



**STUDI EKSPLORASI LAPISAN BATU BARA DENGAN MENGGUNAKAN
METODE GEOLISTRIK 3D KONFIGURASI POLE-POLE**

SKRIPSI

Asal :	Hadiah	Klasa
	Pembelian	
Terima tgl :	7 NOV 2007	SSI
No. Induk :		JAI
Pengkatalog :	SRS	S

Oleh :

RENI LIA JAIN
NIM. 031810201061

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2007



**STUDI EKSPLORASI LAPISAN BATU BARA DENGAN MENGGUNAKAN
METODE GEOLISTRIK 3D KONFIGURASI POLE-POLE**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program studi MIPA (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**RENI LIA JAIN
NIM 031810201061**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2007**

MOTTO

Jika Allah menimpakan bencana kepadamu, maka tidak ada yang dapat menghilangkannya melainkan Dia. Dan bila Allah memberikan kepadamu kebaikan, maka Dia Maha Kuasa atas tiap-tiap sesuatu.

*(Terjemahan Surat Al-An'am Ayat 17)**

atau

Barang siapa yang menghendaki dunia, maka carilah dengan ilmu. Barang siapa yang menghendaki akherat maka carilah dengan ilmu. Dan barang siapa menghendaki keduanya maka carilah dengan ilmu.

(HR. Muslim)

atau

Manusia memiliki mimpi, ada yang mengejar dan mewujudkannya. Ada yang mundur dan membuangnya. Ada pula yang diam dan hanya menyimpannya sesisa hidupnya. Tinggal kita saja mau memilih yang mana.

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta, syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk:

1. Ayahanda Arwa'in serta Ibunda Sitti Khatijah tercinta, yang selalu memberikan doa dan restunya kepada ananda dengan segenap cinta kasih, rasa sayang dan sejuta kesabaran dalam mendidik ananda selama ini;
2. Kakak Refia Jain, S.Pd., dan Kakak Suri, S.H., yang selalu memberikan semangat dan nasehat kepada ananda;
3. Seluruh keluarga besarku di Sumenep Madura yang telah memberi keceriaan, motivasi dan nasehat yang sangat berguna dalam kehidupan ini;
4. Guru-guruku sejak SD sampai PT terhormat yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kasih sayang;
5. Sahabat-sahabatku Far'ah, Fika, Widya, Alfi, Yuli, Rio, Dini dan Ajeng, yang selalu memberi keceriaan dan motivasi besar demi terselesainya skripsi ini;
6. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

DEKLARASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Reni Lia Jain

NIM : 031810201061

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul "*Studi Eksplorasi Lapisan Batu Bara Dengan Menggunakan Metode Geolistrik 3D Konfigurasi Pole-Pole*" adalah benar-benar hasil karya tulis sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, November 2007

Yang menyatakan,



Reni Lia Jain

NIM 031810201061

RINGKASAN

Studi Eksplorasi Lapisan Batu Bara Dengan Menggunakan Metode Geolistrik 3D Konfigurasi Pole-pole, Reni Lia Jain, 031810201061, 57 hlm.

Pada metode geolistrik tahanan jenis ini, arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus. Kemudian beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda dapat diturunkan variasi harga tahanan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur (*sounding point*). Penyelidikan tahanan jenis bawah permukaan dengan menerapkan survei tahanan jenis secara 3-D jarang dilakukan. Selain sebagai suatu teknik survei yang baru, survei jenis ini membutuhkan banyak waktu karena memiliki tingkat kesulitan yang lebih dibandingkan dengan survei 2-D dalam hal akuisisi data. Penggambaran distribusi tahanan jenis yang dihasilkan dari teknik akuisisi 3-D mampu menampilkan citra penyebaran tahanan jenis baik penyebaran secara vertikal maupun secara horisontal untuk kedalaman yang berbeda (Loke, 2000). Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan gambaran distribusi tahanan jenis batu bara di bawah permukaan dengan menerapkan teknik akuisisi survei tahanan jenis 3-D.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan bulan Juni tahun 2007 di Laboratorium Biofisika dan Geofisika Fakultas MIPA Universitas Jember. Penelitian ini berskala laboratorium. Obyek yang diteliti berupa briket batu bara, batu bara tersebut ditumbuk sampai halus dan dibentuk persegi panjang dengan ukuran 30 cm x 20 cm x 5 cm. Obyek tersebut diletakkan di dalam bak yang terbuat dari kayu dan kaca yang terisi pasir dengan ukuran 300 cm x 160 cm x 100 cm serta tinggi pasir adalah 40 cm. Untuk pengambilan data diperlukan peralatan seperti sumber arus AC, 2 multimeter digital, 2 elektroda arus, 2 elektroda potensial, kabel-kabel penghubung, meteran, lampu, bak berisi pasir dan batu bara.

Tahap pertama mendesain lintasan tahanan jenis 3-D dengan konfigurasi pole-pole. Akuisisi data dilaksanakan untuk mendapatkan data-data tahanan jenis terukur. Setelah data tahanan jenis semu dari pengukuran diperoleh, selanjutnya dilakukan inversi dengan menggunakan *software Res3Dinv* yang menghasilkan citra distribusi tahanan jenis dalam penampang horisontal dan penampang vertikal. Sebelum briket batu bara berada pada kedalaman 25 cm, terlebih dahulu diukur tahanan jenis medium pasir dengan tujuan untuk memperoleh sebaran tahanan jenis di bawah permukaan pasir. Dari hasil inversi dengan program *Res3Dinv* diperoleh penampang horisontal dan penampang vertikal seperti pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 untuk medium pasir tanpa obyek pengotor. Sementara Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 menyatakan penampang horisontal dan vertikal untuk tahanan jenis bawah permukaan pasir dengan obyek pengotor berupa briket batu bara.

Kesimpulan pada penelitian ini, dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis 3D ternyata mampu menentukan pencitraan di bawah permukaan pasir yang ditunjukkan dengan perbedaan warna dan tahanan jenis, baik pada penampang horisontal dan penampang vertikal. Namun demikian belum mampu mendeteksi adanya lapisan briket batu bara secara pasti, hal ini diduga karena beberapa hal, yaitu gangguan peralatan yang digunakan, jumlah (volume) briket batu bara yang digunakan jauh lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah pasir, dan penentuan kedalaman sayatan untuk mendapatkan pencitraan keadaan lapisan bawah permukaan.

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini telah diterima oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

Hari : SELASA
Tanggal : 06 NOV 2007
Tempat : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua (Dosen Pembimbing Utama)



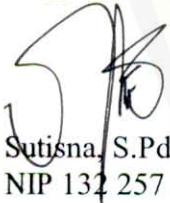
Nurul Priyantari, S.Si., M.Si
NIP 132 162 506

Sekretaris (Dosen Pembimbing Anggota)



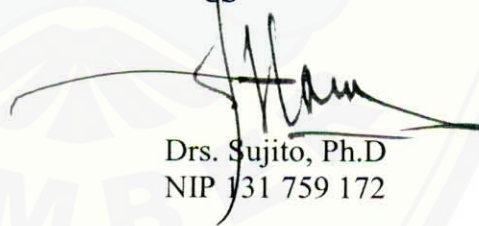
Agus Suprianto, S.Si., M.T
NIP 132 162 507

Anggota I



Sutisna, S.Pd., M.Si
NIP 132 257 929

Anggota II



Drs. Sujito, Ph.D
NIP 131 759 172

Mengesahkan
Dekan FMIPA UNEJ



I. Sumadi, M.S
NIP 130 368 784

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah S.W.T yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah (SKRIPSI) ini dengan baik. Karya tulis ilmiah ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan program strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa penyusunan karya tulis ilmiah ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Sumadi, M.S., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Bapak Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Ibu Nurul Priyantari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) dan Bapak Agus Suprianto, S.Si., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA), terima kasih atas segala waktu, perhatian dan kesabaran dalam membimbing penulis dari awal sampai terselesaikannya skripsi ini;
4. Bapak Sutisna, S.Pd., M.Si., selaku dosen penguji I dan Bapak Drs. Sujito, Ph.D., selaku dosen penguji II, terima kasih atas segala masukan, kritikan dan saran yang telah diberikan bagi kesempurnaan penulisan skripsi ini;
5. Bapak dan Ibu dosen di Jurusan Fisika FMIPA terima kasih atas segala bimbingannya dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis;
6. Teman-teman *Geophysics Club*: Galih, ~~Widya~~, Fika, Far'ah, Nova, Roni, Ririn, Sustri, Ima, Vita, Yulian, Wulan, Dedy, Imam dan teman-teman *Biophysics Club*: Alfi, Nur, serta teman-teman *Instrumets Club*: Rio dan Puji, terima kasih atas bantuan, keceriaan dan motivasinya;

7. Pak Edy, Pak Budi, Pak Taufik, Pak Ji, Pak Narto dan Ibu Erni serta seluruh staf karyawan di Jurusan Fisika FMIPA terima kasih atas segala bantuannya;
8. Semua teman-teman di jurusan Fisika, khususnya angkatan 2003 dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu terima kasih untuk kalian semua;
9. Keluarga besar Bapak Supardi Jl. Kalimantan IV/72 serta teman kost Yuli, Dini, Ajeng, Nina, Iin, Heni, Evi, Hilwa, Ummu, Endah, Maria, Ayu, Fina, Fitri, Nisa, Ria, Fista, Rey, Rani, Puput dan Prila, terima kasih banyak atas dukungan dan bantuannya.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, November 2007.

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN MOTTO	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN DEKLARASI	iv
RINGKASAN	v
PENGESAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Batu Bara	5
2.2 Metode Geolistrik Tahanan Jenis	6
2.3 Arus Listrik dan Rapat Arus Listrik	7
2.4 Hukum Ohm	8
2.5 Arus Listrik dalam Medium Homogen	9
2.5.1 Sumber Titik Arus di dalam Bumi	9
2.5.2 Dua Sumber Titik Arus Listrik di Permukaan	10
2.6 Tahanan Jenis Semu	12
2.7 Metode Geolistrik Tahanan Jenis 3-D	13

2.8 Konfigurasi Pole-pole.....	15
2.9 <i>Software Res3Dinv</i>	15
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Diagram Kerja Penelitian.....	17
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.3 Alat Penelitian.....	19
3.4 Akuisisi Data Tahanan Jenis 3-D.....	19
3.5 Pengolahan Data.....	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Hasil Penelitian	23
4.1.1 Data Hasil Penelitian	23
4.1.2 Inversi Data Hasil Penelitian	23
4.2 Pembahasan.....	28
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA.....	31

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sumber arus berupa titik, terletak pada permukaan medium homogen.....	9
Gambar 2.2 Dua pasang elektroda arus dan potensial di permukaan medium homogen isotropis dengan tahanan jenis ρ	10
Gambar 2.3 Pola aliran arus dan bidang <i>equipotential</i> antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan	11
Gambar 2.4 Konsep tahanan jenis semu. Lapisan 1 dan 2 menghasilkan harga tahanan jenis semu, ρ_a	13
Gambar 2.5 Tiga model berbeda interpretasi pengukuran tahanan jenis.....	13
Gambar 2.6 Gambar teknik pengambilan data tahanan jenis 3-D	14
Gambar 2.7 Konfigurasi pole-pole.....	15
Gambar 2.7 Model blok 3-D.....	16
Gambar 3.1 Diagram kerja pelaksanaan penelitian	17
Gambar 3.2 Rangkaian percobaan dengan obyek pasir dan batu bara	18
Gambar 3.3 Blok survei tahanan jenis 3-D dengan kombinasi 20 x 20 elektroda.....	20
Gambar 3.4 Pengukuran pertama dalam teknik <i>cross-diagonal survey</i>	21
Gambar 3.5 <i>Datum point</i> pada konfigurasi pole-pole.....	22
Gambar 4.1 Penampang horisontal tahanan jenis bawah permukaan pasir tanpa obyek.....	24
Gambar 4.2 Penampang vertikal tahanan jenis bawah permukaan pasir tanpa obyek.....	25
Gambar 4.3 Penampang horisontal tahanan jenis bawah permukaan pasir dengan	

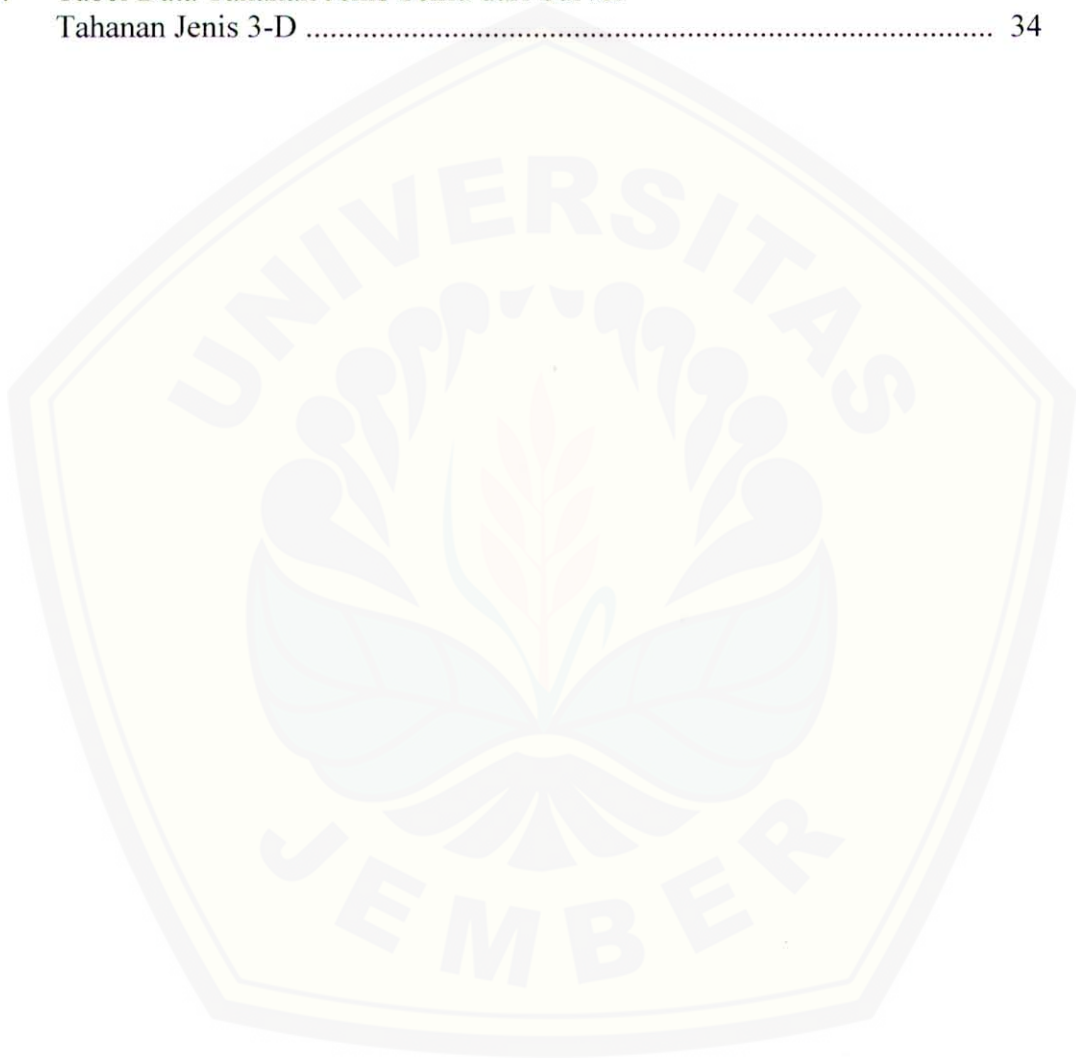
obyek pengotor berupa briket batu bara 26

