



UNIVERSITAS INDONESIA

**DETEKSI PENCEMARAN AIR SAMPAH TERHADAP AIR
TANAH PADA DESA TAMAN RAHAYU KABUPATEN
BEKASI DENGAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI
WENNER - SCHLUMBERGER**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
sarjana sains**

**RAMADONI NOVIYANTO K
0304020574**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
PROGRAM STUDI FISIKA
DEPOK
JUNI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
Dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Ramadoni Noviyanto K.

NPM : 0304020574

Tanda Tangan :

Bulan : Juni 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ramadoni Noviyanto K
NPM : 0304020574
Program Studi : Fisika
Judul Skripsi : Deteksi Pencemaran Air Sampah Terhadap Air Tanah Pada Desa Taman Rahayu Kabupaten Bekasi dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner - Schlumberger

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. M. Syamsu Rosid (.....)

Penguji I : Dr. Eng. Yunus Daud, M.Sc (.....)

Penguji II : Dr. Supriyanto, M.Si (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 15 Juni 2010



*Untuk semua orang yang telah memberikan segala ismu
kepada saya. . . .*

*Semoga semua ismu yang anda berikan akan terus
bermanfaat..*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Departemen Fisika Program Geofisika yang ditandai dengan penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampikan terima kasih kepada :

1. Dr. M. Syamsu Rosid selaku Pembimbing yang dengan sabar membimbing dan memberikan saran selama penelitian. Terima Kasih telah menjadi Guru yang telah mengajarkan banyak hal selama masa perkuliahan.
2. Bapak/Ibu Dosen yang telah mendidik dan membagikan ilmunya kepada saya selama menempuh pendidikan di Departemen Fisika FMIPA UI.
3. Bapak Dr.rer.nat. Martarizal dan Ibu Dra. Ganijanti selaku Pembimbing Akademik selama masa perkuliahan.
4. Dr. Eng. Yunus Daud, M.Sc dan Dr. Supriyanto, M.Si selaku Penguji I dan Penguji II. DR. Bambang S. selaku Ketua Sidang Sarjana.
5. Ayah dan Ibunda tercinta atas kesabarannya dalam memberikan kasih sayang dan mengajarkan disiplin. Untuk kakak-kakakku, Mba Dian, Mas Pisko, Bang Douglas terima kasih untuk jadi kakak yang selalu membimbing dan mengingatkan.
6. Seluruh mahasiswa fisika 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 untuk pertemanan yang tercipta selama masa perkuliahan.
7. Teman-teman seperjuangan di Geofisika 2004, akhirnya nyusul juga.
8. Lendri, Surya, Rifki, Pak Probowo, Rotua, Riki yang uda Bantu pas akuisisi data. Klo gak ada kalian pasti gak beres-beres dah.
9. Tim Basket UI, Tim Basket Jingga, TimBasket Psikologi UI, dan Sahabat-sahabat basket yang selalu membangun mental di lapangan dan di kehidupan saya. ***I really really Love This Game.***
10. Staff karyawan Departmen Fisika, Mbak Ratna (maaf sering ngerepotin), Pak Mardi dan kawan-kawan, terima kasih banyak.
11. Untuk semua sahabat-sahabat baik saya yang selalu ada dihati sampai kapan pun Randy, Lendra, Dipo, Tommy, Costa, Karin, Ulfa, Dea, Ica,

Isthi, Qory yang selalu ngasi ide-ide dan semangat. Teman-teman panitia Olimpiade UI yang merupakan keluarga besar saya.

12. Dear Enggar Parastri untuk yang ini spesial karena hampir jadi segalanya untuk saya. Sahabat yang selalu ada untuk saya dan selalu memberi saran dan semangat. *You know that I always LOVE you..*
13. Sahabat-sahabat pencinta kopi **DIENG KOFFIE**. Mas Diki, Iki, aiyu, Mas Angga, Nurman, dan semuanya. Terimakasih banyak atas saran dan semangatnya.
14. Murid-muridku tercinta, bapak/ibu guru MA Citra Cendikia. Terimakasih atas kesempatannya. Semoga bisa terus berkarya bersama-sama.
15. United Core Vision (UNICORE) atas ilmu kepemimpinan, manajemen, bisnis, marketing, psikologi, perjuangan hidup. Adalah yang merubah saya. Perubahan besar. Positif!!!
16. Semua yang pernah hadir dalam hidup saya walaupun hanya sesaat. Terima kasih. Terima kasih. Terima kasih. Mohon maaf tidak bisa disebut ya. Ntar pas tesis gue deh.Aminn...

Penulis,

Jakarta.
Juni 2010

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ramadoni Noviyanto Koesnodo
NPM : 0304020574
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Deteksi Pencemaran Air Sampah Terhadap Air Tanah pada Desa Taman Rahayu Kabupaten Bekasi Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner - Schlumberger

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 15 Juni 2010
Yang menyatakan

(Ramadoni N.K.)

ABSTRAK

Nama : Ramadoni N.K.
Program Studi : Fisika
Judul : Deteksi Pencemaran Air Sampah Terhadap Air Tanah pada Desa Taman Rahayu Kabupaten Bekasi Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner - Schlumberger

Isu perubahan lingkungan merupakan salah satu hal yang menjadi pusat perhatian saat ini. Manusia sebagai makhluk hidup tidak terlepas dari zat sisa atau sampah. Dari sebagian besar sampah yang dihasilkan tidak semua teratasi dengan baik. Sehingga sampah menjadi perhatian yang menarik untuk dipelajari. Bantar Gebang adalah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) wilayah Jabodetabek. Desa Taman Rahayu merupakan salah satu daerah yang berbatasan langsung dengan TPA Bantar Gebang. Keberadaan sampah yang besar di daerah TPA tentu dapat mempengaruhi air tanah warga sekitar. Survey Geofisika dengan metode geolistrik konfigurasi Wenner – Schlumberger telah dilakukan dengan tujuan untuk mendeteksi adanya pencemaran yang ada di bawah permukaan. Interpretasi secara 2-D dari empat lintasan Wenner – Schlumberger dengan bentangan 155 meter dapat mendeteksi adanya pencemaran pada air tanah oleh air sampah dan mengetahui sejauh mana penyebaran serta arah penyebaran.

Kata Kunci : TPA Bantar Gebang, Desa Taman Rahayu, Air Sampah, Air Tanah, Geolistrik, Wenner- Schlumberger.

ABSTRACT

Name : Ramadoni N.K.
Program Study: Physics
Title : Detection of Contamination of Groundwater Against Trash
Water on The Village Taman Rahayu Bekasi Using Geoelectric
Method Configuration Wenner - Schlumberger

Environmental change issues is one thing that became the center of attention at this time. Human beings do not live apart from the substance waste or garbage. Most of the waste generated is not all under control. That make trash has become an attractive focus for study. Bantar Gebang as Final Trash Landfill for people in Jabodetabek. Taman Rahayu Village is one of the areas immediately adjacent to the landfill Bantar Gebang. The existence of huge waste in the landfill area can certainly affect the ground water. Geophysical survey using geoelectric method Wenner - Schlumberger has been conducted to detect contaminants that exist below the surface. Interpretation in 2-D from the four trajectories Wenner-Schlumberger with the stretch of 155 meters can detect the existence of contamination in ground water by waste water (leacheate) and to know the extent of spread and direction of dispersal.

Keywords: Final Trash landfill Bantar Gebang, Taman Rahayu Village, Waste Water, Ground Water, Geoelectric, Wenner-Schlumberger.

DAFTAR ISI

Halaman Orisinalitas	ii
Halaman Pengesahan	iii
Lembar Persembahan	iv
Kata Pengantar	v
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	vii
Abstrak	viii
Abstract	ix
Daftar Isi	x
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tinjauan Daerah Penelitian	3
1.3 Hipotesis	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Masalah	4
1.6 Metodologi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
2. DASAR TEORI	8
2.1 Metode Geolistrik	8
2.2 Distribusi Potensial di Permukaan Bumi Berlapis Horizontal	9
2.3 Fungsi Tahanan Jenis Semu	11
2.4 Konfigurasi Wenner-Schlumberger	13
2.5 Air Tanah	16
2.5.1 Asal dan Distribusi Air Tanah	16
3. AKUISISI DATA	18
3.1 Pendahuluan	18
3.2 Alat-alat yang Digunakan	18
3.3 Rancangan Survei	21
3.3.1 Kunjungan Lapangan (<i>site visit</i>)	21
3.3.2 Metode Wenner-Schlumberger	23

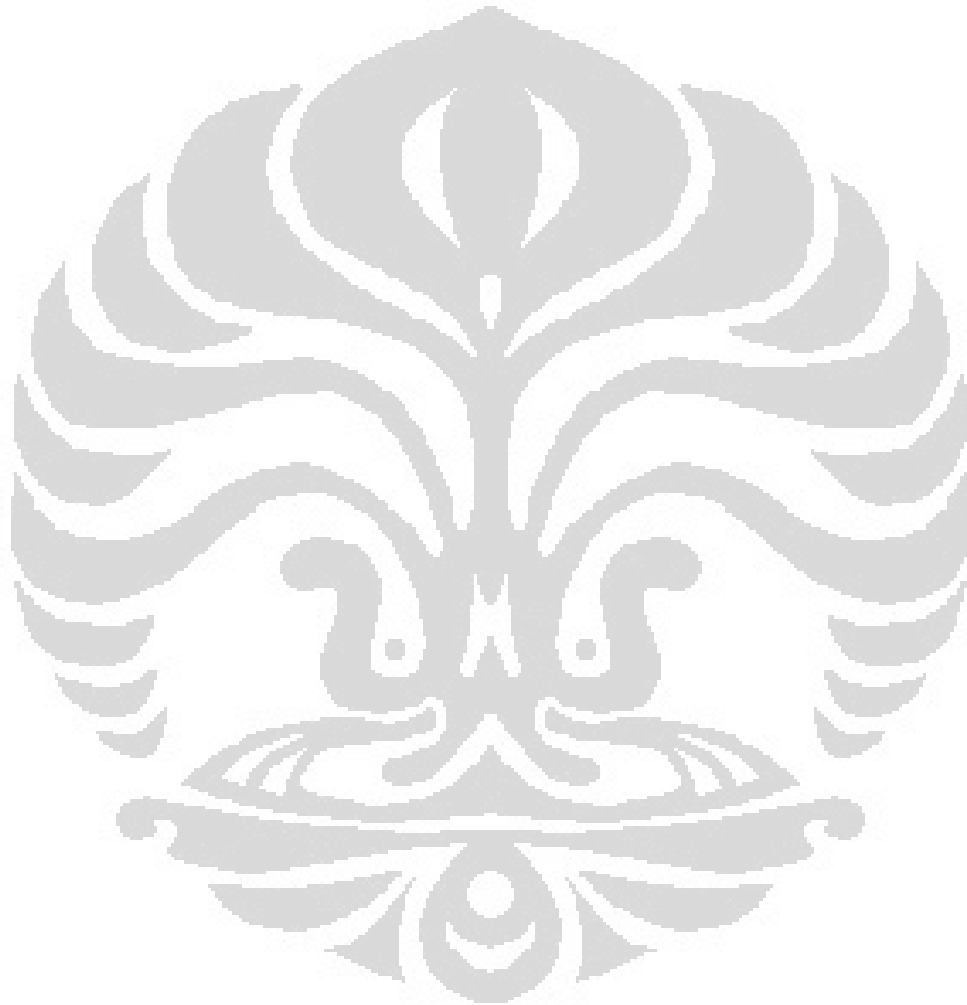
4. PENGOLAHAN DATA DAN INTERPRETASI	25
4.1 Pengolahan Data Wenner-Schlumberger	25
4.2 Interpretasi Data wenner-Schlumberger	27
4.2.1 Interpretasi Lintasan 1	27
4.2.2 Interpretasi Lintasan 2	28
4.2.3 Interpretasi Lintasan 3	29
4.2.4 Interpretasi Lintasan 4	29
5. INTERPRETASI TERPADU	31
5.1 Data Pendukung	31
5.1.1 Data Laboratorium	31
5.1.2 Data Geologi	33
5.2 Model Geofisika	34
5.2.1 Model Lintasan 1	34
5.2.2 Model Lintasan 2	35
5.2.3 Model Lintasan 3	36
5.2.4 Model Lintasan 4	36
5.3 Data Self-Potensial	37
5.4 Analisa Terpadu	39
6. KESIMPULAN DAN SARAN	41
6.1 Kesimpulan	41
6.2 Saran	41
Daftar Acuan	42
Lampiran 1	43
Lampiran 1. Data Wenner - Schlumberger	44
Lampiran 2	68
Lampiran 2. Data Laboratorium	69

DAFTAR TABEL

1.1 Tabel Data Hasil Survey Awal	23
----------------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

1.1 Lokasi Penelitian	3
1.2 Diagram Alur Proses Penelitian	6
2.1 Arah aliran arus listrik di bawah permukaan bumi	9
2.2 Pola Sensitivitas	14
2.3 konfigurasi elektroda secara umum	15
2.4 Konfigurasi Wenner-Schlumberger	16
3.1 Global Positioning System	19
3.2 Resistivimeter Ares	19
3.3 Lokasi Sumur dan Lintasan Pengukuran	22
3.4 Proses Pengukuran oleh mesin dan operator	24
3.5 Proses Penentuan Koordinat Elektroda dan Pemasangan Kabel	24
4.1 Susunan Model Block dari Apparent Resistivity	26
4.2 Penampang Lintasan 1 Iterasi ke-15	27
4.3 Penampang Lintasan 1 Iterasi ke-25	27
4.4 Penampang Lintasan 2	28
4.5 Penampang Lintasan 3	29
4.6 Penampang Lintasan 4	30
5.1 Distribusi Watertable	31
5.2 Distribusi Nilai PH	32
5.3 Peta Geologi Karawang	33
5.4 Penampang Lintasan-1	34
5.5 Penampang Lintasan-2	35
5.6 Penampang Lintasan-3	36
5.7 Penampang Lintasan-4	36
5.8 Grafik Nilai Self-Potential Lintasan 1	38
5.9 Grafik Nilai Self-Potential Lintasan 2	38
5.10 Grafik Nilai Self-Potential Lintasan 3	38



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perubahan lingkungan yang terjadi di bumi saat ini menjadi perhatian yang sangat besar dari berbagai pihak. Perubahan lingkungan ini mempengaruhi banyak faktor mulai dari ekonomi, sosial, budaya, dan teknologi. Ada banyak faktor penyebab perubahan lingkungan ini. Salah satu faktor utama adalah manusia itu sendiri. Manusia memiliki peran paling besar sebagai penyebab terjadinya perubahan lingkungan.

Manusia sebagai makhluk hidup tentu tidak pernah lepas dari zat buang (sampah). Sampah sebagai bagian sisa aktifitas kehidupan manusia dan lingkungan, banyak membawa permasalahan. Dari sebagian sampah yang dihasilkan tersebut, ternyata tidak semuanya mampu diatasi, diangkut, dibersihkan manusia dari lingkungan hidupnya (Azwar, dalam Nuryani dkk, 2003).

Bantar Gebang sebagai salah satu tempat pembuangan akhir sampah wilayah Jakarta merupakan salah satu daerah yang sangat menarik perhatian banyak pihak. Keberadaan sampah yang jumlahnya sangat besar tentu dapat menimbulkan banyak permasalahan terutama faktor lingkungan. TPA Bantar Gebang terletak di Desa Cikiwul, Desa Ciketing Udik, Desa Sumur Batu, dan Desa Taman Rahayu, dengan luas keseluruhan 110 Ha. TPA ini semula direncanakan dapat menerima buangan sampah 14.000 m^3 per hari, namun pada kenyataannya jumlah sampah yang diterima yakni sebesar 20.500 m^3 per hari. Sampah yang dibuang ke TPA sebagian besar terdiri atas komponen sampah organik dan sebagian kecil anorganik. Sampah organik akan mengalami penguraian atau dekomposisi, yang menghasilkan bahan padat dan gas antara lain CO_2 , CH_4 dan sebagian kecil H_2S . Hasil penguraian sampah lainnya adalah berupa asam-asam organik. Asam ini dapat mempengaruhi proses mineralisasi atau penguraian logam-logam yang ada di dalam sampah. Asam-asam organik ini dapat terbawa oleh air hujan menjadi air lindi (Nuryani dkk, 2003). Air lindi ini jika tidak dilakukan pengolahan dengan baik tentunya dapat mempengaruhi kondisi air tanah sekitar. Karena air lindi ini dapat meresap ke dalam tanah dan

mempengaruhi kondisi air tanah warga sekitar.

Hal ini yang menjadi perhatian penting karena air merupakan kebutuhan dasar manusia. Air tanah yang digunakan oleh warga di sekitar TPA Bantar Gebang tentu harus memiliki kondisi yang baik untuk bisa dikonsumsi. Adanya TPA Bantar Gebang yang menghasilkan air lindi sangat mempengaruhi kondisi air tanah di wilayah tersebut. Air tanah (sumur) di daerah sekitar TPA Bantar Gebang ini tentu bersifat agak masam, terutama pada musim kemarau yaitu pada saat air hujan sangat sedikit. Watak air sumur nampaknya sudah dipengaruhi oleh keberadaan limbah, baik berasal dari rumah tangga, atau dari air lindi (Nuryani dkk, 2003). Hal inilah yang menjadi indikasi untuk dilakukan pemantauan sejauh mana penyebaran air lindi ini sudah mempengaruhi kondisi air tanah di wilayah sekitar TPA Bantar Gebang. Sifat air tanah (sumur) yang relatif lebih asam akan memberikan anomali konduktivitas listrik yang cukup besar.

Geofisika sebagai salah satu cabang ilmu kebumiharian memiliki metode-metode yang dapat mengetahui kondisi bawah permukaan. Melalui survey geofisika kita dapat mendeteksi adanya pencemaran pada air tanah di wilayah sekitar TPA Bantar Gebang. Salah satu wilayah yang menjadi perhatian adalah wilayah Desa Taman Rahayu yang berbatasan dengan TPA Bantar Gebang. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode geolistrik.

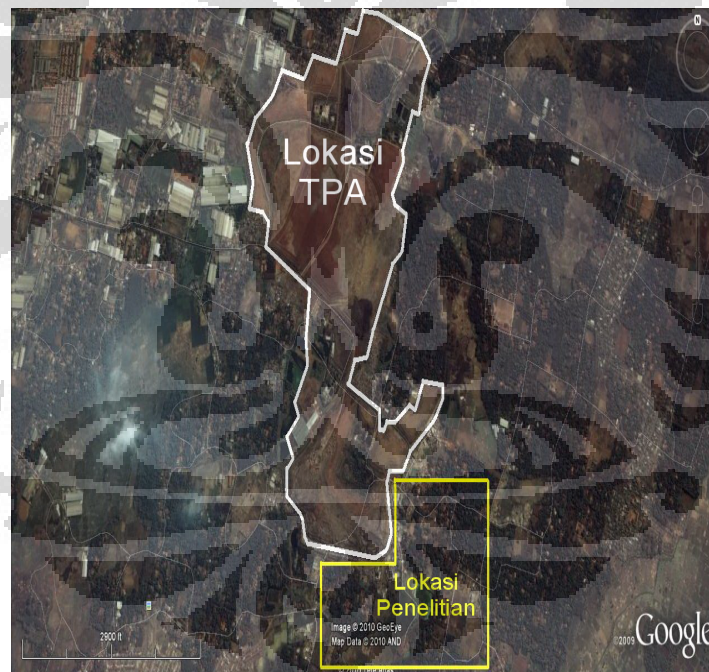
Metode geolistrik dapat digunakan untuk mendeteksi pencemaran air tanah dengan mengukur nilai hambatan jenis dari air tanah, tanah dan batuan. Nilai hambatan jenis ini tentunya berbanding terbalik dengan nilai konduktivitas. Konduktivitas adalah sifat atau kemampuan menghantarkan listrik dalam air. Konduktivitas atau lebih dikenal dengan sebutan daya hantar listrik (DHL) adalah suatu besaran yang menunjukkan banyaknya ion-ion terlarut dalam air yang dapat menghantarkan arus listrik sebesar 1μ volt pada bidang lapisan metal seluas 1 cm^2 . Sifat ini dipengaruhi jumlah kandungan yang disebut sebagai ion bebas. Air murni adalah air yang bebas kandungan ion bebas sehingga tidak menghantarkan listrik. Tapi pengertian untuk air yang layak konsumsi bagi manusia justru bukan air murni, tapi air murni dengan sifat konduktivitas pada taraf wajar. Karena sifat konduktivitas wajar ini diperlukan bagi metabolisme makhluk hidup. Menurut standar pemerintah Republik Indonesia berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan

Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 batas ambang sifat konduktivitas wajar adalah 1000 ppm (Wijaya dkk, 2009).

Dari parameter fisis ini dengan Metode Geolistrik konfigurasi Wenner – Schlumberger akan dicoba untuk dideteksi adanya pencemaran atau tidak pada daerah pengukuran karena adanya TPA Bantar Gebang. Dan jikalau ditemukan adanya apencemaran oleh air sampah, maka sejauh mana penyebaran pencemaran ini pun diharapkan dapat terlihat.

1.2. Tinjauan Daerah Penelitian

TPA Bantar Gebang terletak di kecamatan Bantar Gebang Kota Bekasi propinsi Jawa Barat. TPA Bantar Gebang berbatasan dengan Desa Cikiwul, Desa Ciketing Udik, Desa Sumur Batu, dan Desa Taman Rahayu, dengan luas keseluruhan 110 Ha.



Gambar.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian daerah yang akan dideteksi pencemarannya adalah Desa Taman Rahayu Kabupaten Bekasi yang berbatasan langsung dengan TPA Bantar Gebang. Daerah ini pada umumnya merupakan daerah pemukiman warga dan tempat pengumpulan sampah plastik yang dikumpulkan oleh pemulung.

1.3. Hipotesis

Dari hasil survey pendahuluan yang dilakukan, terdapat beberapa keluhan penduduk terkait dengan air sumur gali yang tidak lagi dapat digunakan oleh warga. Kemudian data pH air sumur gali dari hasil laboratorium dan pengukuran insitu menggunakan pH indicator menunjukkan bahwa air bersifat asam. Dari data ini diperkirakan terdapat perubahan sifat fisika tanah dan air tanah pada daerah penelitian dan kemungkinan merupakan faktor dari adanya TPA Bantar Gebang. Oleh karena itu daerah ini menjadi daerah *interest* untuk deteksi pencemaran air tanah.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah :

1. Mempelajari tahapan proses pengambilan, pengolahan dan permodelan data geolistrik dengan konfigurasi Wenner - Schlumberger.
2. Mengetahui kondisi sifat elektrik batuan bawah permukaan daerah pengamatan.
3. Mendapatkan gambaran penyebaran pencemaran air sampah terhadap air tanah dari daerah pengamatan.
4. Mendapatkan kesimpulan faktor utama penyebab pencemaran di daerah pengamatan.

1.5. Ruang Lingkup Masalah

Ruang lingkup yang dibahas dalam penelitian ini adalah metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner- Schlumberger. Dimulai dari pengambilan data pada lokasi pengukuran sesuai konfigurasi elektroda dengan menggunakan resistivitymeter, dilanjutkan dengan pengolahan data survey geolistrik daerah pengamatan dan pemodelan menggunakan software. Dari hasil pemodelan kemudian dilakukan interpretasi. Dari hasil permodelan dan interpretasi diharapkan akan terlihat distribusi penyebaran pencemaran air tanah berdasarkan nilai *resistivity*.

