



UNIVERSITAS INDONESIA

**DETEKSI ALIRAN AIR BAWAH TANAH
MENGUNAKAN METODE SELF POTENSIAL
DI DAERAH AGROWISATA CILANGKAP JAKARTA TIMUR**

SKRIPSI

**MUSFIRA
0706196664**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM SARJANA EKSTENSI**

**DEPOK
JUNI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**DETEKSI ALIRAN AIR BAWAH TANAH
MENGUNAKAN METODE SELF POTENSIAL
DI DAERAH AGROWISATA CILANGKAP JAKARTA TIMUR**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

**MUSFIRA
0706196664**

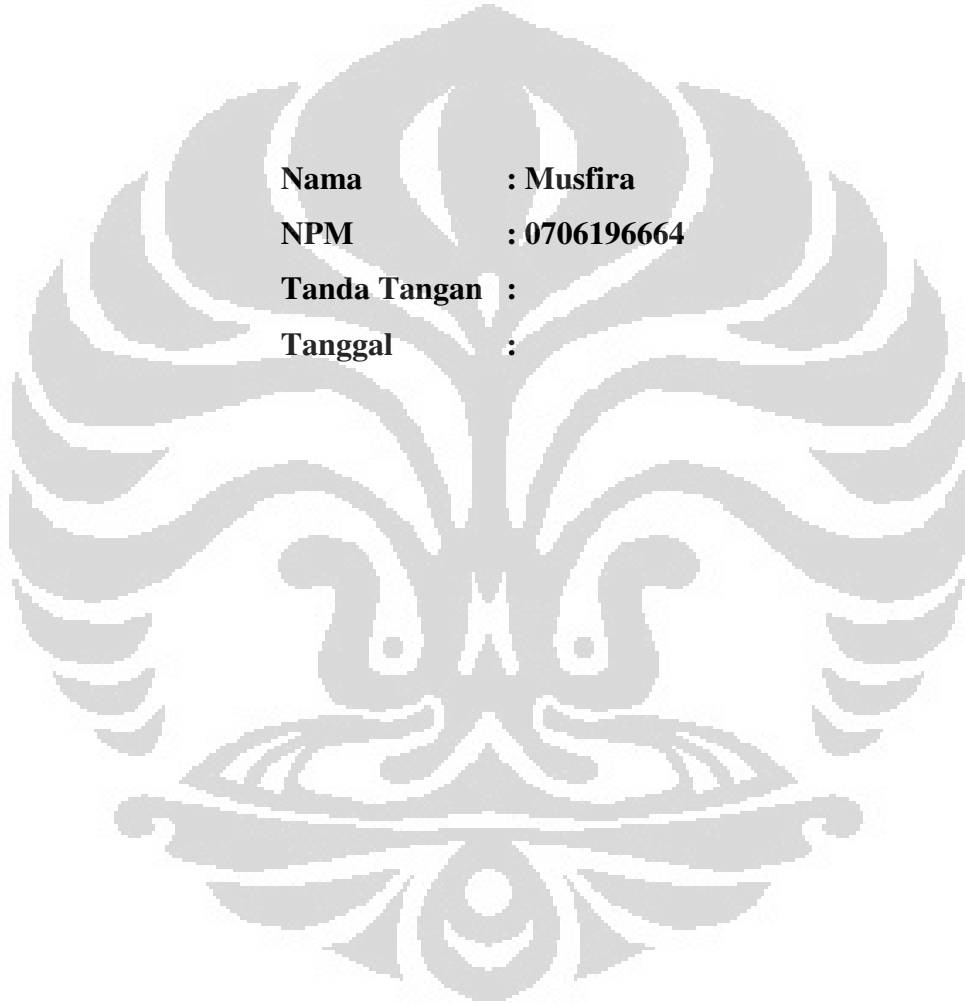
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI FISIKA
KEKHUSUSAN INSTRUMEN**

**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 : Musfira
NPM : 0706196664
Tanda Tangan :
Tanggal :



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Musfira
NPM : 0706196664
Program Studi : Ekstensi Instrumen
Judul Skripsi : Deteksi ALiran Air Bawah Tanah Menggunakan Metode
Self Potensial
di Daerah Agrowisata, Cilangkap, Jakarta Timur

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

DEWAN PENGUJI

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

Penguji I : Dr. Eng Supriyanto, MSc (.....)

Penguji II : Dr. Abdul Haris (.....)

Ditetapkan di :

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat serta pertolongan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Allah Nabi Muhammd SAW beserta keluarga dan sahabat. yang telah melindungi dan membimbing jalan hidup penulis dalam menjalani kehidupan sehari-hari.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Syamsu Rosid selaku pembimbing, yang begitu sabar memberikan dorongan, bimbingan materi tugas akhir serta saran dan masukan yang sangat berarti bagi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Santoso Soekirno selaku Ketua Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Eng. Yunus Daud selaku Ketua program peminatan Geofisika
4. Bapak Dr. Eng Supriyanto M.Sc. selaku penguji I.
5. Bapak Dr. Abdul Haris selaku penguji II dan Sekretaris Fakultas Departemen Fisika yang telah terlibat dalam mekanisme kedinasan antara Dinas Dikmenti Dengan Universitas Indonesia.
6. Bapak Drs.Ratnyono Msi. Selaku Wakil Kepala Dinas Dikmenti yang telah memberikan izin melanjutkan kuliah di Universitas Indonesia.
7. Bapak dan Ibu staf pengajar di jurusan Fisika yang telah banyak memberikan ilmu selama penulis kuliah di Fisika MIPA Universitas Indonesia.
8. Mas Riski, Mbak Heni dan Mbak Ratna yang telah banyak membantu dalam urusan administrasi.
9. Mas Abdul Razak Hardiana yang telah membantu penulis dalam proses pengambilan data di lapangan serta bimbingan dan semangat kepada penulis.
10. Mas Lendry dan Surya (Fis. 05) serta Mbak Heni (Fis. 06) yang telah memberikan masukannya.

11. Rekan-rekan team eksplorasi geofosika : Ibu Susy R, Ibu Alimah, Ibu Setyo, Ibu Ulul, Pak Prabowo.
12. Teman – Teman Ekstensi Angkatan 2007 dinas Dikmenti.
13. Seluruh rekan-rekan guru di SMA Negeri 64 Jakarta yang telah memberikan dorongan dan semangatnya.
14. Ibu, adik-adik, serta anak-anakku tercinta Nia dan Miftah yang telah memberikan do'a, perhatian dan pengertiannya semenjak kuliah sampai menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata semoga Allah SWT membalas semua kebaikan Bapak, Ibu dan Rekan-rekan sekalian. Amin.

Depok, Juni 2010

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Musfira
NPM : 0706196664
Program Studi : Intrumen
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

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

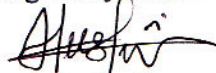
**DETEKSI ALIRAN AIR BAWAH TANAH
MENGUNAKAN METODE SELF POTENSIAL
DI DAERAH AGROWISATA CILANGKAP JAKARTA TIMUR**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, 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 : Kampus Baru UI Depok

Pada Tanggal :

Yang menyatakan


(Musfira)

ABSTRAK

Nama : Musfira
Program Studi : Ekstensi Instrumen
Judul : Deteksi Aliran Air Bawah Tanah Menggunakan Metode Self Potensial di Daerah Agrowisata Cilangkap, Jakarta Timur.

Bumi secara alami telah menyediakan sumber daya alam yang berlimpah untuk kesejahteraan manusia, baik yang dapat diperbaharui maupun yang tidak dapat diperbaharui. Di dalam bumi sangat banyak kandungan sumber daya alam yang diperlukan oleh manusia seperti mineral, migas, geothermal, air tanah dan sebagainya. Ketersediaan air bersih merupakan hal yang penting dan vital bagi kehidupan manusia. Pemanfaatan air sangat luas bagi kehidupan manusia, baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun untuk kebutuhan pertanian. Sumber air yang digunakan biasanya air tanah (*ground water*) dan air yang disediakan oleh perusahaan air minum. Air tanah merupakan salah satu air yang mudah didapatkan dan relatif murah, tetapi tidak semua daerah mudah mendapatkan air tanah karena kurangnya informasi dimana dan pada kedalaman berapa potensi air tanah tersebut berada. Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kandungan air tanah di suatu daerah adalah metode geolistrik. Metode geolistrik yang penulis gunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah metode self potensial dengan judul Deteksi air bawah tanah menggunakan metode self potensial di daerah Agrowisata Cilangkap Jakarta Timur. Semoga informasi dari penelitian ini bermanfaat untuk pengelola Agrowisata dan masyarakat disekitarnya

Kata kunci: Agrowisata, Air bersih, Geolistrik, Self Potensial

ABSTRACT

Name : Musfira
Study Program : Extension of Instrument
Title : Underground Water Flow Detection Method using Self Potential in East Jakarta, Cilangkap Agrotourism

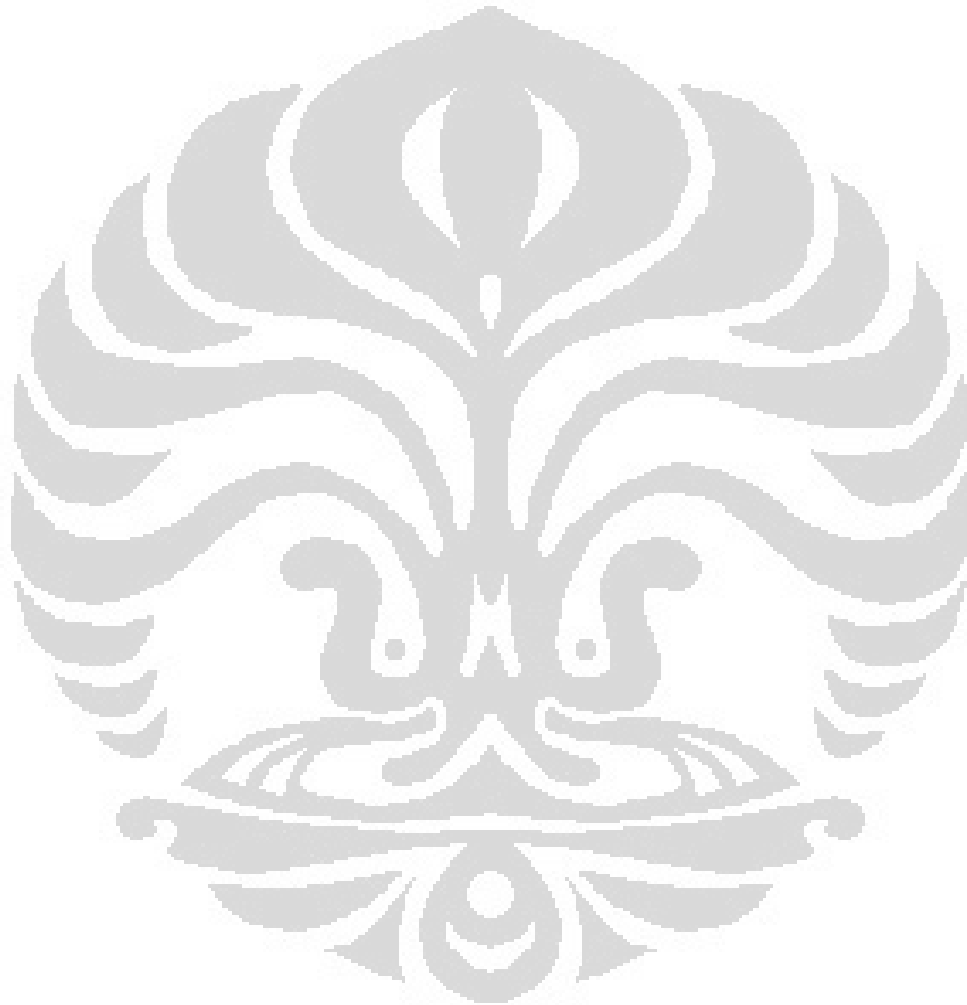
Earth naturally has provided an abundance of natural resources for human welfare, both renewable and non renewable. Inside the womb of the earth so many natural resources that are needed by humans, such as minerals, oil and gas, geothermal, groundwater, and so forth. The availability of clean water is essential and vital for human life. Extensive water use for human life, both for household and agricultural needs. Sources of water used is usually the ground water (ground water) and water provided by water companies. Ground water is one of the easily available water and relatively cheap, but not all areas easy to obtain ground water due to lack of information on where and at what depth of soil water potential is located. One method used to determine soil moisture content in one region is geoelectric method. Geoelectrical methods that writers use to complete this final project is a potential method of self with the title of underground water detection using self-potential method in the area of East Jakarta Agro Cilangkap. Hopefully the information from this study is useful for managers Agro and surrounding communities.