Gambar 4.4 Penampang vertikal tahanan jenis bawah permukaan pasir dengan
obyek pengotor berupa briket batu bara 27



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Urutan Pengambilan Data Lapangan Tahanan Jenis 3-D.....	33
B. Tabel Data Tahanan Jenis Semu dari Survei Tahanan Jenis 3-D	34





BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batu bara di Indonesia merupakan salah satu andalan sumber energi alternatif di luar minyak dan gas bumi. Batu bara merupakan sumber energi masa depan (Heriawan, 2000). Batu bara merupakan batuan sedimen (padatan) yang dapat terbakar berasal dari tumbuhan, berwarna coklat sampai hitam, dan sejak pengendapannya terkena proses fisika dan kimia yang mengakibatkan pengkayaan kandungan karbonnya (Wolf, 1984 dalam Anggayana, 1999).

Penyebaran endapan batu bara di Indonesia ditinjau dari sudut geologi sangat erat hubungannya dengan penyebaran formasi sedimen yang berumur tersier yang terdapat secara luas di sebagian besar kepulauan di Indonesia. Batu bara di Indonesia dapat dibedakan tiga jenis berdasarkan cara terbentuknya. Pertama, batu bara *paleogen* yaitu endapan batu bara yang terbentuk pada cekungan *intramontain* terdapat di Ombilin, Bayah, Kalimantan Tenggara, Sulawesi Selatan. Kedua, batu bara *neogen* yaitu batu bara yang terbentuk pada cekungan *foreland* terdapat di Tanjung Enim Sumatera Selatan. Ketiga, batu bara *delta* yaitu batu bara yang terbentuk pada cekungan Kutai, terdapat di hampir seluruh Kalimantan Timur (Anggayana, 1999).

Menurut Amri (2000) formasi batu bara tersebar di wilayah seluas 298 juta ha di Indonesia, meliputi 40 cekungan di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Irian Jaya dan Jawa. Dari jumlah cekungan tersebut baru 13 cekungan dengan luas sekitar 74 juta ha (sekitar 25%) yang sudah diselidiki. Sementara cekungan yang telah dilakukan penyelidikan terbatas sampai pada tahap penyelidikan umum, eksplorasi, maupun eksploitasi baru 3% atau seluas 2,22 juta ha. Oleh karena itu perlu ditingkatkan penyelidikan tentang keberadaan batu bara tersebut.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan antara lain, Heriawan (2000) meneliti sifat fisik batu bara tambang air laya dengan peringkat yang bervariasi menunjukkan semakin tinggi peringkat batu bara, kadar airnya semakin kecil, sehingga konduktivitas listriknya berkurang. Di sini terlihat bahwa konduktivitas batuan sangat ditentukan oleh tahanan jenisnya (Speight, 1994). Batu bara memiliki resistivitas tinggi dibandingkan dengan tipe batu sedimen yang lain (Ewing *et al.*, 1936).

Menurut Johnson dan Monroeville (2003) penambangan batu bara di negara Pennsylvania pada kedalaman sekitar 10 meter, air penambangan hampir asam dengan konduktivitas 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan resistivitas 4 ohm-meter, pada kedalaman sekitar 20 meter resistivitas rendah dan air penambangan dengan konduktivitas 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ serta resistivitasnya 8 ohm-meter. Untuk kedalaman 30 meter terdapat dua lapisan batu bara, yaitu pada kedalaman 9 meter dan 27 meter, air penambangan sangat asam dengan konduktivitas sebesar 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan resistivitas 2 ohm-meter. Pada kedalaman 50 meter nilai resistivitas tertinggi berada di atas pilar batu bara.

Penelitian geolistrik banyak digunakan dalam eksplorasi mineral maupun dalam masalah lingkungan (Reynolds, 1997). Metode geolistrik ini merupakan metode geofisika yang mempelajari bagaimana sifat aliran listrik yang terdapat di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi. Metode geolistrik terdiri dari metode potensial diri, magnetik, IP (*Induced Polarization*), resistivitas (tahanan jenis) dan lain-lain. Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk memperkirakan keberadaan batu bara adalah metode geolistrik tahanan jenis. Metode ini merupakan salah satu metode geofisika yang dapat memberikan gambaran susunan dan kedalaman lapisan batuan, dengan mengukur sifat kelistrikan batuan (Kalmiawan *et al.*, 2000).

Pada metode geolistrik tahanan jenis ini, arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus. Kemudian beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk

setiap jarak elektroda yang berbeda dapat diturunkan variasi harga tahanan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur (*sounding point*).

Penyelidikan tahanan jenis bawah permukaan dengan menerapkan survei tahanan jenis secara 3-D jarang dilakukan. Selain sebagai suatu teknik survei yang baru, survei jenis ini membutuhkan banyak waktu karena memiliki tingkat kesulitan yang lebih dibandingkan dengan survei 2-D dalam hal akuisisi data. Keterbatasan peralatan pengukur juga menjadi faktor lain yang menjadi pertimbangan rendahnya frekuensi penggunaan teknik akuisisi 3-D dibandingkan terhadap 2-D. Hasil penggambaran distribusi tahanan jenis 3-D yang didapatkan memiliki kelebihan daripada hasil yang didapatkan dari survei 2-D. Penggambaran distribusi tahanan jenis yang dihasilkan dari teknik akuisisi 3-D mampu menampilkan citra penyebaran tahanan jenis baik penyebaran secara vertikal maupun secara horisontal untuk kedalaman yang berbeda (Loke, 2000).

Survei tahanan jenis 3-D telah sukses dilakukan oleh beberapa peneliti seperti Dahlin dan Bernstone (1997) yang melakukan identifikasi lokasi pembuangan limbah di Lernacken-Swedia. Penelitian ini menghasilkan bahwa metode tahanan jenis 3-D cukup efektif untuk mengidentifikasi posisi limbah yang ditandai dengan adanya anomali tahanan jenis rendah sebagai pendugaan dari keberadaan limbah. Metode ini menggunakan akuisisi data tahanan jenis 3-D yang dikombinasikan dengan metode inversi 3-D.

Atas dasar itulah penulis menggunakan teknik akuisisi data dengan survei tahanan jenis 3-D untuk skala laboratorium, yakni untuk mengetahui penyebaran tahanan jenis bawah permukaan lapisan batu bara. Dari penerapan survei tahanan jenis 3-D diharapkan dapat diperoleh penggambaran citra distribusi tahanan jenis bawah permukaan secara vertikal maupun horisontal.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimanakah pola distribusi tahanan jenis batu bara di bawah permukaan dengan metode geolistrik tahanan jenis 3-D?

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah :

1. Akuisisi data dilaksanakan dengan melakukan optimasi alat pengukur (*resistivitymeter*).
2. Obyek yang digunakan adalah briket batu bara.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan gambaran distribusi tahanan jenis batu bara di bawah permukaan dengan menerapkan teknik akuisisi survei tahanan jenis 3-D.

1.5 Manfaat

Hasil analisa penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam eksplorasi lapisan batu bara dan pengembangan ilmu geofisika untuk penelitian selanjutnya.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batu Bara

Batu bara adalah mineral organik yang dapat terbakar, terbentuk dari sisa tumbuhan purba yang mengendap dan selanjutnya berubah bentuk akibat proses fisika dan kimia yang berlangsung selama jutaan tahun. Oleh karena itu, batu bara merupakan bahan bakar fosil. Terbentuknya batu bara yang jenisnya bermacam-macam dipengaruhi oleh faktor tumbuhan yang jenisnya berbeda-beda sesuai dengan jaman geologi serta lokasi tempat tumbuh dan berkembangnya, ditambah dengan lokasi pengendapan (sedimentasi) tumbuhan, pengaruh tekanan batuan dan panas bumi serta perubahan geologi. Oleh karena itu, karakteristik batu bara berbeda-beda sesuai dengan lapangan batu bara (*coal field*) dan lapisannya (*coal seam*).

Pembentukan batu bara dimulai sejak periode pembentukan karbon. Kualitas dari setiap endapan batu bara ditentukan oleh suhu dan tekanan serta lama waktu pembentukan, yang disebut sebagai *maturitas organik*. Proses awalnya, endapan tumbuhan berubah menjadi gambut (*peat*), yang selanjutnya berubah menjadi batu bara muda (*lignite*) atau disebut pula batu bara coklat (*brown coal*). Batu bara muda adalah batu bara dengan jenis maturitas organik rendah. Setelah mendapat pengaruh suhu dan tekanan yang terus menerus selama jutaan tahun, maka batu bara muda akan mengalami perubahan yang secara bertahap menambah maturitas organiknya dan mengubah batu bara muda menjadi batu bara *sub-bitumen*. Perubahan kimiawi dan fisika terus berlangsung hingga batu bara menjadi lebih keras dan warnanya lebih hitam sehingga membentuk *bitumen* atau *antrasit*.

Batu bara yang berkualitas tinggi umumnya akan semakin keras dan kompak, serta warnanya akan semakin hitam mengkilat. Selain itu, kelembabannya pun akan

berkurang sedangkan kadar karbonnya akan meningkat, sehingga kandungan energinya juga semakin besar.

Tingkat perubahan yang dialami batu bara, dari gambut sampai menjadi antrasit disebut sebagai pengarangan, memiliki hubungan yang penting dan hubungan tersebut disebut sebagai tingkat mutu batu bara. Batu bara dengan mutu yang rendah, seperti batu bara muda dan *sub-bitumen* biasanya lebih lembut dengan materi yang rapuh dan berwarna suram seperti tanah. *Antrasit* adalah batu bara dengan mutu yang paling baik dan dengan demikian memiliki kandungan karbon dan energi yang lebih tinggi serta tingkat kelembaban yang lebih rendah (Anonim, 2006).

Briket batu bara adalah bahan bakar padat yang terbuat dari batu bara dengan sedikit campuran seperti tanah liat dan tapioka. Jenis briket batu bara ada dua jenis yang pertama jenis berkarbonisasi, jenis ini mengalami terlebih dahulu proses dikarbonisasi sebelum menjadi briket. Dengan proses karbonisasi zat-zat terbang yang terkandung dalam briket batu bara tersebut diturunkan serendah mungkin sehingga produk akhirnya tidak berbau dan berasap, yang kedua jenis non karbonisasi, jenis yang ini tidak mengalami dikarbonisasi sebelum diproses menjadi briket dan harganya pun lebih murah. Bentuk briket batu bara ada dua yang pertama bentuk telur/bantal dan yang kedua bentuk sarang tawon (Anonim, 2005).

2.2 Metode Geolistrik Tahanan Jenis

Dalam eksplorasi geofisika, metode geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat tahanan jenis listrik dari lapisan batuan di dalam bumi. Metode geolistrik tahanan jenis adalah salah satu metode geofisika yang mempergunakan sifat tahanan jenis sebagai media atau alat untuk mempelajari keadaan geologi di bawah permukaan bumi.

Pada metode geolistrik tahanan jenis ini, arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus. Kemudian beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk

setiap jarak elektroda yang berbeda dapat ditentukan variasi harga tahanan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur (Reynolds,1997).

Metode geolistrik tahanan jenis sering digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal yaitu antara 300-500 meter. Sehingga metode ini banyak digunakan dalam bidang *engineering geology* seperti penentuan kedalaman batuan dasar, pencarian reservoir air dan juga digunakan dalam eksplorasi geotermal (Hartantyo, 2000). Bahan batuan yang ada di bumi ini mempunyai konduktivitas dan resistivitas listrik yang berbeda, seperti batuan yang berupa granit, gyps dan batu bara mempunyai resistivitas listrik yang tinggi (Lahee, 1952).

2.3 Arus Listrik dan Rapat Arus Listrik

Arus listrik terjadi karena adanya muatan listrik yang berpindah. Interaksi antar muatan listrik tersebut dapat menimbulkan tarik-menarik untuk muatan berbeda jenis atau proses tolak-menolak untuk muatan sejenis (Hendrajaya dan Arif, 1990).

Arus listrik merupakan gerak elektron pada suatu materi dalam proses pengaturan diri menuju ke kondisi kesetimbangan. Arus listrik terjadi bila materi mengalami gangguan akibat adanya medan listrik.