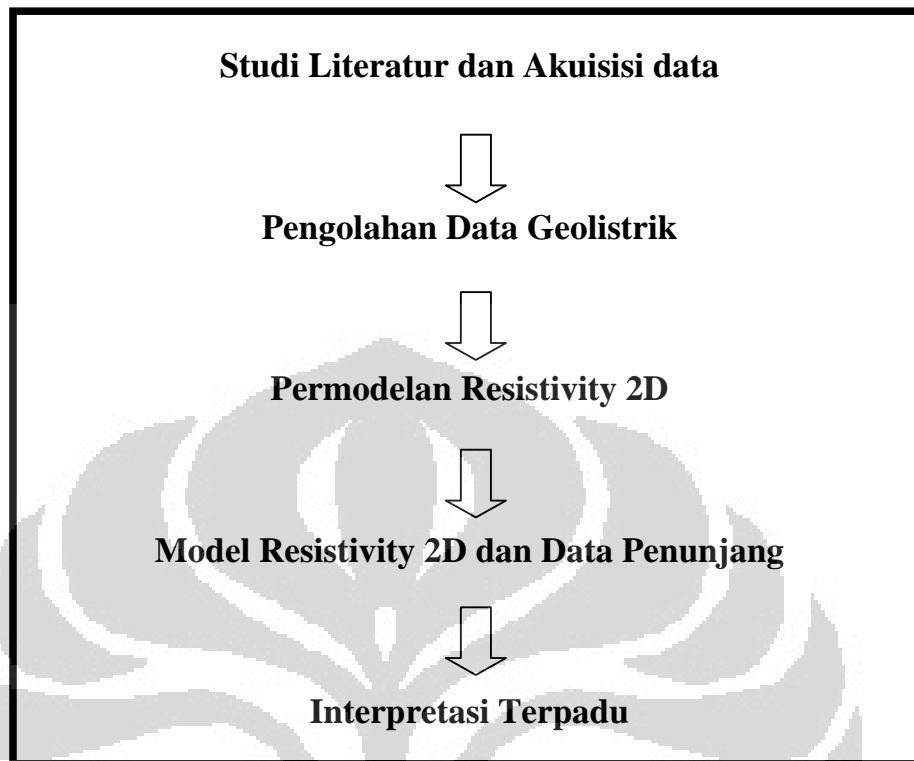
1.6. Metode Penelitian

Alur metodologi penelitian sesuai dengan Gambar 1.2. Pada awal penelitian dilakukan survey awal ke lokasi penelitian. Pada survey awal ini dilakukan pengambilan sampel air sumur gali pada daerah sekitar dan dilakukan pengukuran pH secara insitu dengan menggunakan pH indikator. Kemudian diukur pula nilai pH dan konduktivitas air sampel di laboratorium. Setelah itu dilakukan pula pengukuran kedalaman *watertable* pada sumur gali tersebut dan dilakukan *ploting* koordinat dengan GPS. Bersamaan dengan itu pula dilakukan penentuan lokasi pengukuran dan perancangan survey Geofisika yaitu Metode Geolistrik konfigurasi Wenner – Schlumberger.

Selanjutnya pengambilan data Metode Geolistrik konfigurasi Wenner – Schlumberger menggunakan alat *multichannel* ARES. Dengan panjang lintasan 155 meter dan jarak antar elektroda adalah 5 meter. Hal ini dilakukan agar di dapat gambaran penyebaran resistivitas pada kedalaman 0-30 meter. Dan jarak antar elektroda menyesuaikan dengan alat. Untuk arah lintasan pengambilan data adalah 2 lintasan menjauhi lokasi TPA dan 2 lintasan sejajar dengan TPA. Pada saat pengukuran dilakukan pula *ploting* koordinat tiap elektroda sepanjang lintasan.

Data lapangan selanjutnya akan diolah dengan software Res2Dinv. Hasil pemodelan tersebut akan ditampilkan dalam bentuk penampang *resistivity*. Penampang ini berisi data *pseudosection* dan *true resistivity* dari lokasi. Kemudian penampang ini digunakan untuk melakukan interpretasi.

Analisa terpadu dilakukan dengan memanfaatkan data penunjang seperti data geologi, data laboratorium, dan data Self Potential untuk menentukan ada atau tidaknya pencemaran pada daerah pengukuran.



Gambar 1.2. Diagram Alur Proses Penelitian

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan pada penelitian ini adalah :

BAB 1 : PENDAHULUAN. Pada bab ini dijelaskan latar belakang masalah dan gambaran isi skripsi secara keseluruhan.

BAB 2 : DASAR TEORI. Teori yang mendasari Metode Geolistrik konfigurasi Wenner – Schlumberger dan mengenai air tanah.

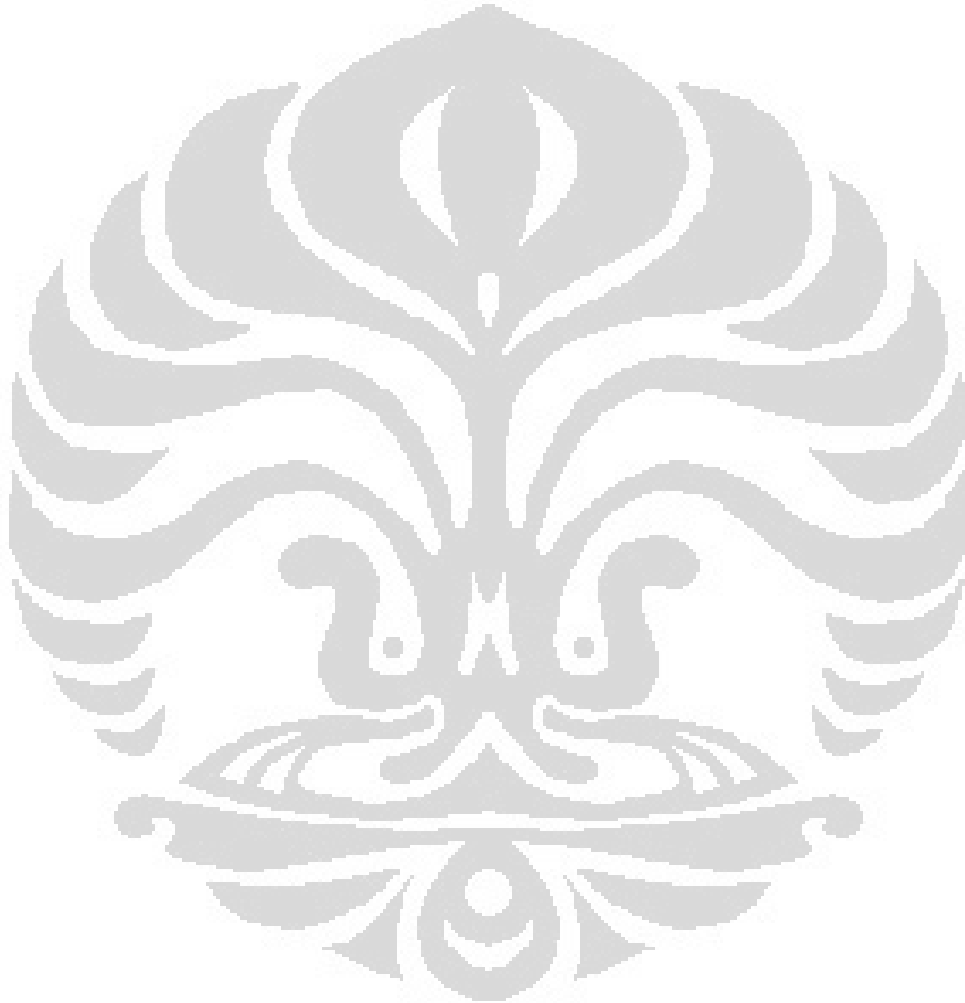
BAB 3 : AKUISISI DATA. Pada bab ini dipaparkan mengenai proses pengambilan (akuisisi) data termasuk survey awal. Proses pengambilan data dan tantangannya juga dijelaskan pada bab ini.

BAB 4 : PENGOLAHAN DATA DAN INTERPRETASI. Pada bab ini dijelaskan secara singkat hasil pengolahan data, dan ditunjukkan hasil-hasil gambar pengolahan data.

BAB 5 : INTERPRETASI TERPADU. Pada bab ini semua data penunjang seperti data geologi, data laboratorium, dan data konfigurasi lainnya di analisa

untuk menunjang interpretasi Metode Geolistrik konfigurasi Wenner – Schlumberger.

BAB 6 : KESIMPULAN DAN SARAN. Hasil interpretasi terpadu pada bab 5 dipaparkan secara ringkas dalam bentuk kesimpulan. Dan penutup berupa saran untuk penelitian lanjutan pada daerah penelitian dan saran pada pihak-pihak terkait.



BAB 2 DASAR TEORI

2.1 Metode Geolistrik

Metode geolistrik adalah salah satu metoda geofisika yang didasarkan pada penerapan konsep kelistrikan pada masalah kebumihan. Tujuannya adalah untuk memperkirakan sifat kelistrikan suatu bahan atau formasi batuan bawah-permukaan terutama kemampuannya untuk menghantarkan atau menghambat listrik (konduktivitas atau resistivitas).

Tujuan dari survey geolistrik adalah untuk mengetahui distribusi resistivitas pada lapisan bawah permukaan dengan melakukan pengukuran dari permukaan. Pengukuran resistivitas dilakukan dengan menginjeksikan arus ke dalam bumi. Dengan demikian akan timbul potensial sebagai akibat dari penginjeksian arus tersebut. Perbandingan dari keduanya akan menghasilkan hambatan sesuai dengan Hukum Ohm sebagaimana yang terlihat pada persamaan

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.1)$$

Untuk mendapatkan nilai resistivitasnya, nilai hambatan (R) harus dikalikan dengan faktor geometri (K) yang bergantung pada susunan elektrode untuk masing-masing konfigurasi, sebagaimana yang terlihat pada persamaan :

$$\rho_a = K \frac{V}{I} \quad (2.2)$$

Persamaan diatas belum menunjukkan nilai resistivitas yang sesungguhnya dari lapisan bawah permukaan, akan tetapi hanya menunjukkan resistivitas semu-nya yang bergantung pada nilai faktor geometri. Hubungan antara kedua jenis resistivitas tersebut begitu kompleks sehingga diperlukan suatu program komputer untuk menjembatani keduanya. Proses peralihan dari nilai *apparent resistivity* (resistivitas semu) ke nilai *true resistivity* (resistivitas sesungguhnya) disebut sebagai inversi. Variasi dari besar kecilnya nilai resistivitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- ukuran butir penyusun batuan

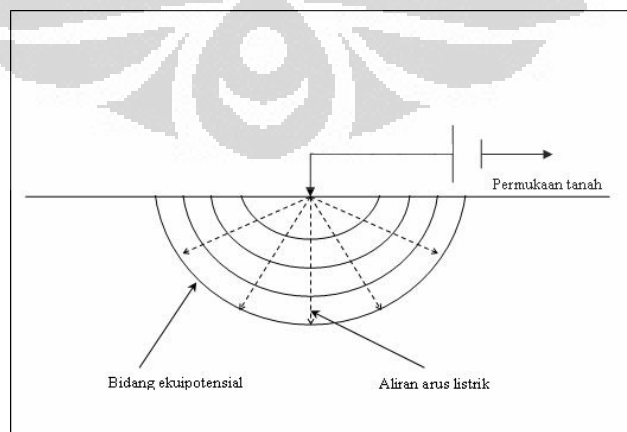
- komposisi mineral batuan
- kandungan air
- kelarutan garam
- kepadatan
- porositas batuan

2.2 Distribusi Potensial di Permukaan Bumi Berlapis Horizontal

Jika sumber tegangan dihubungkan ke dalam tanah dengan menggunakan dua buah elektroda, akan timbul aliran arus yang melalui lapisan bumi di antara kedua elektroda tersebut. Arus listrik akan mengalir dari potensial yang lebih tinggi ke potensial yang lebih rendah dengan arah aliran yang selalu tegak lurus dengan suatu daerah yang memiliki bidang ekuiptensial (bidang dimana nilai potensial konstan). Arah aliran arus ditunjukkan pada Gambar 2.1.

Untuk memahami hubungan antara besaran-besaran terukur dengan resistivitas dan ketebalan lapisan diperlukan perumusan potensial listrik pada model bumi yang diasumsikan sebagai berikut (Koefoed, dalam Ardianto, 2005):

1. Bumi berlapis horizontal. Tiap lapisan bumi mempunyai ketebalan tertentu dan lapisan terdalam mempunyai ketebalan tak terhingga.
2. Tiap lapisan bersifat homogen dan isotropik.
3. Medan listrik dihasilkan oleh sumber arus listrik yang terletak pada permukaan bumi.
4. Arus listrik yang dipakai adalah arus DC.



Gambar 2.1 Arah aliran arus listrik di bawah permukaan bumi.

Bentuk penyederhanaan dari hubungan di atas maka potensial pada permukaan diasumsikan berasal dari satu sumber arus titik sehingga sifat simetri dari medan potensial dapat digunakan. Rapat arus dan medan listrik mempunyai hubungan menurut hukum Ohm,

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} \quad (2.3)$$

di mana J (A/m^2) adalah arus yang mengalir melalui elemen luasan δA (m^2) dan E (v/m) adalah medan listrik.

Distribusi potensial oleh arus searah memenuhi persamaan Laplace yaitu,

$$\nabla^2 V = 0 \quad (2.4)$$

Untuk mendapat bentuk lebih sederhana maka medan potensial harus memiliki simetri silindris terhadap garis vertikal yang melalui sumber arus. Sehingga dalam koordinat silinder, potensial pada suatu titik hanya bergantung pada r dan z .

Sehingga persamaan Laplace menjadi,

$$\frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial r} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0 \quad (2.5)$$

Dengan metode separasi dan integral Lipschitz dalam fungsi Bessel solusi persamaan di atas menjadi,

$$V = \frac{I\rho_1}{2\pi} \int_0^\infty [e^{-\lambda z} + \Theta(\lambda)e^{-\lambda z} + X(\lambda)e^{-\lambda z}] J_0(\lambda r) d\lambda \quad (2.6)$$

di mana $\Theta(\lambda)$ dan $X(\lambda)$ adalah solusi dari persamaan diferensial (2.3). Sehingga untuk model bumi berlapis homogen, persamaan ini dapat dituliskan menjadi,

$$V = \frac{I\rho_1}{2\pi} \int_0^\infty [e^{-\lambda z} + \Theta_i(\lambda)e^{-\lambda z} + X_i(\lambda)e^{-\lambda z}] J_0(\lambda r) d\lambda \quad (2.7)$$

Syarat-syarat yang berlaku di bidang batas lapisan bumi adalah :

1. Potensial listrik kontinu pada bidang batas.
2. Komponen vertikal rapat arus kontinu pada bidang batas.
3. Pada permukaan bumi, komponen vertikal dari rapat arus dan intensitas medan listrik harus sama dengan nol, kecuali pada titik yang jaraknya tak terhingga dari sumber arus.
4. Daerah dekat sumber arus mempunyai potensial mendekati tak terhingga.

5. Pada kedalaman tak terhingga, besar potensial mendekati nol. dengan menerapkan syarat batas, diperoleh solusi untuk bumi dua lapisan,

$$\Theta_i = \frac{k_i e^{-2\lambda h_i}}{1 - k_i e^{-2\lambda h_i}} \quad (2.8)$$

$$k_i = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1} \quad (2.9)$$

Potensial permukaan dapat dinyatakan dengan fungsi Kernel yang didefinisikan sebagai berikut,

$$K(\lambda) = 1 + 2\Theta_1(\lambda) \quad (2.10)$$

sehingga dalam fungsi Kernel persamaan (2.5) dapat dinyatakan sebagai,

$$V = \frac{I\rho_1}{2\pi} \int_0^{\infty} K(\lambda) J_0(\lambda r) d\lambda \quad (2.11)$$

di mana $\mathbf{K}(\lambda)$ adalah fungsi *Slichter Kernel* dan $\Theta_1(\lambda)$ adalah fungsi *Stefanescu Kernel*. Dari sini jelas bagaimana hubungan fungsi Kernel dengan ρ_i dan h_i .

2.3. Fungsi Tahanan Jenis Semu

Pada penjelasan awal bumi diasumsikan sebagai medium yang bersifat homogen dan isotropik, tetapi pada kenyataannya bumi merupakan medium yang bersifat heterogen. Sehingga nilai resistivitas yang terukur bukanlah nilai resistivitas yang sebenarnya tetapi merupakan nilai resistivitas yang dipengaruhi oleh beberapa medium yang juga dilalui oleh arus yang dialirkan kedalam lapisan tanah. Karena pada kenyataannya, arus yang dialirkan ke dalam lapisan tanah menyebar dan tidak mengalir secara sempurna pada pada lapisan – lapisan di dalam permukaan tanah (Herman, 2001).

Secara teori, potensial yang diakibatkan oleh sumber arus titik di permukaan bumi adalah,

$$V = \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \frac{1}{r} \quad (2.12)$$

Dengan menggunakan persamaan ini dapat dicari beda potensial yang terukur permukaan bumi homogen untuk konfigurasi DC-Schlumberger. Selanjutnya dapat dicari nilai ρ dalam ΔV , I dan jarak antar elektroda. Jika bumi tidak homogen maka ρ disebut resistivitas semu (ρ_a).

Konfigurasi Schlumberger adalah konfigurasi linear. Maka beda potensial konfigurasi linear pada bumi homogen oleh dua sumber arus (Telford et al., 1990):

$$\Delta V = \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right] \quad (2.13)$$

Karena medium tidak homogen, sehingga resistivitas semu ρ_a adalah,

$$\rho_a = \frac{2\pi\Delta V}{I} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)} \quad (2.14)$$

$$\rho_a = \frac{\Delta V}{I} K \quad (2.15)$$

di mana K merupakan faktor geometri yang berhubungan dengan konfigurasi dari keempat elektroda.

Resistivitas semu untuk konfigurasi Schlumberger dapat juga dinyatakan dalam bentuk lain dengan mengasumsikan jarak antar 2 elektroda potensial sangat kecil (Koefoed, dalam Ardiyanto, 2005) yaitu,

$$\rho_a = -\frac{2\pi\Delta V}{I} \left(\frac{\partial V}{\partial r} \right)_{r=s} \quad (2.16)$$

Dengan menggantikan $\mathbf{K}(\lambda)$ dengan $1+2\Theta(\lambda)$ pada persamaan (2.9) dan mensubstitusikan ke persamaan di atas maka akan diperoleh persamaan yang konvergen,

$$\rho_a = \rho_1 + s^2 \int_0^{\infty} [T(\lambda) - \rho_1] J_1(\lambda s) \lambda d\lambda \quad (2.17)$$

Dengan mengganti variabel tahanan jenis dengan $s = e^x$ dan $\lambda = e^{-y}$ sehingga,

$$\rho_a = \rho_1 + s^2 \int_0^{\infty} [T(y) - \rho_1] J_1(e^{x-y}) e^{2(x-y)} dy \quad (2.18)$$

Ini merupakan hubungan linear antara transformasi resistivitas dengan fungsi resistivitas semu.

Persamaan di atas dapat diinversi untuk mencari $\mathbf{T}(\lambda)$ dari resistivitas semu ρ_a . Persamaan (2.16) kemudian diinversi dengan inversi Hankel dari integral Fourier-Bessel (Gosh, dalam Ardiyanto,2005) menjadi,

$$T(\lambda) = \int_0^{\infty} \frac{1}{s} \rho_a(s) J_1(\lambda s) ds \quad (2.19)$$

sehingga resistivitas semu dapat diperoleh dari $\mathbf{T}(\lambda)$ dengan filter konvolusi.

Dengan demikian inversi 1D dapat dilakukan secara iteratif dari $\mathbf{T}(\lambda)$.

Pada konfigurasi Schlumberger aliran arus akan lebih dalam penetrasinya jika jarak elektroda diperbesar. Metode ini disebut *Vertical Electrical Sounding* (VES). Dengan menghitung distribusi arus maka untuk kasus 1D dua lapisan horizontal, kedalaman penetrasi secara nominal.