Keywords: Agrotourism, Clean Water, Geoelectric, Self Potential

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	
Halaman Judul	
Halaman Pernyataan Orisinalitas	i
Lembar Pengesahan	ii
Halaman Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah untuk Kepentingan Akademis	vi
Abstrak	vii
Abstract	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Waktu Penelitian	3
1.4. Pembatasan Masalah	3
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II TEORI DASAR	6
2.1 Metode Self Potensial	6
2.2 Konsep Air Bawah Tanah	13
2.2.1 Air Tanah	13
2.2.2 Akuifer	14
2.2.3 Struktur Geologi	17
2.3 Permeabilitas dan Porositas	18
2.4 Pencemaran Lingkungan	20
BAB III AKUISISI DATA	22
3.1 Waktu Penelitian	22
3.2 Perlengkapan Survei	22
3.3 Mekanisme Survei	24
3.4 Kendala yang dihadapi dalam proses pengukuran	25
BAB IV PENGOLAHAN DATA	26
4.1 Pengolahan Data Self Potensial	26
4.1.1 Data Geologi	26
4.1.2 Data Elevasi Sumur	28
4.1.3 Data Elevasi Elektroda	29
4.2 Interpretasi Data Self Potensial	30

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
Daftar Acuan	33
Lampiran	34

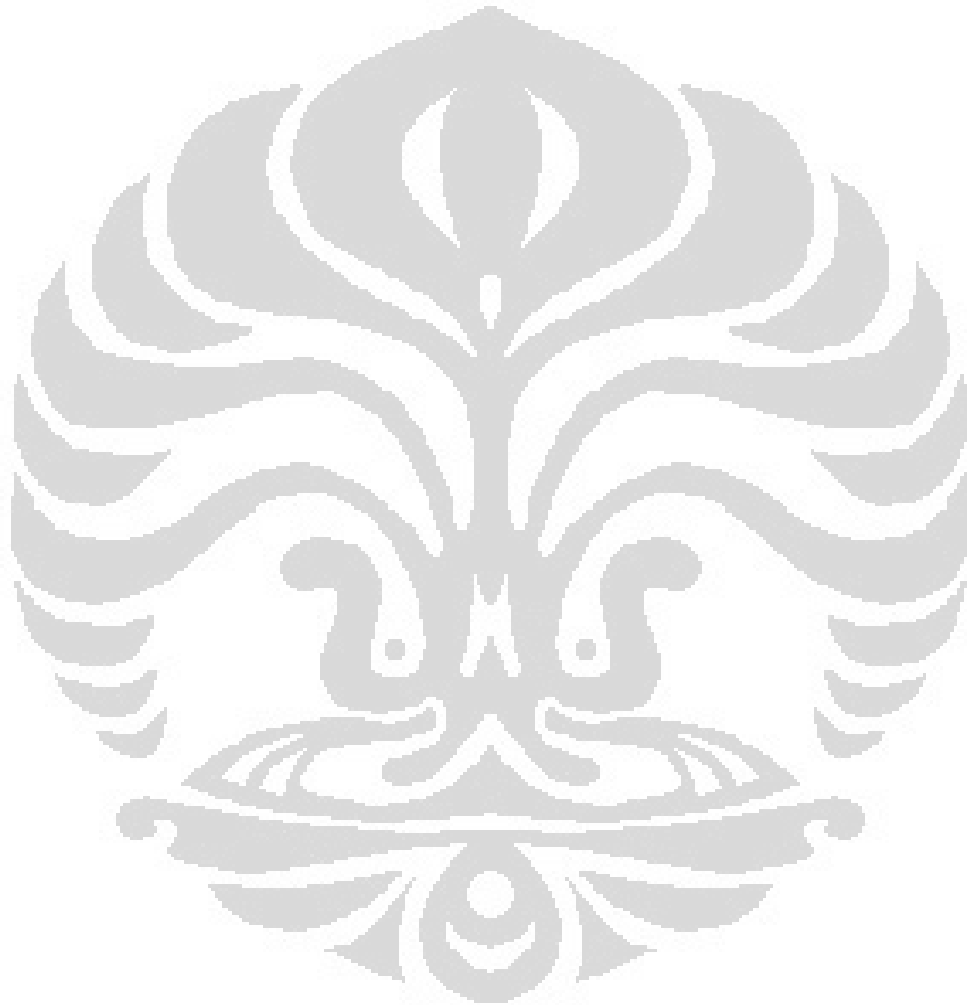


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Penelitian Agrowisata Cilangkap Jakarta Timur	2
Gambar 1.2	Diagram alir proses penelitian yang dilakukan penulis	4
Gambar 2.1	Teknik Fixed Base	12
Gambar 2.2	Teknik leap-frog	12
Gambar 2.3	Akuifer Bebas atau Akuifer Tidak Tertekan	15
Gambar 2.4	Akuifer Tertekan	15
Gambar 2.5	Akuifer Bocor	16
Gambar 2.6	Akuifer Melayang	16
Gambar 2.7	Diagram Penampang Memperlihatkan Akuifer-Akuifer confine dan unconfine, sistem artesis dan permukaan piezometrik	17
Gambar 2.8	Danau yang ditutupi Eceng Gondok	20
Gambar 3.1	Elektroda	23
Gambar 3.2	Instrumen Digital Multichannel Resistivitymeter	23
Gambar 4.1	Peta Geologi Lokasi Penelitian	27
Gambar 4.2	Elevasi Watertable	28
Gambar 4.3	Elevasi terhadap Panjang Lintasan	29
Gambar 4.4	Elevasi elektroda sepanjang lintasan kabel pengukuran	30
Gambar 4.5	Resistivitas batuan di agrowisata Cilangkap Jakarta Timur	31

DAFTAR TABEL

Tabel	2.1 Porositas Batuan	19
Tabel	4.1 Nilai resistivitas untuk beberapa jenis batuan	27



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

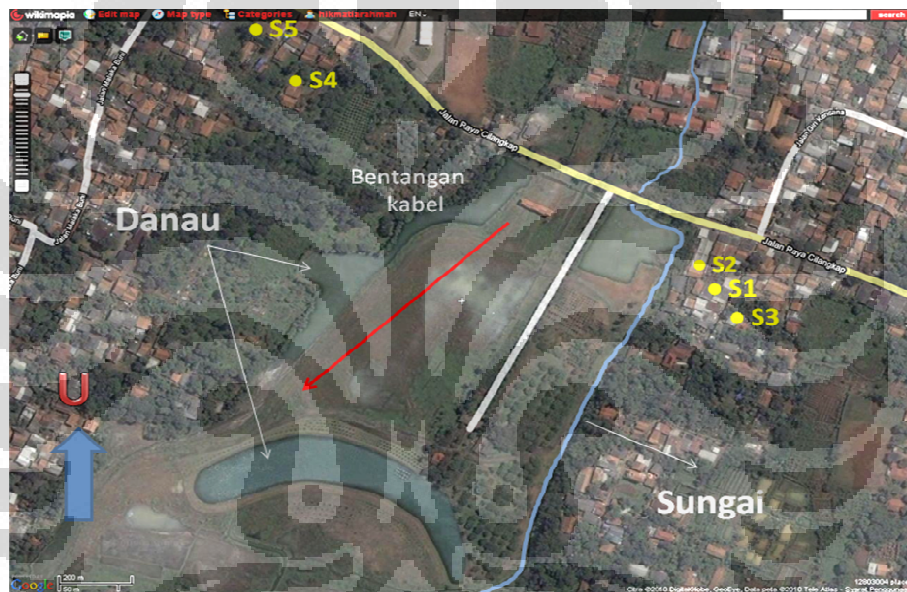
Kebutuhan air bersih dewasa ini menjadi begitu meningkat karena konsumsi air bersih terus bertambah dengan semakin banyaknya jumlah penduduk dan berkembangnya industri. Adapun air bersih semakin sulit ditemui disebabkan bertambahnya pencemaran lingkungan yang mengurangi kualitas air di permukaan bumi. Sumber air di alam pun kini tidak lagi mudah ditemukan dengan maraknya penebangan pohon dan berkurangnya daerah resapan seperti rawa yang ditimbun dan beralih fungsi menjadi perumahan.

Untuk mengatasi kendala akan kebutuhan air bersih, perlu mengoptimalkan pemanfaatan sumber-sumber air bersih. Salah satu sumber air bersih di alam ini terdapat di dalam tanah atau yang disebut sebagai air tanah. Keberadaan air tanah yang tersimpan di bawah permukaan bumi menyebabkan perlu adanya usaha pencarian untuk mendapatkannya dan mengelola pemanfaatannya dengan baik.

Dalam menemukan lokasi yang tepat untuk membuat dan menganalisa potensi sumur air tanah, penelitian dan penyelidikan yang baik terhadap kondisi hidrologis daerah tersebut perlu dilakukan. Metode geofisika menjadi salah satu metode yang tepat dalam menunjang penelitian ini selain untuk tujuan lain. Salah satu dari metode geofisika yang digunakan untuk mengetahui pola aliran air bawah permukaan dan pencemaran air tanah adalah metode self potensial.

Metode ini mengukur potensial alam antara dua titik di permukaan bumi sehingga dapat memberikan informasi aliran air bawah permukaan yang bisa dimanfaatkan sebagai rekomendasi dalam pemanfaatan air tanah di daerah penelitian.

Lokasi yang disurvei adalah hamparan tanah datar yang berfungsi sebagai Agrowisata Dinas Pertanian dan Kehutanan Jakarta Timur dengan luas sekitar 195.000 m². Di sebelah Selatan daerah penelitian ini terdapat danau yang airnya tidak pernah kering walaupun musim kemarau. Lima meter sebelah Barat terdapat pula danau yang ditutupi oleh eceng gondok. Sebelah Utara adalah Jalan Raya dan sebelah Timur daerah penelitian adalah tanaman buah-buahan dan bunga yang ada di agrowisata. Agrowisata Cilangkap, Jakarta Timur terletak di jalan Cilangkap seperti tampak pada gambar 1.1 di bawah ini.