Secara matematis, arus listrik yang mengalir pada suatu kawat penghantar adalah banyaknya muatan elektron yang menembus penampang kawat tersebut per satuan waktu :

$$I = \frac{dQ}{dt} \dots\dots\dots(1)$$

dengan :

I = arus listrik (ampere)

Q = jumlah elektron

t = waktu (sekon)

Sedangkan rapat arus didefinisikan sebagai arus per satuan luas penampang yang ditembus :

$$dI = J \ dA \dots\dots\dots(2)$$

untuk kasus homogen dapat ditulis sebagai :

$$J = \frac{I}{A} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

J = rapat arus listrik (ampere/m²)

I = arus listrik (ampere)

A = luas penampang (m²)

2.4 Hukum Ohm

Dalam hukum ohm ini diberikan gambaran mengenai hubungan antara besar beda potensial listrik (V), kuat arus (I) dan besar tahanan listrik kawat penghantar (R) yang ditulis dalam persamaan :

$$R = \frac{V}{I} \text{ atau } V = I R \dots\dots\dots(4)$$

Bila R disebut sebagai tahanan yang memiliki satuan ohm, maka kebalikan dari tahanan itu sendiri dinamakan sebagai konduktansi (G) dengan satuan Siemens (S) :

$$G = \frac{1}{R} \dots\dots\dots(5)$$

Hubungan antara rapat arus (J), medan listrik (E) dan beda potensial listrik (V) dapat diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$V = r E \dots\dots\dots(6)$$

Bila disubstitusikan ke dalam persamaan (4) menjadi :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{r}{R} E \dots\dots\dots(7)$$

Sehingga :

$$J = \frac{r}{R A} E \dots\dots\dots(8)$$

Besaran $\left\{ \frac{r}{R A} \right\}$ merupakan besaran yang menunjukkan karakteristik bahan penghantar, disebut konduktivitas listrik bahan σ :

$$\sigma = \frac{r}{R A} \dots\dots\dots(9)$$

dengan satuan $\frac{1}{ohm m}$ atau Sm^{-1} .

Sedangkan kebalikan dari konduktivitas disebut sebagai tahanan jenis bahan ρ

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{R A}{r} \dots\dots\dots(10)$$

dengan satuan ohm meter (Ωm).

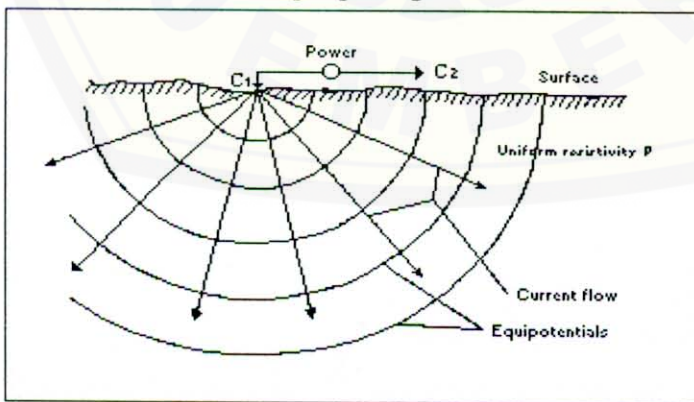
Apabila persamaan (10) disubstitusikan ke dalam persamaan (8) akan diperoleh persamaan :

$$J = \sigma E = \frac{1}{\rho} E \dots\dots\dots(11)$$

2.5 Arus Listrik dalam Medium Homogen

2.5.1 Sumber Titik Arus Tunggal di Permukaan

Titik elektroda yang memberikan arus listrik (I) terletak pada permukaan suatu medium homogen dan isotropis pada gambar 2.1 berikut:



(Sumber: Telford *et al.*, 1976)

Gambar 2.1 Sumber arus berupa titik, terletak pada permukaan medium homogen

Aliran arus yang keluar dari titik sumber membentuk medan potensial dengan kontur *equipotential* berbentuk permukaan setengah bola di bawah permukaan.

Dengan tinjauan terhadap permukaan setengah bola tersebut, maka arus yang melewati permukaan tersebut adalah :

$$I = 2\pi r^2 J \dots\dots\dots(12)$$

Bidang *equipotential* akan memenuhi persamaan :

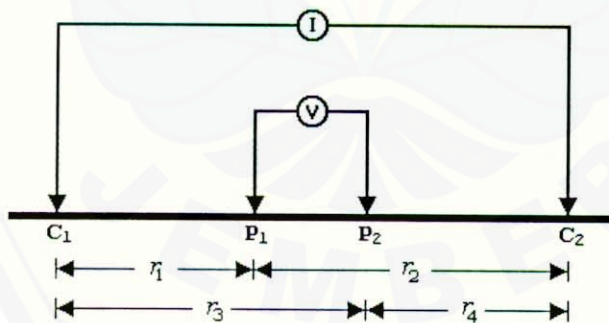
$$V(r) = \frac{I\rho}{2\pi r} \dots\dots\dots(13)$$

Dengan demikian harga resistivitas listrik yang diberikan oleh medium :

$$\rho = \frac{2\pi rV}{I} \dots\dots\dots(14)$$

2.5.2 Dua Sumber Titik Arus Listrik di Permukaan

Apabila terdapat dua buah elektroda arus dengan jarak tertentu dan tidak terlalu besar, potensial di setiap titik dekat permukaan akan dipengaruhi oleh kedua elektroda tersebut, seperti gambar 2.2 pada permukaan homogen dan isotropis.

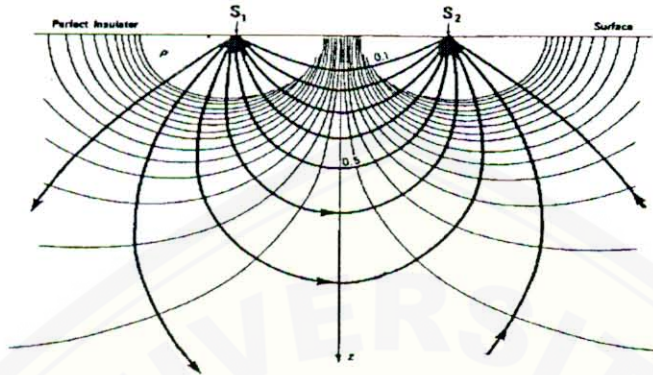


(Sumber: Telford *et al.*, 1976)

Gambar 2.2 Dua pasang elektroda arus dan potensial di permukaan medium homogen isotropis dengan tahanan jenis ρ

Equipotential yang dihasilkan dari kedua titik sumber ini bersifat lebih kompleks dibandingkan sumber arus tunggal. Tetapi pada daerah dekat dengan sumber arus mendekati bola. Apabila dibuat penampang melalui sumber C1 dan C2

maka akan terlihat *equipotential* membentuk setengah bola seperti pada gambar 2.3 berikut:



(Sumber: Reynolds, 1997)

Gambar 2.3 Pola aliran arus dan bidang *equipotential* antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan

Jika kedua elektroda arus tersebut disimbolkan dengan C_1 dan C_2 sedangkan elektroda potensial dilambangkan dengan P_1 dan P_2 , maka besarnya potensial di titik P_1 akibat pengaruh arus listrik oleh C_1 adalah :

$$V_1 = -\frac{A_1}{r_1} \dots\dots\dots(15)$$

dengan :

$$A_1 = -\frac{I\rho}{2\pi} \dots\dots\dots(16)$$

Besarnya arus pada kedua elektroda arus C_1 dan C_2 adalah sama dengan polaritas yang berbeda maka potensial di titik P_1 akibat arus listrik oleh C_2 adalah :

$$V_2 = -\frac{A_2}{r_2} \dots\dots\dots(17)$$

dengan :

$$A_2 = \frac{I\rho}{2\pi} = -A_1 \dots\dots\dots(18)$$

sehingga didapatkan :

$$V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots\dots\dots(19)$$

Potensial di titik P₂ juga dapat ditentukan berdasar analogi persamaan di atas. Beda diantara titik P₁ terhadap P₂ adalah :

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \dots\dots\dots(20)$$

Konfigurasi dengan empat elektroda inilah yang biasanya digunakan pada survei geolistrik tahanan jenis.

2.6 Tahanan Jenis Semu

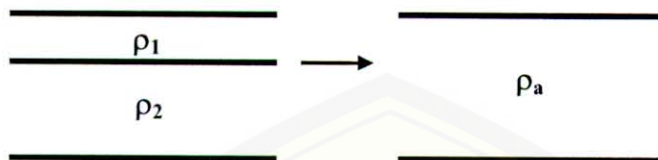
Pada kondisi sebenarnya, bumi terdiri dari lapisan-lapisan tanah dengan ρ yang berbeda-beda. Potensial yang terukur adalah nilai medan potensial oleh medium berlapis. Dengan demikian tahanan jenis yang terukur di permukaan bumi bukanlah harga tahanan jenis yang sebenarnya melainkan tahanan jenis semu. Tahanan jenis semu yang terukur merupakan tahanan jenis gabungan dari beberapa lapisan tanah yang dianggap sebagai satu lapisan homogen. Gambar 2.4 menunjukkan kondisi tahanan jenis bawah permukaan yang sebenarnya terdiri dari dua lapisan dengan tahanan jenis yang berbeda (ρ₁ dan ρ₂). Tahanan jenis yang terukur di permukaan bumi hanya menunjukkan satu lapisan homogen yang ditunjukkan oleh suatu nilai tahanan jenis ρ_a. Harga tahanan jenis yang terukur di permukaan bumi tersebut merupakan tahanan jenis semu (ρ_{semu}). Tahanan jenis semu dapat ditentukan dari persamaan (20) atau dapat dinyatakan dalam bentuk :

$$\rho = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots(21)$$

atau

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots(22)$$

Dimana K merupakan faktor geometri yang merupakan faktor koreksi geometri letak yang tergantung pada relatif elektroda potensial terhadap elektroda arus.

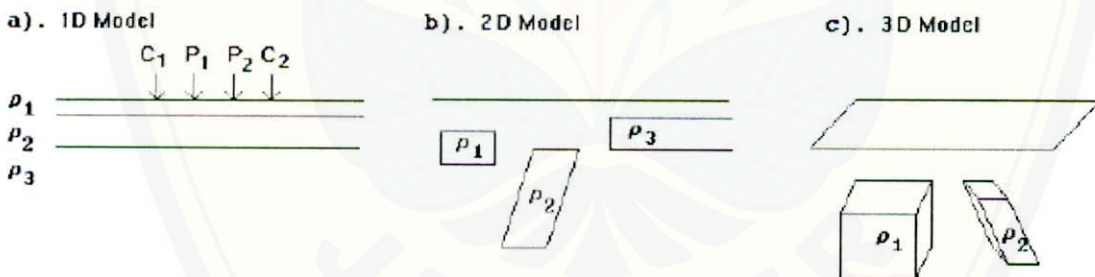


(Sumber: Prayogo, 2003b)

Gambar 2.4 Konsep tahanan jenis semu. Lapisan 1 dan 2 menghasilkan harga tahanan jenis semu, ρ_a

2.7 Metode Geolistrik Tahanan Jenis 3-D

Mengingat keadaan bumi sesungguhnya dalam bentuk 3-D, maka perlu adanya suatu metode tahanan jenis yang mampu memberikan penggambaran bawah permukaan dalam 3-D. Gambar 2.5 memberikan ilustrasi perbedaan penggambaran resistivitas bawah permukaan dalam bentuk dimensi satu, dimensi dua dan dimensi tiga.



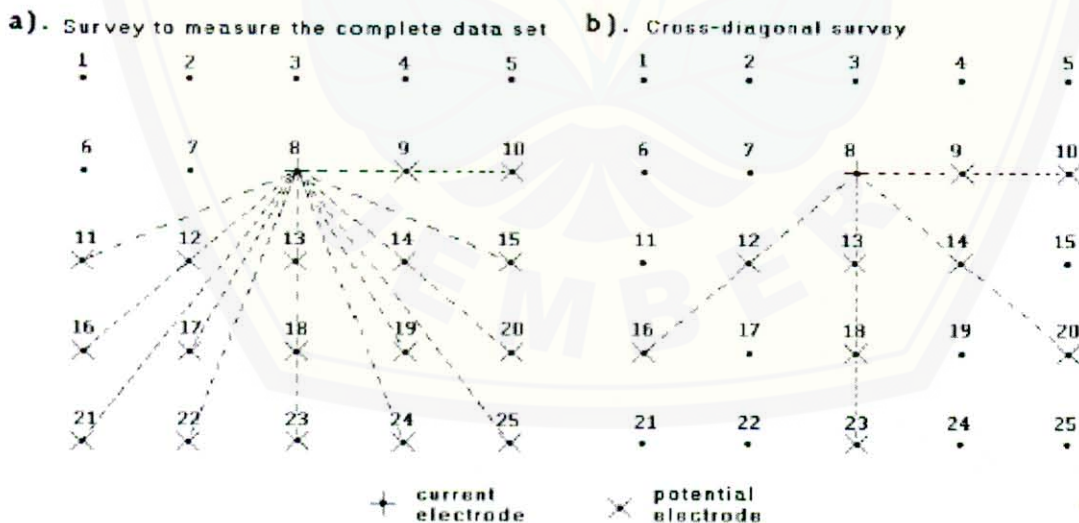
(Sumber: Loke, 2000)

Gambar 2.5 Tiga model berbeda interpretasi pengukuran tahanan jenis

Metode tahanan jenis 3-D secara teori seharusnya mampu memberikan informasi distribusi tahanan jenis dengan lebih akurat dibanding tahanan jenis 2-D karena metode tahanan jenis 3-D tidak hanya memberikan citra distribusi tahanan jenis dalam penampang vertikal saja namun juga dalam bentuk penampang horisontal (penyebaran secara horisontal).

Hingga saat ini, metode tahanan jenis 3-D masih dalam tahap penelitian dan pengembangan di berbagai negara maju. Walaupun dalam penerapannya survei tahanan jenis 3-D ini belum sesering survei tahanan jenis 2-D, namun survei tahanan jenis 3-D ini tetap rutin diterapkan demi pengembangan metode tahanan jenis 3-D itu sendiri.

