

PENDUGAAN ZONA JENUH AIR TANAH DENGAN METODE GEOLISTRIK DI SEKITAR TAMBANG BATUBARA TERBUKA DI KALIMANTAN SELATAN

Prediction of Groundwater Saturated Zone Using Geoelectrical Method at Coal Mining Open Pit, South Kalimantan

EKO PUJIANTO

Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara
Jalan Jenderal Sudirman 623, Bandung 40211
Telp. 022 6030483, Fax. 022 6003373
e-mail: eko@tekmira.esdm.go.id

SARI

Banyaknya penambangan batubara dengan cara tambang terbuka yang sudah cukup dalam (25-150 m dari permukaan air awal) di daerah Kalimantan Selatan, diperkirakan berpotensi pada penurunan potensi air tanah di daerah tambang tersebut berada. Penurunan potensi air tanah bisa berupa penurunan dalam hal kuantitas dan kualitas. Penurunan dalam hal kuantitas dapat diindikasikan dengan adanya penurunan muka air tanah dan penurunan debit sumur, sedangkan penurunan dalam hal kualitas berupa perubahan sifat fisika dan kimia air tanah. Beberapa cara dapat digunakan untuk mengukur indikasi penurunan kuantitas, antara lain dengan cara pengukuran elevasi muka air tanah, pendugaan zona jenuh air tanah dengan metode geolistrik tahanan jenis, pengukuran debit sumur. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui apakah terjadi penurunan muka air tanah atau tidak di sekitar tambang, yang diasumsikan akibat adanya proses *dewatering* berdasarkan perubahan nilai tahanan jenis batuan. Dari data pengukuran geolistrik, air tanah yang keluar secara otomatis karena gravitasi dalam bentuk rembesan dan karena adanya *drain hole/dewatering hole*, jumlahnya cukup besar. Dari pendugaan geolistrik resistivitas menunjukkan hasil ada kenaikan tahanan jenis dari empat kali pengukuran di titik 01, 02, 04 dan 05 berdasarkan kurva regresi linier dari empat data tersebut. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya penurunan kejenuhan air tanah di lokasi pengukuran yang bisa ditafsirkan sebagai penurunan muka air tanah di lokasi pengukuran; sedangkan di titik 03 terjadi penurunan tahanan jenis, tetapi diperkirakan datanya kurang akurat karena adanya hujan pada saat pengukuran data lapangan. Adanya penurunan muka air tanah juga dapat diamati dari hasil pengukuran muka air tanah di beberapa sumur lainnya.

Kata kunci : penurunan potensi air tanah, kejenuhan air tanah dalam batuan, geolistrik tahanan jenis, tambang batubara terbuka, penurunan kuantitas dan kualitas air tanah

ABSTRACT

Some coal minings by open pit that reach depth of pit 25-150 meters from the initial ground surface in South Kalimantan region, are predicted to decrease the potential groundwater in the areas where the mines are located. The decrease of the potential groundwater covered a decrease in quantity and quality. The decrease in quantity can be indicated by a decrease in groundwater level and groundwater wells discharge, while a decrease in the groundwater quality can be indicated by the change of physical and chemical properties of the groundwater. Several methods can be used to measure the quantity of such indication, that are the groundwater surface elevation measurements, estimation of groundwater saturated zone by using geoelectric resistivity method, groundwater well discharge measurement. The purpose of this study was to determine whether a decline or not in groundwater surface around the mine which is assumed due to the dewatering process, based on changes in the value of resistivity of rocks. Based on the measurement data, the amount of groundwater which had been drained out automatically by gravitation (as seepage) and also by the drain/dewatering holes were large enough. Based on the geoelectric resistivity survey, the results show that there are an increase in the

resistivity value at points 01, 02, 04 and 05 based on linear regression curves of the four measurement data. This condition might be caused by a decrease in groundwater saturation and furthermore a decrease of groundwater surface at the location of measurement. While the point 03 shows a decline in resistivity data. However, this is less accurate due to the rain occurred at the time of field data measurement. The subsidence of groundwater surface can also be observed from the results of measurements of groundwater surface in some other wells.

Keywords: groundwater, groundwater saturation, geoelectric resistivity, open-pit coal mines

PENDAHULUAN

Banyaknya tambang batubara terbuka di Indonesia saat ini dapat menurunkan potensi air tanah dangkal dan dalam, di akuifer bebas dan tertekan. Sebagai contoh di daerah Kalimantan Selatan (Gambar 1), saat ini terdapat 24 PKP2B (Perjanjian Kontrak Pertambangan Batubara), 129 IUP (Izin Usaha Pertambangan) dan 40 IUP skala kecil/KUD (Koperasi Unit Desa) dengan luas wilayah yang sudah dieksploitasi diperkirakan 171 ribu hektar pada tahun 2011 (<http://www.kalselprov.go.id/potensi-daerah/pertambangan>, 10 Desember 2010).

Kedalaman bukaan tambang batubara terbuka di daerah ini bervariasi dan sudah mencapai level 25-150 m di bawah permukaan tanah semula (*initial surface*). Hampir semua tambang, tidak terkecuali tambang batubara, air tanah memang sengaja dikeluarkan agar tidak mengganggu aktivitas penambangan dan mengurangi resiko kelongsoran lereng tambang. Untuk mempercepat keluarnya air tanah dari dalam akuifer, dilakukan dengan membuat *drain hole* atau *dewatering hole* di dasar dan dinding lubang tambang. Pengeluaran air dimaksudkan untuk mengurangi berat dan meningkatkan daya ikat antar butir batuan, sehingga diharapkan akan meningkatkan kestabilan lereng. *Drain hole* atau *dewatering hole* bisa berupa sumur-sumur vertikal, horizontal dan miring dengan kedalaman bervariasi, bergantung kondisi perlapisan batuan akuifer seperti terlihat pada Gambar 2.

Pengurangan jumlah air tanah di dalam batuan mengakibatkan kejenuhan batuan menjadi lebih rendah (batuan menjadi lebih kering) dan akan menyebabkan naiknya tahanan jenis, karena air tanah mempunyai kontribusi pada besarnya nilai konduktivitas listrik, terutama di batuan sedimen.

Berdasarkan asumsi tersebut, maka pada penelitian ini yang bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya penurunan muka air tanah yang diasumsikan akibat proses *dewatering*, digunakan metode geolistrik tahanan jenis untuk menentukan kemungkinan adanya perubahan tahanan jenis batuan yang

diakibatkan oleh berubahnya kejenuhan air tanah dalam batuan yang juga berarti perubahan elevasi muka air tanah.