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian Agrowisata Cilangkap Jakarta Timur

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui pola dan arah aliran air bawah permukaan.
- b. Mengetahui kemungkinan terjadinya penyebaran polusi air tanah bila terjadi pencemaran air tanah oleh limbah-limbah pabrik ataupun limbah rumah tangga.

1.3 Waktu penelitian

Penelitian dilakukan di daerah Agrowisata Cilangkap Jakarta Timur pada hari:

- a. Sabtu, 3 Oktober 2009.
- b. Kamis, 8 Oktober 2009.

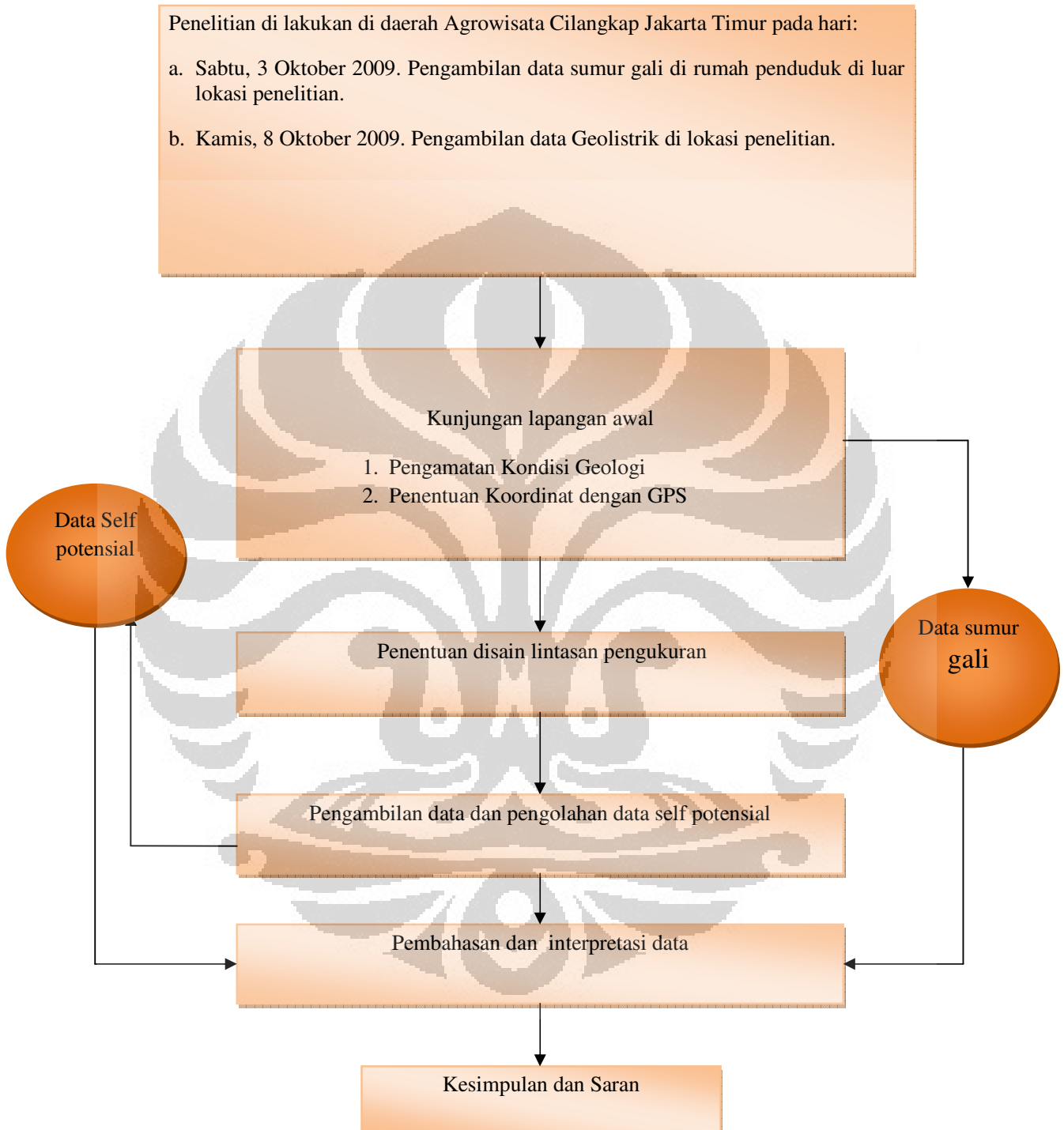
1.4 Pembatasan masalah

Penulis membatasi lingkup penelitian pada teknik pengambilan data geolistrik di lapangan, kemudian data diolah dengan menggunakan program Microsoft Excel sehingga akan diperoleh grafik listrik potensial yang menunjukkan pola persebaran nilai potensial diri atau nilai self potensial.

1.5 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Agrowisata Cilangkap Jakarta Timur. Data yang digunakan merupakan hasil pengukuran langsung di lapangan. Sebelum melakukan pengambilan data, terlebih dahulu dipelajari keadaan geologi dari daerah Agrowisata Cilangkap Jakarta Timur dengan membaca peta geologi ataupun langsung ke daerah penelitian. Setelah itu memetakan daerah yang akan diteliti dengan *GPS*, kemudian menentukan titik-titik pengukuran dan perancangan survei metode geofisika Self-Potential. Pada metode self potensial lintasan pengukuran sama dengan lintasan pengukuran metode Wenner-Schlumberger dan Dipole-Dipole dengan jarak antar elektroda 5,5 meter dan jarak bentangan 250 meter serta menggunakan 40 batang elektroda. Pengukuran dengan menggunakan metode Self-Potential untuk mengetahui aliran fluida bawah permukaan dan kemungkinan terjadinya pencemaran air tanah.

Alur Penelitian



Gambar 1.2 Diagram alir proses penelitian yang dilakukan penulis

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tulisan ini adalah :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan latar belakang masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TEORI DASAR

Menjelaskan tentang prinsip-prinsip metode geolistrik, pengukuran potensial pada batuan, konfigurasi self potensial serta konsep air bawah tanah dan pencemaran air tanah .

BAB III : AKUISISI DATA

Pada bab ini akan di jelaskan kondisi geologi umum daerah penelitian, penentuan lintasan pengukuran, instrumentasi pengukuran, proses akuisisi data, serta kendala yang dihadapi dalam proses pengukuran.

BAB IV : PENGOLAHAN DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini data yang diperoleh melalui akuisisi di lapangan oleh penulis akan diolah dengan menggunakan surfur 8 kemudian data tersebut akan dianalisa dan diinterpretasi.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN.

Menjelaskan tentang kesimpulan hasil penelitian serta rekomendasi yang dapat diberikan penulis dari hasil penelitian.

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Metode Self Potensial

Geolistrik merupakan salah satu metode ilmu geofisika yang mempelajari atau mengamati fenomena kelistrikan batuan. Dalam survei geolistrik ada tiga metode yang dapat digunakan, yaitu:

1. Metode resistivitas
2. Metode induksi polarisasi
3. Metode self potensial

Ketiga metode ini sama-sama memanfaatkan fenomena kelistrikan bumi yang berupa arus, potensial, dan resistensi listrik pada batuan.

Tujuan utama dari metode Self Potensial adalah untuk mengetahui keadaan geologi bawah permukaan dengan mengukur potensial. Perbedaan potensial berbagai batuan ini menghasilkan resistivitas yang mewakili perbedaan karakteristik tiap lapisan batuan tersebut. Besarnya potensial diukur tanpa mengalirkan arus listrik dan memperlakukan lapisan batuan sebagai media potensial alami. Metode ini juga dapat digunakan untuk mengetahui adanya air tanah, konstruksi lapisan tanah daerah tertentu dan untuk eksplorasi mineral.

Salah satu metode geolistrik yang akan dibahas adalah metode Self Potensial (SP). Metode Self-Potensial adalah salah satu metode geofisika yang mengukur potensial alam antara dua titik di permukaan bumi. Metode ini bersifat pasif, karena pengukurannya dilakukan tanpa menginjeksikan arus listrik lewat permukaan tanah. Perbedaan potensial alami tanah diukur melalui dua titik di permukaan tanah. Beda potensial yang dapat diukur berkisar antara beberapa milivolt (mV) hingga 1 volt. Keunggulan metode

Self-Potensial dibandingkan metode-metode lain yaitu kesederhanaannya, biaya yang relatif murah, pekerjaannya yang cepat dan tidak mengganggu kondisi bawah permukaan karena tidak menginjeksikan arus. Saat ini metode self-potential sudah banyak diaplikasikan dalam penelitian di bidang lingkungan seperti pencemaran lingkungan di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) sampah.

Dalam tugas akhir ini, metode self potensial diaplikasikan dalam pengukuran sebaran air tanah bawah permukaan di daerah Agrowisata Cilangkap Jakarta Timur. Self potensial adalah potensial spontan yang ada di permukaan bumi yang diakibatkan oleh adanya proses mekanis ataupun oleh proses elektrokimia yang dikontrol oleh air tanah,

Besarnya potensial yang ditimbulkan dipengaruhi oleh sifat listrik batuan. Aliran arus listrik di dalam batuan dan mineral dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu :

1. Konduksi secara elektronik.

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron-elektron bebas tersebut. Aliran listrik ini dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Nilai resistivitas suatu bahan yang semakin besar akan semakin sulit menghantarkan arus listrik. Resistivitas memiliki pengertian yang berbeda dengan resistansi (hambatan), resistansi tidak hanya bergantung pada bahan tetapi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut.

2. Konduksi secara elektrolitik.

Sebagian besar batuan merupakan konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang sangat tinggi. Batuan biasanya memiliki pori-pori yang terisi oleh fluida, terutama air. Konduktivitas dan resistivitas

Universitas Indonesia

batuan porous bergantung pada volume dan susunan pori-porinya. Konduktivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan bertambah banyak, dan sebaliknya resistivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan berkurang karena pori-porinya berisi udara.

3. Konduksi secara dielektrik.

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik, artinya batuan atau mineral tersebut mempunyai elektron bebas sedikit, atau tidak sama sekali. Elektron dalam batuan berpindah dan berkumpul terpisah dalam inti karena adanya pengaruh medan listrik dari luar sehingga terjadi polarisasi. Peristiwa ini tergantung pada konduksi dielektrik batuan yang bersangkutan. Berikut ini adalah jenis-jenis potensial diri yang mungkin terjadi di alam. Proses mekanis akan menghasilkan potensial elektrokinetik sedangkan proses kimia akan menimbulkan potensial elektrokimia dan potensial mineralisasi.

Potensial elektrokinetik (*electrofiltration* atau *streaming potential* atau *electromechanical potential*) yang bernilai kurang dari 10 mV dibentuk sebagai akibat adanya larutan elektrolit yang mengalir melalui medium yang berpori atau kapiler. Potensial Elektrokinetik dirumuskan dalam bentuk (Reynolds, 1997)

$$V_k = \frac{\epsilon \mu C_E \delta P}{4 \pi \eta} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana : ϵ = konstanta dielektrik
 μ = resistivitas elektrolit
 η = viskositas dinamis elektrolit
 δP = beda tekanan
 C_E = koefisien kopling elektrofiltrasi

Beda Potensial elektrokinetik yang terjadi karena adanya proses mekanis menimbulkan arus listrik konvektif per satuan luas, i_{konv} , dalam pori-pori yang dirumuskan dalam bentuk

$$i_{konv} = \frac{\zeta \epsilon_r \epsilon_0}{\eta} \nabla P \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana : ζ adalah potensial antara layer + and (yaitu solid and liquid phases),
 ϵ_r adalah konstanta dielektrik relatif cairan (liquid)
 ϵ_0 adalah konstanta dielektrik ruang hampa, η adalah viscosity dari fluida ($ML^{-1}T^{-1}$),
 ∇P adalah gradien perbedaan tekanan ($ML^{-1}T^{-2}$).