Untuk proses pengambilan data tahanan jenis 3-D terdapat dua teknik pengukuran, yakni: *complete data set survey* dan *cross-diagonal survey*. Kedua teknik tersebut dapat dipilih berdasarkan kebutuhan. Teknik pertama yaitu *complete data set survey* merupakan suatu teknik pengambilan data yang lengkap pada tiap elektrodanya sehingga membutuhkan waktu yang lama. Sedangkan *cross-diagonal survey* merupakan teknik singkat dari teknik yang pertama sehingga waktu yang dibutuhkan juga lebih sedikit dibanding *complete data set survey*. Pada teknik *cross-diagonal survey*, pengukuran dilakukan sepanjang sumbu-x, sumbu-y dan sumbu diagonal petak lintasan. Ilustrasi pengambilan data tahanan jenis 3-D dengan kedua teknik di atas dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut:



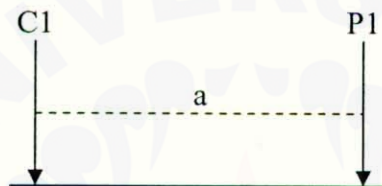
(Sumber: Loke, 2000)

Gambar 2.6 Gambar teknik pengambilan data tahanan jenis 3-D yaitu: (a) *complete data set survey*, (b) *cross-diagonal survey*

2.8 Konfigurasi Pole-pole

Konfigurasi pole-pole adalah konfigurasi elektroda yang paling sering digunakan untuk survei tahanan jenis 3-D. Pada dasarnya, konfigurasi pole-pole ini hanya memanfaatkan dua elektroda saja, yakni elektroda arus (C_1) dan elektroda potensial (P_1). Dalam pelaksanaan di lapangan, dua elektroda lainnya yakni C_2 dan P_2 diletakkan pada jarak tak terhingga. C_2 dan P_2 serta C_1 dan P_1 harus dalam satu lintasan dengan maksimum deviasi 30° (Robain *et al.*, 1999).

Konfigurasi pole-pole diperlihatkan pada gambar 2.7 berikut :



(Sumber: Prayogo, 2003b)

Gambar 2.7 Konfigurasi pole-pole

Harga tahanan jenis semu yang didapat dengan konfigurasi elektroda pole-pole ini adalah :

$$\rho = 2\pi aR \quad \dots\dots\dots(23)$$

dimana :

ρ = tahanan jenis semu (*apparent resistivity*)

a = spasi elektroda (jarak antara elektroda C_1 dan P_1)

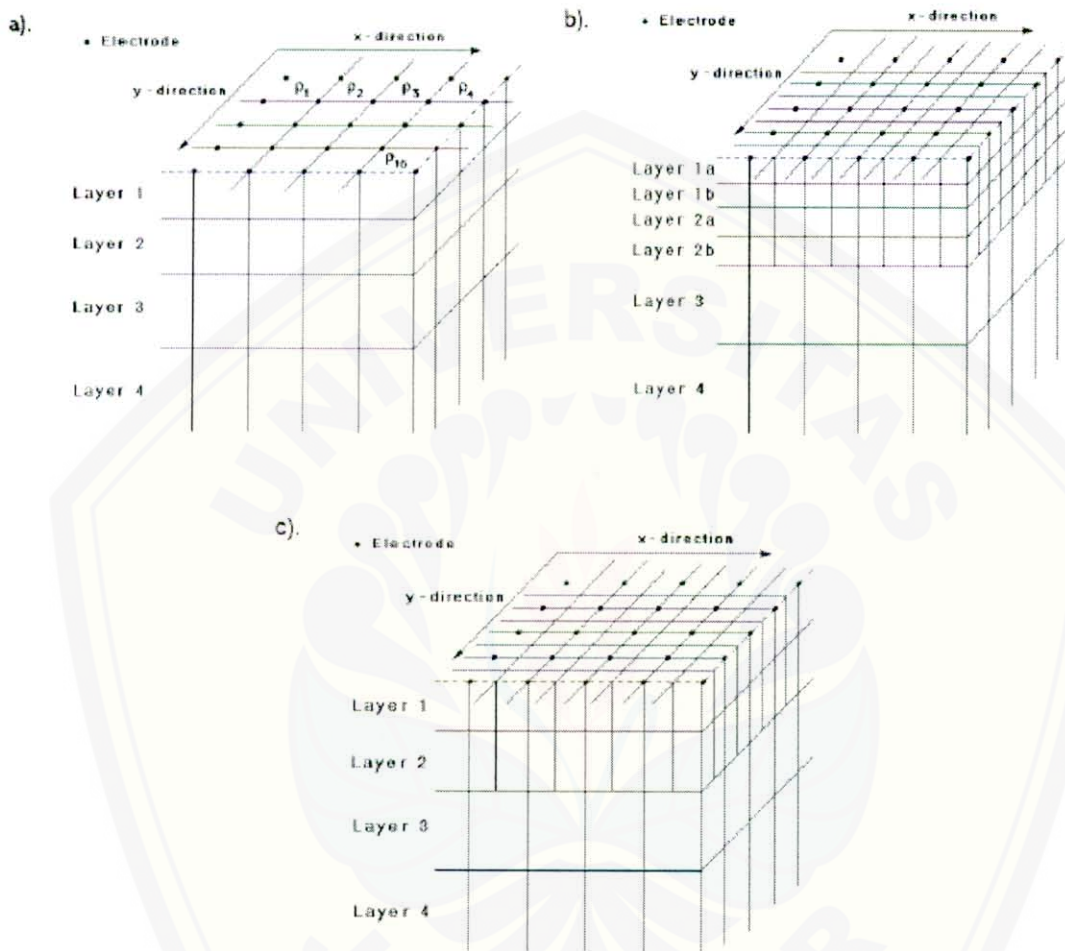
R = tahanan jenis yang terukur langsung di lapangan

Dari persamaan (23) suku $2\pi a$ merupakan faktor geometri dari konfigurasi pole-pole.

2.9 Software Res3Dinv

Res3Dinv merupakan perangkat lunak komputer yang secara otomatis menampilkan model tahanan jenis 3-D di bawah permukaan. Perangkat lunak ini mengolah data-data yang didapatkan dari pengukuran di lapangan. Pemodelan 3-D dilakukan dengan menggunakan program inversi. Program inversi ini

menggambarkan dan membagi keadaan bawah permukaan dalam bentuk sejumlah blok 3-D (gambar 2.8).



(Sumber: Loke, 2000)

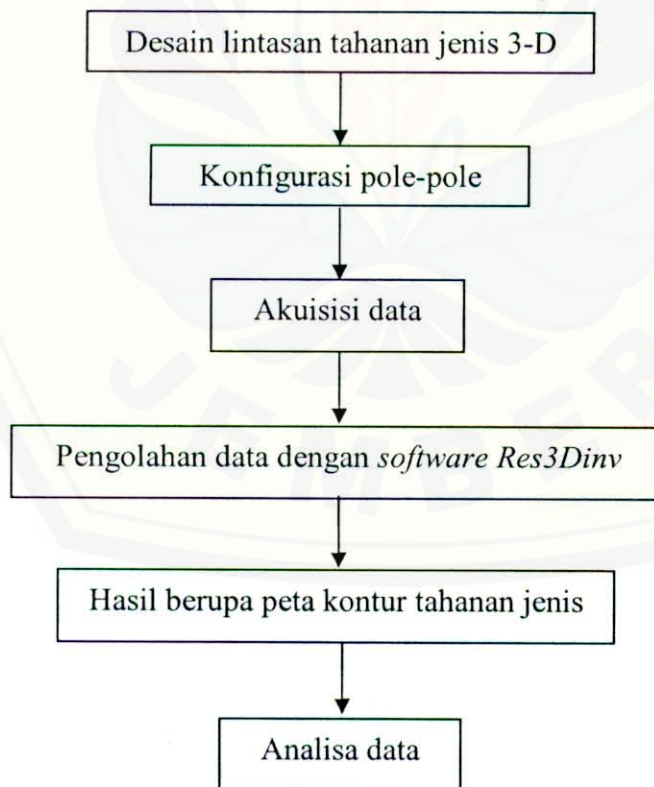
Gambar 2.8 Model blok 3-D yaitu: (a) model blok segi-empat dengan elektroda pada arah sumbu-x dan sumbu-y, (b) model puncak tegak lurus dan horizontal, (c) model blok dengan arah horisontal dan di dalam arah vertikal



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Kerja Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biofisika dan Geofisika Fakultas MIPA Universitas Jember. Tahap pertama mendesain lintasan tahanan jenis 3-D dengan konfigurasi pole-pole. Akuisisi data dilaksanakan untuk mendapatkan data-data tahanan jenis terukur. Data-data yang didapatkan diolah dengan perangkat lunak komputer untuk mendapatkan model distribusi harga tahanan jenis bawah permukaan. Tahap terakhir dalam penelitian ini berupa peta kontur tahanan jenis. Diagram kerja ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram kerja pelaksanaan penelitian

bara tersebut ditumbuk sampai halus dan dibentuk persegi panjang dengan ukuran 30 cm x 20 cm x 5 cm. Obyek tersebut diletakkan di dalam bak yang terbuat dari kayu dan kaca yang terisi pasir dengan ukuran 300 cm x 160 cm x 100 cm serta tinggi pasir adalah 40 cm.

3.3 Alat Penelitian

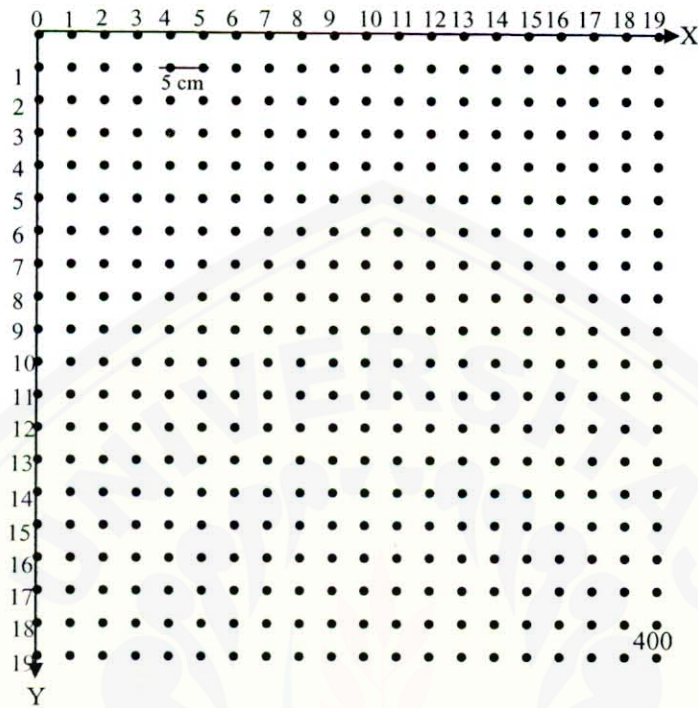
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Sumber arus AC
- b. 2 multimeter digital
- c. 2 elektroda arus
- d. 2 elektroda potensial
- e. kabel-kabel penghubung
- f. meteran
- g. lampu
- h. bak berisi pasir
- i. batu bara

3.4 Akuisisi Data Tahanan Jenis 3-D

Untuk proses akuisisi data ini menggunakan konfigurasi pole-pole yang biasanya digunakan untuk survei tahanan jenis 3-D. Pada konfigurasi ini, elektroda C1 dan P1 bersifat lebih dinamis daripada elektroda C2 dan P2 karena dalam pengukuran dengan menggunakan konfigurasi ini sebenarnya hanya elektroda C1 dan P1 saja yang bergerak. Letak elektroda C2 dan P2 terpisah jauh dari elektroda C1 dan P1 yaitu tak terhingga.

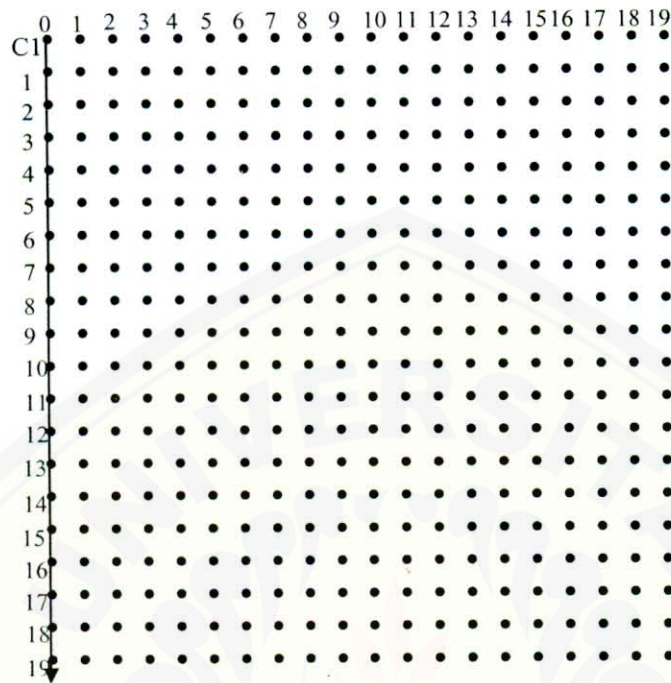
Pada petak pengukuran yang berbentuk bujursangkar, disusun sebuah kombinasi elektroda 20 x 20 (400 elektroda), 20 elektroda sepanjang sumbu-x dan 20 elektroda sepanjang sumbu-y (gambar 3.3). Spasi antar elektroda sebesar 5 cm baik dalam arah sumbu-x maupun dalam arah sumbu-y.



Gambar 3.3 Blok survei tahanan jenis 3-D dengan kombinasi 20 x 20 elektroda

Teknik pengukuran yang digunakan dalam survei tahanan jenis 3-D ini menggunakan teknik *cross-diagonal survey*. Keuntungan dari teknik tersebut bila dibandingkan dengan teknik *complete data survey* adalah penghematan waktu dan tenaga operasional. Jumlah data yang didapatkan dari teknik pengukuran ini lebih sedikit daripada data yang didapatkan dari teknik *complete data survey*, tanpa mempengaruhi kualitas data yang didapatkan.