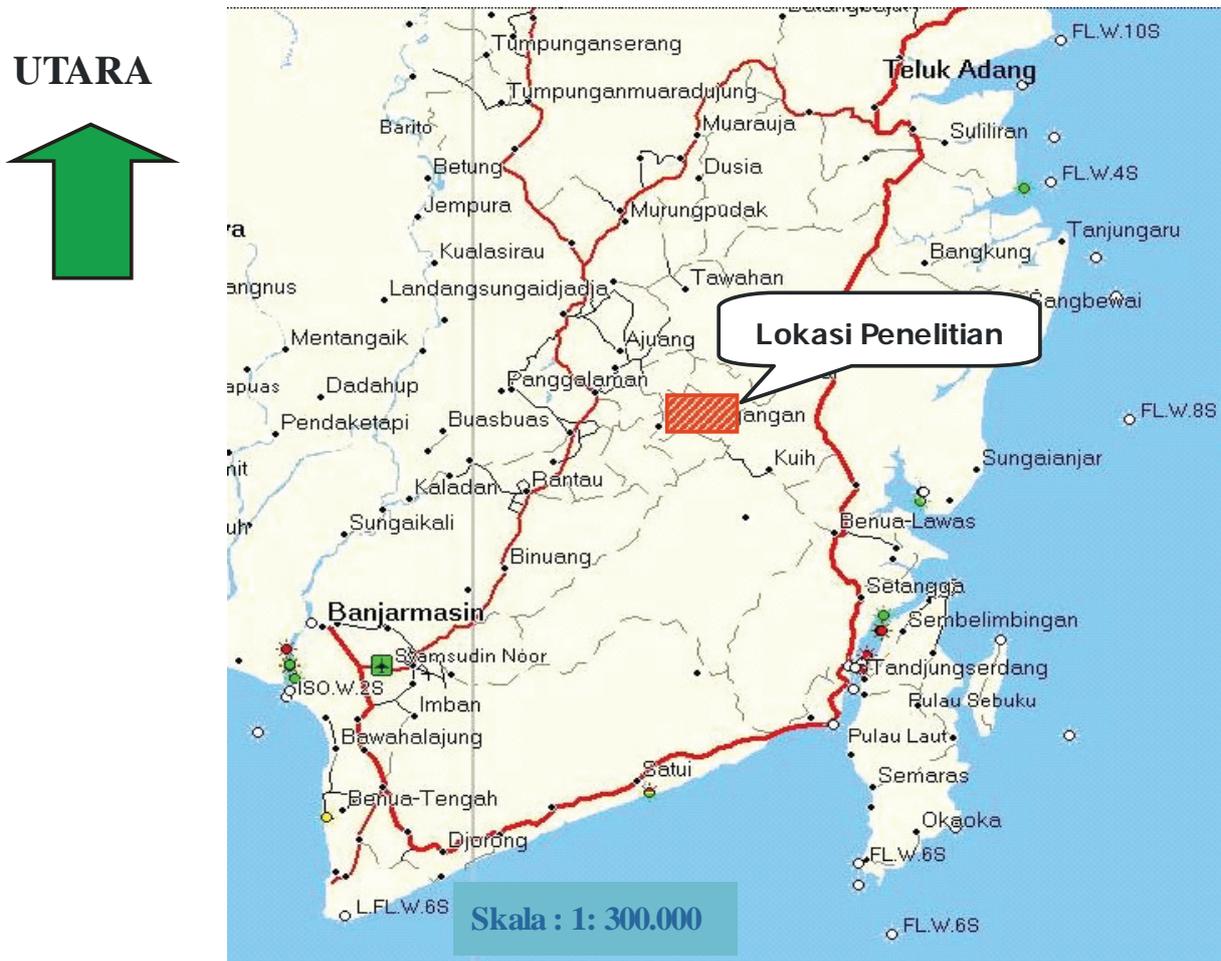
METODOLOGI

Pemilihan metode geolistrik tahanan jenis, diinspirasi oleh beberapa penelitian yang pernah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, yang kesimpulannya menyebutkan bahwa air tanah mempunyai kontribusi signifikan terhadap besarnya konduktivitas listrik (daya hantar listrik) suatu batuan (Zubaidah dan Kanata, 2008) dan bahwa metode geolistrik tahanan jenis dapat digunakan untuk menentukan potensi air tanah (Telford dkk., 1990; Dobrin dkk., 1988; Rauch, 2009; Azhar dan Handayani, 2004). Karena kandungan air tanah berpengaruh pada besarnya konduktivitas listrik, maka secara otomatis akan berpengaruh juga pada resistivitas (tahanan jenis) batuan.

Pada penelitian ini, untuk mengetahui adanya perubahan tahanan jenis tersebut, dilakukan beberapa kali pengukuran geolistrik tahanan jenis. Dengan membandingkan besarnya nilai tahanan jenis dari waktu ke waktu, maka telah diketahui perubahan tahanan jenis yang selanjutnya dalam analisis diinterpretasikan sebagai perubahan kejenuhan batuan. Kondisi ini diinterpretasikan sebagai indikasi adanya penurunan muka air tanah di wilayah penyelidikan. Adanya penurunan muka air tanah ini juga didukung oleh data pengukuran muka air tanah dari beberapa sumur di sekitar lokasi pengukuran geolistrik.

Geolistrik Tahanan Jenis

Tahanan jenis beberapa batuan, tanah dan material kebumihan ditunjukkan pada Tabel 1 (Loke, 2004; Yulianto dan Widodo, 2008; Rustadi, 2008). Batuan beku dan metamorf biasanya memiliki nilai tahanan jenis tinggi. Tahanan jenis sangat tergantung pada pori, tingkat rekahan dan persentase pori, retakan/kekar yang terisi oleh air tanah. Jenis batuan ini dapat memiliki berbagai nilai tahanan jenis, dari



Gambar 1. Lokasi kegiatan penelitian



Gambar 2. *Vertical dan inclined dewatering hole* untuk mengurangi kandungan air tanah

sekitar 1.000 sampai 107 Ωm , tergantung pada keadaannya, apakah basah atau kering. Batuan sedimen, biasanya lebih berpori dan memiliki kandungan air lebih tinggi dan juga memiliki nilai tahanan jenis lebih rendah dibandingkan dengan batuan beku dan metamorf, yakni antara 10 - 10.000 Ωm , dengan nilai rata-rata < 1.000 Ωm .

Tabel 1. Tahanan jenis beberapa jenis tanah, batuan dan mineral

Jenis batuan	Kisaran resistivitas ($\Omega\text{.m}$)
Granit	$3.10^{-2} - 10^6$
Dasit	2.10^4 (basah)
Andesit	$4,5.10^4$ (basah) – $1,7.10^2$ (kering)
Diabas	$20 - 5.10^7$
Basal	$10 - 1,3.10^7$
Tufa	2.10^3 (basah) – 10^5 (kering)
Marmer	$10^2 - 2,5.10^8$ (kering)
Tanah (lapukan batuan)	$10 - 2.10^2$
Lempung	$1 - 100$
Aluvial dan pasir	$10 - 800$
Batugamping	$50 - 10^7$
Konglomerat	$2,5 - 10^4$
Batubara (insitu)	$60 - 2200$
Air tanah (di batuan)	$10 - 100$
Air payau (3%)	$0 - 15$
Air laut	$0 - 2$

Material tak terkonsolidasi (tanah dan material hasil sedimentasi) umumnya memiliki nilai tahanan jenis lebih rendah daripada batuan sedimen, sekitar 10 Ωm sampai < 1.000 Ωm . Tahanan jenis tergantung pada nilai porositas (dengan asumsi semua pori-porinya jenuh terisi air tanah) serta kandungan mineral lempung. Tahanan jenis tanah bervariasi dari 10 hingga 100 Ωm , tergantung pada konsentrasi garam terlarut. Air laut mempunyai tahanan jenis rendah (sekitar 0-2 Ωm).