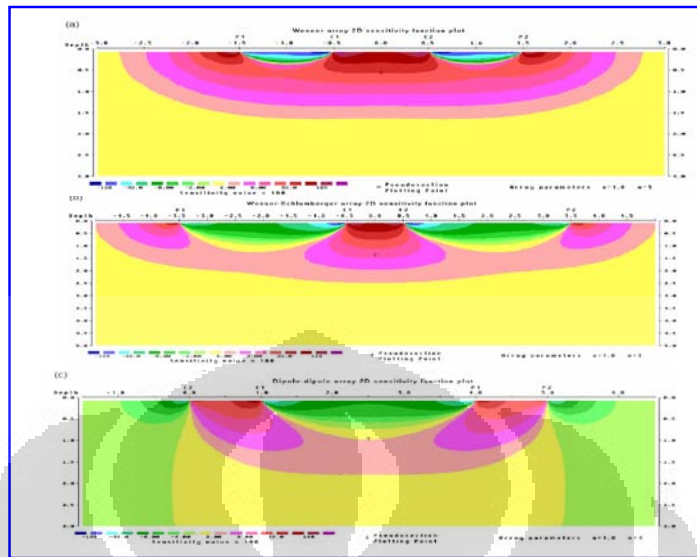
$$z' = \mathbf{AB}/2 \quad (2.20)$$

Sedangkan jika pada keadaan lebih dari dua lapisan dan struktur resistivitas yang irregular maka dapat digunakan “*rule of thumb*” untuk penetrasi efektif (Roy and Apparao, dalam Ardiyanto,2005),

$$Z_{\text{eff}} < (0.25 \text{ hingga } 0.5) Z' \quad (2.21)$$

2.4. Konfigurasi Wenner-Schlumberger

Pemilihan konfigurasi yang digunakan bergantung pada objek yang akan diteliti serta pola sensitivitas untuk masing-masing konfigurasi. Apabila objeknya *layering* maka sebaiknya digunakan konfigurasi yang peka terhadap perubahan vertikal. Begitu juga sebaliknya, apabila objeknya tersebar atau berstruktur vertikal maka sebaiknya digunakan konfigurasi yang peka terhadap perubahan horizontal. Pada Gambar 2.2 ditunjukkan gambar pola sensitivitas untuk masing-masing konfigurasi Wenner, Wenner-Schlumberger, dan dipole-dipole



Gambar 2.2. Pola Sensitivitas untuk Konfigurasi (a) Wenner (b) Wenner-Schlumberger (c) dipole-dipole (Loke, 2000)

Pada Gambar 2.3, ditunjukkan konfigurasi elektrode secara umum (Schlumberger, Wenner, Wenner-Schlumberger). Arus akan diinjeksikan melalui elektrode C_1 dan C_2 . Dan distribusi potensial yang dihasilkan di dalam tanah akan terukur oleh elektrode P_1 dan P_2 . Kemudian, resistivitas dihitung berdasarkan perbedaan potensial antara P_1 dan P_2 . Dimana

$$V_{P_1} = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} \right) \quad (2.22)$$

dan

$$V_{P_2} = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{C_1 P_2} - \frac{1}{C_2 P_2} \right) \quad (2.23)$$

Dengan demikian,

$$\begin{aligned} \Delta V &= \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} - \left(\frac{1}{C_1 P_2} - \frac{1}{C_2 P_2} \right) \right) \\ &= \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} + \frac{1}{C_2 P_2} \right) \end{aligned} \quad (2.24)$$

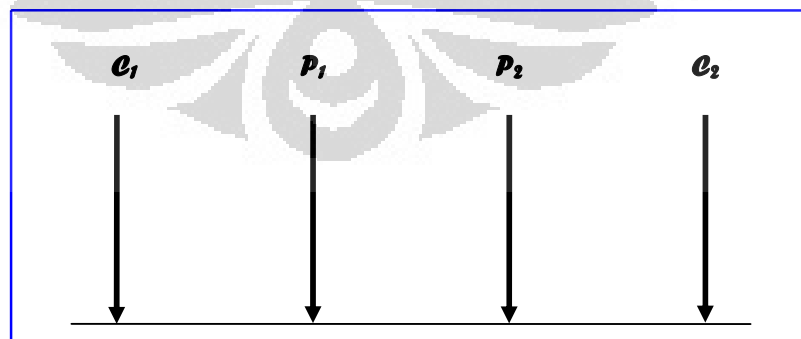
$$\rho = \frac{\Delta V 2\pi}{I \left(\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} + \frac{1}{C_2 P_2} \right)} \quad (2.25)$$

dimana

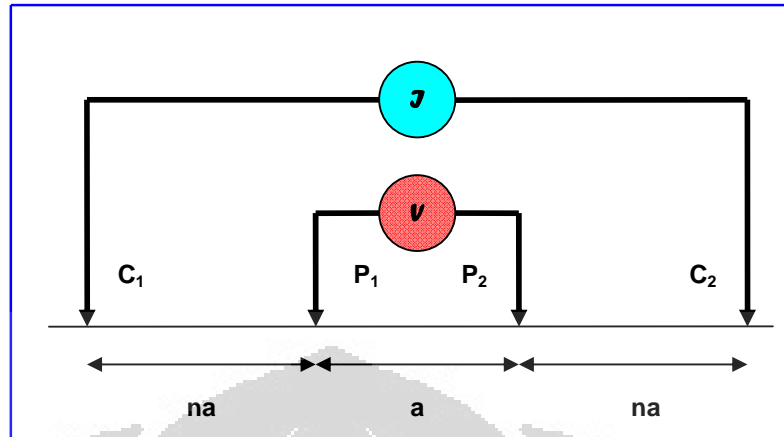
$$2\pi \left(\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} + \frac{1}{C_2 P_2} \right)^{-1} = K \quad (2.26)$$

K adalah faktor geometri yang bergantung pada konfigurasi elektrode. Dengan demikian, untuk konfigurasi Wenner-Schlumberger seperti yang terlihat pada Gambar 2.4, $C_1 P_1$ dan $C_2 P_2$ diganti dengan na , sedangkan $P_1 P_2$ diganti dengan a sehingga dalam Wenner-Schlumberger nilai faktor geometri (K) akan menjadi :

$$\begin{aligned} K &= \left(\frac{1}{na} - \frac{1}{na+a} - \frac{1}{na+a} + \frac{1}{na} \right)^{-1} 2\pi \\ &= \left(\frac{2}{na} - \frac{2}{(n+1)a} \right)^{-1} 2\pi \\ &= \left[\frac{2(n+1) - 2n}{n(n+1)a} \right]^{-1} 2\pi \\ K &= \pi n(n+1)a \end{aligned} \quad (2.27)$$



Gambar 2.3. Konfigurasi Elektrode Secara Umum



Gambar 2.4. Konfigurasi Wenner-Schlumberger

2.5 Air Tanah

Air merupakan kebutuhan utama bagi kehidupan manusia. Pada zaman dahulu kehidupan berada di dekat sungai, mata air atau danau. Namun bertambahnya populasi dan kemajuan industri menyebabkan kebutuhan air bersih meningkat. Bagi yang jauh dari sumber air, memerlukan banyak biaya untuk mengalirkan dari sumber ketempatnya. Oleh karena itu dicari sumber air lain yang dekat, yaitu air yang ada di bawah permukaan tanah atau air tanah.

2.5.1. Asal dan distribusi air tanah

Yang dimaksud air tanah adalah semua air yang terdapat dalam ruang batuan dasar atau *regolith*. Jumlahnya kurang dari 1% dari air bumi, tetapi 40 kali lebih besar dibandingkan air bersih di permukaan (sungai dan danau) (Noer Aziz dkk, 2000).

Kebanyakan air tanah berasal dari hujan (disebut juga air *meteorit*). Air hujan yang meresap ke dalam tanah menjadi bagian dari air tanah, perlahan-lahan mengalir ke laut, atau mengalir langsung dalam tanah atau dipermukaan dan bergabung dengan aliran sungai. Banyaknya air yang meresap ke tanah bergantung pada selain ruang dan waktu, juga dipengaruhi kecuraman lereng, kondisi material permukaan tanah, jenis serta banyaknya vegetasi, dan tentunya curah hujan. Meskipun curah hujan besar tetapi lerengnya curam, ditutupi material *impermeable*, persentase air mengalir dipermukaan (*run off*) lebih banyak dari

pada meresap kebawah. Sedangkan pada curah hujan sedang, pada lereng landai dan permukaan *permeable*, persentasi air yang meresap lebih banyak. Sebagian air yang meresap tidak bergerak jauh karena tertahan oleh gaya tarik molekuler sebagian pada lapisan pada butiran-butiran tanah. Sebagian menguap lagi ke atmosfer dan sisanya merupakan cadangan bagi tumbuhan selama belum ada hujan. Air yang tidak tertahan dekat permukaan menerobos ke bawah sampai zona dimana seluruh ruang terbuka pada sedimen atau batuan terisi air (jenuh air). Air dalam zona saturasi (*zone of saturation*) ini dinamakan air tanah (*ground water*). Batas atas zona ini disebut muka air tanah (*water table*). Lapisan tanah, sedimen atau batuan di atasnya yang tidak jenuh air disebut zona aerasi (*zone of aeration*).

Muka air tanah umumnya tidak horizontal seperti permukaan air laut atau danau, tetapi lebih kurang mengikuti permukaan topografi di atasnya. Dibawah bukit lebih tinggi dan menurun ke arah lembah. Perbedaan elevasi antara bagian-bagian muka air tanah disebut *hydraulic head*. Di daerah rawa-rawa, muka air tanah sama dengan permukaan, sedangkan aliran sungai dan danau permukaannya lebih rendah. Muka air tanah yang tidak mengikuti hukum fisika ini disebabkan oleh aliran air tanah yang sangat lambat (*percolation*). Seperti spons yang berisi air ditekan perlahan-lahan. Apabila tidak ada hujan maka muka air di bawah bukit akan menurun perlahan-lahan sampai sejajar dengan lembah. Namun hal ini tidak pernah terjadi, karena hujan akan mengisi (*recharge*) lagi. Daerah dimana air hujan meresap ke bawah (*precipitation*) sampai zona saturasi dinamakan daerah rebesan (*recharge area*). Dan daerah dimana air hujan keluar dinamakan *discharge area*.

Selain dari air hujan dapat juga air tanah berasal dari air yang dilepaskan magma pada saat mendingin, disebut air *juvenile*. Biasanya keluar ke permukaan sebagai mata air panas atau *juvenile spring*. Sedangkan yang berasal dari air yang terperangkap dalam sedimen saat pengendapan dinamakan air *connate*. Air tawar terperangkap dalam endapan danau dan dalam endapan laut pada umumnya asin atau payau. Air *connate* yang terakhir umumnya dijumpai bersama dengan minyak bumi. Merupakan lapisan dibawah minyak bumi.

BAB 3 AKUISISI DATA

3.1 Pendahuluan

Akuisisi data di daerah Desa Taman Rahayu Kabupaten Bekasi menggunakan metode geolistrik dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger bertujuan untuk memetakan kondisi bawah permukaan dan mendeteksi adanya pencemaran dari air sampah (lindi) yang berasal dari TPA Bantar Gebang.

Metode resistivitas geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang bersifat aktif, karena pada metode ini diperlukan injeksi arus listrik ke dalam lapisan tanah sebelum dapat diukur nilai resistivitas dari struktur batuan pada daerah penelitian. Daerah penelitian, Desa Taman Rahayu kabupaten Bekasi, termasuk daerah yang datar dan memiliki variasi ketinggian yang tidak terlalu signifikan. Daerah penelitian ini berbatasan langsung dengan TPA Bantar Gebang. Sehingga daerah ini kemungkinan besar akan mengalami pencemaran langsung dari TPA.

3.2 Alat-Alat Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam pengukuran metode geolistrik konfigurasi Wenner-Schlumberger terdiri dari beberapa alat antara lain :

1. *Global Position Sistem (GPS)*



Gambar 3.1. *Global Position Sistem (GPS)*

GPS yang digunakan adalah *Garminmap 60CS*. GPS digunakan untuk mendapatkan koordinat bujur, lintang, dan elevasi dari titik-titik elektroda dan sumur pada lokasi penelitian.

2. Kompas

Kompas digunakan untuk menentukan posisi arah mata angin pada lokasi pengukuran.

3. Resistivitymeter Laboratorium Geofisik Eksplorasi -Universitas Indonesia (LGE-UI) , yang terdiri dari :



Gambar 3.2. Resistivity meter ARES

a. Transmitter dilengkapi dengan :

1. Sumber arus

Merupakan arus DC yang berasal dari baterai kering

2. Amperemeter

Amperemeter yang digunakan mempunyai ketelitian hingga 0,5 mA.

b. Receiver berupa voltmeter

Voltmeter yang digunakan memiliki ketelitian hingga 0,001 mV.

c. Adapun data Spesifikasi dari alat Resistivity meter merek ARES ini adalah sebagai berikut :

1. Transmitter

Power : 300W (ARES-G4), 200W (ARES-G3)

Current : 2.0A (ARES- G4), 1.25 A (ARES-G3)

Voltage : 10 550 V (1100 Vp-p)

Precision : 0.1%

2. Receiver

Input impedance : 20 M Ω

Input voltage range : $\pm 5V$

Mains frequency filtering : 50 or 60 Hz

Precision : 0.1%

3. *Memory*

16Mbit, up to 100 files, 70000 readings

4. *Interface*

232 or USB

5. *Power Supply*

12 V car battery or attachable battery pack

6. *Connector*

For PC, battery and universal for all measuring accessories

7. *Dimensions*

13x17x39

8. *Weight*

3.5 Kg

4. Elektroda

Elektroda berfungsi sebagai penghantar arus dari sumber arus ke dalam lapisan tanah. Selain elektroda juga dapat menggunakan *porous pot*.

5. Kabel Set

4 set kabel multi elektroda masing masing 40 m untuk menghubungkan Resistivity ARES dengan elektroda. Kabel digunakan untuk menghubungkan elektroda dengan sumber arus. Sehingga untuk survei yang membutuhkan bentangan yang sangat panjang dapat dilakukan dengan mudah.

6. Karet dan Tali rafia

Karet digunakan untuk menyatukan antara elektroda dengan batang yang ditancapkan ke dalam tanah, sedangkan tali rafia untuk mengikat kabel dengan titik titik yang berjarak tertentu dalam satu bentangan / lintasan

7. Palu dan Meteran

Palu digunakan untuk menancapkan elektroda ke dalam tanah, sedangkan meteran digunakan untuk mengukur jarak bentangan dan jarak antar elektroda.

3.3 Rancangan Survei

3.3.1 Kunjungan Lapangan (*site visit*)

Sebelum melakukan pengambilan data hal yang terpenting dilakukan adalah melakukan kunjungan lapangan. Kunjungan lapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi daerah yang akan diteliti mulai dari morfologi, lingkungan, dan kondisi air tanah. Selanjutnya menentukan daerah-daerah yang memungkinkan untuk dilakukan pengukuran, sehingga dapat ditentukan desain pengukuran yang tepat untuk daerah penelitian.

Pada daerah penelitian awalnya dilakukan survey untuk mencari lokasi sumur gali. Hal ini dilakukan untuk mencari sample dan menentukan nilai pH air tanah secara insitu dan menentukan kedalaman *watertable* pada daerah penelitian. Dipilih menggunakan sumur gali karena sumur gali lebih terbuka sehingga dapat diukur nilai kedalaman *watertable* secara tepat. Setelah itu sample air dimasukkan kedalam laboratorium untuk mendapatkan nilai pasti dari pH dan konduktivitas sample air tanah. Kemudian dari nilai *watertable* ini yang dijadikan acuan sebagai target kedalaman yang akan diukur. Dan target kedalaman ini juga akan mempengaruhi besar bentangan kabel pada tiap line. Kemudian pada *site visit* juga dilakukan wawancara dengan warga sekitar untuk menanyakan tentang kondisi air sumur di daerah penelitian. Dari hasil wawancara dengan penduduk didapatkan bahwa sebagian besar sudah tidak menggunakan sumur gali.

Selain itu juga *site visit* dilakukan untuk menentukan lokasi lintasan yang digunakan untuk pengukuran. Hal ini penting dilakukan karena daerah penelitian merupakan daerah padat pemukiman, sehingga harus dipertimbangkan lokasi yang memiliki bentangan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Tentu juga diperlukan pertimbangan adanya halangan-halangan pada saat pengambilan data *resistivity* misalnya rumah, genangan air, sawah, dan lain-lain.

Dalam *site visit* juga dilakukan penentuan koordinat dari tiap sumur dengan menggunakan GPS. Dari tiap sumur gali ini akan diambil sample air untuk mendapatkan gambaran nilai pH air tanah, dan kedalaman *watertable*. Dari hasil survey pendahuluan, data kedalaman *watertable* menunjukkan bahwa aliran air tanah pada daerah penelitian adalah dari arah selatan ke utara. Hasil ini sesuai dengan hasil survey *Self-Potential* pada daerah penelitian yang sama. Kemudian

sesuai dengan tujuan penelitian untuk mencari penyebaran pencemaran pada daerah disekitar TPA maka diperlukan garis data pengukuran yang menjauhi daerah TPA agar diketahui sudah sejauh mana pencemaran terjadi. Maka dari hasil survey awal ini ditentukan 4 garis yang akan digunakan untuk melakukan pengukuran seperti ditunjukkan pada gambar berikut



Gambar 3.3. Lokasi Sumur dan Lintasan Pengukuran.

Dan hasil dari survey awal yang dilakukan pada daerah penelitian didapat nilai koordinat dan elevasi tiap sumur dan nilai kedalaman *watertable*. Hasil sample air sumur dimasukan kedalam laboratorium untuk didapatkan nilai PH dan konduktivitas. Data hasil survey awal ini dijadikan acuan untuk interpretasi arah aliran fluida di lihat dari data kedalaman dan dari hasil data laboratorium didapat nilai PH air sampah (air lindi adalah 8,54 dan nilai konduktivitas adalah 2,68 mS. Data hasil survey awal lainnya ditunjukkan pada Tabel 1.1

Tabel 1.1. Data Hasil Survey Awal

No. Sumur	Kode GPS	Kode Lab	Lintang	Bujur	Elevasi	PH	Kedalaman	Elevasi (watertable)
Sumur 1	138	3	721425	9297121	22	6.26	5.6	16.4
Sumur 2	144	138	721646	9296953	28	5.56	5	23
Sumur 3	137	137	721358	9296895	32	5.58	3	29
Sumur 4	148	4	721452	9296666	37	5.42	3.6	33.4
Sumur 5	147	147	721682	9296559	36	5.45	2.2	33.8
Sumur 6	146	146	721611	9296499	36	5.21	2.2	33.8
Sumur 7	140	140	720883	9296792	25	6.13	2.5	22.5
Sumur 8	139	139	720894	9296814	23	6.40	2.3	20.7
Sumur 9	135	5	721460	9296801	32	5.38	2.2	29.8

3.3.2 Metode Wenner-Schlumberger

Metode ini menggunakan empat elektroda. Dua elektroda yang ditancapkan diantara dua elektrode yang lain berfungsi sebagai *receiver* untuk mengetahui perubahan parameter tegangan sebagai akibat dari penginjeksian arus kedalam bumi. Pada penggunaan alat *multichannel* ini tidak perlu dilakukan pemindahan elektroda karena pada kabel yang dibentangkan terdapat kapsul yang berjarak tiap 5,5 meter. Kapsul ini nanti akan dihubungkan dengan elektroda yang memiliki panjang 40 cm yang ditancapkan kedalam tanah. Pada penelitian interval jarak antar elektroda adalah 5 meter.

Proses akuisisi Wenner-Schlumberger dengan *multichannel* ini relatif singkat karena ketika proses pengukuran oleh mesin dan operator sedang berjalan pada salah satu lintasan, dapat dilakukan pemasangan elektroda pada lintasan berikutnya. Sehingga setelah mesin selesai melakukan pengukuran, kabel dapat dipindahkan langsung ke lintasan berikutnya dan menghubungkan kabel dengan elektroda yang sudah siap terpasang. Pada saat pemasangan kabel ke elektroda dilakukan juga penentuan koordinat tiap elektroda dengan menggunakan GPS.

Sehingga dengan koordinasi yang baik proses akuisisi berjalan dengan sistematis dan cepat.

Lintasan yang digunakan memiliki bentangan 155 meter dengan menggunakan 4 set kabel. Dengan jumlah titik pengukuran sebanyak 32 titik. Dan nilai ini juga berlaku pada setiap lintasan yang digunakan.



Gambar 3.4. Proses pengukuran oleh mesin dan operator.



Gambar 3.5. Proses penentuan koordinat elektroda dan pemasangan kabel.

BAB 4

PENGOLAHAN DATA DAN INTERPRETASI

Terdapat 4 lintasan dalam pengukuran dengan metode ini. Keseluruhan data dapat dilihat di bagian lampiran. Pemodelan yang digunakan dalam metode ini adalah pemodelan 2-D (dua dimensi) sebagai hasil dari pengolahan dengan menggunakan *software* Res2Dinv dan Surfer.

Pengolahan Data Wenner-Schlumberger

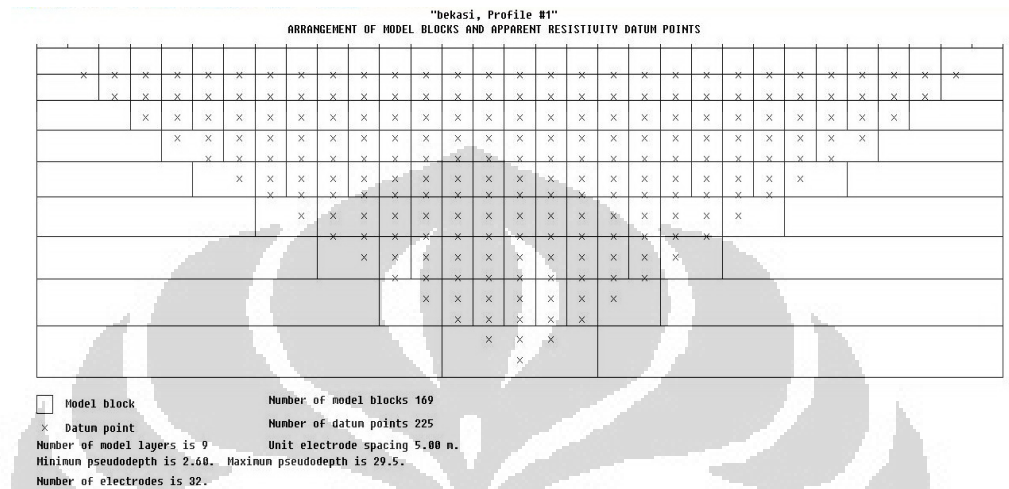
Setelah didapatkan parameter V dan I , keduanya harus diolah terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai *apparent resistivity*. Kemudian, nilai-nilai tersebut dari keseluruhan titik pengukuran diplot pada suatu grafik dimana sumbu horizontal menunjukkan lokasi titik-titik pengukuran (titik tengah setiap elektrode) dan sumbu vertikal menunjukkan titik kedalaman efektif. Hasilnya akan menghasilkan suatu penampang *apparent resistivity* yang disebut sebagai *pseudosection*.

Pseudosection memberikan gambaran awal yang mendekati gambaran distribusi dari nilai *true resistivity* bawah-permukaan. Namun, gambaran awal yang diberikan merupakan gambaran terdistorsi sebagai akibat dari ketergantungan bentuk kontur terhadap jenis konfigurasi yang digunakan. Dengan demikian, dalam proses interpretasi lebih lanjut harus digunakan penampang *true resistivity* karena penampang ini sudah memberikan gambaran yang sebenarnya baik dari segi nilai resistivitasnya maupun kedalamannya.

Untuk mendapatkan nilai *true resistivity*, nilai dari *apparent resistivity* harus melalui proses inversi terlebih dahulu dengan menggunakan *software* Res2Dinv. *Software* tersebut akan mendeterminasi nilai *true resistivity* dari *apparent resistivity* yang diberikan padanya sebagai *input*. Hasilnya adalah model inversi penampang dua dimensi yang disebut sebagai *electrical imaging*. Dari penampang inilah interpretasi lebih lanjut dapat dilakukan.

Pemodelan yang dilakukan oleh program ini adalah dengan metode inversi. Oleh program ini data *apparent resistivity* bawah-permukaan akan diplot ke dalam kotak persegi sebagaimana yang terlihat pada Gambar 4.1. Susunan

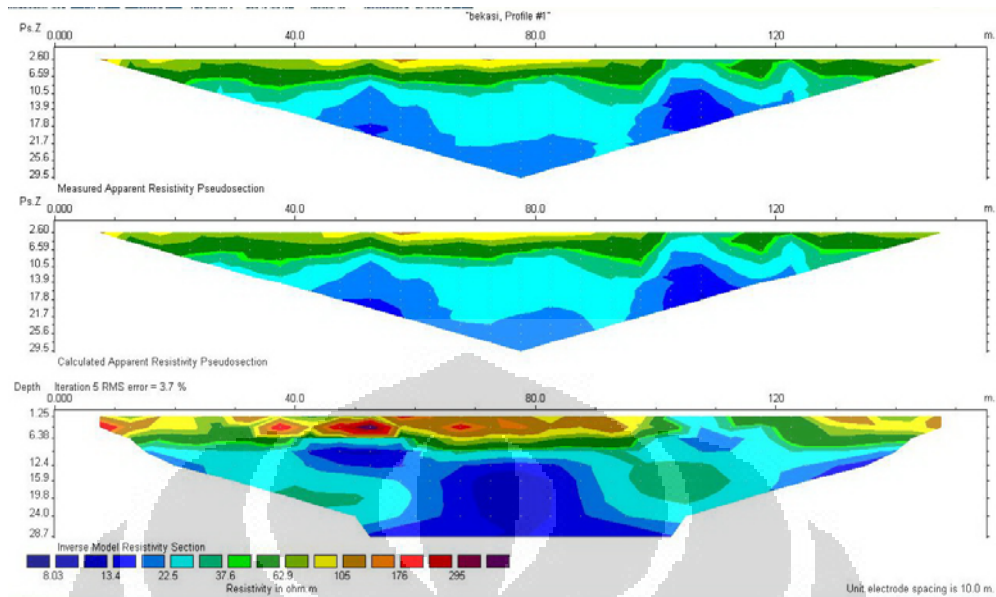
kotak-kotak ini bergantung pada distribusi titik datum dalam *pseudosection*. Program ini akan mendeterminasi *true resistivity* dalam setiap kotak yang dihasilkan dari *pseudosection*.