Dalam teknik *cross-diagonal survey*, pengukuran tahap pertama yang dilakukan adalah pengukuran tahanan jenis pada sumbu-x yang dilanjutkan secara berurutan pada sumbu-y, seperti diperlihatkan oleh gambar 3.4 berikut:



Gambar 3.4 Pengukuran pertama dalam teknik *cross-diagonal survey*

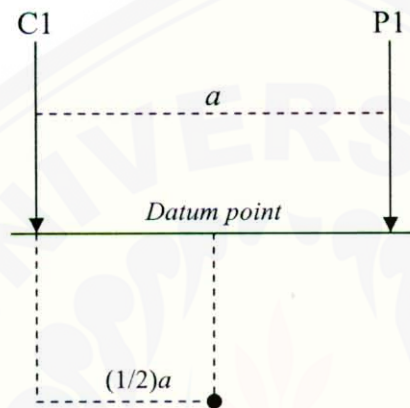
Dalam pengukuran pertama tersebut elektroda arus C1 diletakkan pada koordinat (0,0). Sedangkan gambar anak panah menunjukkan arah jalannya elektroda P1. Sebagai contoh dalam pengukuran pertama pada lintasan sejajar sumbu-y, elektroda C1 berada pada koordinat (0,0) sedangkan elektroda P1 sebagai elektroda potensial bergerak searah anak panah menempati koordinat (0,5), (0,10) dan (0,15) secara berurutan untuk setiap penginjeksian arus dari elektroda arus C1.

3.5 Pengolahan Data

Data-data tahanan jenis terukur yang didapatkan dari survei skala laboratorium diolah dengan menggunakan perangkat lunak komputer yakni *Res3Dinv*. Data-data yang didapatkan dari lapangan harus dikalikan terlebih dahulu dengan faktor geometri dari konfigurasi pole-pole untuk mendapatkan harga tahanan jenis semu (*apparent resistivity*), yakni dengan menggunakan persamaan (23). Dari

hasil pengolahan data dengan perangkat lunak tersebut didapatkan distribusi harga tahanan jenis bawah permukaan tanah berupa citra warna baik dalam bentuk penampang vertikal maupun penampang horisontal.

Datum point pada sumbu-x dan sumbu-y tersebut didapat dari setengah jarak spasi antar elektroda pada konfigurasi pole-pole. Seperti gambar 3.5 berikut:



(Sumber: Prayogo, 2003b)

Gambar 3.5 *Datum point* pada konfigurasi pole-pole

Dalam survei tahanan jenis 3-D ini menggunakan konfigurasi elektroda pole-pole yang memiliki daya penetrasi kedalaman sebesar :

$$Z = 0,867 a \dots\dots\dots(24)$$

dengan a merupakan jarak spasi antar elektroda. Kedalaman penetrasi pada persamaan (24) merupakan perbandingan antara kedalaman rata-rata (Z) terhadap spasi elektroda (a) (Loke, 2000).

$$Z = 0,867 \times 5 \text{ cm}$$

$$Z = 4,335 \text{ cm}$$

Dengan demikian bila spasi maksimum yang digunakan dalam survei tahanan jenis 3-D ini sejauh 95 cm, maka kedalaman yang bisa dicapai oleh penetrasi arus adalah :

$$Z = 0,867 \times 95 \text{ cm}$$

$$Z = 82,365 \text{ cm}$$

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis 3D ternyata mampu menentukan pencitraan di bawah permukaan pasir yang ditunjukkan dengan perbedaan warna dan tahanan jenis, baik pada penampang horisontal dan penampang vertikal. Namun demikian belum mampu mendeteksi adanya lapisan briket batu bara secara pasti, hal ini diduga karena beberapa hal, yaitu gangguan peralatan yang digunakan, jumlah (volume) briket batu bara yang digunakan jauh lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah pasir, dan penentuan kedalaman sayatan untuk mendapatkan pencitraan keadaan lapisan bawah permukaan.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dikemukakan dalam penelitian ini dengan harapan dapat ditindaklanjuti di kemudian hari antara lain :

1. Sebaiknya sebelum penelitian, dilakukan kalibrasi alat.
2. Jumlah briket batu bara yang digunakan dalam penelitian lebih banyak, sehingga mudah dideteksi.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 21 November 2005. *Briket Batu Bara Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Tanah*. PT. BA, BPPT.
- Anonim. 2006. *Asal Usul Batu Bara*. Pt Bangun Satya Wacana, Jakarta. www.e-smartschool.com.
- Amri, N. A. 2000. *Rescheduling Pemanfaatan Energi Batu Bara Indonesia*. Thesis. Bandung: ITB.
- Anggayana, K. 1999. *Genesa Batu Bara*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral ITB.
- Dahlin, T. dan Bernstone, C. 1997. *A roll-along technique for 3D resistivity data acquisition with multi-electrode arrays, Procs. SAGEEP'97 (Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems)*, Reno, Nevada.
- Ewing, M. A., Crary, A. P., Peoples, J. W., dan Peoples, J. A. 1936. *Prospecting for Anthracite by the Earth Resistivity Method*, Transactions of the American of Mining and Metallurgical Engineers, Coal Division. Vol. 119, pp 43-483.
- Hartantyo, E. 2000. *Estimasi Kesalahan Pengukuran Lapangan Geolistrik Sounding dengan Pencocokan Banyak Lapis*. Makalah. Disajikan dalam Prosiding PIT-HAGI ke-25, Bandung tanggal 3-4 Oktober 2000.
- Hendrajaya, L. dan Arif, I. 1990. *Geolistrik Tahanan Jenis*. Bandung : Lab. Fisika Bumi Jur. Fisika F MIPA ITB.
- Heriawan, M. N. 2000. *Aplikasi Metode Georadar untuk Menentukan Sifat Dielektrik Batu Bara Tambang Air Laya dengan Peringkat yang Bervariasi*. Thesis. Bandung: ITB.
- Johnson, W. J- D'Appolonia., dan Monroeville, P. A. 2003. *Applications Of The electrical Resistivity Method For Detection Of Underground Mine Workings*. <http://www.fhwa.dot.gov/engineering/geotech/hazards/mine/workshops/ktwks/hp/ky0311.cfm>
- Kalmiawan, A., Sismanto., dan Suparwoto. 2000. *Penyelidikan Keberadaan Mata Air Panas Krakal, Desa Krakal, Kec.Alian, Kab.Kebumen, Jawa Tengah dengan*

Metode Resistivitas. Prosiding Himpunan Ahli Geofisika Indonesia, 25, p. 42-48.

Lahee, F. 1952. *Field Geologi*. McGraw-Hill Book Company. United States of America.

Loke, M. H. 2000. *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies. A Practical Guide To 2-D and 3-D Surveys*. Malaysia.

Prayogo, S. 2003a. *Bencana Pemandian Pacet: Kajian Efek Bottle-Neck Lebar Sungai Bawah Jembatan Terhadap Kecepatan Aliran*. Karya Tulis Ilmiah. Surabaya : ITS.

Prayogo, S. 2003b. *Survei Resistivitas 3-D untuk Menentukan Distribusi Tahanan Jenis Tanah Bawah Permukaan Daerah Rawan longsor di Desa Lumbang Rejo . Prigen. Jawa Timur. Skripsi*. Surabaya: jur. Fisika. F MIPA ITS.

Reynolds, J. M. 1997. *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*. England : John Wiley and Sons Ltd, Baffins, Chischester, West Sussex PO19 IUD.

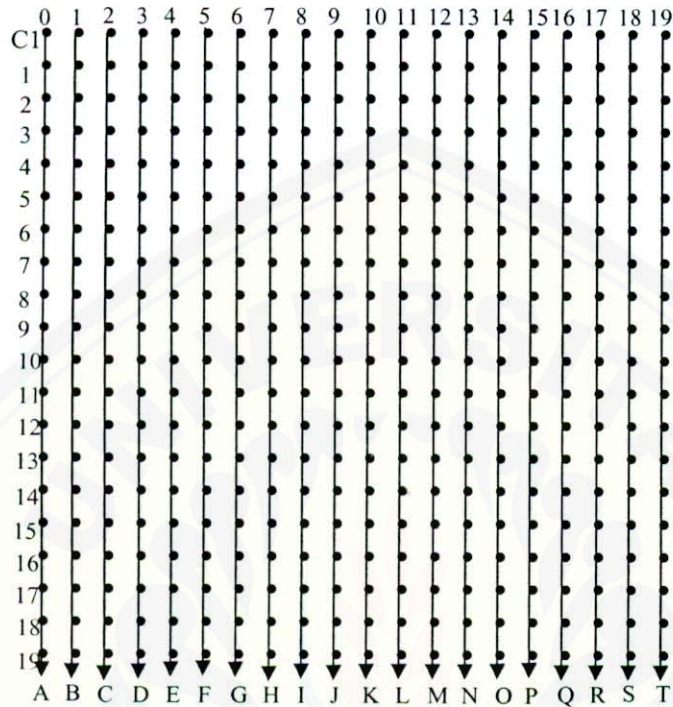
Robain, H., Albouy, Y., Dabas, M., Descloitres, M., Camerlynk, C., Mechler, P., dan Tabbagh, A. 1999. The Location of Infinite Electrodes in Pole-pole Resistivity Surveys: Consequences for 2-D Imaging. *Journal of Applied Geophysics* (41) : 313-333.

Speight, J. M. 1994. *The Chemistry and Technology of Coal*. NewYork: Marcel Dekker.

Telford, W. M., Geldart, L. P., Sherif, R. E., dan Keys, D. A. 1976. *Applied Geophysics*, First Edition. New York : Cambridge University Press.

LAMPIRAN A

URUTAN PENGAMBILAN DATA TAHANAN JENIS 3-D



Keterangan:

- | | |
|--------------------|---------------------|
| A. Pengukuran I | K. Pengukuran XI |
| B. Pengukuran II | L. Pengukuran XII |
| C. Pengukuran III | M. Pengukuran XIII |
| D. Pengukuran IV | N. Pengukuran XIV |
| E. Pengukuran V | O. Pengukuran XV |
| F. Pengukuran VI | P. Pengukuran XVI |
| G. Pengukuran VII | Q. Pengukuran XVII |
| H. Pengukuran VIII | R. Pengukuran XVIII |
| I. Pengukuran IX | S. Pengukuran XIX |
| J. Pengukuran X | T. Pengukuran XX |

LAMPIRAN B

TABEL DATA TAHANAN JENIS SEMU
DARI SURVEI TAHANAN JENIS 3-D

Bulan : Mei sampai dengan Juni 2007

Lokasi : Laboratorium Biofisika dan Geofisika Fakultas MIPA Universitas
Jember

Konfigurasi : Pole-pole

Spasi sumbu-x : 5 cm

Spasi sumbu-y : 5 cm

Data Media Pasir Tanpa Obyek

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
1	I	0	0	0	5	0,005	16,9	1061,32
2		0	0	0	10	0,005	8,8	1105,28
3		0	0	0	15	0,005	6,1	1149,24
4		0	0	0	20	0,005	4,4	1105,28
5		0	0	0	25	0,005	3,7	1161,8
6		0	0	0	30	0,005	2,9	1092,72
7		0	0	0	35	0,005	2,4	1055,04
8		0	0	0	40	0,005	2,1	1055,04
9		0	0	0	45	0,005	1,9	1073,88
10		0	0	0	50	0,005	1,7	1067,6
11		0	0	0	55	0,005	1,5	1036,2
12		0	0	0	60	0,005	1,4	1055,04
13		0	0	0	65	0,005	1,2	979,68
14		0	0	0	70	0,005	1,1	967,12
15		0	0	0	75	0,005	1	942
16		0	0	0	80	0,005	0,9	904,32
17		0	0	0	85	0,005	0,8	854,08
18		0	0	0	90	0,005	0,7	791,28
19		0	0	0	95	0,005	0,6	715,92
1	II	5	0	5	5	0,005	15,3	960,84

Kelanjutan tabel media pasir tanpa obyek

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
2	II	5	0	5	10	0,005	8,5	1067,6
3		5	0	5	15	0,005	5,9	1111,56
4		5	0	5	20	0,005	4,5	1130,4
5		5	0	5	25	0,005	3,6	1130,4
6		5	0	5	30	0,005	2,9	1092,72
7		5	0	5	35	0,005	2,5	1099
8		5	0	5	40	0,005	2,1	1055,04
9		5	0	5	45	0,005	1,9	1073,88
10		5	0	5	50	0,005	1,7	1067,6
11		5	0	5	55	0,005	1,5	1036,2
12		5	0	5	60	0,005	1,3	979,68
13		5	0	5	65	0,005	1,2	979,68
14		5	0	5	70	0,005	1,1	967,12
15		5	0	5	75	0,005	1	942
16		5	0	5	80	0,005	0,9	904,32
17		5	0	5	85	0,005	0,8	854,08
18		5	0	5	90	0,005	0,7	791,28
19		5	0	5	95	0,005	0,6	715,92
1		III	10	0	10	5	0,005	14,6
2	10		0	10	10	0,005	8,3	1042,48
3	10		0	10	15	0,005	5,8	1092,72
4	10		0	10	20	0,005	4,8	1205,76
5	10		0	10	25	0,005	4,3	1350,2
6	10		0	10	30	0,005	3,1	1168,08
7	10		0	10	35	0,005	2,6	1142,96
8	10		0	10	40	0,005	2,1	1055,04
9	10		0	10	45	0,005	1,9	1073,88
10	10		0	10	50	0,005	1,8	1130,4
11	10		0	10	55	0,005	1,6	1105,28
12	10		0	10	60	0,005	1,4	1055,04
13	10		0	10	65	0,005	1,2	979,68
14	10		0	10	70	0,005	1,1	967,12
15	10		0	10	75	0,005	1	942