TATANAN GEOLOGIS

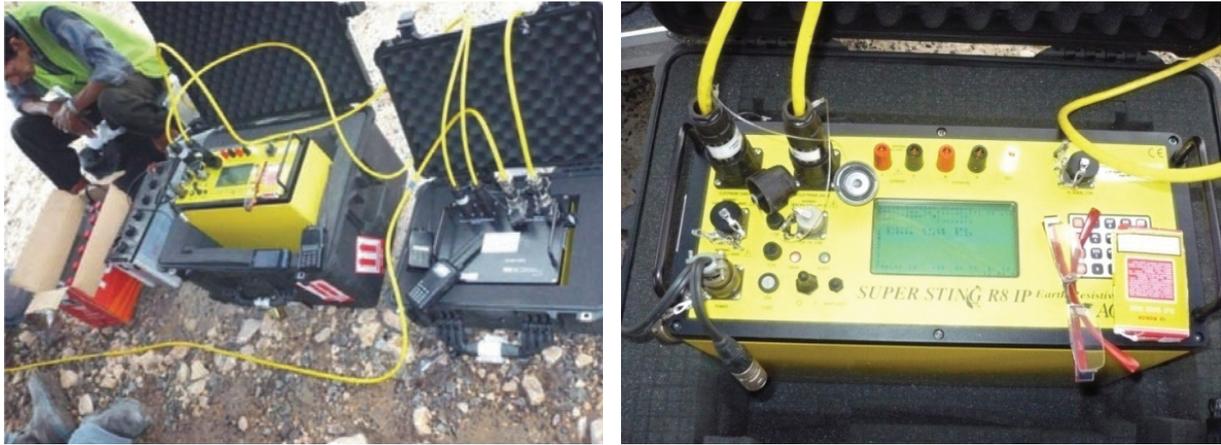
Wilayah penelitian terletak di perbatasan timur laut lembah Sungai Barito, yang merupakan suatu cekungan kratonik besar dari umur Eosen sampai Pliosen di zaman Tersier yang lebarnya mencapai 250 km. Lembah sungai ini meliputi sebagian be-

sar wilayah Kalimantan Tengah dan bagian barat Kalimantan Selatan, dengan bagian baratnya berbatasan dengan Sesar Sunda dan bagian timurnya berbatasan dengan lajur sesar naik dari landasan batuan yang membentuk Jajaran Meratus. Formasi Warukin adalah rangkaian utama di wilayah yang mengandung lapisan batubara. Formasi ini dibagi menjadi tiga sub-unit dengan permukaan batubara utama terdapat pada lapisan sub-unit paling atas. Susunan stratigrafinya terdiri atas tanah penutup, batupasir, batulempung, batulumpur, batulanau dan batubara (Heryanto dan Sanyoto, 1994). Rata-rata lapisan-lapisan batuan ini berkedudukan miring dari $15^\circ - 75^\circ$ ke arah selatan dan arah jurus perlapisan hampir barat-timur dengan ketebalan bervariasi antara 0,5-150 meter. Karena poros bukaan tambang yang berarah hampir barat-timur (garis putus-putus berwarna merah di Gambar 8), sejajar dengan jurus perlapisan batuan, maka batuan di bagian utara poros bukaan tambang adalah *low wall*, sedangkan di bagian selatan adalah *high wall*.

PENGUKURAN DAN PEMROSESAN DATA LAPANGAN

Pengambilan data lapangan dilakukan dengan menggunakan alat SuperSting R8/IP buatan AGI, USA, multi elektroda (56 elektroda) dengan *output* arus 2.000mA, kisaran pengukuran $\pm 10\text{V}$ dan *output* tegangan 800V DC. Sebagai sumber tenaga, digunakan dua buah aki basah berkemampuan masing-masing 12 Volt/150 AH (Gambar 3).

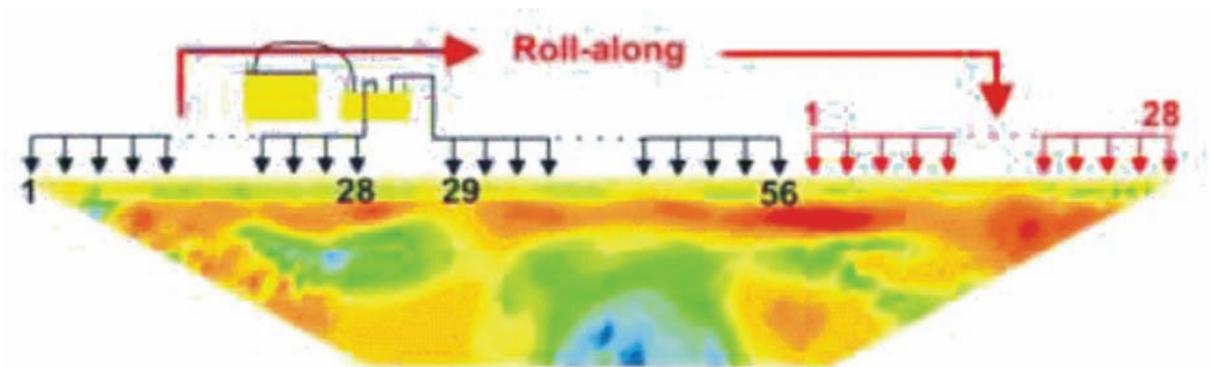
Pengambilan data lapangan memakai konfigurasi *Wenner* dan *Schlumberger* (Bhattacharya dan Patra, 1968; Dobrin, 1988; Telford dkk., 1990), jarak antarelektroda 5 meter dan jumlah elektroda 56, sehingga panjang bentangan 275 meter (Gambar 4). Untuk konfigurasi *Wenner*, variasi jarak MN = 5-90 meter dan AB = 15-270 meter, sedangkan konfigurasi *Schlumberger* jarak MN = 5-50 meter dan AB = 35-275 meter. Pengalihan dan pengaturan perpindahan fungsi elektroda dari dan ke M, N, A dan B (pasangan MxNx dan AyBy) secara bergantian, diatur otomatis oleh alat dengan selang waktu 3,2 detik setiap pengukuran. Untuk kecepatan pengukuran tersebut diperlukan waktu sekitar 3 jam untuk setiap metode *Wenner* dan *Schlumberger*, sehingga setiap hari hanya bisa dilakukan satu titik pengukuran (8 jam kerja siang). Setiap kali pengukuran menghasilkan rata-rata 450 sampai 490 data untuk konfigurasi *Wenner* dan untuk *Schlumberger*. Skema susunan multi-elektroda pada saat pengambilan data seperti pada Gambar 5.



Gambar 3. Peralatan pengukuran geolistrik



Gambar 4. Pengukuran data geolistrik di titik 01



Gambar 5. Skema susunan multi elektroda

Pengukuran dilakukan di lima titik/lintasan (diberi notasi WEN01-WEN05 dan SCH01-SCH05), masing-masing empat kali pengukuran. Tiap-tiap titik pengukuran tersebut diukur dengan selang waktu

minimal sekitar tiga minggu, dengan asumsi untuk mendapatkan kontras tahanan jenis yang cukup signifikan apabila memang terjadi perubahan nilai tahanan jenis (tetap, naik atau turun) yang disebab-

kan adanya perubahan kejenuhan batuan. Waktu (tanggal bulan) dilakukannya pengukuran untuk masing-masing titik dapat dilihat pada Tabel 2.

Karena keterbatasan teknis, maka pengukuran tidak bisa dilakukan pada periode dan kondisi curah hujan yang sama. Dengan pengukuran pada kondisi yang sama, diharapkan tingkat kejenuhan airtanah dalam batuan hanya murni dipengaruhi oleh air tanah. Lokasi masing-masing titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 6.