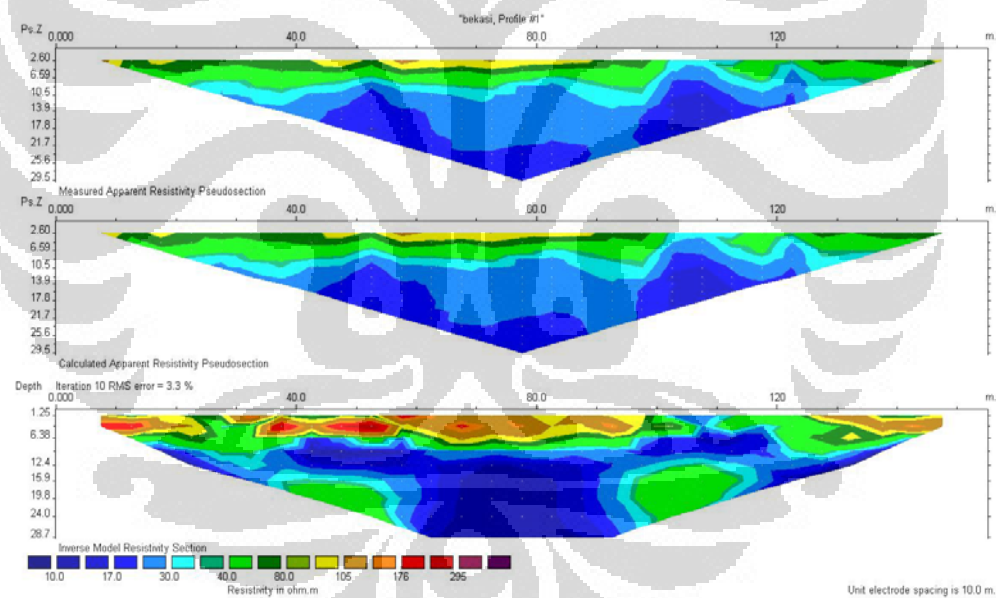
Gambar 4.1 Susunan Model *Block* dari *Apparent Resistivity*

Hasil dari perhitungan Res2Dinv menghasilkan tiga penampang. Yang pertama adalah *apparent resistivity*, kedua adalah *calculated apparent resistivity* dan yang ketiga adalah *inverse model resistivity section* (penampang model *true resistivity*).

Pada setiap proses iterasi akan didapatkan angka *error* yang semakin mengecil pada setiap proses iterasi seperti ditunjukkan pada gambar. Sebagai contoh pada gambar adalah line ke-1. Pada iterasi ke-5 besar *error* sekitar 3,7%, pada iterasi ke-10 besar *error* sekitar 3,3%. Gambar penampang yang digunakan adalah iterasi ke-5. Hal ini sesuai dengan petunjuk dari referensi bahwa software ini akan memberikan gambaran bawah permukaan mendekati kondisi sesungguhnya pada iterasi ke-5. Maka model iterasi ke-5 yang digunakan.



Gambar 4.1. Penampang resistivity lintasan 1 iterasi ke-5



Gambar 4.2. Penampang Resistivity Lintasan 1 Iterasi ke-10

Interpretasi Data Wenner-Schlumberger

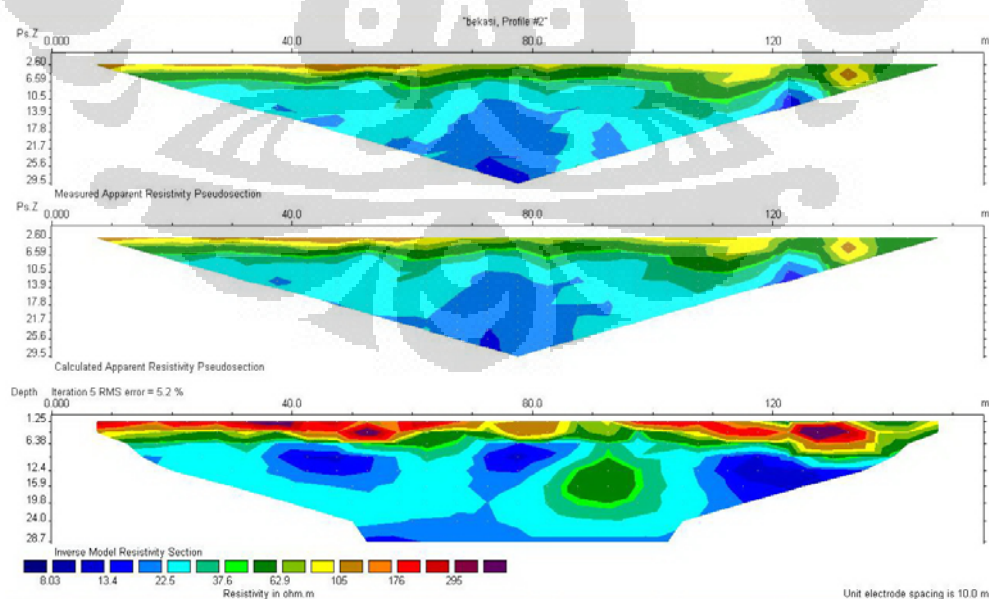
4.2.1 Lintasan 1

Lintasan 1 yang membentang sejauh 155 meter pada arah Barat-Timur memiliki titik pengukuran sebanyak 32 titik, dengan interval jarak antar titik 5 meter. Secara umum pada Gambar 4.1, kondisi bawah-permukaan daerah

penelitian terdiri dari dua zona dengan nilai resistivitas yang berbeda, yaitu zona resistivitas tinggi pada kedalaman 0-12 meter dengan besar resistivitas diatas 62 Ohm.m. Zona berikutnya adalah zona konduktif atau resistivitas rendah pada kedalaman 10-28 meter dengan besar resistivitas dibawah 37 Ohm.m. Dan berdasarkan data survey awal didapat nilai kedalaman *watertable* dari permukaan tanah adalah 2,2 meter sesuai dengan data pada sumur 9.

4.2.2 Lintasan 2

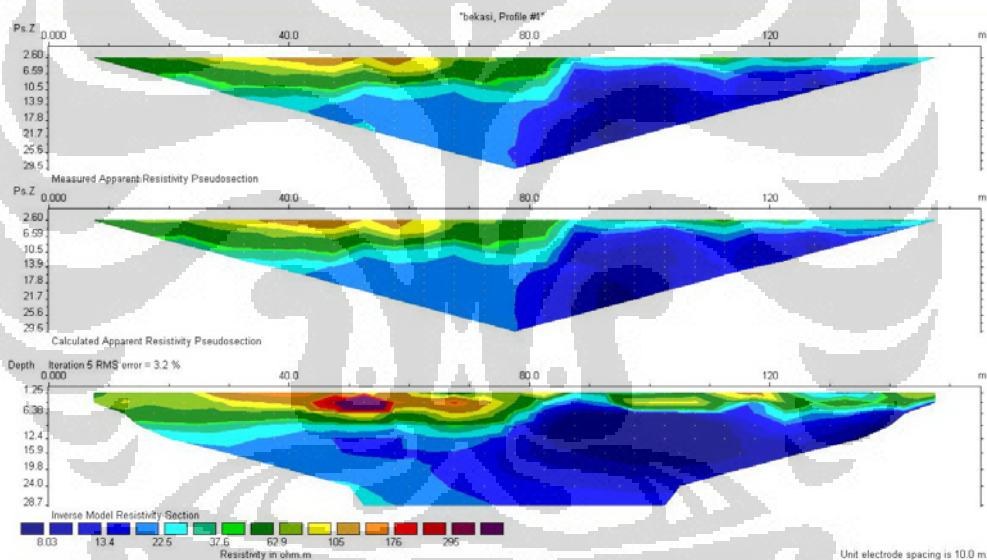
Lintasan 2 yang membentang sejauh 155 meter pada arah Selatan-Utara memiliki titik pengukuran sebanyak 32 titik, dengan interval jarak antar titik 5 meter. Secara umum pada Gambar 4.3, kondisi bawah-permukaan daerah penelitian terdiri dari dua zona dengan nilai resistivitas yang berbeda, yaitu zona resistivitas tinggi pada kedalaman 0-12 meter dengan besar resistivitas diatas 62 Ohm.m. Zona berikutnya adalah zona konduktif atau resistivitas rendah pada kedalaman 10-28 meter dengan besar resistivitas dibawah 15 Ohm.m. Dan berdasarkan data survey awal didapat nilai kedalaman *watertable* dari permukaan tanah adalah 2,2 meter sesuai dengan data pada sumur 9. Namun pada lintasan 2 terdapat zona yang memiliki resistivitas tinggi yang mengumpul pada jarak 80-110 meter dari titik awal line dan pada kedalaman 6-24 meter.



Gambar 4.3. Penampang Resistivity Lintasan 2

4.2.3 Lintasan 3

Lintasan 3 yang membentang sejauh 155 meter pada arah Barat-Timur memiliki titik pengukuran sebanyak 32 titik, dengan interval jarak antar titik 5 meter. Secara umum pada Gambar 4.4, kondisi bawah-permukaan daerah penelitian terdiri dari dua zona dengan nilai resistivitas yang berbeda, yaitu zona resistivitas tinggi pada kedalaman 0-12 meter dengan besar resistivitas di atas 62 Ohm.m. Dan pada lintasan 3 ini zona ini hanya memanjang dari titik awal sampai 80 meter. Zona berikutnya adalah zona konduktif atau resistivitas rendah pada kedalaman 4-28 meter dengan besar resistivitas di bawah 37 Ohm.m. Dan berdasarkan data survey awal didapat nilai kedalaman watertable dari permukaan tanah adalah 5,6 meter sesuai dengan data pada sumur 1. Pada lintasan 3 ini zona konduktif lebih mendominasi jika dibanding dengan zona resistivitas tinggi.

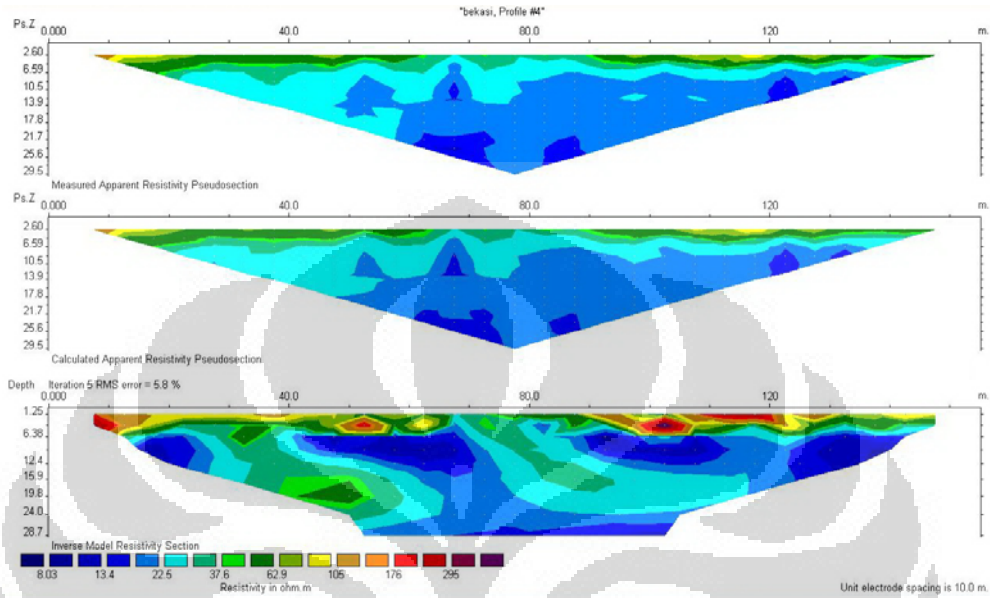


Gambar 4.5. Penampang Resistivity Lintasan 3

4.2.4 Lintasan 4

Lintasan 4 yang membentang sejauh 155 meter pada arah Selatan-Utara memiliki titik pengukuran sebanyak 32 titik, dengan interval jarak antar titik 5m. Secara umum pada Gambar 4.6, kondisi bawah-permukaan daerah penelitian lebih kompleks. Namun secara umum masih terdiri dari dua zona dengan nilai resistivitas yang berbeda, yaitu zona resistivitas tinggi dengan besar resistivitas di atas 62 Ohm.m dan zona resistivitas rendah dengan nilai resistivitas di bawah 37 Ohm.m. Dua zona ini memiliki pola penyebaran yang lebih acak dibanding

lintasan lainnya. Dan berdasarkan data survey awal didapat nilai kedalaman *watertable* dari permukaan tanah adalah 3,6 meter sesuai dengan data pada sumur 4.



Gambar 4.6. Penampang Resistivity Lintasan 4

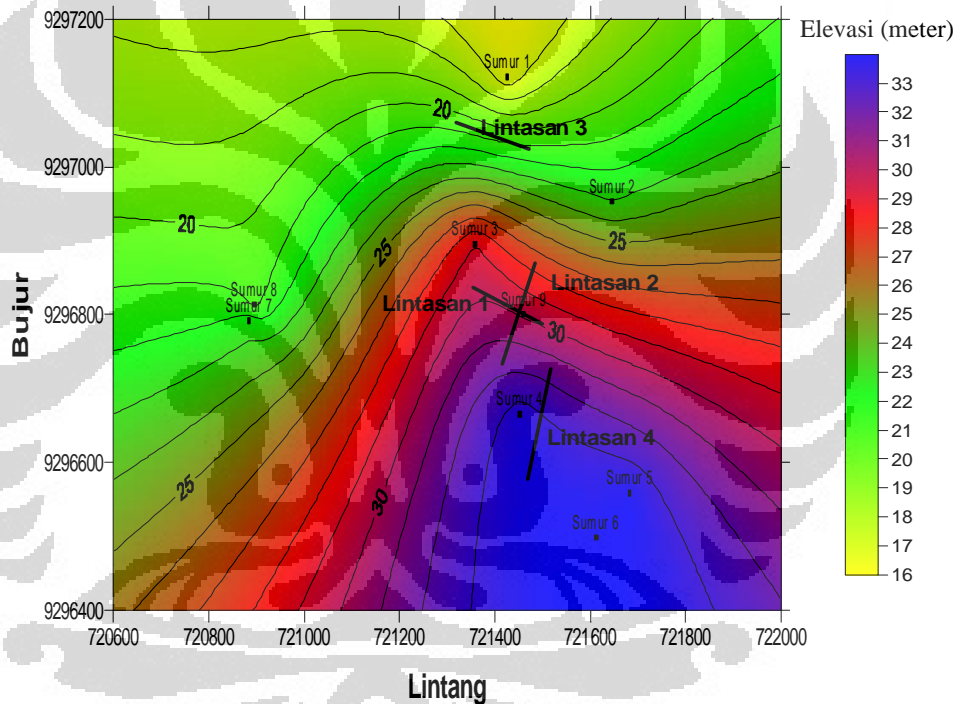
BAB 5

INTERPRETASI TERPADU

5.1. Data Pendukung

5.1.1 Data Laboratorium

Hasil dari survey awal pada penelitian ini mendapatkan nilai *watertable* dari sembilan sumur gali yang dijadikan *sample*. Distribusi kedalaman watertable menunjukkan bahwa arah aliran fluida dibawah permukaan menunjukkan arah Selatan-Utara. Seperti ditunjukkan pada gambar dibawah



Gambar 5.1. Distribusi elevasi watertable terhadap muka air laut

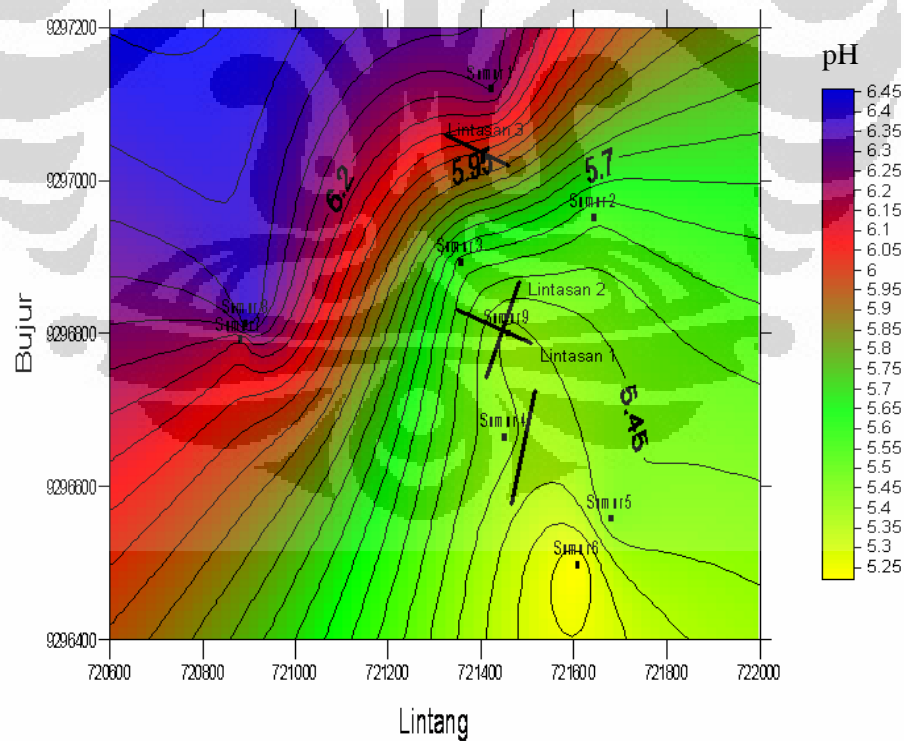
Sampel air sumur yang didapat saat survey awal kemudian dimasukkan kedalam laboratorium untuk mendapatkan nilai pH dan konduktivitasnya. Hasil data ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Derajat keasaman suatu fluida akan mempengaruhi nilai dari resistivitas fluida tersebut. Hal ini karena pH merupakan juga menunjukkan kandungan ion-ion $[H^+]$ dan ion $[OH^-]$. Kandungan ion-ion pada fluida tentunya akan membantu perambatan arus listrik pada fluida tersebut. Sebagai contoh dari penggambaran

kondisi ini adalah HCl 0,1M lebih baik menghantarkan arus listrik jika disbanding dengan HCl 0,001M. Nilai pH dari HCl 0,1M adalah satu, dan HCl 0,001M memiliki nilai pH tiga. Dari kondisi ini jelas terlihat bahwa semakin asam suatu fluida maka fluida akan semakin konduktif atau memiliki resistivitas rendah. Sama seperti asam, zat yang bersifat basa juga akan memiliki kemampuan mengalirkan arus listrik semakin baik jika memiliki pH lebih tinggi. Sebagai contoh adalah NaOH merupakan basa kuat dan NH_3OH merupakan basa lemah. NaOH yang memiliki pH lebih basa dibandingkan NH_3OH , memiliki nilai kemampuan mengalirkan arus listrik lebih baik. Artinya pH semakin basa maka konduktivitas semakin baik yang artinya makin konduktif.

Dari dua gambaran keadaan asam dan basa ini maka nilai pH yang netral yaitu antara basa dan asam akan memiliki sifat yang resistif atau tidak baik menghantarkan arus listrik.

Distribusi nilai PH air sumur digambarkan pada Gambar 5.2. Persebaran nilai PH ini menunjukkan arah Selatan-Utara dimana semakin ke utara nilai pH semakin menuju ke arah netral atau nilai pH meningkat.



Gambar 5.2. Distribusi nilai pH Air Tanah

Data Laboratorium menunjukkan bahwa nilai dari sample air sampah menunjukkan angka 8,54 untuk pH dan 2,68 mS untuk konduktivitas. Data ini menunjukkan bahwa air sampah memiliki nilai resistivitas tinggi yaitu 373 Ohm.m. Hal ini berarti menunjukkan bahwa akan ada respon nilai resistivitas tinggi untuk mendeteksi adanya air sampah pada lapisan bawah permukaan pada interpretasi penampang resistivitas.

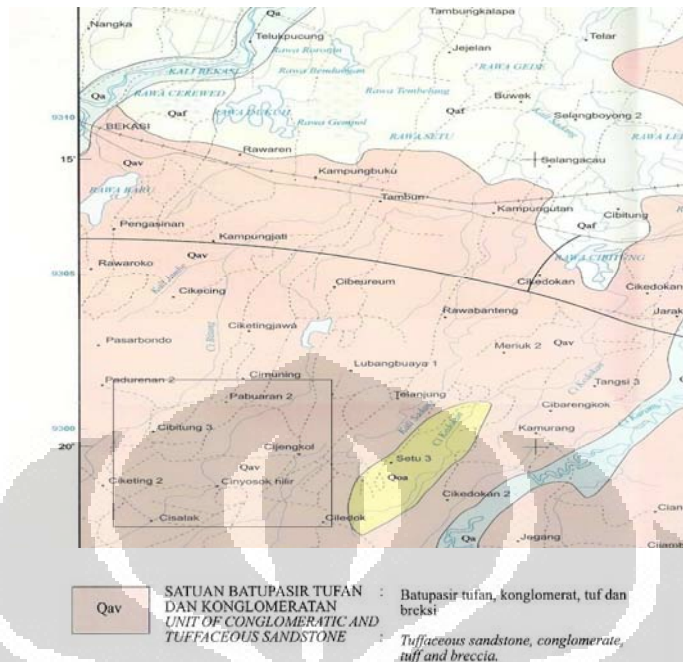
5.1.2 Data Geologi

Secara umum daerah lokasi penelitian memiliki batuan yang merupakan satuan konglomerat dan batupasir tufan (Sudana dan Achdan, 1992) sesuai dengan Gambar 5.3. Satuan ini terdiri dari konglomerat, batupasir tufan, tuf, dan breksi. Satuan ini berumur pleistosen dan merupakan endapan sungai jenis kipas *alluvium* (Djamal, 1985 dalam Sudana dan Achdan, 1992). Morfologi satuan ini perbukitan bergelombang dan memiliki tebal mencapai 40 m.

Konglomerat yang berwarna kemerah-merahan memiliki komponen yang terdiri dari andesit, basal, dan batuapung. Besar butir umumnya berkisar antara 1 cm sampai kerikil. Matriknya berupa batupasir tufan, umumnya sudah lapuk berwarna kelabu kotor kemerah-merahan.

Batupasir tufan dan tuf agak padu tetapi mudah hancur. Memiliki butir halus sampai kasar.

Breksi berwarna kelabu kemerahan memiliki komponen batuapung dan andesit yang berukuran antara 1-10 cm. Matriknya berupa batupasir tufan berwarna kemerah-merahan, umumnya lapuk mengulit bawang. Breksi ini mengandung bongkah andesit dengan ukuran 50 cm – 2 m. Breksi ini diduga merupakan endapan lahar.



Gambar 5.3. Peta Geologi Karawang (Sudana dan Achdan, 1992)

5.2. Model Geofisika

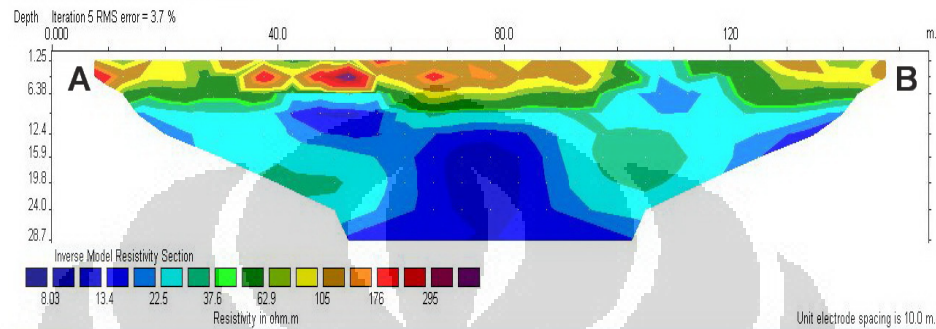
Dari hasil pengolahan data menggunakan Res2Dinv didapatkan nilai *true resistivity* dari tiap lintasan. Nilai *true resistivity* ini yang akan dijadikan acuan untuk melakukan permodelan geofisika.