Kelanjutan tabel media pasir tanpa obyek

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
16	III	10	0	10	80	0,005	0,9	904,32
17		10	0	10	85	0,005	0,8	854,08
18		10	0	10	90	0,005	0,7	791,28
19		10	0	10	95	0,005	0,6	715,92
1	IV	15	0	15	5	0,005	14,7	923,16
2		15	0	15	10	0,005	8,9	1117,84
3		15	0	15	15	0,005	6,1	1149,24
4		15	0	15	20	0,005	4,4	1105,28
5		15	0	15	25	0,005	3,5	1099
6		15	0	15	30	0,005	2,8	1055,04
7		15	0	15	35	0,005	2,4	1055,04
8		15	0	15	40	0,005	2,1	1055,04
9		15	0	15	45	0,005	1,9	1073,88
10		15	0	15	50	0,005	1,6	1004,8
11		15	0	15	55	0,005	1,4	967,12
12		15	0	15	60	0,005	1,3	979,68
13		15	0	15	65	0,005	1,2	979,68
14		15	0	15	70	0,005	1,1	967,12
15		15	0	15	75	0,005	1	942
16		15	0	15	80	0,005	0,9	904,32
17		15	0	15	85	0,005	0,8	854,08
18		15	0	15	90	0,005	0,7	791,28
19		15	0	15	95	0,005	0,7	835,24
1	V	20	0	20	5	0,005	14,9	935,72
2		20	0	20	10	0,005	9,1	1142,96
3		20	0	20	15	0,005	5,9	1111,56
4		20	0	20	20	0,005	4,3	1080,16
5		20	0	20	25	0,005	3,6	1130,4
6		20	0	20	30	0,005	2,9	1092,72
7		20	0	20	35	0,005	2,4	1055,04
8		20	0	20	40	0,005	1,9	954,56
9		20	0	20	45	0,005	1,7	960,84
10		20	0	20	50	0,005	1,5	942

Kelanjutan tabel media pasir tanpa obyek

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
11	V	20	0	20	55	0,005	1,4	967,12
12		20	0	20	60	0,005	1,2	904,32
13		20	0	20	65	0,005	1,1	898,04
14		20	0	20	70	0,005	1	879,2
15		20	0	20	75	0,005	0,9	847,8
16		20	0	20	80	0,005	0,8	803,84
17		20	0	20	85	0,005	0,8	854,08
18		20	0	20	90	0,005	0,7	791,28
19		20	0	20	95	0,005	0,7	835,24
1		VI	25	0	25	5	0,005	13,7
2	25		0	25	10	0,005	9,3	1168,08
3	25		0	25	15	0,005	6,5	1224,6
4	25		0	25	20	0,005	5,1	1281,12
5	25		0	25	25	0,005	4	1256
6	25		0	25	30	0,005	3,4	1281,12
7	25		0	25	35	0,005	2,9	1274,84
8	25		0	25	40	0,005	2,6	1306,24
9	25		0	25	45	0,005	2,2	1243,44
10	25		0	25	50	0,005	1,8	1130,4
11	25		0	25	55	0,005	1,6	1105,28
12	25		0	25	60	0,005	1,4	1055,04
13	25		0	25	65	0,005	1,2	979,68
14	25		0	25	70	0,005	1	879,2
15	25		0	25	75	0,005	0,9	847,8
16	25		0	25	80	0,005	0,8	803,84
17	25		0	25	85	0,005	0,8	854,08
18	25		0	25	90	0,005	0,7	791,28
19	25		0	25	95	0,005	0,7	835,24
1	VII	30	0	30	5	0,005	20,7	1299,96
2		30	0	30	10	0,005	10	1256
3		30	0	30	15	0,005	7,3	1375,32
4		30	0	30	20	0,005	5,6	1406,72
5		30	0	30	25	0,005	4,6	1444,4

Kelanjutan tabel media pasir tanpa obyek

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
6	VII	30	0	30	30	0,005	3,8	1431,84
7		30	0	30	35	0,005	3,3	1450,68
8		30	0	30	40	0,005	2,8	1406,72
9		30	0	30	45	0,005	2,4	1356,48
10		30	0	30	50	0,005	2,1	1318,8
11		30	0	30	55	0,005	1,8	1243,44
12		30	0	30	60	0,005	1,5	1130,4
13		30	0	30	65	0,005	1,5	1224,6
14		30	0	30	70	0,005	1,2	1055,04
15		30	0	30	75	0,005	1	942
16		30	0	30	80	0,005	0,9	904,32
17		30	0	30	85	0,005	0,8	854,08
18		30	0	30	90	0,005	0,7	791,28
19		30	0	30	95	0,005	0,7	835,24
1	VIII	35	0	35	5	0,005	13,9	872,92
2		35	0	35	10	0,005	8,1	1017,36
3		35	0	35	15	0,005	5,6	1055,04
4		35	0	35	20	0,005	4,1	1029,92
5		35	0	35	25	0,005	3,8	1193,2
6		35	0	35	30	0,005	2,8	1055,04
7		35	0	35	35	0,005	2,6	1142,96
8		35	0	35	40	0,005	2,3	1155,52
9		35	0	35	45	0,005	1,9	1073,88
10		35	0	35	50	0,005	1,7	1067,6
11		35	0	35	55	0,005	1,5	1036,2
12		35	0	35	60	0,005	1,3	979,68
13		35	0	35	65	0,005	1,2	979,68
14		35	0	35	70	0,005	1,1	967,12
15		35	0	35	75	0,005	1	942
16		35	0	35	80	0,005	0,9	904,32
17		35	0	35	85	0,005	0,8	854,08
18		35	0	35	90	0,005	0,7	791,28
19		35	0	35	95	0,005	0,7	835,24

Kelanjutan tabel media pasir tanpa obyek

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
1	IX	40	0	40	5	0,005	22,3	1400,44
2		40	0	40	10	0,005	13	1632,8
3		40	0	40	15	0,005	9,1	1714,44
4		40	0	40	20	0,005	6,8	1708,16
5		40	0	40	25	0,005	5,5	1727
6		40	0	40	30	0,005	4,5	1695,6
7		40	0	40	35	0,005	3,7	1626,52
8		40	0	40	40	0,005	3,2	1607,68
9		40	0	40	45	0,005	2,7	1526,04
10		40	0	40	50	0,005	2,3	1444,4
11		40	0	40	55	0,005	2	1381,6
12		40	0	40	60	0,005	1,7	1281,12
13		40	0	40	65	0,005	1,5	1224,6
14		40	0	40	70	0,005	1,3	1142,96
15		40	0	40	75	0,005	1,1	1036,2
16		40	0	40	80	0,005	1	1004,8
17		40	0	40	85	0,005	0,9	960,84
18		40	0	40	90	0,005	0,8	904,32
19		40	0	40	95	0,005	0,7	835,24
1	X	45	0	45	5	0,005	14,6	916,88
2		45	0	45	10	0,005	9,6	1205,76
3		45	0	45	15	0,005	7,1	1337,64
4		45	0	45	20	0,005	5,1	1281,12
5		45	0	45	25	0,005	4,1	1287,4
6		45	0	45	30	0,005	3,3	1243,44
7		45	0	45	35	0,005	2,7	1186,92
8		45	0	45	40	0,005	2,4	1205,76
9		45	0	45	45	0,005	2	1130,4
10		45	0	45	50	0,005	1,7	1067,6
11		45	0	45	55	0,005	1,4	967,12
12		45	0	45	60	0,005	1,2	904,32
13		45	0	45	65	0,005	1,1	898,04
14		45	0	45	70	0,005	1	879,2

Kelanjutan tabel media pasir tanpa obyek

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
15	X	45	0	45	75	0,005	0,9	847,8
16		45	0	45	80	0,005	0,8	803,84
17		45	0	45	85	0,005	0,8	854,08
18		45	0	45	90	0,005	0,7	791,28
19		45	0	45	95	0,005	0,7	835,24
1	XI	50	0	50	5	0,005	21,3	1337,64
2		50	0	50	10	0,005	12,4	1557,44
3		50	0	50	15	0,005	9,1	1714,44
4		50	0	50	20	0,005	7	1758,4
5		50	0	50	25	0,005	5,5	1727
6		50	0	50	30	0,005	4,6	1733,28
7		50	0	50	35	0,005	3,8	1670,48
8		50	0	50	40	0,005	3,2	1607,68
9		50	0	50	45	0,005	2,8	1582,56
10		50	0	50	50	0,005	2,2	1381,6
11		50	0	50	55	0,005	1,9	1312,52
12		50	0	50	60	0,005	1,6	1205,76
13		50	0	50	65	0,005	1,4	1142,96
14		50	0	50	70	0,005	1,2	1055,04
15		50	0	50	75	0,005	1	942
16		50	0	50	80	0,005	0,9	904,32
17		50	0	50	85	0,005	0,8	854,08
18		50	0	50	90	0,005	0,8	904,32
19		50	0	50	95	0,005	0,7	835,24
1	XII	55	0	55	5	0,005	15,5	973,4
2		55	0	55	10	0,005	10,5	1318,8
3		55	0	55	15	0,005	7,7	1450,68
4		55	0	55	20	0,005	6,9	1733,28
5		55	0	55	25	0,005	5,3	1664,2
6		55	0	55	30	0,005	4,3	1620,24
7		55	0	55	35	0,005	3,5	1538,6
8		55	0	55	40	0,005	3	1507,2
9		55	0	55	45	0,005	2,6	1469,52

Kelanjutan tabel media pasir tanpa obyek

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
10	XII	55	0	55	50	0,005	2,2	1381,6
11		55	0	55	55	0,005	1,9	1312,52
12		55	0	55	60	0,005	1,5	1130,4
13		55	0	55	65	0,005	1,3	1061,32
14		55	0	55	70	0,005	1,2	1055,04
15		55	0	55	75	0,005	1	942
16		55	0	55	80	0,005	0,9	904,32
17		55	0	55	85	0,005	0,8	854,08
18		55	0	55	90	0,005	0,8	904,32
19		55	0	55	95	0,005	0,7	835,24
1	XIII	60	0	60	5	0,005	23,7	1488,36
2		60	0	60	10	0,005	16,7	2097,52
3		60	0	60	15	0,005	11,2	2110,08
4		60	0	60	20	0,005	8	2009,6
5		60	0	60	25	0,005	6,6	2072,4
6		60	0	60	30	0,005	5,4	2034,72
7		60	0	60	35	0,005	4,5	1978,2
8		60	0	60	40	0,005	3,7	1858,88
9		60	0	60	45	0,005	3,1	1752,12
10		60	0	60	50	0,005	2,6	1632,8
11		60	0	60	55	0,005	2,3	1588,84
12		60	0	60	60	0,005	2	1507,2
13		60	0	60	65	0,005	1,7	1387,88
14		60	0	60	70	0,005	1,5	1318,8
15		60	0	60	75	0,005	1,3	1224,6
16		60	0	60	80	0,005	1,1	1105,28
17		60	0	60	85	0,005	0,9	960,84
18		60	0	60	90	0,005	0,8	904,32
19		60	0	60	95	0,005	0,7	835,24
1	XIV	65	0	65	5	0,005	13,5	847,8
2		65	0	65	10	0,005	7,8	979,68
3		65	0	65	15	0,005	5,9	1111,56
4		65	0	65	20	0,005	4,6	1155,52

Kelanjutan tabel media pasir tanpa obyek

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)	
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)				
5	XIV	65	0	65	25	0,005	3,2	1004,8	
6		65	0	65	30	0,005	2,7	1017,36	
7		65	0	65	35	0,005	2,3	1011,08	
8		65	0	65	40	0,005	2,1	1055,04	
9		65	0	65	45	0,004	1,5	1059,75	
10		65	0	65	50	0,004	1,3	1020,5	
11		65	0	65	55	0,004	1,2	1036,2	
12		65	0	65	60	0,004	1	942	
13		65	0	65	65	0,004	0,9	918,45	
14		65	0	65	70	0,004	0,8	879,2	
15		65	0	65	75	0,004	0,7	824,25	
16		65	0	65	80	0,004	0,7	879,2	
17		65	0	65	85	0,004	0,6	800,7	
18		65	0	65	90	0,004	0,6	847,8	
19		65	0	65	95	0,004	0,5	745,75	
1		XV	70	0	70	5	0,004	20,2	1585,7
2			70	0	70	10	0,004	11	1727
3			70	0	70	15	0,004	7,6	1789,8
4			70	0	70	20	0,004	5,2	1632,8
5	70		0	70	25	0,004	3,8	1491,5	
6	70		0	70	30	0,004	3,3	1554,3	
7	70		0	70	35	0,004	2,8	1538,6	
8	70		0	70	40	0,004	2,2	1381,6	
9	70		0	70	45	0,004	1,8	1271,7	
10	70		0	70	50	0,004	1,5	1177,5	
11	70		0	70	55	0,004	1,4	1208,9	
12	70		0	70	60	0,004	1,1	1036,2	
13	70		0	70	65	0,004	0,9	918,45	
14	70		0	70	70	0,004	0,8	879,2	
15	70		0	70	75	0,004	0,7	824,25	
16	70		0	70	80	0,004	0,7	879,2	
17	70		0	70	85	0,004	0,6	800,7	
18	70		0	70	90	0,004	0,6	847,8	

Kelanjutan tabel media pasir tanpa obyek

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
19	XV	70	0	70	95	0,004	0,5	745,75
1	XVI	75	0	75	5	0,004	13,1	1028,35
2		75	0	75	10	0,004	7,4	1161,8
3		75	0	75	15	0,004	5,1	1201,05
4		75	0	75	20	0,004	3,8	1193,2
5		75	0	75	25	0,004	3,8	1491,5
6		75	0	75	30	0,004	3	1413
7		75	0	75	35	0,004	2,3	1263,85
8		75	0	75	40	0,004	2	1256
9		75	0	75	45	0,004	1,6	1130,4
10		75	0	75	50	0,004	1,2	942
11		75	0	75	55	0,004	1	863,5
12		75	0	75	60	0,004	0,9	847,8
13		75	0	75	65	0,004	0,8	816,4
14		75	0	75	70	0,004	0,8	879,2
15		75	0	75	75	0,004	0,7	824,25
16		75	0	75	80	0,004	0,7	879,2
17		75	0	75	85	0,004	0,6	800,7
18		75	0	75	90	0,004	0,6	847,8
19		75	0	75	95	0,004	0,5	745,75
1	XVII	80	0	80	5	0,004	17,4	1365,9
2		80	0	80	10	0,004	9,5	1491,5
3		80	0	80	15	0,004	6,8	1601,4
4		80	0	80	20	0,004	4,9	1538,6
5		80	0	80	25	0,004	3,8	1491,5
6		80	0	80	30	0,004	3	1413
7		80	0	80	35	0,004	2,5	1373,75
8		80	0	80	40	0,004	2,1	1318,8
9		80	0	80	45	0,004	1,7	1201,05
10		80	0	80	50	0,004	1,5	1177,5
11		80	0	80	55	0,004	1,4	1208,9
12		80	0	80	60	0,004	1,1	1036,2
13		80	0	80	65	0,004	0,9	918,45