Pengukuran dilaksanakan di lima titik dalam empat periode (Tabel 2), sehingga keseluruhan data pengukuran yang dihasilkan adalah 40 data yang terdiri atas 20 data konfigurasi *Schlumberger* dan 20 data Wenner. Hasil pengukuran ditampilkan pada Gambar 7. Data tahanan jenis semu hasil pengukuran (*measured apparent resistivity*) diproses dengan *software Earth Imager 2D* untuk mendapatkan *calculated apparent resistivity*.

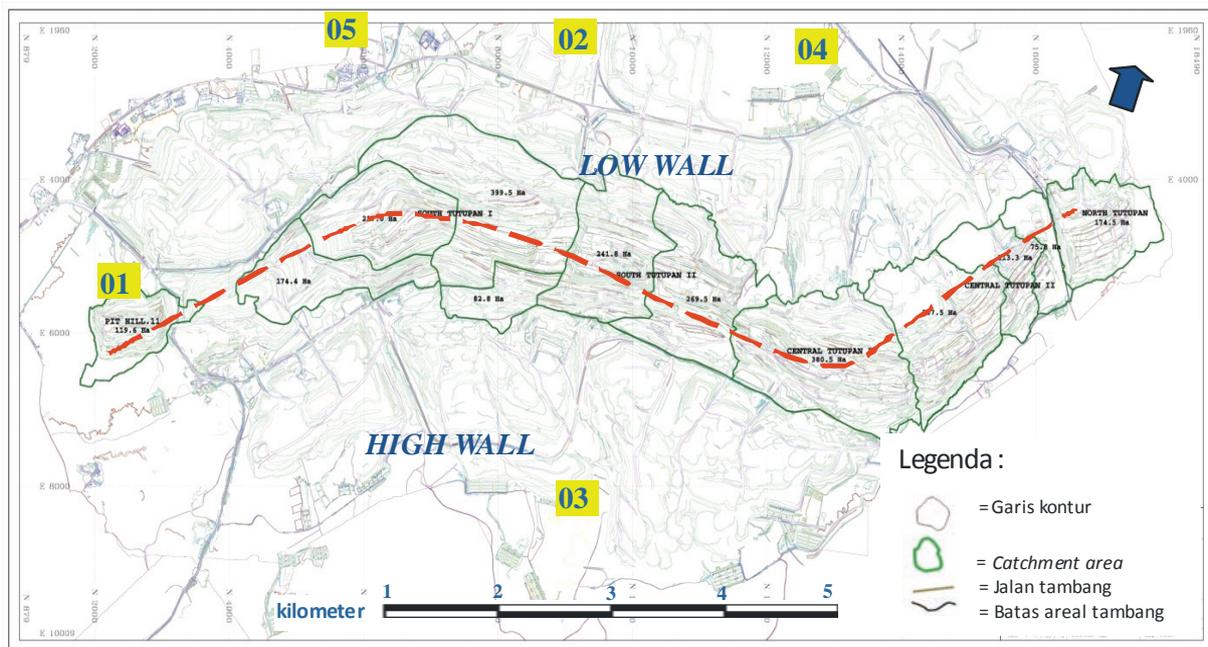
Data yang mempunyai nilai anomali, yaitu data yang nilainya terlalu besar ataupun terlalu kecil dibandingkan data lainnya (*misfit data*) dihilangkan setelah dilakukan proses inversi (dengan *smooth model inversion*). Proses ini dimaksudkan untuk meminimalkan jumlah *misfit data* antara data pengukuran lapangan dengan data hasil perhitungan pada model rekonstruksi sampai diperoleh nilai *RMS error* $\approx 15\%$.

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i^{pred} - d_i^{peng}}{d_i^{peng}} \right)^2}{n}} \times 100\%$$

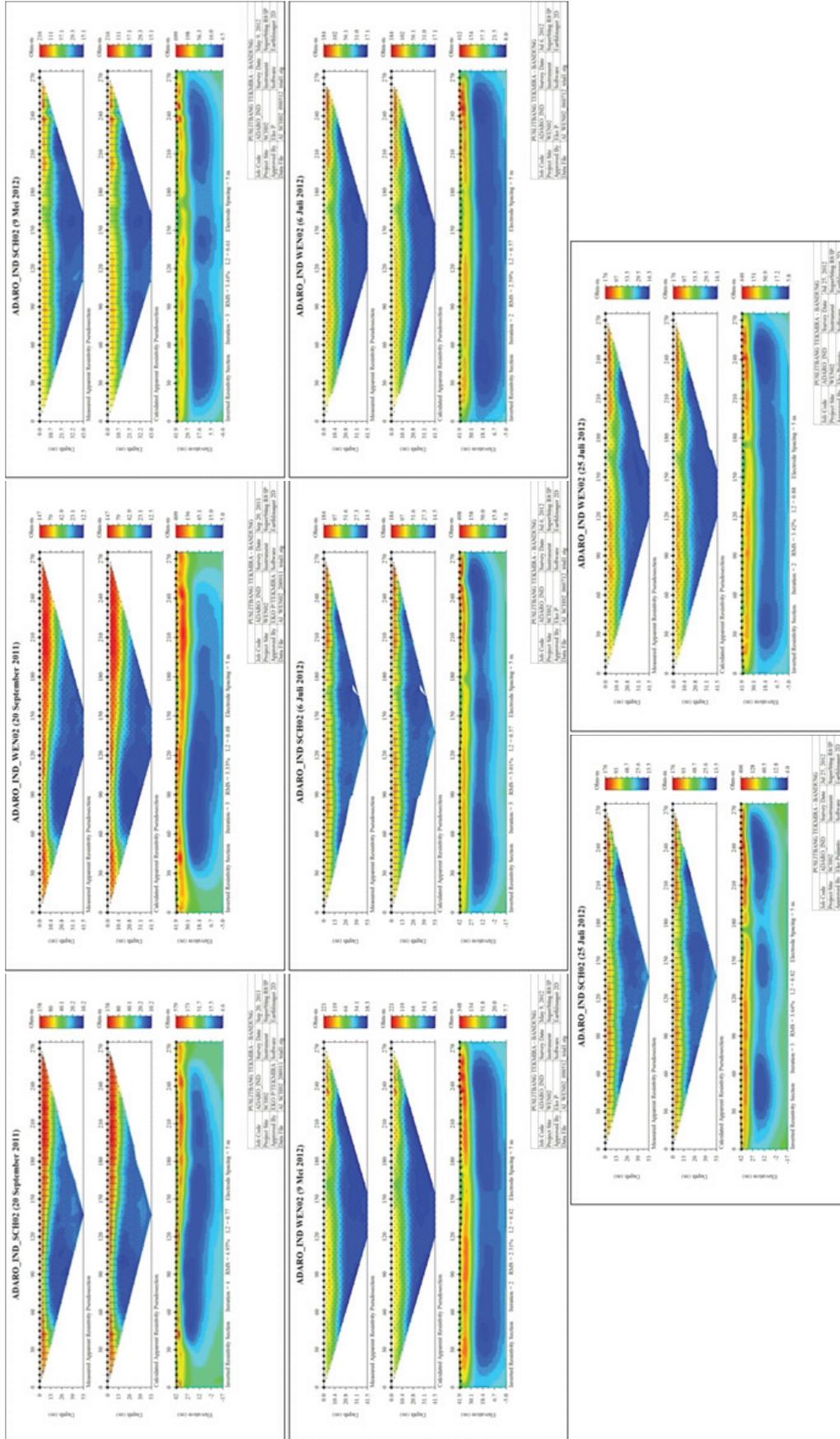
Keterangan:
 n adalah jumlah pengukuran, *dpred* adalah data hasil prediksi dan *dpeng* adalah data hasil pengukuran. Nilai *RMS error* bergantung kepada jumlah *misfit data* dan seberapa besar nilai *misfit*-nya.

