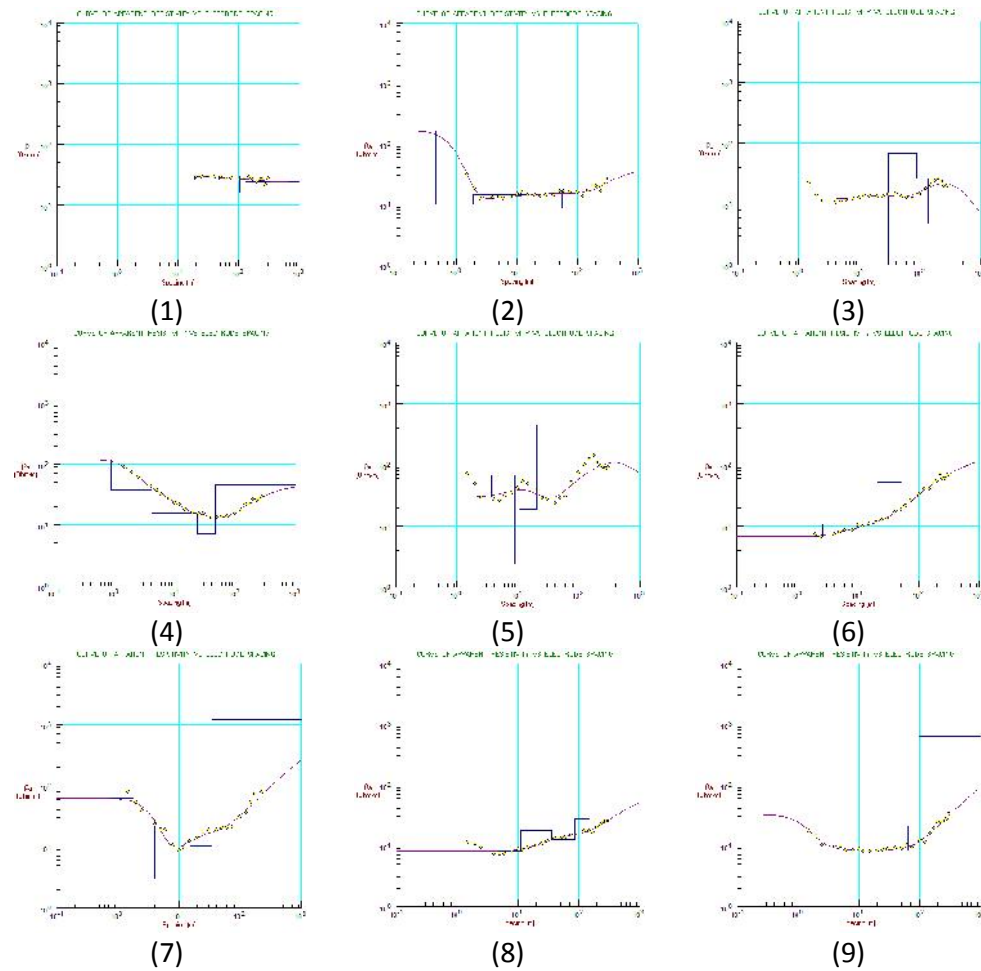


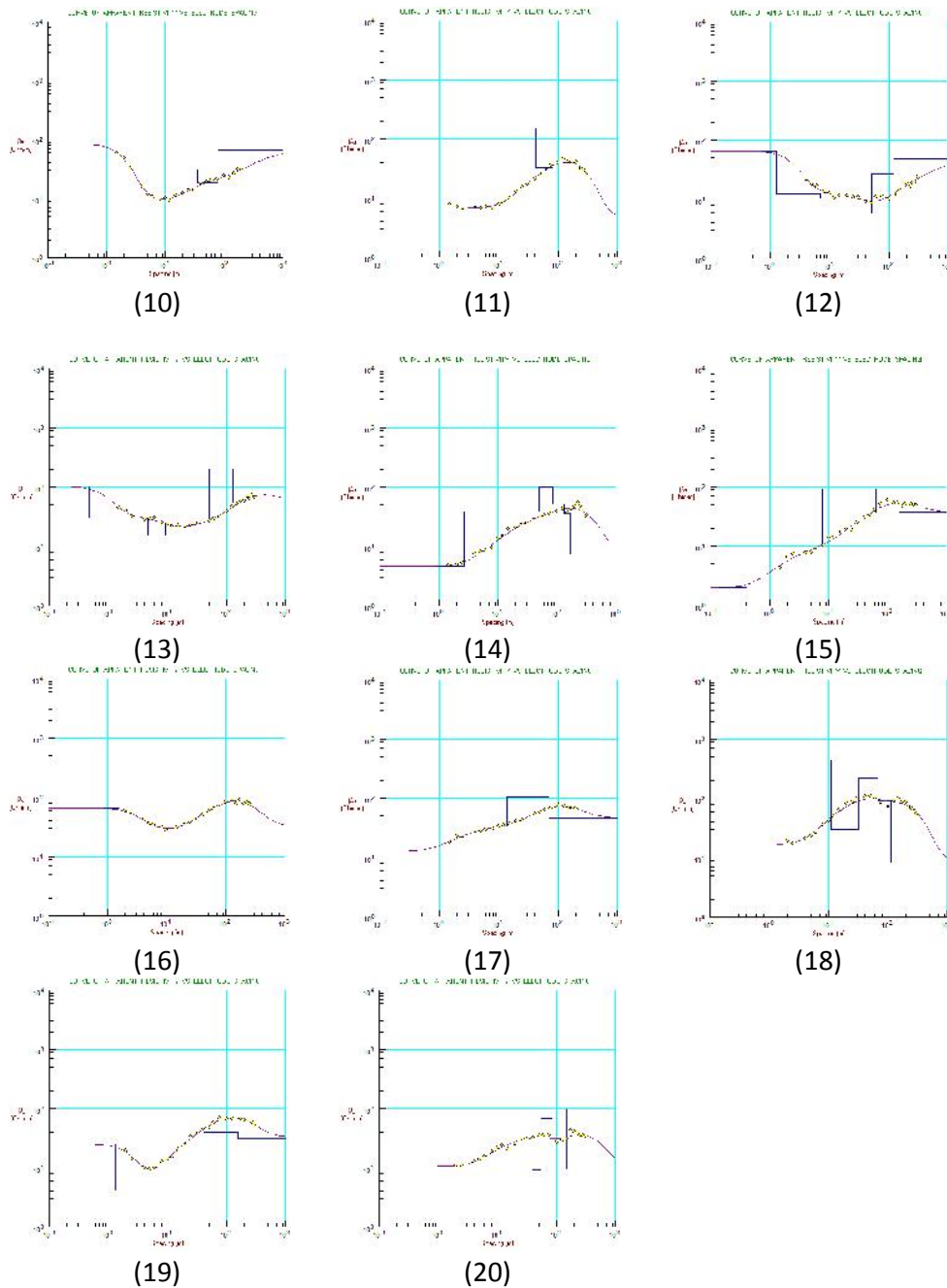
Gambar 2. (a) Pola penyebaran arus dan beda potensial, (b) Konfigurasi elektroda Schlumberger (Lowrie, 2007)

Pengolahan data menggunakan Metode Pencocokan Kurva (*curve matching method*), yaitu pencocokan kurva data pengukuran lapangan dan data kurva master (*master curve*), data pemodelan pelapisan dibuat sebaik mungkin sehingga diperoleh ralat antara data lapangan dan data model yang paling kecil. Dengan menggunakan metode pencocokan kurva ini akan dapat diketahui nilai resistivitas dan kedalaman tiap-tiap pelapisan batuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini ditampilkan hasil pengolahan data yang sudah di plot dalam grafik bilogaritmik. Sumbu Y adalah resistivitas, sedangkan sumbu X adalah jarak elektroda arus (A-B).





Gambar 3. Plotting data pengukuran pada grafik bilogiritmik. Lingkaran kuning adalah data pengukuran, kurva merah adalah hasil interpolasi dan garis biru adalah model pelapisan dan resistivitas.