Sebagai konsekuensi dari arus listrik konveksi, gradien potensial listrik (streaming potential) dibangkitkan sepanjang lintasan aliran. Gradien potensial ini akan menyebabkan terjadinya arus aliran balik melalui cairan secara konduksi. Arus konduksi per satuan luas, i_{kond} , yang berlawanan arah dengan arah arus konveksi yang dinyatakan dalam bentuk hukum Ohm:

$$i_{kond} = -\sigma \nabla P \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana: σ_w adalah konduktiviti dari fluida ($T^2 M^{-3} L^{-1}$), dan
 ∇V gradien potensial elektrokinetik (mV) normal.

Keberadaan arus internal dan eksternal pada suatu medium menjadikan arus total adalah jumlah dari arus konveksi dan arus konduksi,
 $i_{tot} = i_{konv} + i_{kond}$. Untuk kondisi setimbang produksi arus konveksi aliran fluida diimbangi oleh arus balik konduksi $i_{kond} = -i_{konv}$ sehingga arus total sama dengan nol. Hasil kombinasi persamaan (2.2) dan (2.3) adalah

hubungan proporsional antara ∇V dan ∇P yang diketahui sebagai persamaan Helmholtz-Smoluchousky

$$\nabla V = \frac{\epsilon_r \epsilon_o \zeta}{\eta \sigma} \nabla P = C_s \nabla P \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana : C_s adalah koefisien streaming potensial.

Jika konsentrasi elektrolit dalam tanah bervariasi secara lokal maka perbedaan potensial akan muncul sebagai akibat perbedaan mobilitas anion dan kation dalam larutan yang konsentrasinya berbeda. Potensial ini disebut potensial difusi (*liquid junction atau diffusion potential*). Potensial ini dirumuskan dalam bentuk

$$V_d = \frac{RT (I_a - I_c)}{Fn (I_a + I_c)} \ln \frac{C_1}{C_2} \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana : R = konstanta gas ($8.31 \text{ J}^\circ/\text{C}$)
 F = konstanta Faraday ($9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$)
 T = suhu mutlak (K)
 n = valensi
 I_a dan I_c = mobilitas anion dan kation
 C_1 dan C_2 = konsentrasi larutan 1 dan 2

Potensial Nernst (shale) terjadi ketika muncul perbedaan potensial antara 2 logam identik yang dicelupkan dalam larutan yang homogen dan konsentrasi larutan masing-masing elektroda berbeda.

Potensial ini dirumuskan dalam bentuk

$$V_s = \frac{RT}{Fn} \ln \frac{C_1}{C_2} \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana :

- R= konstanta gas ($8.31 \text{ J/}^\circ\text{C}$)
- F = konstanta Faraday ($9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$)
- T = suhu mutlak (K)
- n= valensi
- I_a dan I_c = mobilitas anion dan kation
- C_1 dan C_2 = konsentrasi larutan 1 dan 2

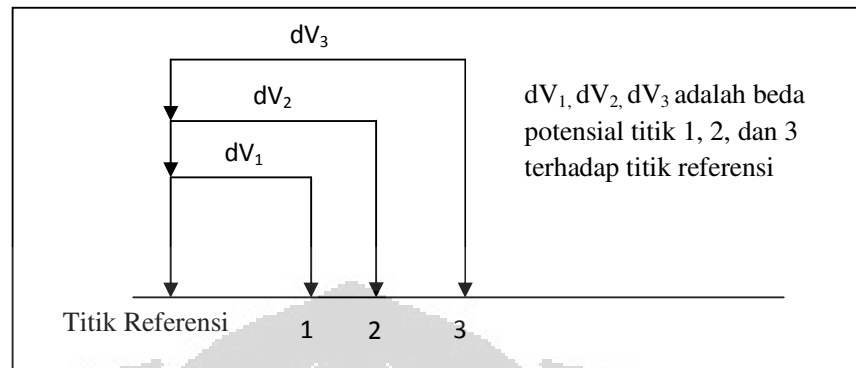
Kombinasi antara potensial difusi dan potensial Nernst disebut potensial elektrokimia

Potensial mineralisasi biasanya bernilai kurang dari 100 mV. Prinsip dasar dari metode potensial diri adalah pengukuran tegangan statis alam (*Static Natural Voltage*) pada permukaan tanah. Orang yang pertama kali memanfaatkan metode ini adalah untuk menentukan daerah yang mengandung mineral logam. Setelah keberhasilan metode ini kemudian banyak orang untuk mencari mineral-mineral logam yang berhubungan dengan mineral-mineral sulfida, grafit, magnetit. Berawal dari inilah maka banyak pakar geofisika berusaha untuk mengungkap mekanisme dari fenomena potensial mineralisasi.

Teknik pengukuran pada survey SP ada dua macam, yaitu:

1. Teknik basis tetap (*fixed base*)

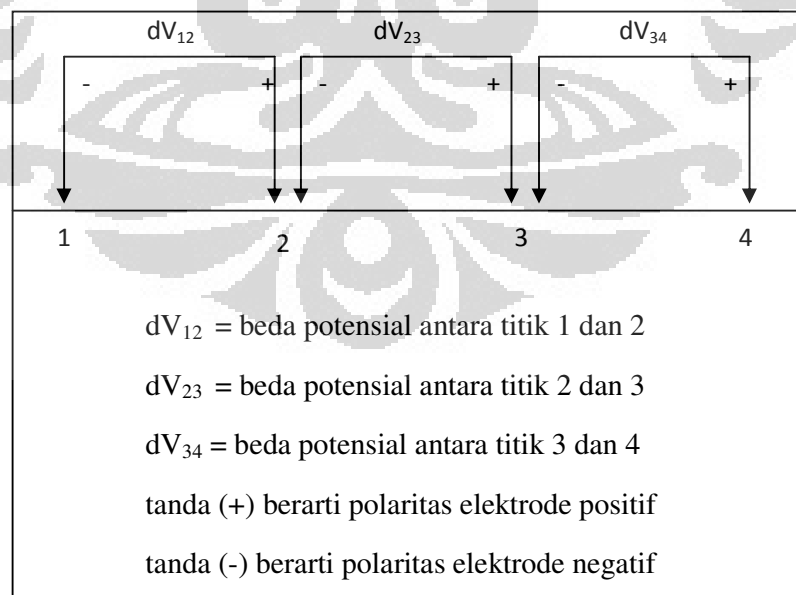
Pada teknik ini salah satu elektroda (*porous pot*) dibuat tetap berada pada satu titik yang disebut titik referensi, sementara elektroda yang lain dipindah-pindah untuk setiap pengukuran. Pemilihan titik referensi sebisa mungkin letaknya jauh dari manifestasi yang kita ingin selidiki agar tidak terlalu terpengaruh oleh manifestasi tersebut. Daerah titik referensi sering disebut "*undisturbed area*". Beda potensial yang terukur merupakan beda potensial antara elektroda yang berpindah dengan elektroda tetap (titik referensi).



Gambar 2.1 Teknik fixed base (Sutanto, 2003)

2. Teknik lompatan katak (*leap-frog*)

Pada teknik ini kedua elektroda dipindah-pindah dalam setiap pengukuran. Polaritas dari masing-masing elektroda harus dijaga agar tidak berubah sehingga tidak menimbulkan bias. Elektroda yang terhubung dengan probe positif pada pengukuran pertama harus terhubung dengan probe negatif pada pengukuran kedua, begitu seterusnya. Potensial yang terukur merupakan potensial antara dua elektroda yang berpindah pada setiap pengukuran.



Gambar 2.2 Teknik leap-frog (Sutanto, 2003)

2.2 Konsep Air Bawah Tanah

2.2.1 Air Tanah

Air tanah didefinisikan sebagai semua air yang terdapat dalam ruang batuan dasar atau aliran yang secara alami mengalir ke permukaan tanah melalui pancaran atau rembesan. Deposit glasial pasir dan kerikil, dan deposit delta pasir merupakan sumber-sumber air yang sangat baik (Linsley 1996).

Air tanah berasal dari bermacam sumber. Air tanah yang berasal dari peresapan air permukaan disebut air meteorik (*meteoric water*). Aktivitas magma di dalam bumi dapat membentuk air tanah, karena adanya unsur hydrogen dan oksigen yang menyusun magma. Air tanah yang berasal dari aktivitas magma disebut dengan air juvenil. Air meteorik merupakan sumber air tanah yang terbesar.

Berdasarkan material penyusunnya, air tanah dibedakan menjadi 2, yaitu :

1. Material lepas (*unconsolidated materials*).
2. Material kompak (*consolidated materials*).

Berdasarkan daerah pembentukannya terdapat air tanah pada material lepas yang dibedakan menjadi 4 wilayah, yaitu :

1. Daerah aliran air.

Daerah aliran air terdiri dari aluvial yang terletak di kanan kiri sungai yang mengalir. Potensi air tanah cukup besar apabila muka air sungainya lebih tinggi dari muka air tanah.

2. Daerah lembah mati.

Potensial air tanah di daerah ini cukup besar, tetapi suplai air yang diterima tidak sebesar daerah aliran air.

3. Daerah daratan.

Daerah ini adalah dataran yang luas dengan endapan yang belum mengeras misalnya pasir, kerikil.

4. Daerah lembah antar gunung

Lembah yang dikelilingi oleh pegunungan biasanya terdiri dari material lepas yang jumlahnya sangat besar, material ini berasal dari pegunungan sekitarnya berupa pasir kerikil.

Dataran antar gunung yang dibatasi oleh kaki-kaki gunung api, terbentuk kondisi air tanah tertekan, terutama yang terletak tidak jauh dari bagian kaki gunung api. Luasnya penyebaran litologi yang diperkirakan sebagai akuifer merupakan lapisan batuan yang sangat penting dalam penyerapan air tanah (Linsley, 1996).

Litologi atau penyusupan batuan di lapisan akuifer yang penting di Indonesia adalah :

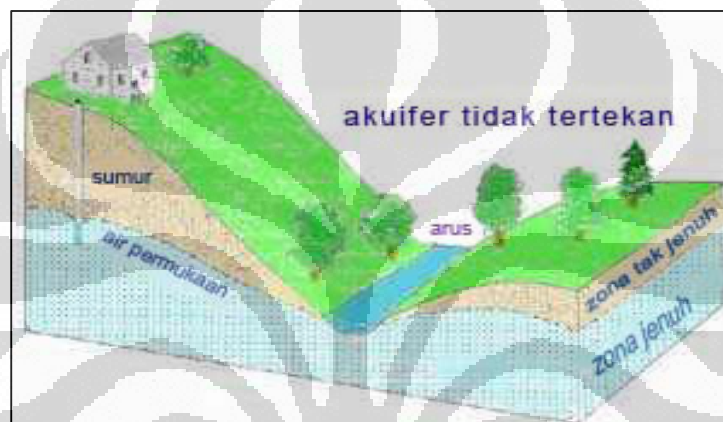
1. *Endapan aluvial* : merupakan endapan hasil rombakan dari batuan yang telah ada. Air tanah pada endapan ini mengisi ruang antar butir. Endapan ini tersebar di daerah dataran.
2. *Endapan Vulkanik muda* : merupakan endapan hasil kegiatan gunung api, yang terdiri dari batuan-batuan lepas maupun padu. Air tanah pada endapan ini menempati baik ruang antar butir pada material lepas maupun mengisi rekah- rekah atau rongga batuan padu. Endapan ini tersebar disekitar wilayah gunung api.
3. *Batu Gamping* : merupakan endapan laut yang mengandung karbonat, yang karena proses geologis diangkat ke permukaan. Air tanah di sini mengisi rekahan rongga, maupun saluran hasil pelarutan. Endapan ini tersebar di tempat-tempat yang dahulu berwujud lautan karena proses geologis, fisik dan kimia, dan di beberapa daerah sebaran endapan batuan ini membentuk suatu morfologi khas yang disebut karst (Linsley, 1996).