Target utama dari penelitian ini adalah deteksi adanya air sampah pada lapisan bawah permukaan. Nilai resistivitas dari air sampah sendiri berada pada nilai 373 Ohm.m.

5.2.1. Model Lintasan 1

Pada Lintasan 1 ini terdapat sumur 9 yang bedekatan dengan arah Lintasan 1. Nilai resistivitas dari air sumur tersebut adalah 4,367 Ohm.m. Kedalaman *watertable* sumur tersebut adalah 2,2 meter dari permukaan. Sumur ini berada pada jarak sekitar 110 meter dari awal lintasan. Dari data penampang *true resistivity* Res2Dinv terlihat pada kedalaman 2,2 meter nilai resistivitas 62 Ohm.m artinya nilai ini mungkin dipengaruhi oleh adanya campuran dari fluida dengan resistivitas tinggi dan faktor dari lapisan permukaan tanah daerah tersebut.

Penampang Lintasan 1 ini juga menunjukkan adanya nilai *low resistivity* pada kedalaman 9-28 meter dengan nilai resistivitas antara 8-37 Ohm.m. Daerah ini relatif memanjang pada seluruh lintasan. Daerah ini merupakan gambaran daerah penelitian yang secara umum bersifat asam. Hal ini terlihat dari hasil pengukuran pH air tanah di daerah penelitian.

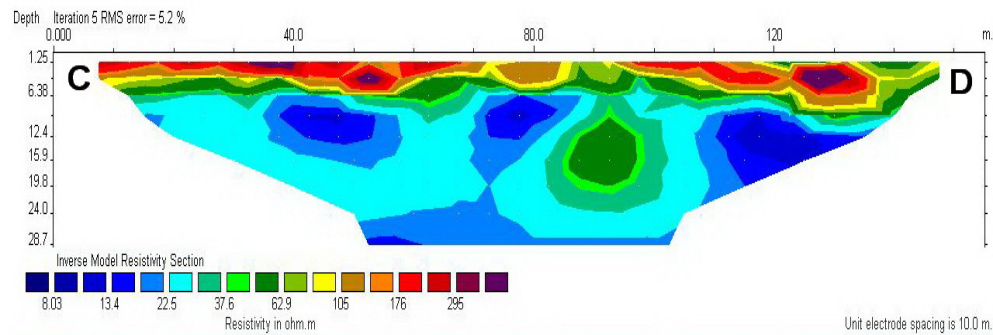


Gambar 5.4. Penampang Resistivity Lintasan 1

5.2.2 Model Lintasan 2

Lintasan 2 yang bersilangan dengan Lintasan 1 masih menggunakan sumur 9 sebagai acuan nilai *watertable* dan nilai resistivitas air yaitu 4,367 Ohm.m untuk resistivitas dan 2,2 meter untuk *watertable*. Pada Lintasan 2 ini masih terdapat pola yang sama seperti Lintasan 1 dimana terdapat zona *high resistivity* dengan nilai diatas 62 Ohm.m pada batas kedalaman yang sama seperti Lintasan 1. Hal ini mengindikasikan kemenerusan zona *high resistivity* yang juga melebar. Artinya tidak hanya menjauhi area TPA namun juga karena pengaruh aliran fluida dari arah selatan-utara, zona ini juga melebar terhadap Lintasan 1 atau memanjang sepanjang Lintasan 2.

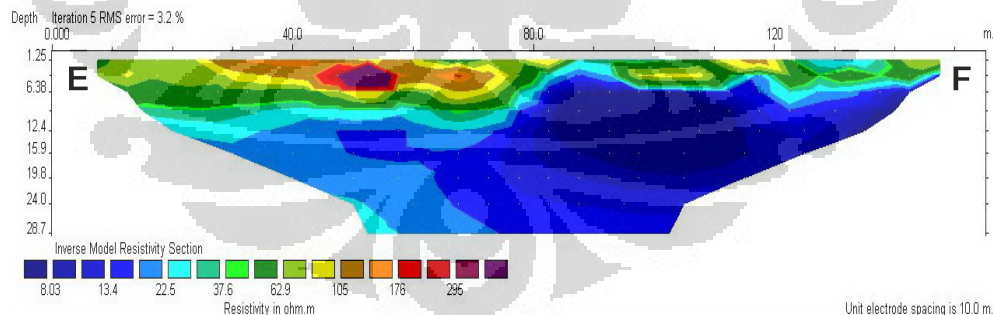
Pada Lintasan 2 ini terdapat zona *high resistivity* pada kedalaman 8-24m pada jarak 80-120 meter dari titik awal pengukuran. Besar resistivitas zona ini adalah antara 62-150 Ohm.m. Kemungkinan pada daerah ini air lindi sudah merembes lebih dalam melalui sesar atau celah yang ada dibawah permukaan. Terlihat semacam terdapat aliran dari permukaan menuju ke daerah yang lebih dalam.



Gambar 5.5. Penampang Resistivity Lintasan 2

5.2.3 Model Lintasan 3

Lintasan 3 merupakan lintasan yang paling dekat dengan lokasi TPA Bantar Gebang. Lintasan ini titik akhir pengukuran berada paling dekat dengan TPA. Lintasan ini menunjukkan distribusi resistivitas dari arah timur-barat. Pada Lintasan 3 kondisi bawah permukaan lebih didominasi oleh zona *low resistivity* pada kedalaman 7-28 meter. Sumur 1 adalah sumur yang digunakan untuk memberikan gambaran tentang kedalaman *watertable* dan nilai resistivitas pada daerah sekitar lintasan 3. Nilai resistivitas air pada sumur 1 sebesar 1,484 Ohm.m dan kedalaman *watertable* 5,6m. Posisi sumur berada pada jarak 70-80 meter dari titik awal pengukuran. Pada daerah ini nilai resistivitas pada kedalaman tersebut relative tinggi yaitu 62 Ohm.m.

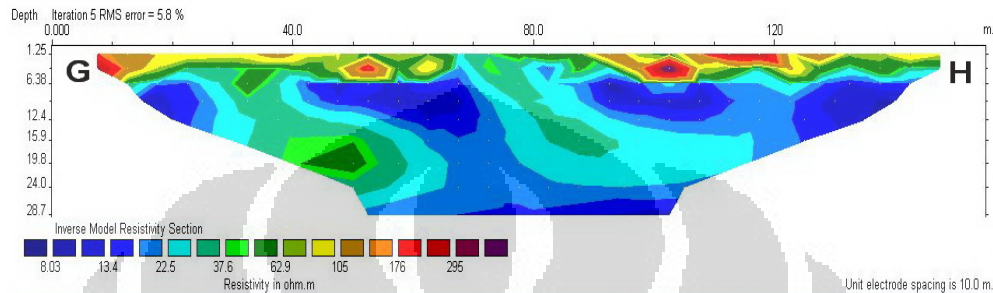


Gambar 5.6. Penampang Resistivity Lintasan 3

5.2.4 Model Lintasan 4

Lintasan 4 merupakan lintasan yang terjauh dari lokasi TPA. Lintasan ini terlihat lebih kompleks pada distribusi nilai resistivitasnya. Terdapat zona dengan nilai resistivitas tinggi pada kedalaman 12-28 meter pada jarak 40-60 meter.

Namun secara umum masih terbagi dalam pada bagian permukaan terdapat zona *high resistivity* pada kedalaman 0-7 meter. Terdapat sumur 4 yang berdekatan dengan lintasan ini. Dimana kedalaman *watertable* berada pada kedalaman 3,6 meter dan besar resistivitas air pada sumur tersebut adalah 5,525 Ohm.m. Sumur tersebut berada pada jarak 60-70 meter dari titik awal pengukuran.



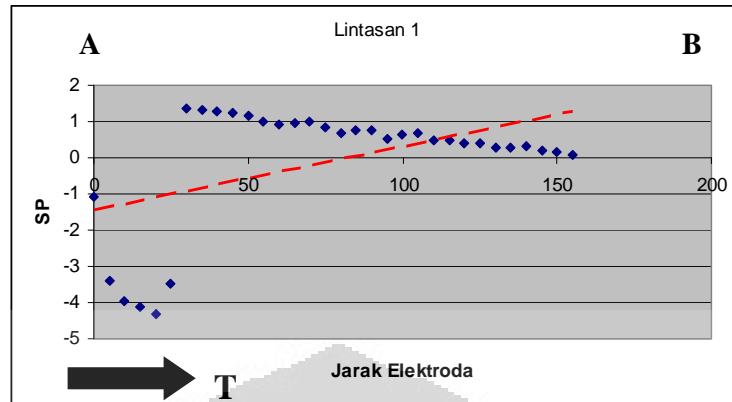
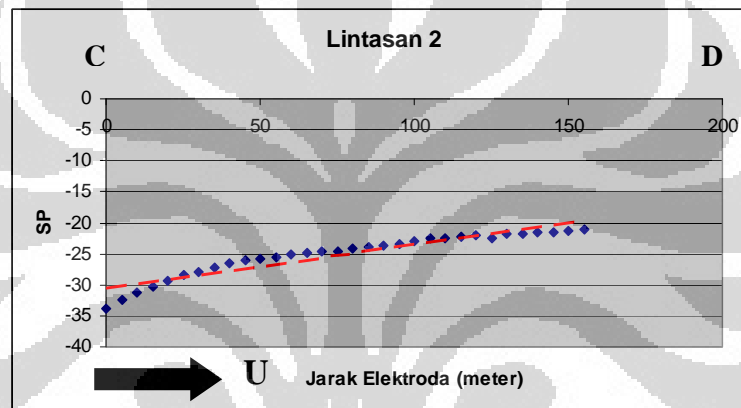
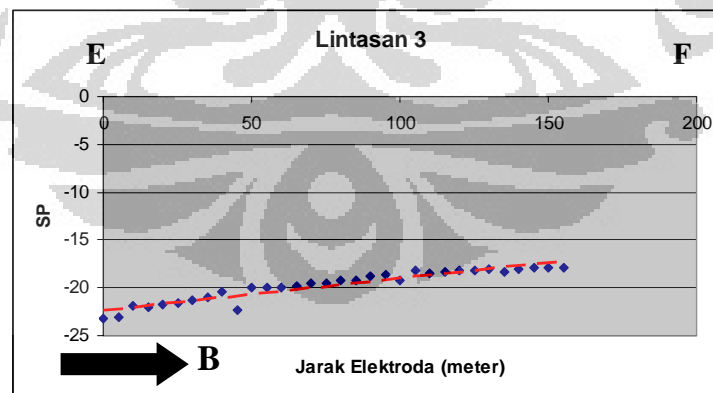
Gambar 5.7. Penampang Resistivity Lintasan 4

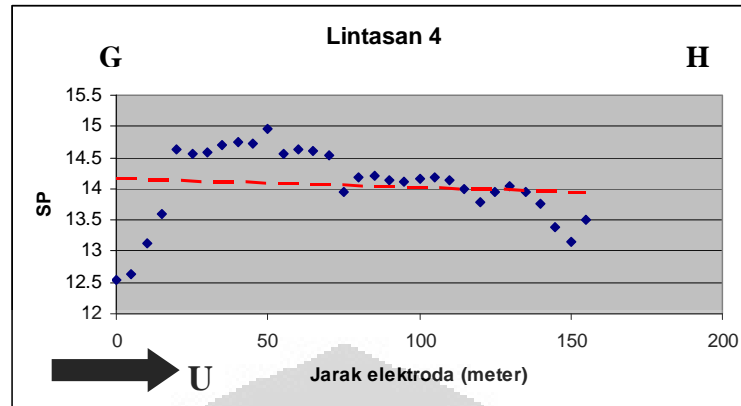
5.3 Data *Self-Potential*

Dari gambaran data *self-potential* pada masing-masing lintasan yang penelitiannya dilakukan bersamaan dengan metode ini, didapatkan gambaran bahwa daerah penelitian secara umum memiliki arah aliran fluida dari selatan ke arah utara. Yang artinya aliran fluida di bawah permukaan tanah secara umum menuju ke arah TPA. Hal ini juga sesuai dengan data *watertable* yang dilakukan pada survey awal sesuai dengan Gambar 5.1.

Dari data *self-potential* ini kita bisa dapatkan gambaran bahwa kemungkinan tidak ada aliran fluida dari arah TPA menuju daerah penelitian. Namun dari hasil pengolahan data *resistivity* terdapat semacam akumulasi *high resistivity* pada bagian permukaan pada tiap lintasan.

Pada Lintasan 1 arah aliran air bawah tanah adalah arah Timur – Barat. Pada Lintasan 2 arah aliran air bawah tanah adalah arah Utara – Selatan. Pada Lintasan 2 ini terdapat kejanggalan karena arah aliran air bawah tanahnya berlawanan dengan arah pergerakan air bawah tanah secara umum. Pada Lintasan 3 arah aliran air bawah tanah adalah arah Barat – Timur. Pada Lintasan 4 arah aliran air bawah tanah adalah arah Selatan – Utara.

Gambar 5.8 Grafik *self-potential* pada Lintasan 1 (Idianto, 2010)Gambar 5.9. Grafik *self-potential* Lintasan 2 (Idianto, 2010)Gambar 5.10. Grafik *self-potential* Lintasan 3 (Idianto, 2010)



Gambar 5.11. Grafik *self-potential* Lintasan 4 (Idianto, 2010)

5.4. Analisa Terpadu

Dari survey awal yang dilakukan pada penelitian ini didapatkan nilai pH air sumur di daerah penelitian yang relatif asam. Dan nilai pH ini meningkat ke arah lokasi TPA yang berarti sifat air sumur semakin netral. Dari data survey awal terkait dengan nilai pH, didapatkan pula nilai pH air lindi di permukaan yang bersifat basa. Sesuai dengan penjelasan mengenai sifat keasaman suatu zat terhadap konduktivitas listrik, bahwa nilai pH air sumur di daerah penelitian yang asam akan memberikan gambaran bahwa kondisi bawah permukaan pada daerah penelitian memiliki nilai konduktivitas yang tinggi. Begitu pula dengan zat yang bersifat basa, juga akan memiliki nilai konduktivitas yang tinggi. Namun dalam penelitian ini air lindi yang basa bersifat resistif. Kondisi ini sesuai dengan hasil pengukuran di lapangan pada setiap lintasan yang memberikan gambaran daerah konduktif yang lebih luas dibanding daerah resistif.

Data Laboratorium menunjukkan bahwa nilai dari sample air sampah menunjukkan angka 8,54 untuk pH dan 2,68 mS untuk konduktivitas. Data ini menunjukkan bahwa air sampah memiliki nilai resistivitas tinggi yaitu 373 Ohm.m. Hal ini berarti menunjukkan bahwa akan ada respon nilai resistivitas tinggi untuk mendeteksi adanya air sampah pada lapisan bawah permukaan pada interpretasi penampang resistivitas.

Dari data *self-potential* dijelaskan juga bahwa arah aliran adalah menuju ke arah utara atau menuju ke arah lokasi TPA. Namun dalam kondisi ini ada beberapa hal yang menyebabkan air lindi di permukaan bermigrasi dari utara ke

selatan. Proses migrasi bisa disebabkan oleh :

1. Mekanik melalui kapilaritas batuan disekitar TPA.
2. Elektrokinetis, perpindahan ion-ion karena perbedaan potensial.
3. Proses osmosis karena beda konsentrasi antara air lindi dan air tanah.

Batuan di sekitar wilayah TPA Bantar Gebang adalah satuan batu pasir dan tufa. Batupasir tufan dan tufa agak padu tetapi mudah hancur. Dari jenis batuan ini memungkinkan terjadinya proses kapilaritas yang terjadi karena gaya tarik antar molekul yang berbeda jenis (adhesi) lebih besar dari pada gaya tarik antar molekul sejenis (kohesi). Proses kapilaritas ini juga yang diduga menjadi penyebab migrasi air lindi.

Proses elektrokinetis dianalisa melalui data *self-potential*. Dari data *self-potential* kita dapatkan bahwa terdapat aliran fluida dari arah selatan menuju utara (mendekati lokasi TPA). Perpindahan fluida ini tentu disertai dengan perpindahan ion-ion terlarut dalam fluida sehingga menimbulkan arus konveksi. Karena arus konveksi ini terjadi penumpukan ion-ion pada daerah TPA yang menyebabkan terdapat perbedaan potensial antara daerah sekitar TPA dan daerah selatan. Perbedaan potensial ini menyebabkan terjadinya arus konduksi dari arah TPA menuju daerah selatan (menjauhi TPA). Air lindi memiliki konsentrasi tinggi dan banyak mengandung ion-ion. Ion-ion yang berada di sekitar TPA ini yang akan terbawa dan mencemari daerah sekitar TPA.

Air sampah secara umum memiliki konsentrasi yang tinggi. Air lindi secara umum berkonsentrasi tinggi karena hal ini terkait dengan kandungan bahan-bahan kimia didalamnya. Perbedaan konsentrasi antara air lindi dan air tanah ini menyebabkan proses osmosis terjadi. Hal ini yang diduga menjadi salah satu faktor penyebab migrasi air lindi ke air tanah sekitar wilayah TPA.

Hal-hal diatas merupakan proses migrasi air lindi yang menjauh dari TPA Bantar Gebang. Migrasi ini menyebabkan air lindi yang basa dan resistiv mencemari air tanah yang bersifat asam. Pencampuran antara basa yang resistiv dan asam ini yang menyebabkan terjadinya penetralan pada daerah penelitian. Dan semua hasil pengolahan data geolistrik menunjukkan di setiap lintasan terdapat nilai resistivitas tinggi yang relatif berada di bagian permukaan. Hal ini dapat mengindikasikan adanya pencemaran pada daerah penelitian.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Dari hasil pengukuran dengan Metode Wenner-Schlumberger didapatkan gambaran distribusi resistivitas bawah permukaan daerah penelitian yang terbagi secara umum menjadi dua zona yaitu zona resistive pada daerah permukaan dan zona konduktif pada daerah yang lebih dalam.
2. Zona konduktif merupakan gambaran kondisi di luar area TPA Bantar Gebang yang relatif bersifat asam.
3. Zona resistif merupakan gambaran rembesan air lindi di permukaan yang menetralkan daerah di sekitar TPA Bantar Gebang yang bersifat asam. Daerah penetralan merupakan daerah resistif. Daerah resistif ini diperkirakan berada pada kedalaman 0-6 meter.
4. Diduga terjadi pencemaran air tanah oleh air sampah (air lindi) TPA Bantar Gebang pada daerah penelitian. Proses migrasi air lindi diperkirakan melalui mekanisme kapilaritas, elektrokinetis, dan osmosis.
5. Pencemaran air sampah ini disebabkan oleh air sampah dari wilayah TPA dan dari pemukiman warga sekitar yang mengumpulkan sampah dari TPA.
6. Penyebaran air sampah diperkirakan sudah mencapai jarak ± 200 meter dari lokasi TPA.

6.2. Saran

1. Perlu penanganan khusus terkait dengan aliran air sampah yang ada di permukaan agar tidak mengalir ke daerah sekitar TPA, oleh pengelola TPA Bantar Gebang.
2. Dilakukan penelitian Geolistrik lanjutan di daerah yang melingkari lokasi TPA Bantar Gebang untuk mengetahui atau mendeteksi adanya aliran air sampah pada daerah utara, selatan, timur, barat dari lokasi TPA.
3. Perlunya *control* dari pihak terkait untuk pemukiman warga yang juga mengolah sampah namun tidak memperhatikan faktor lingkungan.
4. Perlunya studi geologi dan geofisika untuk menentukan lokasi TPA.

DAFTAR ACUAN

- Ardianto, A. 2005. *Pemodelan Sistem Hydrothermal Daerah Gunung Pancar Menggunakan Metode Wenner-Schlumberger Dan Temperatur Dangkal*. Skripsi Sarjana. Program Geofisika. Departemen Fisika. Universitas Indonesia.
- Herman, R., 2001. *An Introduction to Electric Resistivity in Geophysics*. American Association of Physics Teachers.
- Idianto, P.N, 2010. *Deteksi Penyebaran Limbah Sampah TPA Bantar Gebang Wilayah Taman Rahayu Setu Bekasi Dengan Menggunakan Metoda Self Potensial*. Skripsi Sarjana Ekstensi Departemen Fisika Universitas Indonesia.
- Loke, M.H., 2000. *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies*.
- Magetsari, N.A., C.I. Abdullah, dan B. Brahmantyo, 2000. *Geologi Fisik*. Catatan Kuliah Laboratorium Geologi Dinamis Jurusan Geologi ITB Penerbit ITB.
- Nuryani, S., A. Maas, N.W. Yuwono, S. Kabirun, dan R.E. Kusumo, 2003. *Kondisi Tanah dan Prediksi Sumur Tempat Pembuangan Akhir Bantar Gebang*.
Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Vol 4 (1) (2003) pp. 55-63.
- Sudana, A. dan A. Achdan, 1992. *Geologi Lembar Karawang, Jawa*. Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jendral Geologi dan Sumber Daya Mineral, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Telford, W.M., L.P. Geldart, and R.E. Sheriff, 1990. *Applied geophysics*. Cambridge University Press, New York.
- Wijaya, L., B. Legowo, dan A.H. Ramelan, 2009. *Identifikasi Pencemaran Air Tanah dengan Metode Geolistrik di Wilayah Ngringo Jateng Karang Anyar*.
 Prosiding Seminar Nasional ke-15 Teknologi dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir ISSN : 0854 – 2910.



LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Data Wenner - Schlumberger

Lintasan 1

Device : ARES-G4 v4.7, SN: 0807185
Locality : Bekasi
Operator : Lendri
Date : 3/20/2010
Profile : 1
X-loc : 0m
Y-loc : 0m
Direction : 0 (X)
Length : 155m
Distance : 5m
MC-set : Schlumberger N6
S-min : 0m
S-max : 155m

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
0	3	1	2	WS	35.34	133.63	-39.73	118.78	0
1	4	2	3	WS	39.66	82.03	-234.7	64.98	5.9
2	5	3	4	WS	35.94	105.78	-161.92	92.46	6.6
3	6	4	5	WS	33.43	71.97	-35.5	67.63	6.3
4	7	5	6	WS	23.19	53.11	18.12	71.94	.7
5	8	6	7	WS	28.4	61.41	-49.26	67.93	9.1
6	9	7	8	WS	27.87	65.26	-25.22	73.57	.6
7	10	8	9	WS	24.24	62.03	4.84	80.41	.7
8	11	9	10	WS	36.73	120.38	-233.97	102.95	6.3
9	12	10	11	WS	34.33	76.54	245.79	70.04	4.6
10	13	11	12	WS	46.05	171.68	31.15	117.12	2.8
11	14	12	13	WS	65.26	198.99	-81.79	95.8	2.4
12	15	13	14	WS	53.95	173.51	-101.37	101.04	3.4
13	16	14	15	WS	64.17	217.17	-159.1	106.31	3.4
14	17	15	16	WS	61.83	184.37	-92.54	93.68	3.6
15	18	16	17	WS	43.05	122.98	-77.66	89.75	4.4
16	19	17	18	WS	64.01	178.42	-105.29	87.56	2.2
17	20	18	19	WS	67.77	142.42	-141.81	66.02	3.3
18	21	19	20	WS	46.91	110.54	-60.53	74.03	3.1
19	22	20	21	WS	30.13	32	-101.45	33.37	.8
20	23	21	22	WS	78.11	86.2	-286.88	34.67	7.6
21	24	22	23	WS	72.6	75.89	35.05	32.84	1.2
22	25	23	24	WS	28.12	42.41	-24.98	47.38	8.6
23	26	24	25	WS	58.68	74.32	-55.91	39.79	7.1
24	27	25	26	WS	64.03	147.49	-133.98	72.37	5.4
25	28	26	27	WS	47.3	90.5	-174.2	60.11	9.3
26	29	27	28	WS	37.82	92.22	5.43	76.61	7.4
27	30	28	29	WS	30.64	66.32	-55.42	68	.7

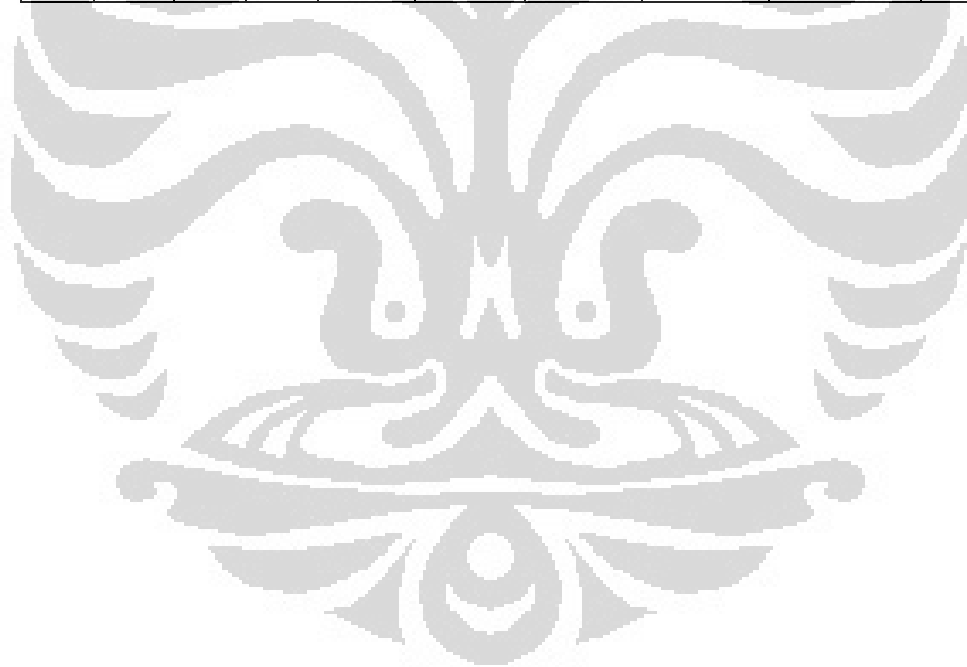
C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
28	31	29	30	WS	29.6	81.4	-67.3	86.4	10
0	5	2	3	WS	36.79	21.72	-93.57	55.65	0
1	6	3	4	WS	44.33	29.46	-53.75	62.65	0
2	7	4	5	WS	70.11	49.69	-113.47	66.81	.2
3	8	5	6	WS	77.69	44.71	16.07	54.24	.2
4	9	6	7	WS	72.66	45.61	-79.84	59.16	1.6
5	10	7	8	WS	95.79	65.12	-71.36	64.07	.8
6	11	8	9	WS	133.13	92.6	-8.4	65.56	.6
7	12	9	10	WS	81.97	60.21	-140.86	69.23	1.9
8	13	10	11	WS	102.4	55.95	117.58	51.5	.6
9	14	11	12	WS	92.46	79.54	146.68	81.08	.7
10	15	12	13	WS	108.84	85.39	-23.57	73.94	.7
11	16	13	14	WS	66.17	45.64	-9.88	65.01	.4
12	17	14	15	WS	66.31	54.55	-159.66	77.54	.7
13	18	15	16	WS	52.14	37.61	-73.27	67.97	1.9
14	19	16	17	WS	63.89	42.33	82.07	62.44	.8
15	20	17	18	WS	54.96	33.44	-80.88	57.34	.6
16	21	18	19	WS	56.79	33.84	-59.2	56.16	1
17	22	19	20	WS	83.47	53.29	.28	60.18	0
18	23	20	21	WS	156.57	51.92	-175.47	31.25	.1
19	24	21	22	WS	236.85	65.36	-477.3	26.01	1.2
20	25	22	23	WS	173.11	76.01	144.97	41.38	2.2
21	26	23	24	WS	137	67.06	58.94	46.13	.1
22	27	24	25	WS	75.45	23.33	-101.94	29.14	6.1
23	28	25	26	WS	161.9	86.27	-136.81	50.22	.7
24	29	26	27	WS	144.33	81.72	1.62	53.36	.9
25	30	27	28	WS	91.49	44.57	-185.66	45.91	1.4
26	31	28	29	WS	85.29	51.19	-119.44	56.56	1.1
0	7	3	4	WS	70.92	21	-61.98	55.8	0
1	8	4	5	WS	98.39	22.35	-43.22	42.82	0
2	9	5	6	WS	283.58	62.72	96.34	41.69	0
3	10	6	7	WS	320.22	72.65	-189	42.76	.1
4	11	7	8	WS	119.69	35.66	-67.02	56.17	.2
5	12	8	9	WS	127.14	31.37	-245.21	46.51	.5
6	13	9	10	WS	131.25	29.8	49.85	42.8	.6
7	14	10	11	WS	272.53	49.99	35	34.58	.2
8	15	11	12	WS	308.84	79.78	231.4	48.69	.1
9	16	12	13	WS	324.32	79.74	58.05	46.35	0
10	17	13	14	WS	126.77	33.87	-245.02	50.35	1.5
11	18	14	15	WS	145.53	38.51	-221.56	49.87	.1
12	19	15	16	WS	191.16	43.93	150.59	43.32	.3
13	20	16	17	WS	194.35	34.84	-133.87	33.79	2.8
14	21	17	18	WS	156.39	33.68	-51.23	40.59	0
15	22	18	19	WS	263.71	66.39	-57.34	47.45	0
16	23	19	20	WS	200.32	52.63	31.92	49.53	.1

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
17	24	20	21	WS	225.96	27.23	-119.8	22.71	.6
18	25	21	22	WS	447.35	55.8	-356.94	23.51	.1
19	26	22	23	WS	521.19	95.46	51.03	34.52	.2
20	27	23	24	WS	156.41	34.95	239.7	42.11	0
21	28	24	25	WS	458.17	62.85	-208.64	25.86	.3
22	29	25	26	WS	238.94	48.94	-21.09	38.61	0
23	30	26	27	WS	356.42	70.21	-34.8	37.13	.1
24	31	27	28	WS	369.42	81.22	-284.57	41.44	.1
0	9	4	5	WS	288.74	33.34	69.75	36.27	0
1	10	5	6	WS	416.74	40.03	177.68	30.18	0
2	11	6	7	WS	477.63	57.42	-167.07	37.77	0
3	12	7	8	WS	419.41	54.83	-24.02	41.07	0
4	13	8	9	WS	400.79	45.5	-327.92	35.67	.3
5	14	9	10	WS	412.08	44.21	-97.02	33.7	.2
6	15	10	11	WS	377.53	26.65	103.23	22.17	.5
7	16	11	12	WS	273.19	28.97	-35.71	33.32	.2
8	17	12	13	WS	349.11	38.38	108.84	34.54	.4
9	18	13	14	WS	288.48	34.45	-207.24	37.52	.2
10	19	14	15	WS	440.28	55.39	-151.98	39.53	0
11	20	15	16	WS	669.74	58.38	247.5	27.39	.5
12	21	16	17	WS	576.69	49.16	-157.84	26.78	0
13	22	17	18	WS	298.44	32.48	-287.78	34.19	1.2
14	23	18	19	WS	668.49	81.68	51.84	38.38	.2
15	24	19	20	WS	598.42	76.46	157.18	40.14	0
16	25	20	21	WS	543.81	35.72	-205.87	20.63	.2
17	26	21	22	WS	509.43	30.18	-232.14	18.61	.2
18	27	22	23	WS	413.39	36.04	-100.73	27.39	0
19	28	23	24	WS	505.23	53.59	394.67	33.33	.1
20	29	24	25	WS	433.85	33.86	-348.69	24.52	.2
21	30	25	26	WS	314.52	34.42	141.75	34.38	.2
22	31	26	27	WS	206.65	22.59	-25.52	34.35	.3
0	11	5	6	WS	483.64	30.36	51.06	29.58	0
1	12	6	7	WS	598.43	38.48	9.16	30.3	0
2	13	7	8	WS	471.02	35.46	-6.29	35.48	0
3	14	8	9	WS	398.65	23.71	3.44	28.03	0
4	15	9	10	WS	773.07	44.13	2.09	26.9	0
5	16	10	11	WS	412.18	17	-195.25	19.43	.5
6	17	11	12	WS	434.05	24.02	-70.55	26.08	0
7	18	12	13	WS	592.68	35.33	157.27	28.09	.2
8	19	13	14	WS	362.31	23.69	-165.23	30.81	.1
9	20	14	15	WS	340.68	21.86	-178.62	30.23	0
10	21	15	16	WS	403.67	23.35	300.01	27.26	.4
11	22	16	17	WS	713.82	37.96	-62.4	25.06	.6
12	23	17	18	WS	725.42	47.34	-390.93	30.75	.2
13	24	18	19	WS	784.3	54.37	104.42	32.67	.2

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
14	25	19	20	WS	533.88	40.85	214.37	36.06	0
15	26	20	21	WS	429.24	16.13	-165.72	17.7	.3
16	27	21	22	WS	492	16.21	-288.6	15.52	0
17	28	22	23	WS	489.02	22.98	-193.19	22.14	0
18	29	23	24	WS	351.7	20.74	527.5	27.79	.5
19	30	24	25	WS	765.23	33.36	-486.64	20.55	0
20	31	25	26	WS	762.23	60.13	328.99	37.17	.1
0	13	6	7	WS	470.59	20.78	80.04	29.13	0
1	14	7	8	WS	547.25	25.35	.32	30.57	0
2	15	8	9	WS	392.37	14.53	42.21	24.43	0
3	16	9	10	WS	398.86	14.04	-19.73	23.22	0
4	17	10	11	WS	392.13	10.54	66.87	17.74	0
5	18	11	12	WS	355.72	13.16	15.89	24.4	0
6	19	12	13	WS	445.85	16.21	-174	23.99	.5
7	20	13	14	WS	672.5	26.54	-171.5	26.04	0
8	21	14	15	WS	768.93	34.56	-72.61	29.65	.1
9	22	15	16	WS	520.95	21.39	263.4	27.08	.4
10	23	16	17	WS	474.73	18.13	-93.22	25.2	.2
11	24	17	18	WS	807.74	34.44	-311.47	28.13	.6
12	25	18	19	WS	575.69	27.95	79.93	32.03	.1
13	26	19	20	WS	523.1	24.99	193.77	31.52	.2
14	27	20	21	WS	488.92	10.89	-148.46	14.69	0
15	28	21	22	WS	417.35	8.71	-258.01	13.77	.1
16	29	22	23	WS	409.3	12.4	-246.39	19.98	.3
17	30	23	24	WS	759.2	27.24	583.47	23.67	.1
18	31	24	25	WS	668.32	20.48	-549.41	20.21	.2
0	15	6	9	WS	394.92	36.11	149.76	25.85	0
1	16	7	10	WS	553.16	46.66	30.81	23.85	0
2	17	8	11	WS	455.55	32.82	62.23	20.37	0
3	18	9	12	WS	344.53	24.43	51.64	20.05	0
4	19	10	13	WS	400.41	28.97	109.81	20.46	0
5	20	11	14	WS	438.5	35.49	11.24	22.89	0
6	21	12	15	WS	412.3	36.82	-359.95	25.25	.2
7	22	13	16	WS	473.58	46.38	-90.46	27.69	.3
8	23	14	17	WS	388.96	37.91	-197.79	27.55	.1
9	24	15	18	WS	381.14	35.96	-101.27	26.67	0
10	25	16	19	WS	407.33	41.87	-216.6	29.06	.1
11	26	17	20	WS	534.92	54.93	72.34	29.03	.1
12	27	18	21	WS	523.95	42.55	193.67	22.96	.1
13	28	19	22	WS	504.86	31.18	-244.54	17.46	.1
14	29	20	23	WS	407.33	20.59	-699.05	14.29	.1
15	30	21	24	WS	694.7	42.49	40.31	17.29	0
16	31	22	25	WS	741.61	53.65	-269.92	20.45	.1
0	17	7	10	WS	459.21	29.37	72.93	23.44	0
1	18	8	11	WS	453.6	23.08	72.87	18.65	0

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
2	19	9	12	WS	466.53	23.71	49.89	18.63	.1
3	20	10	13	WS	422.04	20.56	119.6	17.86	.2
4	21	11	14	WS	372.55	22.75	59.6	22.38	0
5	22	12	15	WS	600.49	42.81	85.63	26.13	0
6	23	13	16	WS	486.76	35.23	62.68	26.52	.1
7	24	14	17	WS	311.37	21.72	-136	25.56	.9
8	25	15	18	WS	341.12	24.92	-459.77	26.77	.1
9	26	16	19	WS	305.87	22.64	-264.2	27.13	.3
10	27	17	20	WS	380.24	28.31	35.38	27.29	0
11	28	18	21	WS	514.87	29.93	266.39	21.31	.1
12	29	19	22	WS	430.85	19.18	-243.56	16.32	0
13	30	20	23	WS	775.27	27.65	-709.98	13.07	0
14	31	21	24	WS	739.77	33.99	36.78	16.84	0
0	19	8	11	WS	470.15	18.24	82.99	17.87	.3
1	20	9	12	WS	595.7	21.59	64.7	16.7	.4
2	21	10	13	WS	429.25	16.72	192.12	17.95	.7
3	22	11	14	WS	591.19	28.1	61.71	21.9	.3
4	23	12	15	WS	431.77	23.28	-19.2	24.85	.1
5	24	13	16	WS	499.41	27.91	-39.71	25.75	.1
6	25	14	17	WS	415.19	22.72	10.4	25.21	.1
7	26	15	18	WS	623.36	33.26	-185.44	24.58	0
8	27	16	19	WS	740.81	40.24	-205.33	25.03	0
9	28	17	20	WS	704.1	38.96	-45.67	25.5	0
10	29	18	21	WS	750.87	34.76	115.28	21.33	0
11	30	19	22	WS	777.42	26.8	-232.23	15.88	0
12	31	20	23	WS	764.72	23.04	-720.73	13.88	.1
0	21	9	12	WS	433.91	13.28	142.44	17.3	4
1	22	10	13	WS	695.24	21.94	-39.95	17.84	.3
2	23	11	14	WS	509.91	19.19	-87.95	21.28	.2
3	24	12	15	WS	479	19.47	-112.62	22.98	.3
4	25	13	16	WS	374.1	16.61	69.56	25.11	0
5	26	14	17	WS	379.49	16.12	103.19	24.02	0
6	27	15	18	WS	387.36	15.34	-114.72	22.39	0
7	28	16	19	WS	614.92	25.13	-147.34	23.11	0
8	29	17	20	WS	670.31	29.06	-49.5	24.51	0
9	30	18	21	WS	566.32	20.67	51.09	20.64	.1
10	31	19	22	WS	640.71	21.78	-278.92	19.22	.4
0	23	10	13	WS	517	13.29	-172.83	17.49	5.8
1	24	11	14	WS	712.62	20.92	28.47	19.99	0
2	25	12	15	WS	431.63	14.54	21.61	22.93	.1
3	26	13	16	WS	367.42	12.38	87.96	22.94	0
4	27	14	17	WS	351.33	11.23	119.08	21.75	0
5	28	15	18	WS	369.56	11.6	-96.01	21.36	0
6	29	16	19	WS	769.07	24.52	-147.03	21.7	0
7	30	17	20	WS	502.76	16.97	-60.92	22.98	0

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
8	31	18	21	WS	579.06	18.64	87.29	21.91	.2
0	25	11	14	WS	435.31	10.85	61.12	20.1	0
1	26	12	15	WS	491.75	12.98	59.67	21.28	0
2	27	13	16	WS	401.64	10.63	91.47	21.34	0
3	28	14	17	WS	357.85	8.83	118.41	19.9	0
4	29	15	18	WS	718.28	17.62	-92.18	19.79	0
5	30	16	19	WS	643.6	16.85	-148.84	21.11	0
6	31	17	20	WS	648.9	19.06	-68.71	23.69	0
0	27	12	15	WS	404.25	8.58	80.16	20	0
1	28	13	16	WS	473.89	9.93	91.51	19.74	0
2	29	14	17	WS	788.86	15.9	111.1	18.99	0
3	30	15	18	WS	631.82	12.51	-92.7	18.66	0
4	31	16	19	WS	610.92	14.08	-150.3	21.72	.1
0	29	13	16	WS	788.75	13.81	90.45	19.07	0
1	30	14	17	WS	745.39	12.34	105.36	18.04	0
2	31	15	18	WS	662.83	12.61	-94.07	20.72	.3
0	31	14	17	WS	666.22	10.5	101.73	19.64	0



Lintasan 2

Device : ARES-G4 v4.7, SN: 0807185
Locality : Bekasi
Operator : Doni
Date : 3/20/2010
Profile : 2
X-loc : 0m
Y-loc : 0m
Direction : 0 (X)
Length : 155m
Distance : 5m
MC-set : Schlumberger N6
S-min : 0m
S-max : 155m

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
0	3	1	2	WS	18.86	81.79	-210.32	136.26	0
1	4	2	3	WS	19.17	64.31	213.01	105.41	6.6
2	5	3	4	WS	17.74	58.65	54.73	103.89	6.4
3	6	4	5	WS	19.67	68.57	-297.9	109.53	4.8
4	7	5	6	WS	22.31	80.25	25.83	112.99	2.7
5	8	6	7	WS	20.76	70.25	123.69	106.31	3.6
6	9	7	8	WS	22.71	85.82	-56.85	118.74	4.3
7	10	8	9	WS	30.49	112.78	-177.23	116.22	5
8	11	9	10	WS	26.31	132.78	187.2	158.53	2.8
9	12	10	11	WS	22.72	83.65	-9.96	115.65	3.9
10	13	11	12	WS	29.61	134.63	-87.82	142.82	2.9
11	14	12	13	WS	33.28	102.77	-194.37	97.01	2.8
12	15	13	14	WS	29.67	76.08	-10.44	80.54	4.8
13	16	14	15	WS	20.77	52.67	-49.25	79.67	9.6
14	17	15	16	WS	42.2	91.53	36.42	68.13	5.7
15	18	16	17	WS	31.79	93	-43.15	91.92	4.8
16	19	17	18	WS	14.7	31.78	-215.21	67.9	2.8
17	20	18	19	WS	21.98	47.48	387.44	67.87	0.6
18	21	19	20	WS	23.34	57.3	-124.36	77.12	0.8
19	22	20	21	WS	17.57	51.67	23.64	92.39	1.7
20	23	21	22	WS	21.07	69.6	-347.47	103.77	8.9
21	24	22	23	WS	30.01	94.49	71.9	98.93	4.1
22	25	23	24	WS	31.61	105.31	306.08	104.66	3.5
23	26	24	25	WS	42.52	97.73	-542.53	72.21	4.8
24	27	25	26	WS	60.97	108.18	-69.56	55.75	7.7
25	28	26	27	WS	59.2	174.58	295.57	92.65	2.4
26	29	27	28	WS	47.28	88.04	-88.58	58.5	4.5
27	30	28	29	WS	86.63	158.98	-118.95	57.66	2.2
28	31	29	30	WS	85.95	161.51	-385.35	59.03	5.4

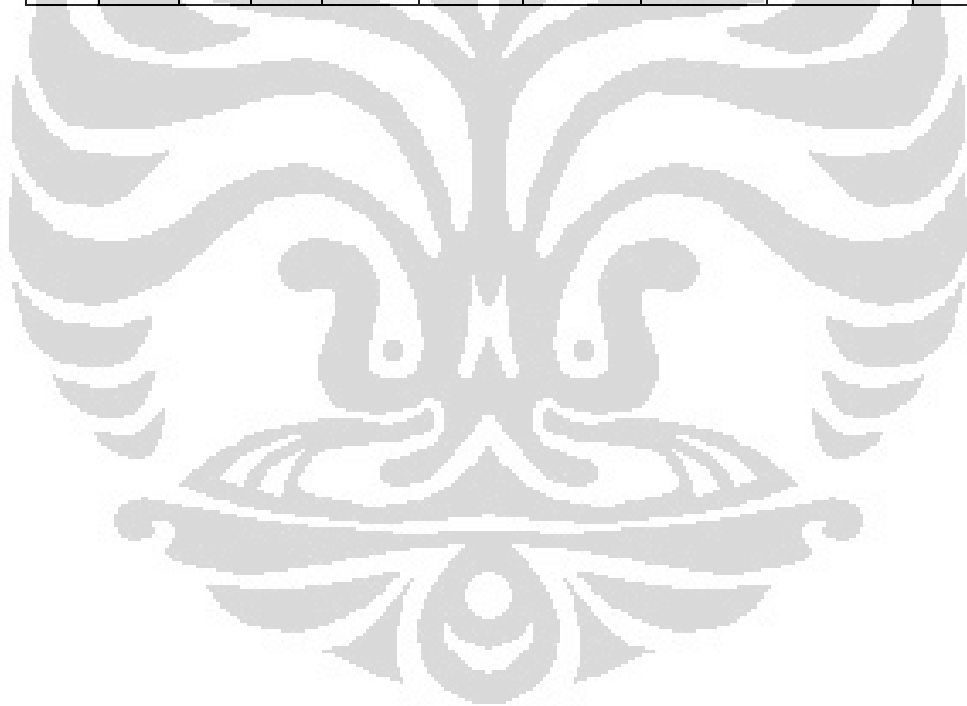
C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
0	5	2	3	WS	52.08	33.15	378.34	59.99	0
1	6	3	4	WS	62.75	35.44	91.92	53.24	0
2	7	4	5	WS	65.68	38.39	-391.19	55.09	1.9
3	8	5	6	WS	56.24	31.09	26.02	52.1	0.7
4	9	6	7	WS	51.36	28.01	151.25	51.4	0.9
5	10	7	8	WS	56.8	34.19	-0.94	56.73	0.8
6	11	8	9	WS	66.14	53.68	-183.33	76.49	0.6
7	12	9	10	WS	76.34	57.79	215.79	71.35	0.5
8	13	10	11	WS	79.66	40.01	-56.66	47.33	0.6
9	14	11	12	WS	82.68	57.9	-91.23	66	0.6
10	15	12	13	WS	89.28	68.5	-122.75	72.32	0.3
11	16	13	14	WS	52.33	29.79	2.6	53.66	1.2
12	17	14	15	WS	79.71	37.88	-59.64	44.79	2.4
13	18	15	16	WS	79.42	36.27	89.55	43.04	0.7
14	19	16	17	WS	58.47	35.39	-72.03	57.06	1.1
15	20	17	18	WS	62.07	30.78	-183.74	46.74	3
16	21	18	19	WS	48	21.99	251.3	43.17	0.9
17	22	19	20	WS	89.75	48.23	-98.25	50.65	0.9
18	23	20	21	WS	100.4	58.99	111.67	55.39	0.6
19	24	21	22	WS	59.82	36.92	-451.99	58.17	2.5
20	25	22	23	WS	62.01	49.43	175.21	75.13	1.7
21	26	23	24	WS	72.06	78.43	327.64	102.58	0.2
22	27	24	25	WS	112.3	53.67	-353.7	45.05	1.2
23	28	25	26	WS	67.02	34.61	-103.86	48.66	0.6
24	29	26	27	WS	60.39	79.81	143.84	124.56	0
25	30	27	28	WS	62.62	37.41	-122.34	56.3	1.5
26	31	28	29	WS	50.1	25.16	98.86	47.33	0.6
0	7	3	4	WS	252.9	49.08	84.72	36.58	0
1	8	4	5	WS	230.6	42.5	-341.4	34.75	0
2	9	5	6	WS	189.9	32.21	22.15	31.97	0
3	10	6	7	WS	194	33.28	-1.15	32.34	1.1
4	11	7	8	WS	186.3	37.14	-32.01	37.57	0.7
5	12	8	9	WS	184.5	42.57	-131.96	43.49	0.9
6	13	9	10	WS	250.2	49.22	151.76	37.08	0.2
7	14	10	11	WS	366.1	52.77	-55.65	27.17	0.1
8	15	11	12	WS	302.2	64.75	-86.62	40.38	0.3
9	16	12	13	WS	169.9	41.89	-195.76	46.47	0.5
10	17	13	14	WS	296.9	58.68	-90.14	37.25	0.2
11	18	14	15	WS	242.6	37.62	95.54	29.23	0.9
12	19	15	16	WS	162.3	27.99	-47.64	32.5	1
13	20	16	17	WS	200.9	40.49	-170.87	37.99	0.9
14	21	17	18	WS	269.6	46.48	-24.78	32.5	0.5
15	22	18	19	WS	346.9	59.64	217.37	32.41	0.2
16	23	19	20	WS	229.2	40.88	-94.21	33.61	0.4
17	24	20	21	WS	419.5	86.57	57.57	38.9	0.1