Dari hasil pengolahan data diatas diperoleh bahwa variasi kedalaman air tanah dalam (akuifer) yang diperoleh pada 20 lokasi survai adalah bervariasi dari 40 meter sampai 160 meter. Hal ini menunjukkan bahwa muka air tanah (MAT) tidak sama atau tidak satu level di Kabupaten Ponorogo, sehingga dapat

dikatakan juga bahwa MAT mengikuti kontur topografi yang ada. Berdasarkan model pelapisan yang diperoleh dari pengolahan data, penentuan kedalaman akuifer adalah berdasarkan nilai resistivitas yang rendah dalam satu satuan penampang model. Akuifer banyak mengandung air sehingga mempunyai nilai resistivitas yang rendah. Selain itu dapat juga dengan menganalogikan suatu litologi tertentu, misalnya litologi pasir atau tuf karena pada satuan batuan ini sebagai akuifer air.

Pada dua lokasi survai tidak diketemukan sumber akuifer yaitu di Desa Ngendut Kecamatan Balong dan Desa Ngilo – ilo Kecamatan Slahung. Secara litologi kemungkinan di bawah daerah survai pada dua desa tersebut terdapat batu kapur atau gamping, sehingga sangat sedikit kandungan airnya. Hal ini nampak juga pada hasil data survai pada plot Gambar 3 pada nomer 4 dan nomer 6, kedua grafik tersebut semakin kedalam semakin menunjukkan tingginya nilai resistivitas (grafik makin menaik).