2.2.2 Akuifer

Berdasarkan litologinya, akuifer dapat dibedakan menjadi 4 macam, yaitu :

1. Akuifer bebas atau akuifer tidak tertekan (*Unconfined Aquifer*).

Akuifer bebas atau akuifer tidak tertekan adalah air tanah dalam akuifer tertutup lapisan kedap air (*impermeable*), dan merupakan akuifer yang mempunyai muka air tanah. Akuifer bebas adalah akuifer jenuh air. Lapisan pembatasnya merupakan akuitar pada bagian bawah dan batas di lapisan atas berupa muka air tanah. Permukaan air tanah di sumur dan air tanah bebas adalah permukaan air bebas. Permukaan air tanah bebas adalah batas antara zone yang jenuh dengan air dan zone yang tak jenuh dengan air.



Gambar 2.3 Akuifer bebas atau akuifer tidak tertekan (Kodoatie, 1996)

2. Akuifer tertekan (*Confined Aquifer*).

Akuifer tertekan adalah suatu akuifer dimana air tanah terletak di bawah lapisan kedap air (*impermeable*), dan mempunyai tekanan lebih besar daripada tekanan atmosfer dan tidak ada air yang mengalir pada lapisan pembatasnya.

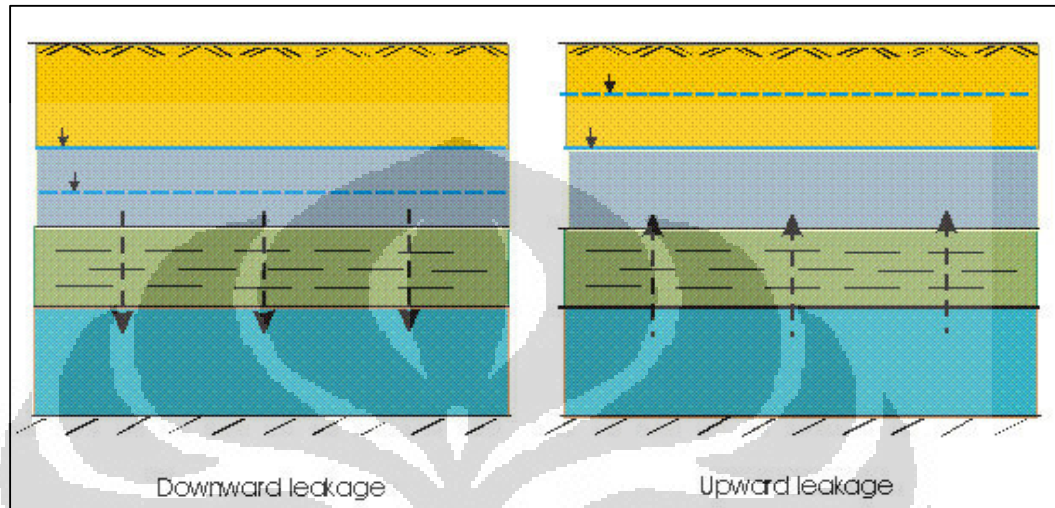


Gambar 2.4 Akuifer tertekan (Kodoatie, 1996)

Universitas Indonesia

3. Akuifer bocor (*Leakage Aquifer*)

Akuifer bocor didefinisikan sebagai akuifer air tanah yang terkekang di bawah lapisan setengah kedap air sehingga akuifer di sini terletak antara akuifer bebas dan akuifer terkekang.



Gambar 2.5 Akuifer Bocor (Kodoatie, 1996)

4. Akuifer melayang (*Perched Aquifer*).

Akuifer melayang adalah akuifer yang terbentuk di atas lapisan kedap air (*impermeable*). Akuifer melayang tidak dapat dijadikan sebagai usaha pengembangan air tanah, karena mempunyai variasi permukaan air dan volume yang besar.

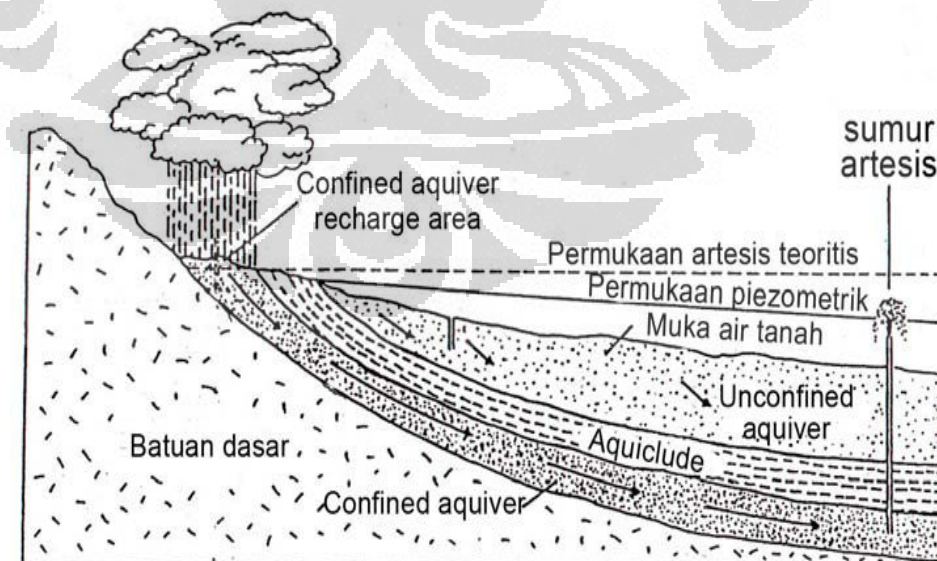


Gambar 2.6 Akuifer melayang (Kodoatie, 1996)

2.2.3 Struktur Geologi

Struktur geologi berpengaruh terhadap arah gerakan air tanah, tipe dan potensi akuifer. Stratigrafi yang tersusun atas beberapa lapisan batuan akan berpengaruh terhadap akuifer, kedalaman dan ketebalan akuifer, serta kedudukan air tanah. Jenis dan umur batuan berpengaruh terhadap daya hantar listrik, dan dapat menentukan kualitas air tanah.

Pada mulanya air memasuki akuifer melewati daerah tangkapan yang berada lebih tinggi daripada daerah buangan. Daerah tangkapan biasanya terletak di gunung atau pegunungan dan daerah buangan terletak di daerah pantai. Air tersebut kemudian mengalir kebawah karena pengaruh gaya gravitasi melalui pori-pori akuifer. Air yang berada dibagian bawah akuifer mendapat tekanan yang besar oleh berat air diatasnya, tekanan ini tidak dapat hilang atau berpindah karena akuifer terisolasi oleh akuiklud diatas dan dibawahnya, yaitu lapisan yang *impermeable* dengan konduktivitas hidrolis sangat kecil sehingga tidak memungkinkan air melewatinya. Jika sumur dibor hingga *confined aquifer*, maka air akan memancar ke atas melawan gaya gravitasi bahkan hingga mencapai permukaan tanah. Sumur yang airnya memancar keatas karena tekanannya sendiri disebut sumur artesis.



Gambar 2.7 Diagram penampang memperlihatkan akuifer-akuifer *confine* dan *unconfine*, sistem artesis dan permukaan *piezometrik* (Kodoatie, 1996)

2.3 Permeabilitas dan Porositas

Keadaan material bawah tanah sangat mempengaruhi aliran dan jumlah air tanah. Jumlah air tanah yang dapat disimpan dalam batuan dasar, sedimen dan tanah sangat bergantung pada permeabilitas. Permeabilitas merupakan kemampuan batuan atau tanah untuk melewatkan atau meloloskan air. Air tanah mengalir melewati rongga-rongga yang kecil, semakin kecil rongganya semakin lambat alirannya. Jika rongganya sangat kecil, akan mengakibatkan molekul air akan tetap tinggal. Kejadian semacam ini terjadi pada lempung. Porositas sangat berpengaruh pada aliran dan jumlah air tanah. Porositas adalah jumlah atau persentase pori atau rongga dalam total volume batuan atau sedimen. Porositas dapat dibagi menjadi dua yaitu porositas primer dan porositas sekunder. Porositas primer adalah porositas yang ada sewaktu bahan tersebut terbentuk sedangkan porositas sekunder di hasilkan oleh retakan-retakan dan alur yang teratur. Pori-pori merupakan ciri batuan sedimen klastik dan bahan butiran lainnya. Pori berukuran kapiler dan membawa air yang disebut air pori. Aliran melalui pori adalah laminar.

Porositas merupakan angka tidak berdimensi yang diwujudkan dalam bentuk %. Porositas untuk tanah normal berkisar antara 25 % sampai 75 %, sedangkan untuk batuan yang terkonsolidasi berkisar antara 0 sampai 10 %. Material dengan diameter kecil mempunyai porositas besar, hal ini dapat dilihat dari diameter butiran material dengan besarnya porositas untuk jenis tanah di bawah ini :

1. Kerikil : porositas berkisar antara 25 – 40 %.
2. Pasir : porositas berkisar antara 25 – 50 %.
3. Lanau : porositas berkisar antara 35 – 50 %.
4. Lempung : porositas berkisar antara 40 – 75 %.

Tabel 2.1 Porositas pada batuan (Kodoatie, 1996)

No.	Batuan	Porositas (%)
1.	Tanah	50 – 60
2.	Lempung	45 – 55
3.	Lumpur	40 – 50
4.	Pasir kasar	35 – 40
5.	Pasir sedang	30 – 40
6.	Pasir halus dan sedang	30 – 35
7.	Kerikil	30 – 40
8.	Kerikil dan batu pasir	20 – 35
9.	Batu pasir	10 – 20
10	Shale	1 – 10
11	Batu gamping	1 – 10

Tanah berbutir halus mempunyai porositas yang lebih besar dibandingkan dengan tanah berbutir kasar. Porositas pada material seragam lebih besar dibandingkan material beragam. Lempung mempunyai kerapatan porositas yang tinggi sehingga tidak dapat meloloskan air, batuan yang mempunyai porositas antara 5 - 20 % adalah batuan yang dapat meloloskan air dan air yang melewatinya dapat ditampung.