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
18	25	21	22	WS	311.8	84.04	-356.61	50.81	0.3
19	26	22	23	WS	185.9	83.55	252.89	84.73	0.3
20	27	23	24	WS	241.4	69.14	-3.92	53.99	0
21	28	24	25	WS	313.8	45.24	-107.52	27.17	1
22	29	25	26	WS	425.8	82.96	-102.98	36.73	0
23	30	26	27	WS	79.07	41.76	21.42	99.55	0.2
24	31	27	28	WS	65.07	21.12	42.58	61.17	0
0	9	4	5	WS	533.6	48.99	-298.65	28.85	0.1
1	10	5	6	WS	581.5	45.16	43.14	24.4	0
2	11	6	7	WS	508.5	48.07	208.47	29.7	0
3	12	7	8	WS	471.1	42.01	-99.96	28.01	0
4	13	8	9	WS	514.9	47.23	-464.05	28.82	0.2
5	14	9	10	WS	579.4	50.77	309.22	27.53	0.1
6	15	10	11	WS	682.3	51.88	-90.01	23.89	0.4
7	16	11	12	WS	500.5	56.47	-153.37	35.44	0.1
8	17	12	13	WS	721.2	75.61	-211.52	32.94	0
9	18	13	14	WS	568.7	52.29	2.48	28.89	0
10	19	14	15	WS	431.3	35.21	64.62	25.64	0.2
11	20	15	16	WS	474.5	38.18	7.72	25.28	0
12	21	16	17	WS	521.5	54.49	-104.79	32.82	0
13	22	17	18	WS	772.3	64.76	-113.07	26.34	0.3
14	23	18	19	WS	522.8	44.23	303.8	26.58	0.2
15	24	19	20	WS	435.1	39.07	-93.34	28.21	0.2
16	25	20	21	WS	212.3	24.99	77.43	36.97	0.3
17	26	21	22	WS	355	61.41	-352.76	54.35	0
18	27	22	23	WS	363	57.61	106.93	49.85	0.1
19	28	23	24	WS	220.1	26.79	184.8	38.24	0.3
20	29	24	25	WS	625.2	38.58	-16.91	19.39	0
21	30	25	26	WS	794	65.84	-306.18	26.05	0.2
22	31	26	27	WS	448.4	90.67	117.94	63.53	0.1
0	11	5	6	WS	564.2	27.76	61.64	23.19	0.2
1	12	6	7	WS	553.5	31.39	188.14	26.73	0
2	13	7	8	WS	553.6	27.88	-121.42	23.74	0
3	14	8	9	WS	580.6	29.43	-98.03	23.89	0
4	15	9	10	WS	554.5	31.43	156.4	26.71	0
5	16	10	11	WS	387.4	20.14	-220.04	24.5	0.8
6	17	11	12	WS	668.3	42.91	-160.99	30.25	0
7	18	12	13	WS	680.2	44.4	-182.17	30.76	0
8	19	13	14	WS	429.5	23.76	-28.57	26.07	0
9	20	14	15	WS	456.1	21.25	61.47	21.96	0
10	21	15	16	WS	548.4	27.27	67.3	23.43	0.1
11	22	16	17	WS	684.7	39.95	-99.25	27.49	0.7
12	23	17	18	WS	808	40.71	-145.01	23.75	0.5
13	24	18	19	WS	373.8	20.16	334.16	25.42	0.4
14	25	19	20	WS	428.6	25.93	-51.72	28.51	0.3

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
15	26	20	21	WS	365.8	28.94	61.38	37.28	0
16	27	21	22	WS	595	47.63	-353.35	37.72	0
17	28	22	23	WS	504.6	41.74	-89.59	38.98	0.3
18	29	23	24	WS	365.3	25.21	417.13	32.52	0.2
19	30	24	25	WS	570.7	17.78	-185.63	14.69	0.4
20	31	25	26	WS	638	29.72	-340.47	21.96	0.1
0	13	6	7	WS	617.7	25.43	156.31	27.16	0.3
1	14	7	8	WS	707.1	22.91	-101.08	21.38	0.1
2	15	8	9	WS	600.1	22.65	-85.45	24.9	0.1
3	16	9	10	WS	544.5	22.99	181.16	27.85	0
4	17	10	11	WS	544.8	19.65	-33.03	23.79	0.2
5	18	11	12	WS	487.7	22.97	-4.12	31.07	0
6	19	12	13	WS	570.6	27.17	-469.74	31.41	0
7	20	13	14	WS	527.8	20.36	-12.86	25.44	0
8	21	14	15	WS	544.8	17.04	63.76	20.63	0.8
9	22	15	16	WS	631	19.39	136.16	20.27	0
10	23	16	17	WS	360.1	14.8	-95.75	27.11	0.3
11	24	17	18	WS	778.5	26.26	-212.29	22.25	0
12	25	18	19	WS	711.8	30.99	369.63	28.73	0
13	26	19	20	WS	782.6	36.57	-39.13	30.83	0
14	27	20	21	WS	531.6	24.66	90.03	30.6	0
15	28	21	22	WS	526.4	25.85	-419.3	32.39	0.4
16	29	22	23	WS	601.4	33.09	-109.44	36.3	0.2
17	30	23	24	WS	545.2	22.65	477.26	27.41	0
18	31	24	25	WS	380	8.15	-412.96	14.14	0.1
0	15	6	9	WS	272.4	22.94	-21.72	23.81	0.1
1	16	7	10	WS	449.1	36.43	-20.06	22.94	0
2	17	8	11	WS	587.3	46.65	109.95	22.46	0.1
3	18	9	12	WS	488.6	42.26	198.04	24.46	0
4	19	10	13	WS	360.1	33.1	-125.71	25.99	0
5	20	11	14	WS	400.4	36.77	-139.59	25.97	0
6	21	12	15	WS	515.3	42.02	-319.35	23.05	0
7	22	13	16	WS	776	53.9	-125.61	19.64	0
8	23	14	17	WS	356.6	23.43	-256.07	18.58	0.6
9	24	15	18	WS	293	21.18	-314.2	20.44	0
10	25	16	19	WS	312.5	27.24	69.86	24.64	0.2
11	26	17	20	WS	281.7	24.89	152.85	24.97	0
12	27	18	21	WS	334.1	31.72	463.2	26.84	0
13	28	19	22	WS	440.1	45.23	-389.07	29.06	0.1
14	29	20	23	WS	536.5	60.49	-476.16	31.88	0.1
15	30	21	24	WS	571.8	57.92	-39.61	28.64	0
16	31	22	25	WS	618.4	47.6	-176.12	21.77	0.1
0	17	7	10	WS	659.6	39.52	22.03	21.96	0.1
1	18	8	11	WS	576.1	34.02	136.1	21.64	0
2	19	9	12	WS	378.5	27.32	189.42	26.45	0.1

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
3	20	10	13	WS	400	26.78	-135.72	24.55	0.1
4	21	11	14	WS	437.2	30.68	-129.13	25.72	0.1
5	22	12	15	WS	530.3	31.86	-81.11	22.02	0
6	23	13	16	WS	789.5	38.11	72.82	17.69	0.1
7	24	14	17	WS	381.5	19.2	-310.63	18.45	1.3
8	25	15	18	WS	755.1	43.12	-555.95	20.93	0.1
9	26	16	19	WS	645.7	45.37	-40.05	25.75	0
10	27	17	20	WS	368	22.35	180.03	22.26	0
11	28	18	21	WS	365.5	24.54	565.38	24.61	0
12	29	19	22	WS	334.6	26.84	-377.64	29.4	0.2
13	30	20	23	WS	470.7	37.97	-509.24	29.57	0.1
14	31	21	24	WS	569.3	42.33	-42.5	27.25	0
0	19	8	11	WS	408.6	20.49	177.35	23.1	0.6
1	20	9	12	WS	458.5	24.67	211.33	24.79	0.6
2	21	10	13	WS	464.6	24.66	-107.2	24.46	0.3
3	22	11	14	WS	529.4	27.01	-101.6	23.51	0.5
4	23	12	15	WS	619.1	29.52	-211.49	21.97	0.1
5	24	13	16	WS	593.2	22.91	-49.62	17.79	0.1
6	25	14	17	WS	699	29.19	-182.88	19.24	0.2
7	26	15	18	WS	794.1	38.35	-405.55	22.25	0
8	27	16	19	WS	365.4	18.72	20.01	23.6	0.1
9	28	17	20	WS	804.4	36.99	98.82	21.19	0
10	29	18	21	WS	370.5	20.19	525.86	25.11	0
11	30	19	22	WS	386.4	21.85	-364.58	26.05	0.4
12	31	20	23	WS	347	22.47	-503.69	29.84	0.3
0	21	9	12	WS	510.6	22.19	302.53	24.57	5.9
1	22	10	13	WS	639.2	24.8	-265.87	21.94	0.6
2	23	11	14	WS	673.8	27.5	-275.92	23.08	0.2
3	24	12	15	WS	594.6	21.35	-286.23	20.31	0.7
4	25	13	16	WS	563.8	19.37	13.5	19.42	0.1
5	26	14	17	WS	544.4	19.26	-50.06	20.01	0
6	27	15	18	WS	795.2	27.59	-336.67	19.62	0
7	28	16	19	WS	449.5	19.1	113.87	24.02	0.1
8	29	17	20	WS	363.5	13.73	156.47	21.36	0
9	30	18	21	WS	350.7	14.86	490.36	23.96	0.2
10	31	19	22	WS	381.4	17.68	-423.46	26.22	0.8
0	23	10	13	WS	777.6	23.67	-425.45	20.72	4.8
1	24	11	14	WS	730.4	23.35	-278.23	21.76	0
2	25	12	15	WS	608	19.94	-242.87	22.32	0.2
3	26	13	16	WS	545.7	15.34	37.58	19.14	0
4	27	14	17	WS	624.8	17.22	1.08	18.76	0.6
5	28	15	18	WS	651.1	18.72	-303.77	19.57	0.1
6	29	16	19	WS	801.1	29.57	140.29	25.12	0
7	30	17	20	WS	481.1	14.57	170.7	20.61	0
8	31	18	21	WS	377.7	12.96	541.73	23.35	0

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
0	25	11	14	WS	693.1	19.65	-315.65	22.86	0
1	26	12	15	WS	659.4	17.26	-254.19	21.11	0
2	27	13	16	WS	679.5	14.58	53.72	17.3	0.6
3	28	14	17	WS	653.1	14.01	32.56	17.3	0
4	29	15	18	WS	630.8	16.32	-283.17	20.86	0.2
5	30	16	19	WS	677	22.76	154.75	27.11	0.1
6	31	17	20	WS	830	19.1	176.53	18.56	0
0	27	12	15	WS	787.1	16.44	-262.9	19.69	0
1	28	13	16	WS	820.5	13.63	62.05	15.65	0
2	29	14	17	WS	682.8	13.29	50.04	18.34	0.2
3	30	15	18	WS	679.7	13.1	-272.53	18.16	0
4	31	16	19	WS	650.7	21.53	162.7	31.18	0.2
0	29	13	16	WS	794.7	12.01	67.14	16.46	0
1	30	14	17	WS	363.6	5.48	61.47	16.41	0
2	31	15	18	WS	705.5	12.33	-262.57	19.03	0.3
0	31	14	17	WS	824.7	10.84	68.63	16.37	0



Lintasan 3

Device : ARES-G4 v4.7, SN: 0807185
 Locality : Bekasi
 Operator : Lendri
 Date : 3/20/2010
 Profile : 3
 X-loc : 0m
 Y-loc : 0m
 Direction : 0 (X)
 Length : 155m
 Distance : 5m
 MC-set : Schlumberger N6
 S-min : 0m
 S-max : 155m

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
0	3	1	2	WS	94.04	176.31	-71.85	58.9	0
1	4	2	3	WS	104.13	191.21	-190.5	57.69	7.2
2	5	3	4	WS	74.98	153.46	132.69	64.29	2.7
3	6	4	5	WS	67.06	139.06	-204.06	65.14	2.5
4	7	5	6	WS	79.65	225.05	-116.39	88.76	3.1
5	8	6	7	WS	56.21	160.62	-92.3	89.78	4
6	9	7	8	WS	37.73	132.79	92.16	110.56	3.6
7	10	8	9	WS	52.84	191.01	-336.32	113.58	6
8	11	9	10	WS	28.26	137.69	-39.78	153.09	5.7
9	12	10	11	WS	31.92	96.66	114.05	95.12	7
10	13	11	12	WS	55.87	240.16	-18.29	135.04	1.9
11	14	12	13	WS	27.84	80.29	-153.95	90.61	7.2
12	15	13	14	WS	35.28	73.14	-216.14	65.12	9.1
13	16	14	15	WS	42.29	94.14	-146.19	69.93	8.5
14	17	15	16	WS	46.46	75.07	78.9	50.76	6.2
15	18	16	17	WS	47.35	78.13	43.12	51.84	5.4
16	19	17	18	WS	48.23	38.79	-7.36	25.27	.8
17	20	18	19	WS	50.58	50.66	-136.72	31.47	7.7
18	21	19	20	WS	54.37	54.83	-28.73	31.68	.6
19	22	20	21	WS	91.5	95.06	-50.73	32.64	5.3
20	23	21	22	WS	57.84	69.14	-54.54	37.55	.7
21	24	22	23	WS	59	76.31	-126.61	40.63	5.1
22	25	23	24	WS	63.67	58.22	-48.46	28.73	6.7
23	26	24	25	WS	50.88	60.1	-96.53	37.11	.9
24	27	25	26	WS	37.89	36.89	-120.24	30.59	5.3
25	28	26	27	WS	35.48	36.65	73.96	32.45	1
26	29	27	28	WS	39.03	37.04	-53.93	29.81	1.2
27	30	28	29	WS	33.56	29.34	-152.92	27.46	2.2
28	31	29	30	WS	27.46	28.05	170.44	32.1	.9

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
0	5	2	3	WS	89.62	51.37	189.49	54.02	0
1	6	3	4	WS	67.27	36.02	201.32	50.46	0
2	7	4	5	WS	63.82	33.79	-348.61	49.91	.9
3	8	5	6	WS	57.63	39	-42.32	63.78	1.3
4	9	6	7	WS	47.24	35.75	-72.05	71.32	.7
5	10	7	8	WS	58.94	48.55	138.56	77.64	.5
6	11	8	9	WS	30.26	31.1	-278.98	96.89	1.6
7	12	9	10	WS	45.05	49.93	21.09	104.45	.8
8	13	10	11	WS	52.99	40.69	138.65	72.38	.9
9	14	11	12	WS	34.29	37.99	-.94	104.44	.7
10	15	12	13	WS	39.9	42.81	-53.18	101.13	.6
11	16	13	14	WS	69.69	43.07	-220.49	58.25	.3
12	17	14	15	WS	119.06	67.3	-84.3	53.28	.2
13	18	15	16	WS	72.41	40.42	105.91	52.61	.4
14	19	16	17	WS	62.2	28.26	128.97	42.83	.3
15	20	17	18	WS	116.03	23.15	-16.02	18.8	.6
16	21	18	19	WS	99.46	23.55	-67.88	22.31	.2
17	22	19	20	WS	176.55	37.62	-119.71	20.08	3.3
18	23	20	21	WS	202.19	32.52	-32.52	15.16	1.7
19	24	21	22	WS	288.37	67.71	-22.15	22.13	1.6
20	25	22	23	WS	147.84	43.18	-156.46	27.53	3.4
21	26	23	24	WS	116.89	25.87	-42.88	20.86	3.6
22	27	24	25	WS	101.02	24.26	-25.45	22.64	3.7
23	28	25	26	WS	106.6	23.66	-210.92	20.92	2.9
24	29	26	27	WS	150.9	33.92	95.41	21.18	.7
25	30	27	28	WS	156.52	34.28	-93.22	20.64	2.6
26	31	28	29	WS	329.96	64.6	-162.07	18.45	.6
0	7	3	4	WS	211.44	46.28	144.83	41.26	0
1	8	4	5	WS	165.24	33.2	2.44	37.87	0
2	9	5	6	WS	118.93	29.86	-69.77	47.33	0
3	10	6	7	WS	173.77	48.91	-515.49	53.05	1.5
4	11	7	8	WS	102.77	35.5	131.11	65.11	.2
5	12	8	9	WS	141.9	47.22	-166.52	62.72	.7
6	13	9	10	WS	174.72	62.91	28.3	67.87	.6
7	14	10	11	WS	143.95	40.91	14.15	53.57	.6
8	15	11	12	WS	109.17	41.33	-8.92	71.36	0
9	16	12	13	WS	84.4	29.81	-44.66	66.58	1
10	17	13	14	WS	139.62	33.91	-117.07	45.77	1.6
11	18	14	15	WS	93.36	22.13	-135.72	44.69	.5
12	19	15	16	WS	154.38	35.34	150.58	43.15	0
13	20	16	17	WS	164.96	36.25	166.67	41.43	.2
14	21	17	18	WS	415.05	32.35	-18.3	14.69	.1
15	22	18	19	WS	477.96	36.51	-136.92	14.4	.1
16	23	19	20	WS	407.67	25.96	-22.79	12	.3
17	24	20	21	WS	645.53	42.26	-252.99	12.34	1.2

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
18	25	21	22	WS	641.66	50.88	235.26	14.95	0
19	26	22	23	WS	588.29	65.51	-205.6	20.99	1
20	27	23	24	WS	312.81	24.58	-14.11	14.81	1.2
21	28	24	25	WS	322	25.38	-32.56	14.86	1
22	29	25	26	WS	499.64	29.32	-349.33	11.06	.3
23	30	26	27	WS	592.22	51.83	123.81	16.5	.5
24	31	27	28	WS	435.86	36.53	-35.21	15.8	1.1
0	9	4	5	WS	450.24	46.92	18.9	32.74	0
1	10	5	6	WS	605.71	75	-35	38.9	0
2	11	6	7	WS	325.62	44.69	-264.58	43.12	0
3	12	7	8	WS	501.98	73.15	209.46	45.78	0
4	13	8	9	WS	251.76	35.38	-497.7	44.15	.4
5	14	9	10	WS	163.1	27.14	-34.85	52.27	.3
6	15	10	11	WS	422.64	49.57	64.01	36.85	0
7	16	11	12	WS	386.48	54.34	-7.65	44.17	0
8	17	12	13	WS	449.62	53.12	-2.18	37.12	.2
9	18	13	14	WS	409.91	40.66	-284.76	31.16	.1
10	19	14	15	WS	626.62	81.4	-18.49	40.81	.1
11	20	15	16	WS	290.34	32.93	217.5	35.63	.2
12	21	16	17	WS	371.53	39.1	161.31	33.06	.6
13	22	17	18	WS	712.89	28.82	9.11	12.7	.1
14	23	18	19	WS	511.87	17.72	-198.09	10.87	.5
15	24	19	20	WS	493.62	15.56	-42.16	9.9	2.3
16	25	20	21	WS	384.32	12.23	-90.19	10	2.4
17	26	21	22	WS	444.38	20.96	231.8	14.82	0
18	27	22	23	WS	856.13	44.07	-242.71	16.17	.2
19	28	23	24	WS	428.42	14.94	33.67	10.95	.2
20	29	24	25	WS	417.73	16.41	9.59	12.34	.2
21	30	25	26	WS	469.69	13.47	-441.63	9.01	.2
22	31	26	27	WS	419.81	16.45	221.19	12.31	.7
0	11	5	6	WS	347.99	26.49	-17.15	35.87	0
1	12	6	7	WS	509.82	36.83	-241.56	34.05	0
2	13	7	8	WS	689.47	49.39	178.02	33.76	0
3	14	8	9	WS	580.89	44.86	-331.22	36.39	0
4	15	9	10	WS	541.24	45.63	-12.17	39.73	0
5	16	10	11	WS	437.51	23.82	-109.83	25.66	.7
6	17	11	12	WS	531.61	30.14	-2.02	26.72	.1
7	18	12	13	WS	652.15	37.02	12.63	26.75	.3
8	19	13	14	WS	596.12	29.26	-372.56	23.13	.1
9	20	14	15	WS	360.42	23.21	63.65	30.35	0
10	21	15	16	WS	431.84	30	254.79	32.74	.2
11	22	16	17	WS	812.51	46.92	170.43	27.21	.1
12	23	17	18	WS	456.86	9.76	19.26	10.06	.2
13	24	18	19	WS	773.75	16.91	-205.05	10.3	0
14	25	19	20	WS	492.66	9.53	-63.25	9.12	1