Kelanjutan tabel media pasir tanpa obyek

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
14	XVII	80	0	80	70	0,004	0,8	879,2
15		80	0	80	75	0,004	0,7	824,25
16		80	0	80	80	0,004	0,7	879,2
17		80	0	80	85	0,004	0,6	800,7
18		80	0	80	90	0,004	0,6	847,8
19		80	0	80	95	0,004	0,5	745,75
1	XVIII	85	0	85	5	0,004	15,7	1232,45
2		85	0	85	10	0,004	8,3	1303,1
3		85	0	85	15	0,004	5,7	1342,35
4		85	0	85	20	0,004	3,9	1224,6
5		85	0	85	25	0,004	2,9	1138,25
6		85	0	85	30	0,004	2,3	1083,3
7		85	0	85	35	0,004	1,9	1044,05
8		85	0	85	40	0,004	1,7	1067,6
9		85	0	85	45	0,004	1,5	1059,75
10		85	0	85	50	0,004	1,3	1020,5
11		85	0	85	55	0,004	1,2	1036,2
12		85	0	85	60	0,004	1	942
13		85	0	85	65	0,004	0,9	918,45
14		85	0	85	70	0,004	0,8	879,2
15		85	0	85	75	0,004	0,7	824,25
16		85	0	85	80	0,004	0,7	879,2
17		85	0	85	85	0,004	0,6	800,7
18		85	0	85	90	0,004	0,6	847,8
19		85	0	85	95	0,004	0,5	745,75
1	XIX	90	0	90	5	0,004	24,9	1954,65
2		90	0	90	10	0,004	14,9	2339,3
3		90	0	90	15	0,004	10,1	2378,55
4		90	0	90	20	0,004	7,1	2229,4
5		90	0	90	25	0,004	5,4	2119,5
6		90	0	90	30	0,004	4,4	2072,4
7		90	0	90	35	0,004	3,5	1923,25
8		90	0	90	40	0,004	3,1	1946,8

Kelanjutan tabel media pasir tanpa obyek

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
9	XIX	90	0	90	45	0,004	2,6	1836,9
10		90	0	90	50	0,004	2,1	1648,5
11		90	0	90	55	0,004	1,9	1640,65
12		90	0	90	60	0,004	1,6	1507,2
13		90	0	90	65	0,004	1,3	1326,65
14		90	0	90	70	0,004	1,1	1208,9
15		90	0	90	75	0,004	0,9	1059,75
16		90	0	90	80	0,004	0,8	1004,8
17		90	0	90	85	0,004	0,7	934,15
18		90	0	90	90	0,004	0,6	847,8
19		90	0	90	95	0,004	0,6	894,9
1	XX	95	0	95	5	0,004	16,9	1326,65
2		95	0	95	10	0,004	10,9	1711,3
3		95	0	95	15	0,004	7,5	1766,25
4		95	0	95	20	0,004	5,3	1664,2
5		95	0	95	25	0,004	4,5	1766,25
6		95	0	95	30	0,004	3,3	1554,3
7		95	0	95	35	0,004	2,9	1593,55
8		95	0	95	40	0,004	2,5	1570
9		95	0	95	45	0,004	2,1	1483,65
10		95	0	95	50	0,004	1,7	1334,5
11		95	0	95	55	0,004	1,6	1381,6
12		95	0	95	60	0,004	1,4	1318,8
13		95	0	95	65	0,004	1,3	1326,65
14		95	0	95	70	0,004	1	1099
15		95	0	95	75	0,004	0,8	942
16		95	0	95	80	0,004	0,7	879,2
17		95	0	95	85	0,004	0,6	800,7
18		95	0	95	90	0,004	0,6	847,8
19		95	0	95	95	0,004	0,5	745,75

Data Media Pasir dengan Obyek Batu bara

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
1	I	0	0	0	5	0,0025	2	251,2
2		0	0	0	10	0,0025	1,2	301,44
3		0	0	0	15	0,0025	0,6	226,08
4		0	0	0	20	0,0025	0,4	200,96
5		0	0	0	25	0,0025	0,5	314
6		0	0	0	30	0,0025	0,52	391,872
7		0	0	0	35	0,0025	0,4	351,68
8		0	0	0	40	0,0025	0,32	321,536
9		0	0	0	45	0,0025	0,21	237,384
10		0	0	0	50	0,0025	0,13	163,28
11		0	0	0	55	0,0025	0,16	221,056
12		0	0	0	60	0,0025	0,19	286,368
13		0	0	0	65	0,0025	0,23	375,544
14		0	0	0	70	0,0025	0,25	439,6
15		0	0	0	75	0,0025	0,27	508,68
16		0	0	0	80	0,0025	0,3	602,88
17		0	0	0	85	0,0025	0,32	683,264
18		0	0	0	90	0,0025	0,33	746,064
19		0	0	0	95	0,0025	0,34	811,376
1	II	5	0	5	5	0,0026	3,16	381,631
2		5	0	5	10	0,0026	1,35	326,077
3		5	0	5	15	0,0026	0,91	329,7
4		5	0	5	20	0,0026	0,61	294,677
5		5	0	5	25	0,0026	0,42	253,615
6		5	0	5	30	0,0026	0,3	217,385
7		5	0	5	35	0,0026	0,31	262,069
8		5	0	5	40	0,0026	0,25	241,538
9		5	0	5	45	0,0026	0,19	206,515
10		5	0	5	50	0,0026	0,21	253,615
11		5	0	5	55	0,0026	0,28	371,969
12		5	0	5	60	0,0026	0,34	492,738
13		5	0	5	65	0,0026	0,38	596,6
14		5	0	5	70	0,0026	0,41	693,215

Kelanjutan media pasir dengan obyek batu bara

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
15	II	5	0	5	75	0,0026	0,44	797,077
16		5	0	5	80	0,0026	0,46	888,862
17		5	0	5	85	0,0026	0,51	1047,07
18		5	0	5	90	0,0026	0,49	1065,18
19		5	0	5	95	0,0026	0,44	1009,63
1	III	10	0	10	5	0,0025	2,14	268,784
2		10	0	10	10	0,0025	1,49	374,288
3		10	0	10	15	0,0025	0,73	275,064
4		10	0	10	20	0,0025	0,75	376,8
5		10	0	10	25	0,0025	0,63	395,64
6		10	0	10	30	0,0025	0,51	384,336
7		10	0	10	35	0,0025	0,41	360,472
8		10	0	10	40	0,0025	0,34	341,632
9		10	0	10	45	0,0025	0,28	316,512
10		10	0	10	50	0,0025	0,24	301,44
11		10	0	10	55	0,0025	0,19	262,504
12		10	0	10	60	0,0025	0,16	241,152
13		10	0	10	65	0,0025	0,14	228,592
14		10	0	10	70	0,0025	0,12	211,008
15		10	0	10	75	0,0025	0,19	357,96
16		10	0	10	80	0,0025	0,69	1386,62
17		10	0	10	85	0,0025	0,7	1494,64
18		10	0	10	90	0,0025	0,73	1650,38
19		10	0	10	95	0,0025	0,68	1622,75
1	IV	15	0	15	5	0,0024	2,93	383,342
2		15	0	15	10	0,0024	1,31	342,783
3		15	0	15	15	0,0024	0,62	243,35
4		15	0	15	20	0,0024	0,31	162,233
5		15	0	15	25	0,0024	0,34	222,417
6		15	0	15	30	0,0024	0,33	259,05
7		15	0	15	35	0,0024	0,5	457,917
8		15	0	15	40	0,0024	0,57	596,6
9		15	0	15	45	0,0024	0,59	694,725

Kelanjutan media pasir dengan obyek batu bara

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
10	IV	15	0	15	50	0,0024	0,67	876,583
11		15	0	15	55	0,0024	0,74	1064,98
12		15	0	15	60	0,0024	0,82	1287,4
13		15	0	15	65	0,0024	0,5	255,125
14		15	0	15	70	0,0024	0,11	201,483
15		15	0	15	75	0,0024	0,12	235,5
16		15	0	15	80	0,0024	0,15	314
17		15	0	15	85	0,0024	0,13	289,142
18		15	0	15	90	0,0024	0,11	259,05
19		15	0	15	95	0,0024	0,1	248,583
1	V	20	0	20	5	0,0021	2,41	360,352
2		20	0	20	10	0,0021	1,55	463,524
3		20	0	20	15	0,0021	1,16	520,343
4		20	0	20	20	0,0021	0,85	508,381
5		20	0	20	25	0,0021	0,67	500,905
6		20	0	20	30	0,0021	0,53	475,486
7		20	0	20	35	0,0021	0,4	418,667
8		20	0	20	40	0,0021	0,34	406,705
9		20	0	20	45	0,0021	0,7	942
10		20	0	20	50	0,0021	0,64	956,952
11		20	0	20	55	0,0021	0,63	1036,2
12		20	0	20	60	0,0021	0,48	861,257
13		20	0	20	65	0,0021	0,6	1166,29
14		20	0	20	70	0,0021	0,78	1632,8
15		20	0	20	75	0,0021	0,43	964,429
16		20	0	20	80	0,0021	0,56	1339,73
17		20	0	20	85	0,0021	0,6	1525,14
18		20	0	20	90	0,0021	0,55	1480,29
19		20	0	20	95	0,0021	0,48	1363,66
1	VI	25	0	25	5	0,0027	3,44	400,059
2		25	0	25	10	0,0027	2,11	490,77
3		25	0	25	15	0,0027	1,59	554,733
4		25	0	25	20	0,0027	0,99	460,533

Kelanjutan media pasir dengan obyek batu bara

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)	
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)				
5	VI	25	0	25	25	0,0027	0,9	523,333	
6		25	0	25	30	0,0027	0,87	607,067	
7		25	0	25	35	0,0027	0,74	602,415	
8		25	0	25	40	0,0027	0,71	660,563	
9		25	0	25	45	0,0027	0,63	659,4	
10		25	0	25	50	0,0027	0,59	686,148	
11		25	0	25	55	0,0027	0,47	601,252	
12		25	0	25	60	0,0027	0,61	851,289	
13		25	0	25	65	0,0027	0,76	1149,01	
14		25	0	25	70	0,0027	0,74	1204,83	
15		25	0	25	75	0,0027	0,72	1256	
16		25	0	25	80	0,0027	0,72	1339,73	
17		25	0	25	85	0,0027	0,68	1344,39	
18		25	0	25	90	0,0027	0,64	1339,73	
19		25	0	25	95	0,0027	0,63	1392,07	
1		VII	30	0	30	5	0,0026	2,13	257,238
2			30	0	30	10	0,0026	1,12	270,523
3			30	0	30	15	0,0026	0,74	268,108
4			30	0	30	20	0,0026	0,51	246,369
5	30		0	30	25	0,0026	0,37	223,423	
6	30		0	30	30	0,0026	0,36	260,862	
7	30		0	30	35	0,0026	0,28	236,708	
8	30		0	30	40	0,0026	0,21	202,892	
9	30		0	30	45	0,0026	0,18	195,646	
10	30		0	30	50	0,0026	0,19	229,462	
11	30		0	30	55	0,0026	0,17	225,838	
12	30		0	30	60	0,0026	0,14	202,892	
13	30		0	30	65	0,0026	0,15	235,5	
14	30		0	30	70	0,0026	0,16	270,523	
15	30		0	30	75	0,0026	0,15	271,731	
16	30		0	30	80	0,0026	0,16	309,169	
17	30		0	30	85	0,0026	0,14	287,431	
18	30		0	30	90	0,0026	0,13	282,6	

Kelanjutan media pasir dengan obyek batu bara

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
19	VII	30	0	30	95	0,0026	0,14	321,246
1	VIII	35	0	35	5	0,0026	2,5	301,923
2		35	0	35	10	0,0026	1,35	326,077
3		35	0	35	15	0,0026	0,82	297,092
4		35	0	35	20	0,0026	0,55	265,692
5		35	0	35	25	0,0026	0,46	277,769
6		35	0	35	30	0,0026	0,48	347,815
7		35	0	35	35	0,0026	0,32	270,523
8		35	0	35	40	0,0026	0,28	270,523
9		35	0	35	45	0,0026	0,3	326,077
10		35	0	35	50	0,0026	0,36	434,769
11		35	0	35	55	0,0026	0,44	584,523
12		35	0	35	60	0,0026	0,45	652,154
13		35	0	35	65	0,0026	0,52	816,4
14		35	0	35	70	0,0026	0,54	913,015
15		35	0	35	75	0,0026	0,56	1014,46
16		35	0	35	80	0,0026	0,63	1217,35
17		35	0	35	85	0,0026	0,64	1313,97
18		35	0	35	90	0,0026	0,68	1478,22
19		35	0	35	95	0,0026	0,7	1606,23
1	IX	40	0	40	5	0,0027	2,88	334,933
2		40	0	40	10	0,0027	1,46	339,585
3		40	0	40	15	0,0027	0,86	300,044
4		40	0	40	20	0,0027	0,72	334,933
5		40	0	40	25	0,0027	0,79	459,37
6		40	0	40	30	0,0027	0,65	453,556
7		40	0	40	35	0,0027	0,64	521,007
8		40	0	40	40	0,0027	0,28	260,504
9		40	0	40	45	0,0027	0,33	345,4
10		40	0	40	50	0,0027	0,42	488,444
11		40	0	40	55	0,0027	0,51	652,422
12		40	0	40	60	0,0027	0,57	795,467
13		40	0	40	65	0,0027	0,6	907,111