Air bergerak di dalam tanah secara horizontal dan vertikal. Pergerakan air secara horizontal disebut juga pergerakan air lateral. Pergerakan air vertikal dapat berupa pergerakan air ke bawah yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi melalui infiltrasi dan perkolasi serta pergerakan air ke atas melalui gerak kapilaritas air tanah yang dipengaruhi oleh porositas tanah dan temperatur tanah. Air tanah yang berada di bawah zona perakaran tanaman akan mengalir menuju zona perakaran tanaman disebabkan oleh kemampuan kapiler (*capillary rise*) yang dimiliki oleh tanah. Menurut Buckman (1982), air akan bergerak dari tanah yang lembab menuju tanah yang lebih kering. Pada tanah lembab jumlah persentase airnya lebih tinggi, gardien tegangannya lebih besar dan lebih cepat perpindahannya,

faktor penentu arah dan laju gerak air bawah tanah ini penting diketahui dalam menentukan pemodelan aliran air bawah tanah.

2.4. Pencemaran Lingkungan

Berdasarkan lingkungan yang mengalami pencemaran, secara garis besar pencemaran lingkungan dapat dikelompokkan menjadi pencemaran air, tanah dan udara. Dalam penelitian ini, penulis hanya mendeteksi pencemaran air. Pada tata kehidupan manusia, air banyak memegang peranan penting antara lain untuk minum, memasak, mencuci dan mandi. Disamping itu air juga banyak diperlukan untuk mengairi sawah, ladang, industry, dan masih banyak lagi. Tindakan manusia dalam pemenuhan kegiatan sehari-hari, secara tidak sengaja telah menambah jumlah bahan anorganik pada perairan dan mencemari air. Misalnya pembuangan detergen dapat berakibat buruk terhadap organisme yang ada di perairan. Pemupukan tanah persawahan atau ladang dengan pupuk organik, kemudian masuk ke perairan akan menyebabkan pertumbuhan tumbuhan air yang tidak terkendali yang disebut *eutrofikasi* atau *blooming*. Beberapa jenis tumbuhan seperti alga, paku air, dan enceng gondok akan tumbuh subur dan menutupi permukaan perairan sehingga cahaya matahari tidak menembus sampai dasar perairan, akibatnya, tumbuhan yang ada di bawah permukaan tidak dapat berfotosintesis sehingga kadar oksigen yang terlarut di dalam air menjadi berkurang.

Seperti yang terjadi dilokasi penelitian, di daerah Agrowisata Cilangkap Jakarta Timur, danau yang ditutupi enceng gondok seperti tampak pada Gambar 2.8

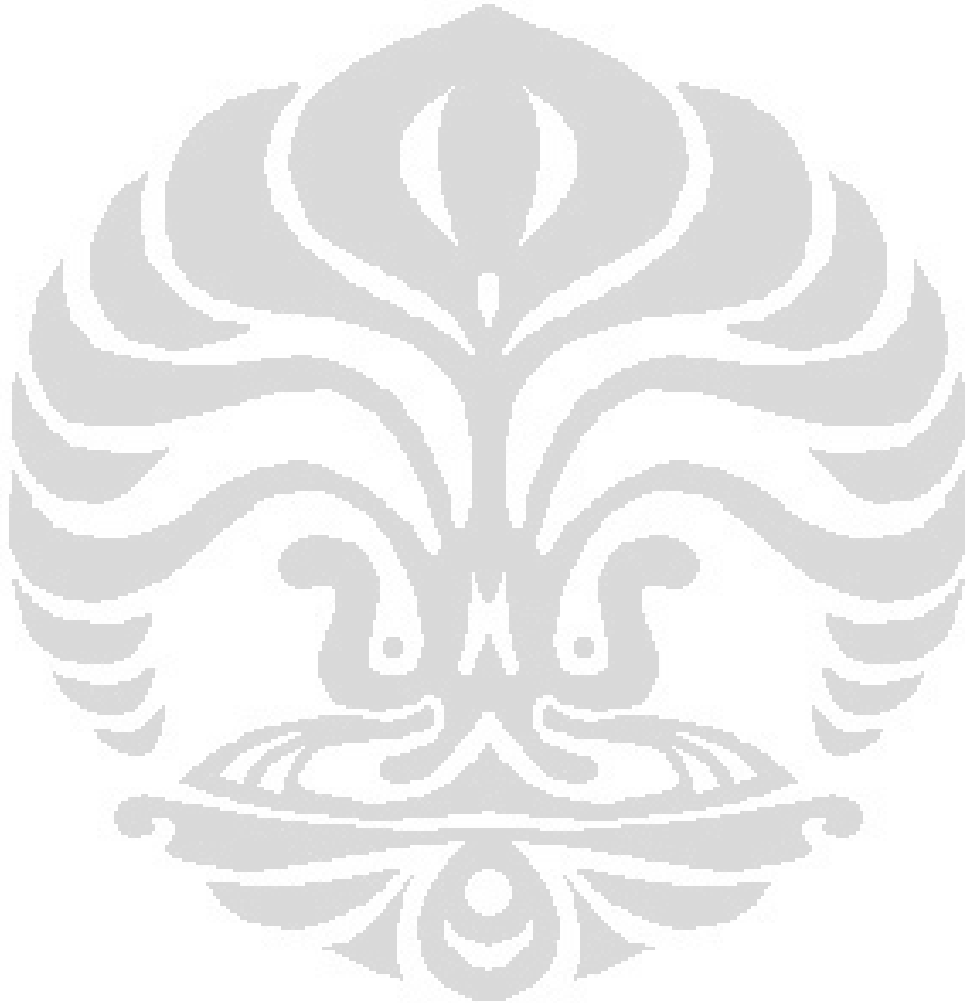


Enceng gondok

Gambar 2.8 Danau yang ditutupi enceng gondok

Universitas Indonesia

Permukaan danau yang ditutupi enceng gondok mengidentifikasi bahwa di daerah ini telah terjadi pencemaran air yang disebabkan pupuk organik yang digunakan pada tanaman di sekitar danau dan sebagian pupuk organik ini masuk ke dalam air danau.



BAB III

AKUISISI DATA

3.1 Waktu Penelitian

Survei geofisika dilakukan untuk mengetahui pola dan arah aliran air bawah permukaan dan mengetahui kemungkinan terjadinya penyebaran polusi air tanah bila terjadi pencemaran air tanah oleh limbah-limbah pabrik ataupun limbah rumah tangga di wilayah Agrowisata Cilangkap Jakarta Timur pada hari :

- a. Sabtu, 3 Oktober 2009. Pengambilan data sumur gali di rumah penduduk disekitar lokasi penelitian sebanyak 8 sumur.
- b. Kamis, 8 Oktober 2009. Pengambilan data menggunakan Resistiviti Multimeter Digital dengan menggunakan metode Self Potensial

3.2 Perlengkapan Survei

Labolatorium Geofisika Eksplorasi (LGE) UI sudah memiliki alat ukur Resistiviti Multimeter Digital dan software sebagai pendukung pengolahan dan interpretasi data yang dapat digunakan untuk penelitian. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Global Positioning Sistem (GPS)

GPS ini digunakan untuk pemetaan lokasi penelitian dan pengukuran elevasi pada setiap titik elektroda yang ditanamkan kedalam tanah.

2. Kabel

Kabel ini berfungsi untuk menghubungkan Resistiviti Multimeter Digital dengan elektroda maupun menghubungkan antar elektroda. Dalam penelitian ini, kami menggunakan kabel yang dilengkapi dengan elektroda sebanyak lima rol, dalam satu rol panjangnya 50 meter. Sehingga keseluruhan panjang kabel yang dibentangkan menjadi 250 meter tapi

yang terpakai 214,5 meter karena dalam penelitian ini kami hanya menggunakan 40 batang elektroda.

3. Palu / martil

Digunakan untuk membenamkan elektroda ke dalam tanah.

4. Elektroda

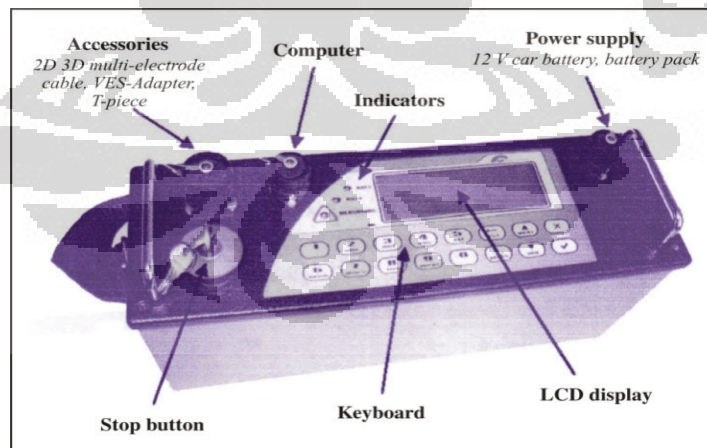
Elektroda yang digunakan adalah elektroda yang terbuat dari batang baja (stainless steel 12 inch) sepanjang 50 cm yang akan dihubungkan dengan kabel konektor dan Resistivity Multimeter Digital.



Gambar 3.1 Elektroda dari stainless steel sepanjang 50 cm

5. Digital Multichannel Resistivitymeter

Digital Multichannel Resistivitymeter digunakan untuk mengukur beda potensial antar elektroda yang menjadi data penting dalam penelitian ini



Gambar 3.2 Instrumen Digital Multichannel Resistivitymeter

Adapun spesifikasi dari Digital Multichannel Resistivitymeter merk ARES ini adalah sebagai berikut:

1. Transmitter
 - Power up to 300 W (ARES-G4), up to 200 W (ARES-G-3)
 - Current Up to 2.0 A (ARES-G4), up to 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 ± 5 V
 - Mains frequency filtering 50 or 60 Hz
 - Precision 0.1%
3. Memory
 - 16Mbit, up to 100 files, 70000 readings
4. Interface
 - RS232 or USB
5. Power Supply
 - 12 V car battery or attachable battery pack
6. Connector for PC, battery and universal one for all measuring Accessories
7. Dimensions 13x17x39 cm
8. Weight 3.5 Kg

3.3 Mekanisme Survei

Sebelum pengambilan data hal yang terpenting dilakukan adalah melakukan kunjungan lapangan. Kunjungan lapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi geologi dan fisiografis dari daerah yang akan diteliti. Selanjutnya menentukan posisi yang memungkinkan untuk dilakukan pengukuran. Sehingga dapat ditentukan desain survei yang tepat untuk daerah penelitian.

6. Penelitian dilakukan di lokasi Dinas Pertanian dan Kehutanan Agrowisata Cilangkap Jakarta Timur. Berdasarkan pertimbangan waktu dan lokasi penelitian, maka diputuskan untuk mengambil satu lintasan dengan arah lintasan Utara-Selatan. Setelah kabel yang dilengkapi elektroda dibentangkan sepanjang 250 meter, semua (40 batang) elektroda yang ada pada kabel diikat dengan 40 elektroda yang dibenamkan ke dalam tanah menggunakan karet gelang, kemudian alat Digital Multichannel Resistivitymeter dihidupkan lalu memilih metode Self Potensial yang telah tersedia pada alat tersebut dan mulai dilakukan pengambilan data. Data yang dibaca serta disimpan secara otomatis oleh Digital Multichannel Resistivitymeter adalah besarnya beda potensial antara elektroda yang dibenamkan ke dalam tanah sebanyak 40 titik elektroda dengan jarak 5,5 meter antara satu elektroda dengan elektroda yang lain. Seterusnya data dipindahkan dari ke dalam Digital Multichannel Resistivitymeter program microsoft excel dengan melengkapi data elevasi tiap titik elektroda yang sudah diukur dengan menggunakan GPS, sehingga memudahkan dalam pengolahan data. Pengambilan data menggunakan teknik basis tetap (*fixed base*) dengan 40 batang elektroda maka panjang lintasan penelitian 214,5 meter saja (data terlampir).