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
15	26	20	21	WS	375.99	7.6	-29.3	9.52	0
16	27	21	22	WS	657.8	18.51	222.09	13.26	.2
17	28	22	23	WS	855.52	27.52	-204.92	15.16	.1
18	29	23	24	WS	495.39	10.73	32.91	10.2	.2
19	30	24	25	WS	724.66	18.95	16.45	12.32	.2
20	31	25	26	WS	359.28	7.39	-492.21	9.69	.1
0	13	6	7	WS	794.64	34.9	-271.41	28.98	0
1	14	7	8	WS	593.13	27.18	183.11	30.23	0
2	15	8	9	WS	469.31	20.37	-307.04	28.63	.1
3	16	9	10	WS	449.05	20.56	-1.28	30.21	0
4	17	10	11	WS	718.55	20.94	104.21	19.23	0
5	18	11	12	WS	770.09	26.79	-81.59	22.95	0
6	19	12	13	WS	720.06	24.48	-51.18	22.43	.3
7	20	13	14	WS	520.86	15.85	-389.84	20.07	.1
8	21	14	15	WS	411.72	15.68	68.4	25.12	.2
9	22	15	16	WS	418.03	15.53	257.17	24.5	.1
10	23	16	17	WS	534.09	19.48	198.95	24.06	.3
11	24	17	18	WS	836.52	10.68	-2.03	8.43	.1
12	25	18	19	WS	433.45	6.22	-221.6	9.47	0
13	26	19	20	WS	508.64	7.53	-99.53	9.76	.9
14	27	20	21	WS	748.66	9.81	35.95	8.65	.1
15	28	21	22	WS	748.68	14.42	243.11	12.71	0
16	29	22	23	WS	810.82	18.34	-202.39	14.92	0
17	30	23	24	WS	531.21	9.15	15.2	11.37	.2
18	31	24	25	WS	416.65	8.85	33.42	14.01	.2
0	15	6	9	WS	515.76	50.26	-315.04	27.55	0
1	16	7	10	WS	460.76	43.07	-104.59	26.43	0
2	17	8	11	WS	598.06	44.07	-165.59	20.84	0
3	18	9	12	WS	794.5	60.59	58.93	21.56	0
4	19	10	13	WS	1104.61	80.75	102.49	20.67	0
5	20	11	14	WS	592.84	44.32	-111.4	21.14	0
6	21	12	15	WS	466.25	35.08	-426.18	21.27	.2
7	22	13	16	WS	657.19	48.03	-123.52	20.66	.1
8	23	14	17	WS	504.89	37.91	170.7	21.23	.1
9	24	15	18	WS	432	27.31	473.79	17.87	0
10	25	16	19	WS	501.87	25.95	-95.83	14.62	0
11	26	17	20	WS	693.58	21.69	-486.01	8.84	0
12	27	18	21	WS	691.22	22.56	-276.58	9.23	.2
13	28	19	22	WS	386.12	13.66	243.04	10.01	0
14	29	20	23	WS	400.32	16.58	231.79	11.71	.1
15	30	21	24	WS	427.03	20.01	77.7	13.25	.1
16	31	22	25	WS	738.17	38.06	-128.59	14.58	0
0	17	7	10	WS	668.58	41.39	-75.38	22.69	0
1	18	8	11	WS	817.18	47.33	-86.19	21.23	0
2	19	9	12	WS	842.21	48.83	60.03	21.25	.2

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
3	20	10	13	WS	605.59	34.49	110.9	20.88	.1
4	21	11	14	WS	599.61	34.95	-145.98	21.36	.1
5	22	12	15	WS	778.01	43.27	-48.39	20.38	0
6	23	13	16	WS	588.94	30.79	-9.93	19.16	.1
7	24	14	17	WS	697.99	36.86	191.71	19.35	.1
8	25	15	18	WS	475.96	19.72	179.4	15.19	.2
9	26	16	19	WS	815.62	27.5	-148.05	12.36	.1
10	27	17	20	WS	751.63	18.75	-547.6	9.14	0
11	28	18	21	WS	596.68	14.07	-293.27	8.64	.1
12	29	19	22	WS	362.57	9.38	266.22	9.48	.3
13	30	20	23	WS	603.68	19.71	307.75	11.97	.1
14	31	21	24	WS	848.74	31.64	85.06	13.66	0
0	19	8	11	WS	993.7	46.76	-29.2	21.68	.1
1	20	9	12	WS	618.29	29.98	33.24	22.34	.4
2	21	10	13	WS	514.99	23.55	135.86	21.07	.2
3	22	11	14	WS	801.69	36.92	-52.25	21.22	.3
4	23	12	15	WS	822.73	36.07	-123.71	20.2	0
5	24	13	16	WS	833.97	33.85	-106.17	18.7	0
6	25	14	17	WS	550.01	21.7	136.47	18.18	.1
7	26	15	18	WS	474.87	14.51	393.01	14.08	0
8	27	16	19	WS	731.32	17.4	-130.21	10.96	0
9	28	17	20	WS	684.21	11.77	-583.87	7.93	.2
10	29	18	21	WS	403.83	7.36	-397.71	8.4	.2
11	30	19	22	WS	752.09	14.77	286.67	9.05	.1
12	31	20	23	WS	775.31	20.57	346.39	12.23	0
0	21	9	12	WS	565.25	23.07	107.26	23.08	4.6
1	22	10	13	WS	826.47	31.38	65.25	21.47	.2
2	23	11	14	WS	670.18	24.57	-240.01	20.73	.2
3	24	12	15	WS	861.59	30.72	-183.07	20.16	.2
4	25	13	16	WS	750.44	24.63	-98.61	18.56	0
5	26	14	17	WS	534.93	16.91	286.72	17.88	.2
6	27	15	18	WS	793.64	18.62	465.1	13.27	0
7	28	16	19	WS	378.01	6.66	-92.41	9.96	.2
8	29	17	20	WS	387.59	5.14	-473.69	7.49	0
9	30	18	21	WS	368.23	5.14	-434.02	7.89	.2
10	31	19	22	WS	351.87	6	256.24	9.64	.1
0	23	10	13	WS	762.47	23.87	-83.3	21.31	4.3
1	24	11	14	WS	890.99	27.66	-330.48	21.13	0
2	25	12	15	WS	622.95	17.94	-189.8	19.6	0
3	26	13	16	WS	545.7	14.99	-112.62	18.7	0
4	27	14	17	WS	383.68	10	327.12	17.73	0
5	28	15	18	WS	407.34	7.63	484.78	12.75	0
6	29	16	19	WS	434.72	6.22	-85.82	9.74	0
7	30	17	20	WS	555.83	5.86	-431.52	7.17	0
8	31	18	21	WS	826.61	9.99	-351.41	8.23	0

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
0	25	11	14	WS	701.96	17.98	-363.19	20.65	0
1	26	12	15	WS	558.27	13.87	-216.26	20.03	0
2	27	13	16	WS	845.14	19.51	-123.61	18.62	.1
3	28	14	17	WS	411.47	8.89	346.5	17.42	0
4	29	15	18	WS	547.68	8.52	494.9	12.55	0
5	30	16	19	WS	640.42	7.56	-82.95	9.52	0
6	31	17	20	WS	375.24	3.73	-402.31	8.01	.1
0	27	12	15	WS	370.88	7.84	-233.38	19.93	.1
1	28	13	16	WS	419.99	8.27	-129.61	18.55	0
2	29	14	17	WS	479.52	8.65	354.7	17	0
3	30	15	18	WS	655.68	8.73	498.9	12.55	.1
4	31	16	19	WS	458.81	4.64	-82.21	9.52	.2
0	29	13	16	WS	520.51	8.65	-133.43	18.1	0
1	30	14	17	WS	674.43	10.69	359.65	17.26	0
2	31	15	18	WS	411.18	4.77	501.06	12.64	.1
0	31	14	17	WS	442.9	6.3	361.93	17.72	0



Lintasan 4

Device : ARES-G4 v4.7, SN: 0807185
 Locality : Bekasi
 Operator : Lendri
 Date : 3/20/2010
 Profile : 4
 X-loc : 0m
 Y-loc : 0m
 Direction : 0 (X)
 Length : 155m
 Distance : 5m
 MC-set : Schlumberger N6
 S-min : 0m
 S-max : 155m

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
0	3	1	2	WS	35.98	164.05	165.41	143.22	0
1	4	2	3	WS	39.34	111.89	-374.72	89.36	4.5
2	5	3	4	WS	43.4	120.22	-51.24	87.02	5.4
3	6	4	5	WS	35.78	77.72	19.38	68.23	4.7
4	7	5	6	WS	38.31	67.47	-132.68	55.33	.6
5	8	6	7	WS	32.29	58.65	24.27	57.05	1
6	9	7	8	WS	24.06	44.68	-82.54	58.33	1.4
7	10	8	9	WS	23.51	44.9	-218.99	59.99	1
8	11	9	10	WS	18.72	43.53	159.88	73.04	.9
9	12	10	11	WS	18.52	25.54	-33.96	43.32	1.7
10	13	11	12	WS	18.34	36.19	-217.67	62	.9
11	14	12	13	WS	22.9	27.84	149.46	38.19	1.6
12	15	13	14	WS	62.87	59.26	137.36	29.61	.7
13	16	14	15	WS	34.77	42.32	-158.93	38.24	1.9
14	17	15	16	WS	49.07	49.03	-95.19	31.39	.9
15	18	16	17	WS	41.79	50.77	-158.65	38.17	3
16	19	17	18	WS	82.75	87.44	78.98	33.2	6.3
17	20	18	19	WS	33.95	49.2	-169.48	45.54	.8
18	21	19	20	WS	30.77	70.36	81.69	71.83	.9
19	22	20	21	WS	44.49	76.02	-40.36	53.68	.7
20	23	21	22	WS	29.63	77.63	-158.93	82.33	7.5
21	24	22	23	WS	26.49	56.95	134.1	67.55	6.4
22	25	23	24	WS	26.03	77.1	-107.39	93.05	5.7
23	26	24	25	WS	19.84	34.71	-225.52	54.97	.8
24	27	25	26	WS	29.62	77.46	-40.95	82.16	.5
25	28	26	27	WS	25.02	37.07	11.04	46.54	1.6
26	29	27	28	WS	18.39	23.05	4.59	39.39	1.8
27	30	28	29	WS	28.54	43	-186.92	47.34	.9
28	31	29	30	WS	39.67	54.65	365.62	43.27	.9

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
0	5	2	3	WS	39.62	23.69	-323.65	56.35	.1
1	6	3	4	WS	97.22	54.84	171.5	53.16	0
2	7	4	5	WS	103.37	51.11	-57.7	46.6	.2
3	8	5	6	WS	82.78	31.1	-339.15	35.4	3.1
4	9	6	7	WS	71.94	30.22	46.98	39.59	3.2
5	10	7	8	WS	72.54	30.52	-86.19	39.66	1.8
6	11	8	9	WS	58.27	22.41	-160.53	36.25	6.4
7	12	9	10	WS	65.5	29.49	36.5	42.43	1.5
8	13	10	11	WS	205.49	58.88	-22.69	27.01	.4
9	14	11	12	WS	252.28	95.06	-73.09	35.51	.2
10	15	12	13	WS	217.1	84.36	-219.46	36.62	1.4
11	16	13	14	WS	268.2	56.91	-9.73	20	1.6
12	17	14	15	WS	259.34	91.98	-145.74	33.43	.4
13	18	15	16	WS	284.74	90.79	-94.32	30.05	.4
14	19	16	17	WS	139.71	37.72	-105.75	25.45	.5
15	20	17	18	WS	76.42	22.7	21.57	28	.2
16	21	18	19	WS	103.12	39.49	-149.62	36.1	3.2
17	22	19	20	WS	123.39	50.15	210.77	38.31	1.2
18	23	20	21	WS	130.87	41	-122.73	29.53	1.8
19	24	21	22	WS	126.71	49.21	-120.22	36.6	1
20	25	22	23	WS	61.15	32.51	116.71	50.11	1.2
21	26	23	24	WS	158.82	63.54	-92.82	37.71	.1
22	27	24	25	WS	279.42	81.38	-77.24	27.45	.3
23	28	25	26	WS	97.91	41.43	-182.11	39.89	.9
24	29	26	27	WS	94.98	27.85	-11.4	27.63	.7
25	30	27	28	WS	70.46	24.66	55.86	32.99	5.6
26	31	28	29	WS	206.62	61.29	-241.58	27.96	.4
0	7	3	4	WS	336.39	75.53	166.4	42.32	0
1	8	4	5	WS	282.99	46.63	11.88	31.06	0
2	9	5	6	WS	242.82	35.81	-163.46	27.8	0
3	10	6	7	WS	247.38	39.76	-328.14	30.29	1.2
4	11	7	8	WS	220	40.53	-124.63	34.72	.8
5	12	8	9	WS	252.97	39.03	-247.92	29.08	.2
6	13	9	10	WS	234.19	36.33	137.15	29.24	.5
7	14	10	11	WS	377.29	45.85	-33.99	22.91	.5
8	15	11	12	WS	261	40.46	-26.73	29.22	.9
9	16	12	13	WS	320.47	52.22	10.28	30.71	.2
10	17	13	14	WS	270.42	29.5	-97.65	20.56	.4
11	18	14	15	WS	240.14	37.78	-34.66	29.65	.4
12	19	15	16	WS	258.63	35.05	-146.25	25.54	.1
13	20	16	17	WS	209.1	26.61	-139.68	23.99	.1
14	21	17	18	WS	273.92	31.44	286.81	21.63	1.1
15	22	18	19	WS	319.08	43.62	-100.72	25.77	.7
16	23	19	20	WS	569.04	78.28	1.97	25.93	.2
17	24	20	21	WS	437.56	50.95	-141.19	21.95	.2

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
18	25	21	22	WS	293.61	40.79	-109.57	26.19	.6
19	26	22	23	WS	213.04	28.37	55.06	25.1	.8
20	27	23	24	WS	235.99	33.7	45.04	26.91	.6
21	28	24	25	WS	244.58	23.85	-126.65	18.38	.7
22	29	25	26	WS	322.36	39.78	-75.98	23.26	.8
23	30	26	27	WS	337.41	33.61	-98.6	18.78	1
24	31	27	28	WS	413.65	53.67	197.51	24.46	1
0	9	4	5	WS	232.25	20.43	4.49	27.64	.1
1	10	5	6	WS	636.33	47.29	-184.99	23.35	0
2	11	6	7	WS	552.77	49.47	71.35	28.12	0
3	12	7	8	WS	596.24	60.02	-155.03	31.62	0
4	13	8	9	WS	637.2	50.83	-606.12	25.06	0
5	14	9	10	WS	456.94	40.97	139.6	28.17	.3
6	15	10	11	WS	306.55	20.21	-21.51	20.71	.3
7	16	11	12	WS	553.86	43.14	51.58	24.47	.3
8	17	12	13	WS	326.92	29.48	33.9	28.33	.3
9	18	13	14	WS	685.31	37.4	-42.74	17.14	.1
10	19	14	15	WS	708.87	65.86	-35.11	29.19	0
11	20	15	16	WS	475.69	34.35	-226.05	22.69	0
12	21	16	17	WS	474.6	32.68	-13.36	21.63	0
13	22	17	18	WS	604.13	39.01	219.34	20.29	.3
14	23	18	19	WS	383.09	24.3	-93.76	19.93	.4
15	24	19	20	WS	326.49	23.06	-6.17	22.19	0
16	25	20	21	WS	342.83	23.24	-101.91	21.3	.1
17	26	21	22	WS	550.82	36.53	-47.59	20.83	0
18	27	22	23	WS	819.32	56.98	68.88	21.85	.1
19	28	23	24	WS	396.58	26.05	68.85	20.64	0
20	29	24	25	WS	674.31	33.93	-227.15	15.81	0
21	30	25	26	WS	618.73	40.75	-28.22	20.69	.1
22	31	26	27	WS	398.61	18.5	-76.14	14.58	.2
0	11	5	6	WS	537.61	27.5	-223.45	24.11	0
1	12	6	7	WS	591.23	34.07	66.68	27.15	0
2	13	7	8	WS	634.26	38.35	-151.31	28.49	.1
3	14	8	9	WS	401.73	21.11	-195.97	24.77	0
4	15	9	10	WS	837.48	47.5	99.68	26.73	0
5	16	10	11	WS	751.54	28.65	-307.22	17.96	.2
6	17	11	12	WS	402.01	19.01	-11.21	22.28	.2
7	18	12	13	WS	435.35	23.64	140.31	25.58	0
8	19	13	14	WS	803.93	26.43	-15.43	15.49	.2
9	20	14	15	WS	525.14	31.07	-104.33	27.88	0
10	21	15	16	WS	508.52	25.28	-200.57	23.43	0
11	22	16	17	WS	535.07	21.17	32.97	18.64	0
12	23	17	18	WS	582.85	24.89	234.3	20.12	.1
13	24	18	19	WS	615.87	26.45	-136.11	20.24	.5
14	25	19	20	WS	656.9	30.26	-4.8	21.71	0

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
15	26	20	21	WS	475.71	21.38	-87.07	21.18	0
16	27	21	22	WS	407.57	17.91	-29.61	20.71	.1
17	28	22	23	WS	399.78	18.08	48.96	21.31	.1
18	29	23	24	WS	409.42	16.79	87.97	19.32	.3
19	30	24	25	WS	405.49	12.88	-264.44	14.97	.3
20	31	25	26	WS	797.25	34.78	-64.87	20.56	.1
0	13	6	7	WS	604.8	24.13	114.97	26.32	0
1	14	7	8	WS	388.2	16.47	-161.32	27.99	.1
2	15	8	9	WS	836.47	32.07	-175.82	25.29	0
3	16	9	10	WS	609.73	23.12	90.25	25.02	0
4	17	10	11	WS	472.21	13.96	7.54	19.5	0
5	18	11	12	WS	551.93	19.09	-53.9	22.82	0
6	19	12	13	WS	398.55	15.04	-64.61	24.9	.2
7	20	13	14	WS	711.4	17.78	-12.75	16.49	0
8	21	14	15	WS	550.18	22.37	-122.16	26.82	0
9	22	15	16	WS	588.17	19.49	-189.7	21.86	0
10	23	16	17	WS	634.66	18.7	40.15	19.44	.1
11	24	17	18	WS	543.41	15.97	237.37	19.39	.1
12	25	18	19	WS	467.82	15.32	-57.17	21.6	.3
13	26	19	20	WS	565.7	20.08	-83.77	23.41	0
14	27	20	21	WS	739	21.55	-59.11	19.24	0
15	28	21	22	WS	746.35	25.98	-37.03	22.97	0
16	29	22	23	WS	512	16.47	74.29	21.22	.2
17	30	23	24	WS	407.7	12.53	102.65	20.28	0
18	31	24	25	WS	540.31	12	-328.81	14.66	0
0	15	6	9	WS	317.33	29.41	-185.39	26.21	0
1	16	7	10	WS	579.96	50.74	-177.86	24.74	0
2	17	8	11	WS	468.44	37.11	-64.07	22.4	0
3	18	9	12	WS	471.32	36.65	51.91	21.98	0
4	19	10	13	WS	465.66	35.46	-10.19	21.53	0
5	20	11	14	WS	332.08	22.35	126	19.03	.1
6	21	12	15	WS	618.04	42.83	-118.02	19.6	.1
7	22	13	16	WS	818.87	55.51	-345.93	19.17	0
8	23	14	17	WS	699.84	52.5	-447.86	21.21	.1
9	24	15	18	WS	597.37	40.72	47.26	19.27	0
10	25	16	19	WS	501.31	35.33	215.29	19.93	.2
11	26	17	20	WS	373.85	27.45	151.92	20.76	.2
12	27	18	21	WS	508.19	36.04	-204.59	20.05	.1
13	28	19	22	WS	588.81	41.79	-208.97	20.07	0
14	29	20	23	WS	856.61	58.84	-77.36	19.42	0
15	30	21	24	WS	757.93	58.28	156.03	21.74	0
16	31	22	25	WS	734.83	47.97	-151.94	18.46	0
0	17	7	10	WS	416.27	28.13	-107.65	24.77	.3
1	18	8	11	WS	451.62	28.22	-78.19	22.91	.1
2	19	9	12	WS	460.9	27.32	83.79	21.73	.1

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
3	20	10	13	WS	745.55	48.67	-6.02	23.93	4.9
4	21	11	14	WS	668.48	32.67	159.18	17.91	0
5	22	12	15	WS	404.84	21.51	131.78	19.48	.2
6	23	13	16	WS	810.78	40.7	154.83	18.4	0
7	24	14	17	WS	833.85	45.44	-526.79	19.98	0
8	25	15	18	WS	540.91	28.43	-93.07	19.26	.1
9	26	16	19	WS	399.1	20.45	-192.91	18.78	.3
10	27	17	20	WS	546.53	33.02	198.91	22.14	.1
11	28	18	21	WS	522.21	26.97	-207.91	18.93	0
12	29	19	22	WS	561.97	30.4	-184.4	19.83	0
13	30	20	23	WS	595.57	33.18	-58.4	20.42	0
14	31	21	24	WS	450.66	25.2	132.8	20.5	.1
0	19	8	11	WS	412.96	20.77	-18.16	23.18	1.1
1	20	9	12	WS	728.65	40.18	130.25	25.41	.4
2	21	10	13	WS	665.58	33.65	13.19	23.3	.5
3	22	11	14	WS	363.62	14.22	151.12	18.02	.5
4	23	12	15	WS	377.11	15.46	4.73	18.88	.1
5	24	13	16	WS	417.93	16.28	77.03	17.95	.1
6	25	14	17	WS	604.91	26.47	-431.8	20.17	0
7	26	15	18	WS	491.84	19.05	32.8	17.85	0
8	27	16	19	WS	598.17	24.28	-110.91	18.7	.1
9	28	17	20	WS	571.28	26.62	129.93	21.47	0
10	29	18	21	WS	614.16	26.32	-256.04	19.75	.1
11	30	19	22	WS	527.98	22.22	-64.1	19.39	.1
12	31	20	23	WS	639.73	28.87	-1.56	20.79	0
0	21	9	12	WS	631.36	28.53	233.75	25.55	6.4
1	22	10	13	WS	846.68	34.15	-127.93	22.81	.5
2	23	11	14	WS	374.68	11.61	-13.31	17.53	1.1
3	24	12	15	WS	370.18	11.96	-60.7	18.27	.9
4	25	13	16	WS	652.17	20.1	62.23	17.43	0
5	26	14	17	WS	541.38	19.18	-329.6	20.04	.2
6	27	15	18	WS	671.98	21.41	51.02	18.02	0
7	28	16	19	WS	780.87	24.55	-3.79	17.78	0
8	29	17	20	WS	677.29	25.05	185.06	20.92	.2
9	30	18	21	WS	577.56	19.13	-273.44	18.73	.1
10	31	19	22	WS	713.7	24.93	-220.13	19.75	0
0	23	10	13	WS	833.94	27.53	-330.92	22.47	6.5
1	24	11	14	WS	860.22	20.98	76.66	16.6	0
2	25	12	15	WS	647.65	15.85	68.23	16.65	0
3	26	13	16	WS	510.69	12.11	40.79	16.14	0
4	27	14	17	WS	730.79	21.31	-293.47	19.84	0
5	28	15	18	WS	384.2	10	53.83	17.72	0
6	29	16	19	WS	773.5	19.29	36.99	16.97	0
7	30	17	20	WS	792.96	23.08	192.72	19.81	.1
8	31	18	21	WS	798.53	20.71	-201.47	17.65	0

C1	C2	P1	P2	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
0	25	11	14	WS	613.82	10.56	91.26	13.87	.9
1	26	12	15	WS	503.8	7.64	115.55	12.23	.5
2	27	13	16	WS	730.4	15.78	24.69	17.42	0
3	28	14	17	WS	827.1	19.97	-273.3	19.47	0
4	29	15	18	WS	849.29	18.32	52.36	17.39	0
5	30	16	19	WS	391.17	8.24	56.31	16.99	0
6	31	17	20	WS	389.04	9.33	195.54	19.33	.2
0	27	12	15	WS	687.87	11.32	144.31	15.51	.3
1	28	13	16	WS	807.45	14.81	13.96	17.29	0
2	29	14	17	WS	852.4	17.14	-263.14	18.96	.3
3	30	15	18	WS	841.84	15.49	49.76	17.34	0
4	31	16	19	WS	444.68	7.59	70.66	16.09	0
0	29	13	16	WS	793.85	12.14	6.49	16.66	0
1	30	14	17	WS	821.21	14.51	-257.41	19.24	.1
2	31	15	18	WS	448.04	7.11	46.48	17.29	.1
0	31	14	17	WS	401.66	5.95	-254.18	18.47	0