Tabel 2. Waktu pengukuran data lapangan

Pengukuran	Titik pengukuran Wenner dan Schlumberger				
	01	02	03	04	05
I	19-09-2011	20-09-2011	22-09-2011	26-09-2011	27-09-2011
II	07-05-2012	09-05-2012	11-05-2012	14-05-2012	15-05-2012
III	04-07-2012	06-07-2012	07-07-2012	10-07-2012	05-07-2012
IV	23-07-2012	25-07-2012	26-07-2012	27-07-2012	24-07-2012



Gambar 6. Lokasi pengukuran data lapangan geolistrik



Gambar 7. Distribusi vertikal tahanan jenis (ρ_a) pada konfigurasi Wenner dan Schlumberger di titik 02

Sebuah data yang kesalahannya besar akan berpengaruh pada nilai *RMS error*. Oleh karena itu, besarnya nilai *RMS error* tidak selalu menunjukkan persentase jumlah *misfit data*.

Meskipun sebelum pengukuran sudah dilakukan uji coba (*cable test* dan *contact resistance test*), kesalahan data pengukuran tetap ada. Nilainya berkisar antara 1-10%, termasuk kesalahan pembulatan angka (*rounding error*) dan kesalahan akibat *noise*.

Untuk mengetahui tren perubahan tahanan jenis, dibuat kurva regresinya (Gambar 8-12). Perubahan tahanan jenis karena adanya perubahan kejenuhan air tanah pada batuan diasumsikan bersifat linier; $y = ax + b$ dari data *calculated* ρ_a dan *inverted* ρ_a ; y adalah nilai tahanan jenis. Dari kurva tersebut dilihat kemiringan garis regresi liniernya; positif atau negatif dan koefisien a pada persamaan tersebut. Apabila koefisien a bernilai positif, maka berarti terjadi kenaikan tahanan jenis dan demikian sebaliknya. Contoh hasil pemrosesan untuk titik 02 dan 03 ditampilkan berupa distribusi vertikal tahanan jenis; ρ_a (*calculated apparent resistivity pseudosection*) dan distribusi vertikal hasil proses inversi (*inverted resistivity section*) dalam Gambar 8 dan Gambar 9.

HASIL DAN PEMBAHASAN

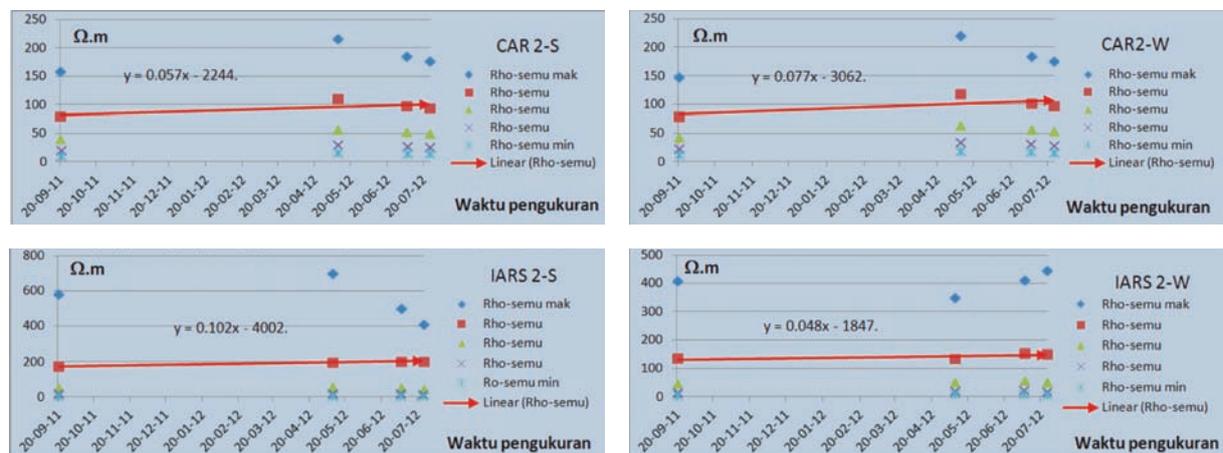
Penurunan potensi air tanah adalah sangat mungkin karena elevasi lantai bukaan tambang sudah berada di bawah permukaan air tanah, terutama permukaan air tanah dangkal. Di samping itu, juga adanya *dewatering* untuk mengeringkan batuan

agar meningkatkan kestabilan lereng bukaan tambang. Penurunan potensi yang dimaksudkan adalah penurunan muka air tanah, debit dan kemungkinan juga kualitas air tanah (Rauch, 2009).

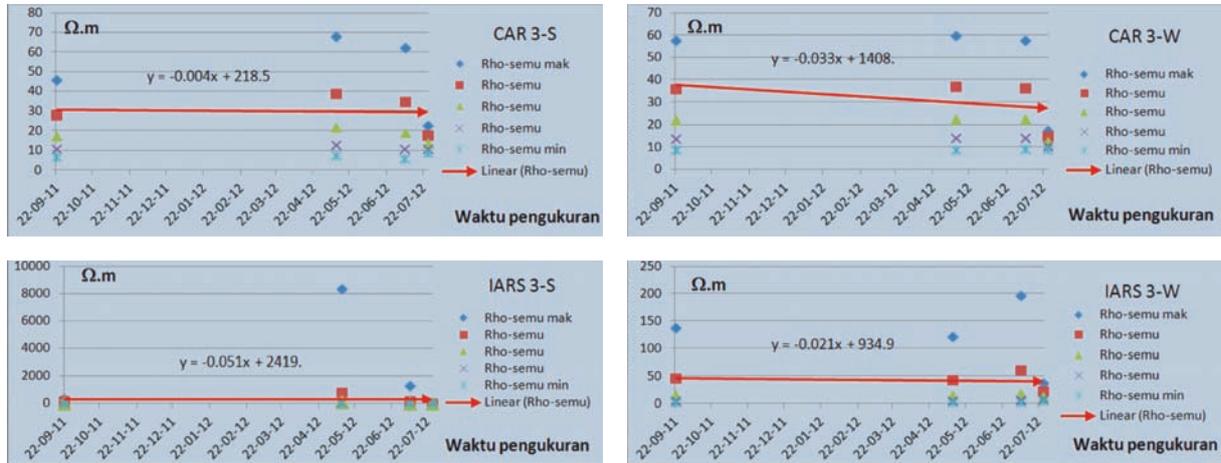
Pada Gambar 13a, air tanah dalam keadaan tidak terganggu, muka air tanah melebihi ketinggian permukaan tanah, sehingga terdapat sumur yang airnya mengalir tanpa harus dipompa (*flowing well*), sedangkan pada Gambar 13b, air tanah terganggu karena adanya bukaan tambang yang memotong akuifer. Air tanah akan mengalir ke dalam pit sebagai rembesan (*seepage*), sehingga akuifer menjadi berkurang kandungan airnya.