3.4 Kendala yang dihadapi dalam proses pengukuran

Lokasi penelitian ini adalah tempat umum yang biasa digunakan untuk tempat rekreasi masyarakat sekitar maka banyak warga masyarakat yang melewati lintasan kabel yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB IV

PENGOLAHAN DAN INTERPRETASI DATA

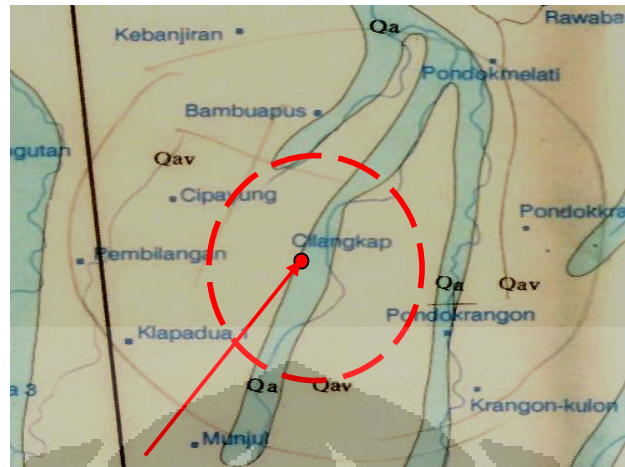
4.1 Pengolahan Data Self-Potensial

Proses pengolahan data dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap sebagai berikut :

1. Menghitung beda potensial antara titik pengukuran terhadap titik referensi dengan cara mencari kumulatif hasil pengukuran tiap titik dengan teknik basis tetap (*fixed base*) ditambah dengan beda potensial antara titik pertama pada lintasan pengukuran dengan titik referensi.
2. Membuat grafik dari data Self-Potential setelah mengakumulasikan data SP yang didapat berguna untuk merekonstruksi pola aliran fluida di daerah penelitian dan sebagai acuan untuk membuat model hidrogeologi daerah penelitian.

4.1.1 Data Geologi

Selain data Self Potensial, peta geologi bisa dijadikan data pendukung. Peta geologi regional ini dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung tahun 1992, Lembar Jakarta dan Tangerang dengan skala 1 : 100.000. Data Geologi menyatakan secara umum daerah Cilangkap ditutupi oleh lapisan aluvium atau *Alluvial* (Qa) dengan ketebalan 0 sampai 5 meter. Lapisan Aluvium terdiri dari lempung, lanau, pasir, kerikil, kerakal dan bongkah sehingga wilayah ini berpotensi untuk meresapkan dan menahan air di bawah permukaan tanah. Dengan demikian wilayah ini terhindar dari kekeringan dan batuanannya mempunyai nilai resistivitas seperti tabel resistivitas di bawah ini.



Qa	ALUVIUM ALLUVIAL	: Lempung, lanau, pasir, kerikil, kerakal dan bongkah : Clay, silt, sand, gravel, pebble and boulder
Qav	KIPAS ALUVIUM ALLUVIAL FAN	: Tuf halus berlapis, tuf pasir, berselingan dengan tuf konglomeratan : Bedded fine tuff, sandy tuff, interbedded with conglomeratic tuff

Gambar 4.1 Peta Geologi Lokasi Penelitian

Tabel 4.1 : Nilai resistivitas untuk beberapa jenis batuan

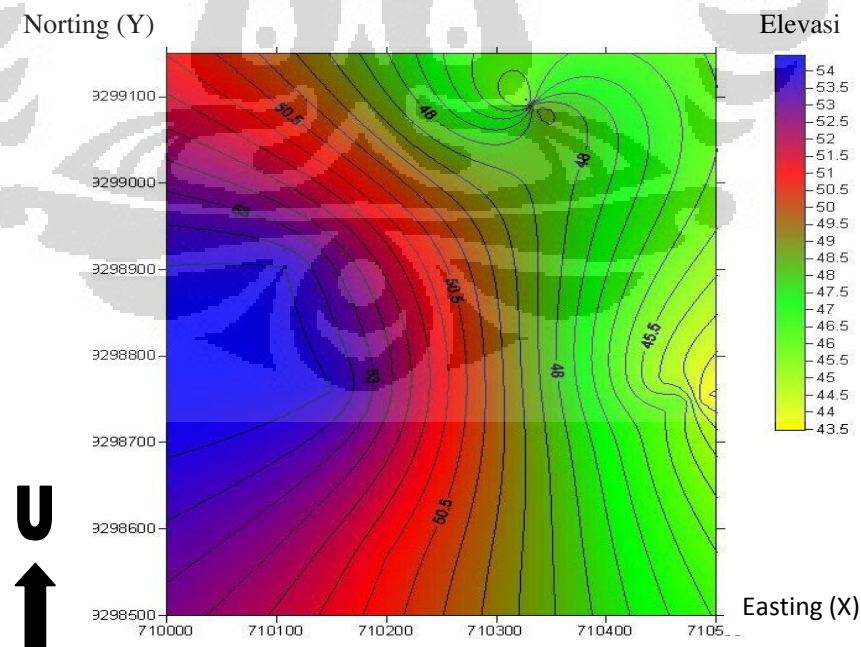
(Telford et al.,1990)

Rock/material type	Resistivity Range (Ohm.m)
Igneous (Batuan Beku)	100-1000000
Sandstone (batu pasir)	100-1000
Sand and Gravel (pasir dan kerikil)	600-10000
Clays (lempung)	1-100
Unconsolidated wet clay	20
Soil (tanah)	1-10
Fresh Water (air segar)	3-100

Tuffs	2×10^4 (kering) - 3×10^4 (basah)
Conglomerates	$2 \times 10^3 - 10^4$
Ground Water (air tanah)	0.5-300

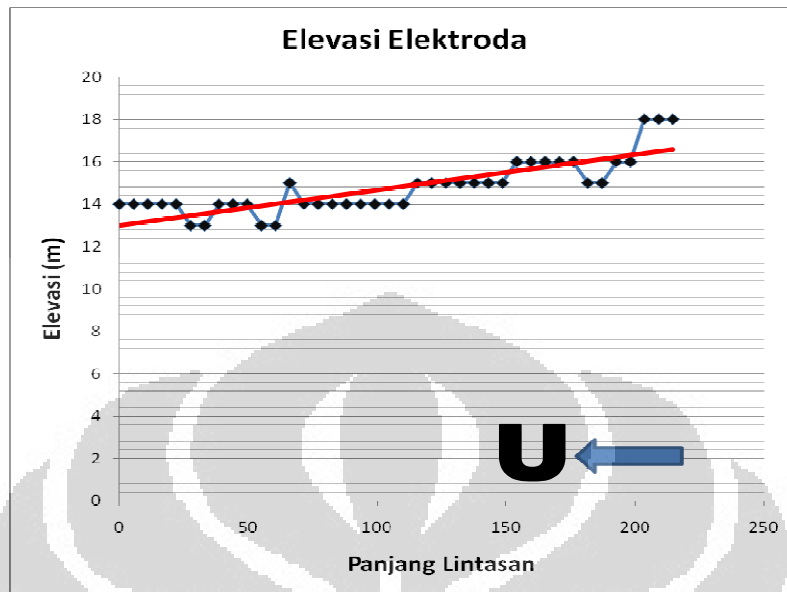
4.1.2 Data Elevasi Sumur

Arah aliran air yang ditunjukkan Gambar 4.2 adalah dari Selatan ke Utara. Gambar 4.2 menunjukkan data elevasi muka air sumur gali (watertable) dari warga di sekitar Agrowisata Cilangkap Jakarta Timur. Sumur yang elevasinya tinggi (warna biru) dan sumur yang elevasinya rendah (warna hijau). Dapat disimpulkan bahwa arah aliran air sumur dari Barat Daya ke arah Timur Laut. Begitu juga dengan sungai kecil yang membentang Utara – Selatan di sebelah Timur lokasi penelitian, arah alirannya dari selatan ke utara. Secara regional arah aliran air bawah tanah mengalir dari Selatan ke Utara. Karena di Utara Jakarta terdapat Laut Jawa yang menjadi muara dari semua aliran sungai di bagian Utara Pulau Jawa.



Gambar 4.2 Elevasi Watertable

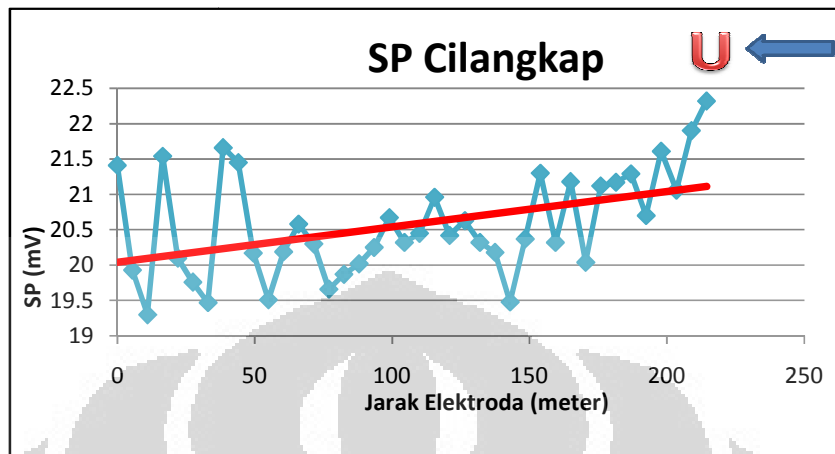
4.1.3 Data Elevasi Elektroda



Gambar 4.3 Grafik Elevasi terhadap Panjang Lintasan

Topografi daerah pengukuran ternyata tidak datar betul. Dari arah Utara ke Selatan mengalami sedikit kenaikan elevasi sebagaimana Nampak pada gambar 4.3. Dari data hasil pengukuran elevasi 40 elektroda sepanjang lintasan kabel yang dibentangkan dari Utara ke Selatan menunjukkan bahwa nilai elevasi yang terukur berbanding lurus dengan jarak titik pengukuran. Semakin jauh dari titik referensi nilai elevasinya semakin tinggi. Hal ini menyebabkan adanya aliran fluida dari daerah yang memiliki elevasi yang lebih tinggi (Selatan) ke daerah yang memiliki elevasi yang lebih rendah (Utara). Aliran fluida karena pengaruh gravitasi ini bisa menimbulkan potensial elektrokinetik. Aliran fluida yang merupakan proses mekanis ini pula yang menyebabkan terjadinya arus listrik konveksi per satuan luas dalam pori-pori batuan yang mengalir dari Selatan ke Utara di sepanjang lintasan pengukuran.