Pada satu lokasi survai hanya diketemukan akuifer permukaan (air tanah dangkal) dan tidak diketemukan akuifer dalam yaitu di Desa Slahung Kecamatan Slahung. Kecamatan Slahung merupakan kecamatan yang berbatasan dengan Kabupaten Pacitan, daerah ini merupakan daerah perbukitan dan termasuk dalam barisan Pengunungan Sewu. Pada desa Slahung Kecamatan Slahung ini tidak direkomendasikan untuk dilakukan pengeboran, karena hanya akan diperoleh akuifer dangkal. Hasil lengkap kedalaman akuifer dari 20 lokasi survai geolistrik beserta litologinya disarikan dalam Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Potensi kedalaman akuifer dari survai geolistrik di Kabupaten Ponorogo

No	Lokasi (Desa, Kecamatan)	Koordinat		Kedalaman (m)	Litologi
		Lintang	Bujur		
1	Desa Nglurup Kecamatan Sampung	S 07° 47,686'	E 111° 21,276'	140	Tuf halus
2	Desa Tanjunggunung Kecamatan Badegan	S 07° 53,934'	E 111° 20,083'	56 – 92	Lempung pasiran
3	Desa Sidoharjo Kecamatan Jambon	S 07° 55,309'	E 111° 20,557'	136	Tuf halus
4	Desa Ngendut Kecamatan Balong	S 07° 55,856'	E 111° 22,266'	-	-
5	Desa Pandak Kecamatan Balong	S 07° 59,217'	E 111° 22,347'	90	Batu pasir
6	Desa Ngiloilo Kecamatan Slahung	S 07° 59,671'	E 111° 22,072'	-	-
7	Desa Slahung Kecamatan Slahung	S 08° 02,717'	E 111° 24,834'	15 – 35	(akuifer dangkal)
8	Desa Munggu Kecamatan Bungkal	S 08° 01,765'	E 111° 27,591'	86 – 151	Batu pasir
9	Desa Koripan Kecamatan Bungkal	S 08° 01,751'	E 111° 27,045'	65 – 98	Pasir lempungan
10	Desa Pelem Kecamatan Bungkal	S 08° 02,232'	E 111° 27,339'	35 – 80,5	Pasir
11	Desa Prayungan Kecamatan Sawoo	S 07° 57,860'	E 111° 33,586'	42 – 80	Tuf halus

12	Desa Sawoo Kecamatan Sawoo	S 07° 58,335'	E 111° 34,789'	50 – 120	Tuf kasar
13	Desa Jurug Kecamatan Sooko	S 07° 53,539'	E 111° 39,631'	9 – 50 dan 120	Tuf sedang
14	Desa Suru Kecamatan Sooko	S 07° 55,000'	E 111° 38,411'	130 – 166	Tuf kasar
15	Desa Pulung Kecamatan Pulung	S 07° 52,817'	E 111° 37,726'	65	Tuf kasar
16	Desa Patik Kecamatan Pulung	S 07° 52,454'	E 111° 38,374'	93	Tuf kasar
17	Desa Singgahan Kecamatan Pulung	S 07° 52,459'	E 111° 39,279'	70	Tuf kasar
18	Desa Suren Kecamatan Mlarak	S 07° 54,513'	E 111° 32,686'	111	Tuf sedang
19	Desa Semanding Kecamatan Jenangan	S 07° 48,374'	E 111° 32,972'	41	Tuf kasar
20	Desa Wates Kecamatan Jenangan	S 07° 49,600'	E 111° 35,158'	150	Tuf sedang

KESIMPULAN

1. Kedalaman akuifer yang diperoleh bervariasi dari 40 meter sampai 160 meter, pada dua lokasi tidak ditemukan potensi akuifer dan pada satu lokasi ditemukan hanya akuifer dangkal.
2. Untuk pemenuhan kebutuhan air pada musim kemarau maka perlu ditindaklanjuti dengan pengeboran, *logging* dan *pumping test*.

PENGHARGAAN

Ucapan terima kasih kami tujukan kepada Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Ponorogo, Perusahaan Daerah Air Minum Ponorogo, Badan Penanggulangan Bencana Daerah Ponorogo dan Dinas Pekerjaan Umum Bidang Energi dan Sumber Daya Mineral Ponorogo atas kerjasama dalam pengumpulan data sekunder.

REFERENSI

- Bemmelen, R. W. Van, 1949, The Geology of Indonesia, Government Printing Office, The Hague.
- Loke, M.H. 1999. Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies. A Practical Guide to 2-D and 3-D Surveys. Penang, Malaysia.
- Lowrie, William. 2007. Fundamentals of Geophysics. Cambridge University Press. 2nd edition.
- Sampurno dan Samodra, 1997, Peta Geologi Lembar Ponorogo, Jawa, Skala 1:100.000. Puslitbang Geologi, Bandung.