Dari pengolahan data geolistrik diperoleh kedalaman deteksi di setiap titik pengukuran rata-rata sekitar 55 m, yang terdiri atas 3 zona, yaitu zona kering terdapat bervariasi dari permukaan sampai kedalaman 10 m, zona kurang jenuh bervariasi antara 3 m-25 m, sedangkan zona jenuh air tanah berada di bagian paling bawah.

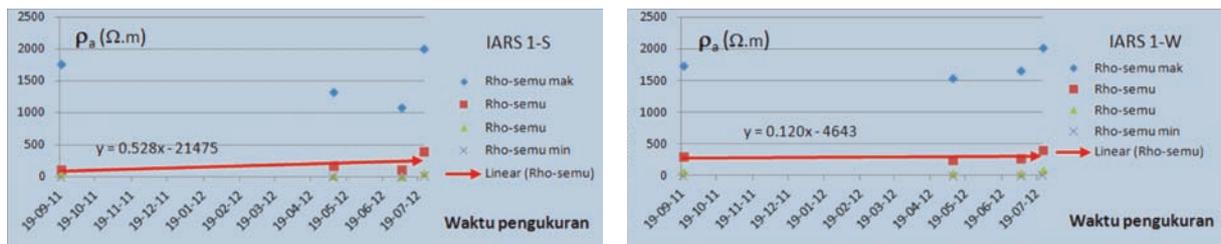
Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa kemiringan garis regresi liniernya positif dan koefisien a pada persamaan regresi linier ($y = ax + b$) dari kurva pada 4 kali pengukuran di titik 02 bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa pada titik 02 terdapat tendensi kenaikan tahanan jenis sejak September 2011 sampai Juli 2012. Sedangkan dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa pada titik 03 menunjukkan tendensi penurunan tahanan jenis yang ditandai dari kemiringan negatif garis regresi linier dan koefisien a yang bernilai negatif. Koefisien regresi masing-masing titik pengukuran ditampilkan dalam Tabel 3.



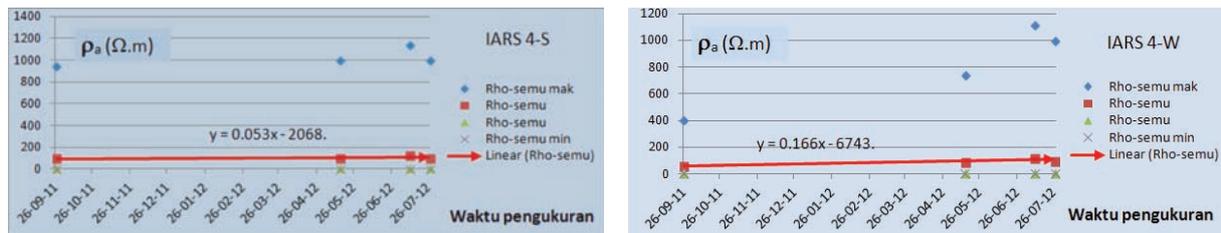
Gambar 8. Regresi linier *calculated* ρ_a dan *inverted* ρ_a konfigurasi Wenner dan Schlumberger di titik 02



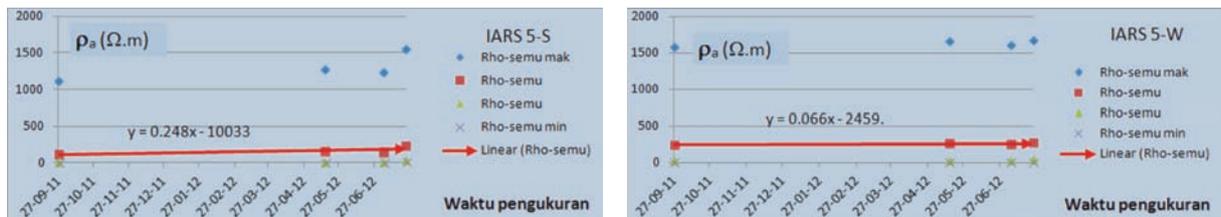
Gambar 9. Regresi linier *calculated* ρ_a dan *inverted* ρ_a konfigurasi Wenner dan Schlumberger di titik 03



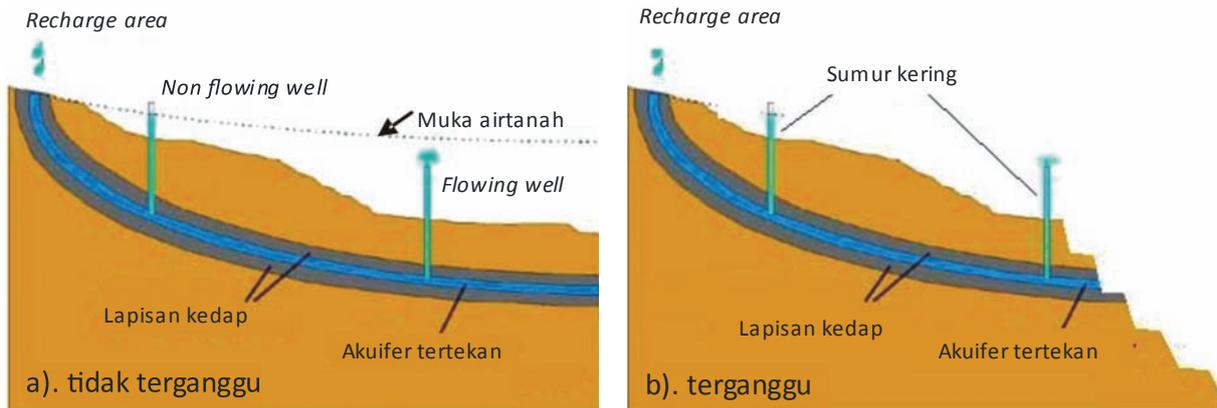
Gambar 10. Regresi linier *inverted* ρ_a konfigurasi Wenner dan Schlumberger di titik 01



Gambar 11. Regresi linier *inverted* ρ_a konfigurasi Wenner dan Schlumberger di titik 04



Gambar 12. Regresi linier *inverted* ρ_a konfigurasi Wenner dan Schlumberger di titik 05



Gambar 13. Air tanah dalam akuifer terganggu dan tak terganggu

Tabel 3. Koefisien regresi *inverted pa* pada konfigurasi *Wenner* dan *Schlumberger*

Titik Pengukuran	<i>Wenner</i>	<i>Schlumberger</i>	Kemiringan Kurva
01	$y = 0.166x - 6743$	$y = 0.528x - 21475$	Positif
02	$y = 0.048x - 1847$	$y = 0.102x - 4002$	Positif
03	$y = -0.021x + 934.9$	$y = -0.051x + 2419$	Negatif
04	$y = 0.166x - 6743$	$y = 0.053x - 2068$	Positif
05	$y = 0.066x - 2459$	$y = 0.248x - 10033$	Positif

Karena kejenuhan berbanding terbalik dengan tahanan jenis, maka apabila tahanan jenis naik dari waktu ke waktu, maka bisa diinterpretasikan terjadi penurunan kejenuhan air tanah pula dan hal itu berarti terjadi penurunan muka air tanah dari waktu ke waktu. Dari Tabel 3 dapat diamati bahwa rata-rata di setiap titik pengukuran (01, 02, 04 dan 05) telah terjadi kenaikan tahanan jenis dari waktu ke waktu.