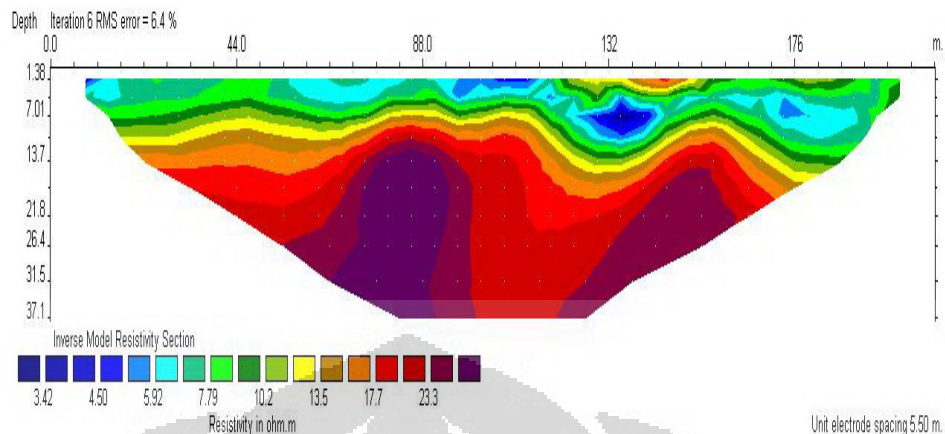
4.2 Interpretasi Data Self Potensial



Gambar 4.4. Elevasi elektroda sepanjang lintasan kabel pengukuran

Data SP pada Gambar 4.4 di atas menunjukkan setidaknya ada dua informasi penting. Pertama, nilai beda potensial yang terukur sepanjang lintasan pengukuran di daerah penelitian hanya berkisar antara 19,3 mV sampai 22,3 mV. Nilai tersebut relatif rendah. Hal ini menunjukkan bahwa daerah pengukuran merupakan daerah non-konduktif dan berarti memiliki sebaran nilai resistivitas yang cukup tinggi. Kedua, dari kurva SP nampak juga bahwa arah aliran air tanah diperkirakan berarah dari Selatan ke Utara.

Nilai konduktivitas batuan yang relatif rendah di sepanjang lintasan pengukuran bisa jadi berkorelasi dengan data geologi daerah ini. Sebagian kecil dijelaskan sebelumnya bahwa geologi batuan daerah ini terdiri dari batuan lempung, lanau, pasir, kerikil, kerakal, bongkah, tuf halus berlapis, tuf pasiran, berselingan dengan tuf konglomeratan yang secara keseluruhan bisa menyebabkan resistivitas batuan di daerah ini menjadi relatif tinggi. Selain itu data hasil penelitian geolistrik dengan metode Wenner Schlumberger yang dilakukan di daerah yang sama juga menunjukkan bahwa daerah tersebut di permukaannya relatif lebih resistif (Alimah 2009)



Gambar 4.5 Resistivitas batuan di Agrowisata Cilangkap Jakarta Timur

Sebaran nilai beda potensial (SP) pada lintasan pengukuran yang terbaca oleh Digital Multichannel Resistivitymeter menunjukkan nilai yang rendah di awal pengukuran di sebelah (Utara) dan nilai yang lebih tinggi di akhir pengukuran di sebelah (Selatan) seperti nampak pada gambar 4.4. Beda potensial ini terjadi karena adanya aliran air bawah permukaan (arus konveksi) yang juga ikut memindahkan ion dan ion ini terakumulasi sehingga potensial di titik itu menjadi lebih besar. Oleh karena itu timbul arus listrik konduksi yang arahnya berlawanan dengan arus konveksi dan dalam kondisi seimbang besarnya sama sehingga beda potensial sebanding atau berbanding lurus dengan tekanan, artinya jika pada titik pengukuran beda potensialnya tinggi (Selatan) maka tekanan hidrostatiknya juga tinggi (Selatan) dan jika pada titik pengukuran yang beda potensialnya rendah (Utara) maka tekanan hidrostatiknya juga rendah (Utara). Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa air bawah permukaan tanah mengalir dari Selatan ke Utara.

Aliran fluida di bawah permukaan berdasarkan data SP ini didukung pula oleh banyak data lainnya. Sebagian telah dijelaskan sebelumnya, arah aliran berdasarkan elevasi watertable, topografi daerah lokal dan arah aliran sungai, semuanya mengindikasikan arah aliran fluida adalah dari Selatan ke Utara.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan pengukuran beda potensial batuan dengan menggunakan metode Self Potensial, serta didukung data geologi dan data sumur dapat disimpulkan bahwa air tanah permukaan di daerah penelitian cenderung bersifat resistif. Aliran air tanah permukaan di sepanjang lintasan pengukuran mengalir dari Selatan ke Utara serta aliran tersebut merupakan aliran *discharge* bagi danau Cilangkap. Dalam skripsi ini pola sebaran aliran air tanah tidak dapat dipetakan secara dua dimensi karena penelitian ini hanya menggunakan satu lintasan.

5.2 SARAN

Untuk mendapatkan gambaran beda potensial batuan yang lebih jelas lagi sebaiknya lintasan pengukuran dilakukan lebih banyak agar data yang diperoleh cukup memberi gambaran yang teliti tentang distribusi aliran air bawah tanah di wilayah Agrowisata Cilangkap Jakarta Timur dan sekitarnya.

DAFTAR REFERENSI

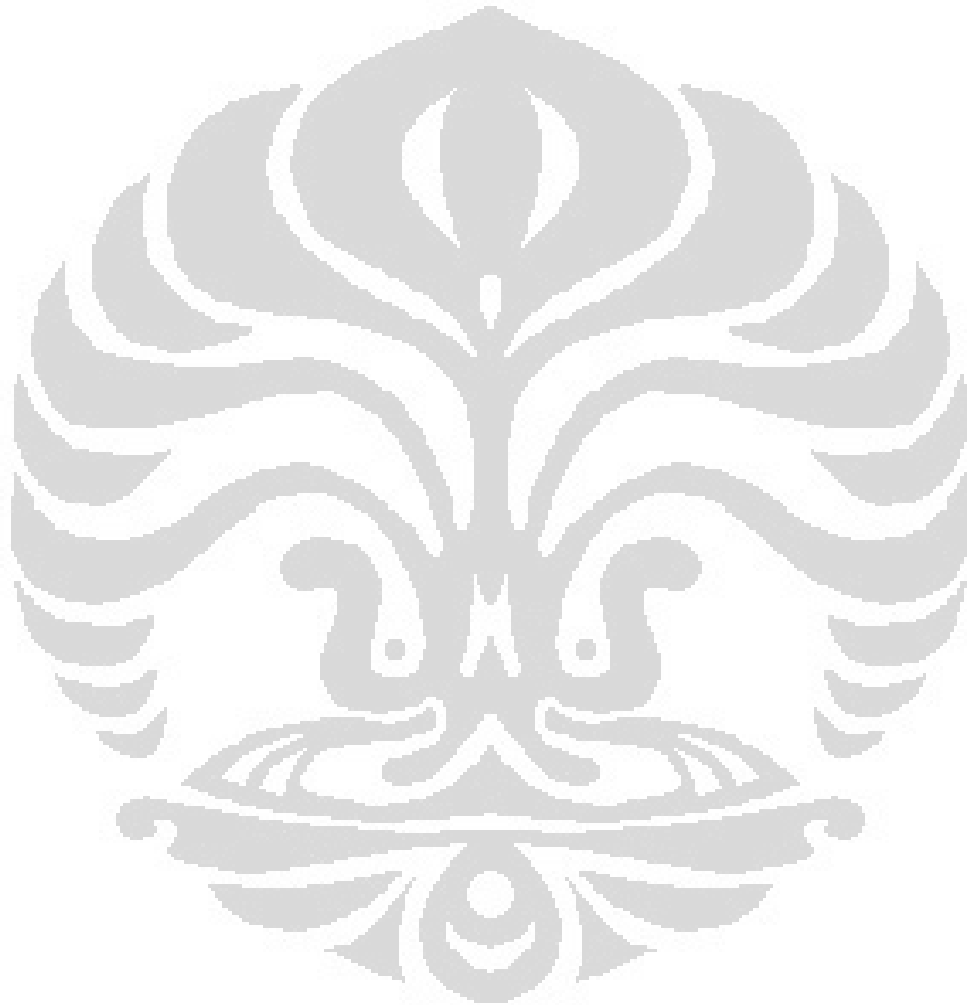
- Alimah.2009.*Eksplorasi Air Bawah Tanah dengan Menggunakan Metode Wenner-Schlumberger di Daerah Cilangkap Jakarta Timur*.Skripsi sarjana.Program Instrumen.Departemen Fisika.Universitas Indonesia.
- Wibowo, Yudi Arif.2005.*Pemodelan system hidrotermal daerah gunung pancar menggunakan metode DC Resistivitas Dipole-Dipole dan self potensial*.Skripsi sarjana.Program Geofisika.Departemen Fisika.Universitas Indonesia
- Corwin, R.F & D.B Hoovort.1979.*The-self potential method in geothermal exploration*. Geophysic vol 44 :p 226-245
- Sutanto, A.2004.*Pemodelan data Self-Potensial untuk merekonstruksi aliran fluida panas di daerah prospek geotermal*.Skripsi sarjana.Program Geofisika.Departemen Fisika.Universitas Indonesia.

Lampiran I. Data Self-Potensial

Titik ke	Elektroda	Elektroda ke	Easting (X)	Norting (Y)	Elevasi (m)	SP
0	0	1	710200	9298759	14	21.41
1	5.5	2	710207	9298746	14	19.93
2	11	3	710223	9298758	14	19.3
3	16.5	4	710217	9298749	14	21.54
4	22	5	710206	9298735	14	20.1
5	27.5	6	710199	9298728	13	19.76
6	33	7	710194	9298723	13	19.47
7	38.5	8	710191	9298719	14	21.66
8	44	9	710188	9298714	14	21.45
9	49.5	10	710186	9298708	14	20.17
10	55	11	710181	9298705	13	19.51
11	60.5	12	710179	9298701	13	20.19
12	66	13	710175	9298696	15	20.58
13	71.5	14	710172	9298692	14	20.3
14	77	15	710169	9298688	14	19.66
15	82.5	16	710165	9298686	14	19.87
16	88	17	710161	9298680	14	20.02
17	93.5	18	710158	9298672	14	20.25
18	99	19	710155	9298669	14	20.67
19	104.5	20	710152	9298666	14	20.32
20	110	21	710147	9298662	14	20.45
21	115.5	22	710144	9298658	15	20.96
22	121	23	710141	9298654	15	20.42
23	126.5	24	710136	9298649	15	20.63
24	132	25	710134	9298643	15	20.32
25	137.5	26	710131	9298640	15	20.18
26	143	27	710128	9298637	15	19.48
27	148.5	28	710123	9298633	15	20.37
28	154	29	710119	9298630	16	21.3
29	159.5	30	710115	9298625	16	20.32
30	165	31	710112	9298620	16	21.18
31	170.5	32	710109	9298616	16	20.04
32	176	33	710104	9298611	16	21.12
33	181.5	34	710102	9298606	15	21.17
34	187	35	710098	9298604	15	21.29
35	192.5	36	710093	9298599	16	20.7
36	198	37	710090	9298599	16	21.61

(lanjutan)

37	203.5	38	710086	9298594	18	21.06
38	209	39	710081	9298591	18	21.9
39	214.5	40	710075	9298588	18	22.32



Lampiran 2. Data Sumur

Sumur	Easting (X)	Northing (Y)	Elevasi	Kedalaman	Watertable (Z)
1	710333	9299090	53	4.2	48.8
2	710330	9299092	50	4.7	45.3
4	710446	9298768	49	4	45
5	710468	9298748	51	5	46
6	710488	9298752	49	5.5	43.5
7	710151	9298762	59	5	54
8	710107	9298904	59	5	54
Danau	710199	9298570	54	3	51