Kelanjutan media pasir dengan obyek batu bara

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
14	IX	40	0	40	70	0,0027	0,65	1058,3
15		40	0	40	75	0,0027	0,69	1203,67
16		40	0	40	80	0,0027	0,71	1321,13
17		40	0	40	85	0,0027	0,76	1502,55
18		40	0	40	90	0,0027	0,74	1549,07
19		40	0	40	95	0,0027	0,75	1657,22
1	X	45	0	45	5	0,0026	2,55	307,962
2		45	0	45	10	0,0026	1,35	326,077
3		45	0	45	15	0,0026	0,69	249,992
4		45	0	45	20	0,0026	0,63	304,338
5		45	0	45	25	0,0026	0,35	211,346
6		45	0	45	30	0,0026	0,38	275,354
7		45	0	45	35	0,0026	0,51	431,146
8		45	0	45	40	0,0026	0,62	599,015
9		45	0	45	45	0,0026	0,75	815,192
10		45	0	45	50	0,0026	0,83	1002,38
11		45	0	45	55	0,0026	0,89	1182,33
12		45	0	45	60	0,0026	0,94	1362,28
13		45	0	45	65	0,0026	1,01	1585,7
14		45	0	45	70	0,0026	1,03	1741,49
15		45	0	45	75	0,0026	0,92	1666,62
16		45	0	45	80	0,0026	0,91	1758,4
17		45	0	45	85	0,0026	0,83	1704,05
18		45	0	45	90	0,0026	0,78	1695,6
19		45	0	45	95	0,0026	0,69	1583,28
1	XI	50	0	50	5	0,0026	2,66	321,246
2		50	0	50	10	0,0026	1,23	297,092
3		50	0	50	15	0,0026	0,69	249,992
4		50	0	50	20	0,0026	0,65	314
5		50	0	50	25	0,0026	0,64	386,462
6		50	0	50	30	0,0026	0,57	413,031
7		50	0	50	35	0,0026	0,5	422,692
8		50	0	50	40	0,0026	0,45	434,769

Kelanjutan media pasir dengan obyek batu bara

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
9	XI	50	0	50	45	0,0026	0,51	554,331
10		50	0	50	50	0,0026	0,57	688,385
11		50	0	50	55	0,0026	0,62	823,646
12		50	0	50	60	0,0026	0,59	855,046
13		50	0	50	65	0,0026	0,63	989,1
14		50	0	50	70	0,0026	0,82	1386,43
15		50	0	50	75	0,0026	0,73	1322,42
16		50	0	50	80	0,0026	0,76	1468,55
17		50	0	50	85	0,0026	0,78	1601,4
18		50	0	50	90	0,0026	0,75	1630,38
19		50	0	50	95	0,0026	0,76	1743,91
1	XII	55	0	55	5	0,0026	3,59	433,562
2		55	0	55	10	0,0026	1,36	328,492
3		55	0	55	15	0,0026	0,76	275,354
4		55	0	55	20	0,0026	0,32	154,585
5		55	0	55	25	0,0026	0,35	211,346
6		55	0	55	30	0,0026	0,3	217,385
7		55	0	55	35	0,0026	0,4	338,154
8		55	0	55	40	0,0026	0,52	502,4
9		55	0	55	45	0,0026	0,63	684,762
10		55	0	55	50	0,0026	0,73	881,615
11		55	0	55	55	0,0026	0,8	1062,77
12		55	0	55	60	0,0026	0,87	1260,83
13		55	0	55	65	0,0026	0,93	1460,1
14		55	0	55	70	0,0026	0,83	1403,34
15		55	0	55	75	0,0026	0,71	1286,19
16		55	0	55	80	0,0026	0,73	1410,58
17		55	0	55	85	0,0026	0,67	1375,56
18		55	0	55	90	0,0026	0,65	1413
19		55	0	55	95	0,0026	0,61	1399,72
1	XIII	60	0	60	5	0,0026	3,58	432,354
2		60	0	60	10	0,0026	1,2	289,846
3		60	0	60	15	0,0026	0,66	239,123

Kelanjutan media pasir dengan obyek batu bara

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)	
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)				
4	XIII	60	0	60	20	0,0026	0,32	154,585	
5		60	0	60	25	0,0026	0,3	181,154	
6		60	0	60	30	0,0026	0,27	195,646	
7		60	0	60	35	0,0026	0,33	278,977	
8		60	0	60	40	0,0026	0,43	415,446	
9		60	0	60	45	0,0026	0,53	576,069	
10		60	0	60	50	0,0026	0,56	676,308	
11		60	0	60	55	0,0026	0,61	810,362	
12		60	0	60	60	0,0026	0,79	1144,89	
13		60	0	60	65	0,0026	0,81	1271,7	
14		60	0	60	70	0,0026	0,89	1504,78	
15		60	0	60	75	0,0026	0,82	1485,46	
16		60	0	60	80	0,0026	0,84	1623,14	
17		60	0	60	85	0,0026	0,81	1662,99	
18		60	0	60	90	0,0026	0,76	1652,12	
19		60	0	60	95	0,0026	0,71	1629,18	
1		XIV	65	0	65	5	0,0025	2,91	365,496
2			65	0	65	10	0,0025	1,16	291,392
3			65	0	65	15	0,0025	0,45	169,56
4	65		0	65	20	0,0025	0,48	241,152	
5	65		0	65	25	0,0025	0,45	282,6	
6	65		0	65	30	0,0025	0,31	233,616	
7	65		0	65	35	0,0025	0,41	360,472	
8	65		0	65	40	0,0025	0,48	482,304	
9	65		0	65	45	0,0025	0,57	644,328	
10	65		0	65	50	0,0025	0,7	879,2	
11	65		0	65	55	0,0025	0,76	1050,02	
12	65		0	65	60	0,0025	0,8	1205,76	
13	65		0	65	65	0,0025	0,86	1404,21	
14	65		0	65	70	0,0025	0,89	1564,98	
15	65		0	65	75	0,0025	0,73	1375,32	
16	65		0	65	80	0,0025	0,78	1567,49	
17	65		0	65	85	0,0025	0,76	1622,75	

Kelanjutan media pasir dengan obyek batu bara

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
18	XIV	65	0	65	90	0,0025	0,73	1650,38
19		65	0	65	95	0,0025	0,75	1789,8
1	XV	70	0	70	5	0,0025	2,45	307,72
2		70	0	70	10	0,0025	1,36	341,632
3		70	0	70	15	0,0025	0,95	357,96
4		70	0	70	20	0,0025	0,93	467,232
5		70	0	70	25	0,0025	0,96	602,88
6		70	0	70	30	0,0025	0,76	572,736
7		70	0	70	35	0,0025	0,58	509,936
8		70	0	70	40	0,0025	0,4	401,92
9		70	0	70	45	0,0025	0,56	633,024
10		70	0	70	50	0,0025	0,63	791,28
11		70	0	70	55	0,0025	0,68	939,488
12		70	0	70	60	0,0025	0,74	1115,33
13		70	0	70	65	0,0025	0,77	1257,26
14		70	0	70	70	0,0025	0,78	1371,55
15		70	0	70	75	0,0025	0,81	1526,04
16		70	0	70	80	0,0025	0,76	1527,3
17		70	0	70	85	0,0025	0,78	1665,46
18		70	0	70	90	0,0025	0,63	1424,3
19		70	0	70	95	0,0025	0,27	644,328
1	XVI	75	0	75	5	0,0027	1,11	129,089
2		75	0	75	10	0,0027	0,93	216,311
3		75	0	75	15	0,0027	0,85	296,556
4		75	0	75	20	0,0027	0,61	283,763
5		75	0	75	25	0,0027	0,53	308,185
6		75	0	75	30	0,0027	0,32	223,289
7		75	0	75	35	0,0027	0,51	415,178
8		75	0	75	40	0,0027	0,61	567,526
9		75	0	75	45	0,0027	0,65	680,333
10		75	0	75	50	0,0027	0,74	860,593
11		75	0	75	55	0,0027	0,78	997,822
12		75	0	75	60	0,0027	0,85	1186,22

Kelanjutan media pasir dengan obyek batu bara

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
13	XVI	75	0	75	65	0,0027	0,89	1345,55
14		75	0	75	70	0,0027	0,93	1514,18
15		75	0	75	75	0,0027	0,86	1500,22
16		75	0	75	80	0,0027	0,78	1451,38
17		75	0	75	85	0,0027	0,59	1166,45
18		75	0	75	90	0,0027	0,49	1025,73
19		75	0	75	95	0,0027	0,45	994,333
1	XVII	80	0	80	5	0,0023	2,2	300,348
2		80	0	80	10	0,0023	0,8	218,435
3		80	0	80	15	0,0023	0,52	212,974
4		80	0	80	20	0,0023	0,45	245,739
5		80	0	80	25	0,0023	0,43	293,522
6		80	0	80	30	0,0023	0,33	270,313
7		80	0	80	35	0,0023	0,38	363,148
8		80	0	80	40	0,0023	0,46	502,4
9		80	0	80	45	0,0023	0,53	651,209
10		80	0	80	50	0,0023	0,48	655,304
11		80	0	80	55	0,0023	0,55	825,957
12		80	0	80	60	0,0023	0,68	1114,02
13		80	0	80	65	0,0023	0,71	1260,1
14		80	0	80	70	0,0023	0,74	1414,37
15		80	0	80	75	0,0023	0,78	1597,3
16		80	0	80	80	0,0023	0,75	1638,26
17		80	0	80	85	0,0023	0,68	1578,19
18		80	0	80	90	0,0023	0,64	1572,73
19		80	0	80	95	0,0023	0,62	1608,23
1	XVIII	85	0	85	5	0,0025	3,09	388,104
2		85	0	85	10	0,0025	1,18	296,416
3		85	0	85	15	0,0025	0,94	354,192
4		85	0	85	20	0,0025	0,83	416,992
5		85	0	85	25	0,0025	0,86	540,08
6		85	0	85	30	0,0025	0,79	595,344
7		85	0	85	35	0,0025	0,59	518,728

Kelanjutan media pasir dengan obyek batu bara

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
8	XVIII	85	0	85	40	0,0025	0,66	663,168
9		85	0	85	45	0,0025	0,47	531,288
10		85	0	85	50	0,0025	0,41	514,96
11		85	0	85	55	0,0025	0,66	911,856
12		85	0	85	60	0,0025	0,63	949,536
13		85	0	85	65	0,0025	0,68	1110,3
14		85	0	85	70	0,0025	0,7	1230,88
15		85	0	85	75	0,0025	0,72	1356,48
16		85	0	85	80	0,0025	0,68	1366,53
17		85	0	85	85	0,0025	0,64	1366,53
18		85	0	85	90	0,0025	0,63	1424,3
19		85	0	85	95	0,0025	0,61	1455,7
1	XIX	90	0	90	5	0,0025	2,51	315,256
2		90	0	90	10	0,0025	1,24	311,488
3		90	0	90	15	0,0025	0,53	199,704
4		90	0	90	20	0,0025	0,27	135,648
5		90	0	90	25	0,0025	0,33	207,24
6		90	0	90	30	0,0025	0,29	218,544
7		90	0	90	35	0,0025	0,3	263,76
8		90	0	90	40	0,0025	0,37	371,776
9		90	0	90	45	0,0025	0,45	508,68
10		90	0	90	50	0,0025	0,38	477,28
11		90	0	90	55	0,0025	0,48	663,168
12		90	0	90	60	0,0025	0,52	783,744
13		90	0	90	65	0,0025	0,55	898,04
14		90	0	90	70	0,0025	0,58	1019,87
15		90	0	90	75	0,0025	0,71	1337,64
16		90	0	90	80	0,0025	0,73	1467,01
17		90	0	90	85	0,0025	0,68	1451,94
18		90	0	90	90	0,0025	0,65	1469,52
19		90	0	90	95	0,0025	0,63	1503,43
1	XX	95	0	95	5	0,0023	2,4	327,652
2		95	0	95	10	0,0023	1,04	283,965

Kelanjutan media pasir dengan obyek batu bara

No	Pengukuran	C1		P1		I (A)	V (Volt)	ρ (Ωm)
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)			
3	XX	95	0	95	15	0,0023	0,97	397,278
4		95	0	95	20	0,0023	0,77	420,487
5		95	0	95	25	0,0023	0,59	402,739
6		95	0	95	30	0,0023	0,69	565,2
7		95	0	95	35	0,0023	0,51	487,383
8		95	0	95	40	0,0023	0,49	535,165
9		95	0	95	45	0,0023	0,48	589,774
10		95	0	95	50	0,0023	0,51	696,261
11		95	0	95	55	0,0023	0,57	855,991
12		95	0	95	60	0,0023	0,63	1032,1
13		95	0	95	65	0,0023	0,66	1171,36
14		95	0	95	70	0,0023	0,65	1242,35
15		95	0	95	75	0,0023	0,68	1392,52
16		95	0	95	80	0,0023	0,67	1463,51
17		95	0	95	85	0,0023	0,7	1624,61
18		95	0	95	90	0,0023	0,68	1671,03
19		95	0	95	95	0,0023	0,63	1634,17



SURAT KETERANGAN SELESAI PERBAIKAN SKRIPSI

Kami selaku Tim Penguji Tugas Akhir/Skripsi dari mahasiswa yang tersebut di bawah ini:

Nama : Reni Lia Jain
Nomor Induk Mahasiswa : 031810201061
Jurusan : Fisika
Semester : IX
Tanggal Ujian : 22 Oktober 2007
Judul Tugas akhir : Studi Eksplorasi Lapisan Batu Bara Dengan Menggunakan Metode Geolistrik 3D Konfigurasi Pole-pole

Menerangkan dengan sebenarnya bahwa mahasiswa yang bersangkutan betul-betul telah melaksanakan perbaikan Tugas Akhir/Skripsi sebelum berakhirnya batas waktu yang telah diterapkan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui
Tim Penguji Skripsi

Jember, 5 November 2007
Ketua

(Nurul Priyantari, S.Si., M.Si)
NIP 132 162 506

Jember, 5 November 2007
Sekretaris

(Agus Suprianto, S.Si., M.T)
NIP 132 162 507

Jember, 5 November 2007
Penguji I

(Sutisna, S.Pd., M.Si)
NIP 132 257 929

Jember, 5 November 2007
Penguji II

(Drs. Sujito, Ph.D)
NIP 131 759 172