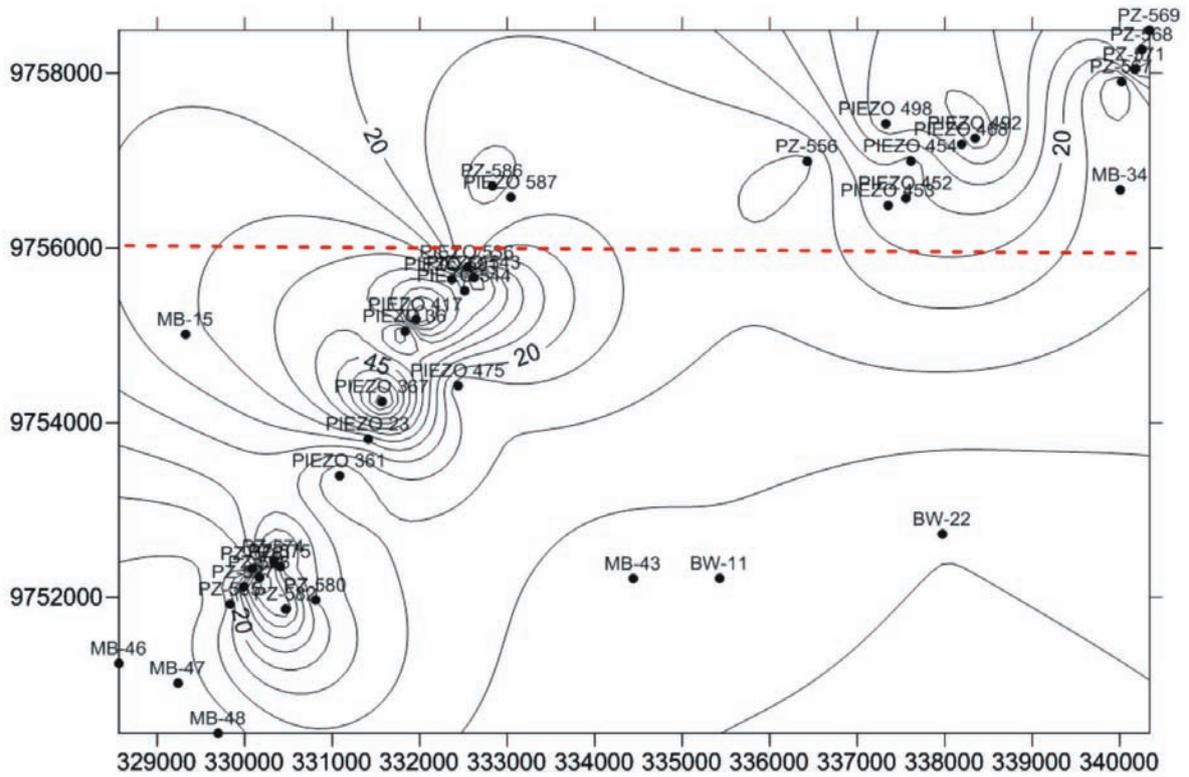
Posisi titik-titik tersebut terletak di bagian utara bukaan tambang yang bila ditinjau dari susunan stratigrafi batuan, berada di wilayah *low wall*. Di wilayah *low wall* ini, sebagian besar air tanah akan otomatis mengalir ke dalam bukaan tambang oleh gaya gravitasi melalui lereng bukaan tambang dalam bentuk rembesan, di samping itu juga masuk melalui sumur-sumur *dewatering*. Hal ini akan menyebabkan berkurangnya kejenuhan batuan, sehingga secara bertahap batuan menjadi lebih kering dan menyebabkan meningkatnya nilai tahanan jenis batuan.

Untuk titik pengukuran 03 terjadi sebaliknya, yaitu penurunan tahanan jenis. Hal ini kemungkinan

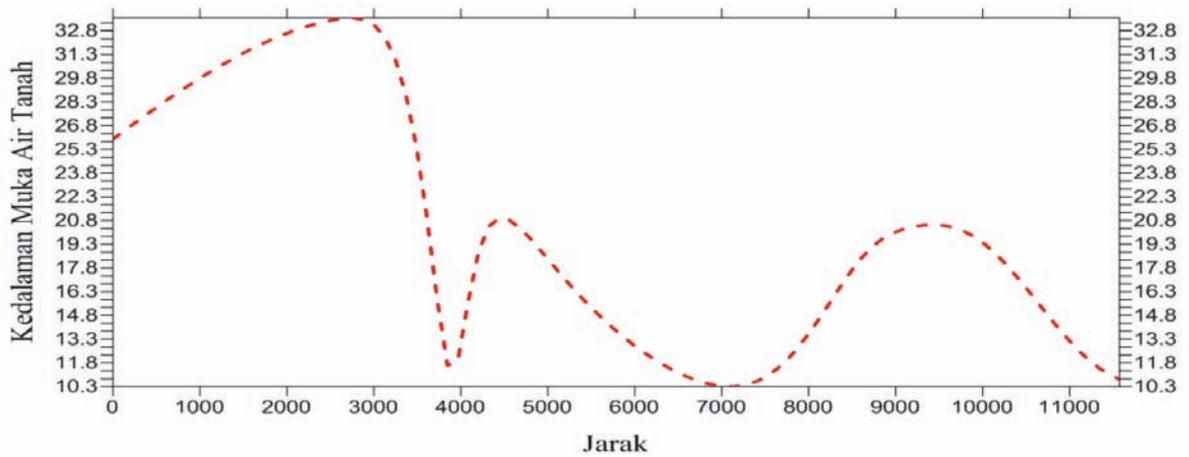
disebabkan titik 03 berada di bagian *high wall*, sehingga drainase akuifer hanya dipengaruhi oleh adanya sumur-sumur *dewatering* saja dan hanya sebagian kecil air tanah yang mengalir melalui dinding bukaan tambang berupa rembesan. Di samping itu, pada saat pengukuran ke 3 dan ke 4 di titik pengukuran 03 telah terjadi hujan di lokasi pengukuran. Akibat adanya air hujan, maka data menjadi tidak akurat, karena konduktivitas listrik tanah akan naik. Idealnya di titik 03 ini dilakukan pengukuran ulang setelah tidak hujan dan permukaan tanah menjadi lebih kering. Hasil interpretasi ini sesuai dengan adanya penurunan kontur muka air tanah dari tahun 2009–2011 seperti yang terlihat pada Gambar 14, 15 dan 16.

Dari data pengukuran kedalaman muka air tanah di sumur-sumur sekitar lokasi pengukuran geolistrik, menunjukkan bahwa tahun 2009 muka air tanah berada pada kedalaman 6,3 m, tahun 2010 pada kedalaman 10,3 m dan tahun 2011 pada kedalaman 12,2 m. Berdasarkan data ini, memperkuat dugaan adanya penurunan zona jenuh air tanah, karena batas antara zona jenuh air dan zona tidak jenuh air adalah muka air tanah.

Peta Kontur Muka Air Tanah

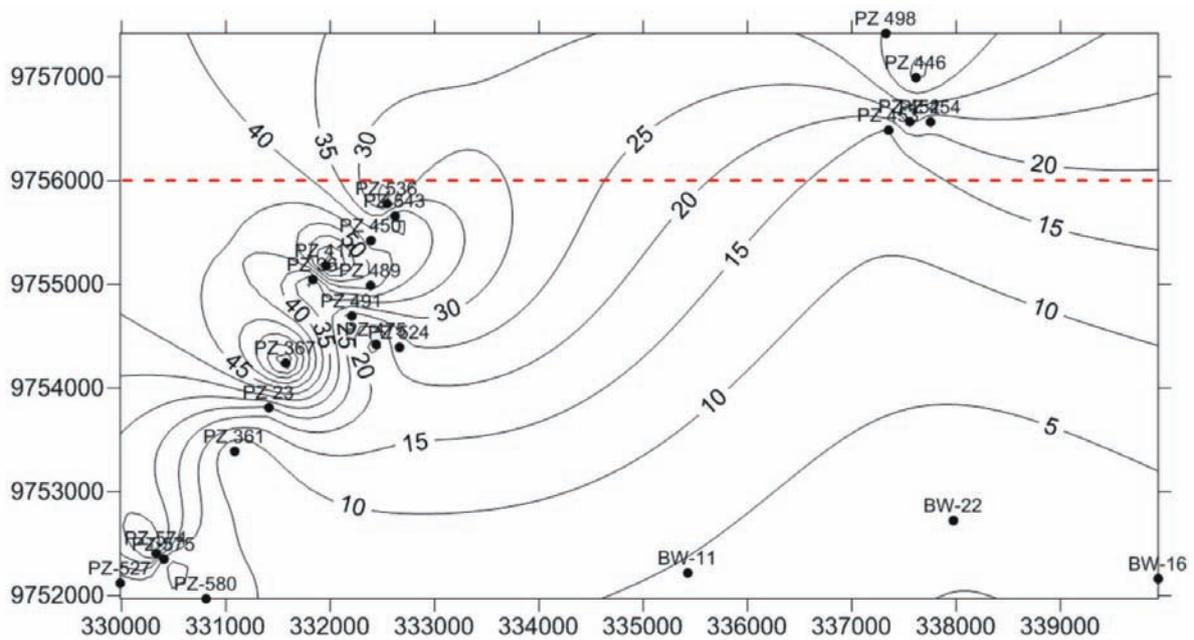


Penampang Muka Air Tanah

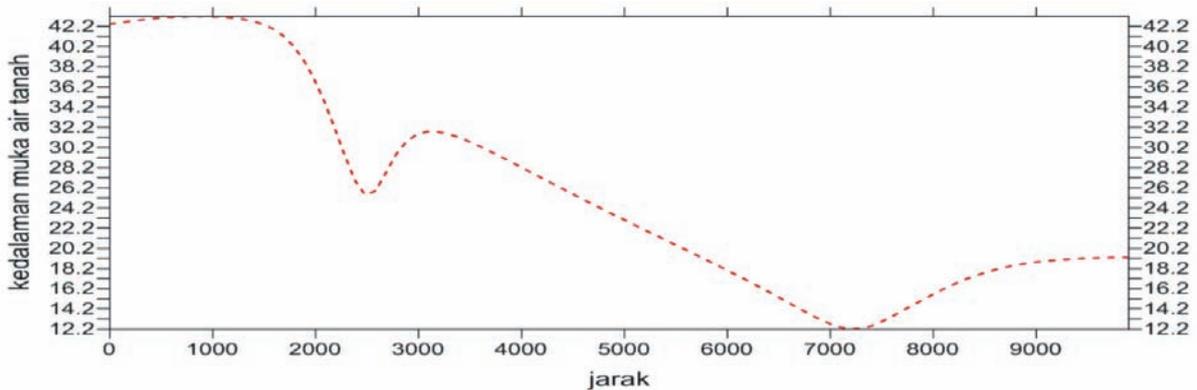


Gambar 15. Kontur dan penampang kedalaman muka air tanah tahun 2010

Peta Kontur Muka Air Tanah



Penampang Muka Air Tanah



Gambar 16. Kontur dan penampang kedalaman muka air tanah tahun 2011

KESIMPULAN

Berdasarkan adanya perubahan kenaikan tahanan jenis dapat ditafsirkan secara kualitatif bahwa telah terjadi penurunan kejenuhan air tanah di lokasi titik-titik 01, 02, 04 dan 05, yaitu di bagian utara sehingga di wilayah tersebut diperkirakan telah terjadi penurunan potensi air tanah. Sedangkan di lokasi titik 03 terjadi sebaliknya, yaitu penurunan tahanan jenis yang ditafsirkan sebagai kenaikan kejenuhan air tanah karena proses *dewatering* di wilayah ini tidak seefektif di wilayah bagian utara, meskipun di titik 03 masih diragukan hasilnya karena adanya hujan pada saat pengambilan data lapangan. Se-

dangkan berdasarkan pengukuran muka air tanah dapat diamati adanya penurunan muka air tanah dari tahun 2009 sampai tahun 2011 adalah sekitar 5,9 m. Terdapat perubahan tahanan jenis batuan yang didukung adanya perubahan muka air tanah, sesuai dengan asumsi awal penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh anggota tim penelitian yang telah membantu dalam penyelesaian administrasi serta pengambilan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhar dan Handayani, G., 2004. Penerapan metode geolistrik konfigurasi schlumberger untuk penentuan tahanan jenis batubara, MIPA-FKIP Universitas Riau Pekanbaru, Jurusan Geofisika Terapan ITB, *Jurnal Natur Indonesia*, Vol. 6 No. 2, Bandung, p. 122-126.
- Bhattacharya, P.K. dan Patra, H.P., 1968. *Direct current geoelectric sounding*, Elsevier Publishing Company, Amsterdam-New York, p. 8-35.
- Dobrin, M.B. and Savit, C.H., 1988. *Introduction to geophysical prospecting*, International 4th ed, McGraw-Hill, Singapura, p. 750-765.
- Heryanto, R. dan Sanyoto, P., 1994. Peta geologi lembar Amuntai, Kalimantan Selatan, skala 1 : 250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Loke, M.H., 2004. *Tutorial 2D and 3D electrical imaging surveys*, University of Birmingham, United Kingdom, p. 16-76.
- Pemerintah Daerah Propinsi Kalimantan Selatan, di-download pada 10 Desember 2010, dari website <http://www.kalselprov.go.id/potensi-daerah/per-tambangan>.
- Rauch, H., 2009. *Effects of surface mining on ground-water quality*, research paper, <http://wvmdtaskforce.com/proceedings/80/80rau/80rau.htm>.
- Rustadi, 2008. Analisis Lapisan batubara di Padang Ratu, Lampung melalui pengukuran geolistrik tahanan jenis, Program Studi Geofisika FMIPA Universitas Lampung, *Journal Sains MIPA*, vol. 14, no. 2, ISSN 1978-1873, hal. 114-118.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. and Sheriff, R.E., 1990. *Applied geophysics*, 2nd ed, Cambridge University Press, p. 522-565.
- Yulianto, T. dan Widodo, S., 2008. Identifikasi penyebaran dan ketebalan batubara menggunakan metode geolistrik resistivitas (Studi kasus daerah X Kabupaten Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur), *Berkala Fisika*, Vol. 11 No.2, ISSN : 1410-9662, hal 59-66.
- Zubaidah, T. dan Kanata, B., 2008. *Pemodelan fisika aplikasi metode geolistrik konfigurasi schlumberger untuk investigasi keberadaan air tanah*, Jurusan Teknik Elektro, Fak. Teknik, Universitas Mataram, p. 20-24.