

**ANALISA LOGGING GEOFISIK PADA LUBANG
SUMUR DALAM (SDPB 213) DI DESA KARENG KIDUL
KECAMATAN WONOMERTO KABUPATEN PROBOLINGGO**

SKRIPSI

*Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember*



Indirih
Pembelian
: Tgl. 23 JUL 2003
fat

S
Klass
SSI
STY
a
e.l

Oleh :

Yuli Eka Styowati
NIM : 981810201104

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2003**

MOTTO

Bagi orang-orang yang berbuat kebaikan itu (disediakan) kebaikan dan tambahan, serta muka-muka mereka tiada tertutup dengan kehitaman dan tidak kehinaan, mereka itulah ahli surga yang mereka akan kekal padanya. (Qs. Yunus:10)

Hai orang-orang beriman, mintalah pertolongan (Kepada Allah) dengan sabar dan sembahyang, karena sesungguhnya Allah itu beserta orang-orang yang sabar. (Qs. Al-Baqarah:153)

Janganlah mengeritik perbuatan orang lain, kecuali anda tahu mengapa ia berbuat demikian. Sebab, anda sendiri mungkin akan berbuat yang sama bila mengalami keadaan yang sama.(IK)

Berbahagialah orang yang dapat menjadi tuan bagi dirinya, menjadi kusir bagi hawa nafsunya dan menjadi nahkoda bagi hidupnya. (Khalifah Ali Bin Abi thalib)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan sebagai rasa hormat dan rasa terimakasihku kepada :

- Ayahku Sugito dan ibundaku Siti Rochani yang selalu menyayangiku dan telah membimbingku
- Kedua adikku Yuke dan Dani yang sangat aku sayangi
- Bapak Agus Suprianto, Ibu Tika, Bapak Agung dan Bapak Bowo trimakasih atas bimbingannya
- Farid, yang selalu memberi dukungan dan selalu menemaniku.
- Sahabat-sahabatku fisika '98 (Febi, Yuni, Dwi, Devi, Erni, Dian, pa'I, Bayu, Agus).
- Teman-teman machoku (Eno', Elly, Sumanto', Indah, Arba'I, Beben, Cucuk dan Bacid) Thanks for all.
- Almamater tercinta Universitas Jember.

DEKLARASI

Skripsi ini berisi hasil kerja / penelitian mulai bulan Juni 2002-Juni 2003 di salah satu wilayah kerja Proyek Pengembangan dan Pengelolaan Air Tanah (P2AT) yaitu di Sumur Dalam Probolinggo (SDPB 213) di Desa Kareng Kidul Kecamatan Wonomerto Kabupaten Probolinggo. Bersama ini saya menyatakan bahwa isi skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya dan skripsi ini belum pernah diajukan pada institusi lain.

Jember, Juni 2003
Yuli Eka Styowati



ABSTRAK

Yuli Eka Styowati, 981810201104, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember, Analisa Logging Geofisik Pada Sumur Dalam (SDPB 213) di Desa Kareng Kidul Kecamatan Wonomerto Kabupaten Probolinggo.

Telah dilakukan analisa logging pada sumur dalam (SDPB 213) di Desa Kareng Kidul Kecamatan Wonomerto Kabupaten Probolinggo. Logging geofisik digunakan untuk mengetahui keadaan di bawah permukaan tanah dalam suatu pekerjaan eksplorasi. Data yang diperoleh berupa kurva log tahanan jenis (*resistivity*) dan log *spontaneous potensial* (SP). Untuk mengetahui resistivitas air tanah yang ada dibawah permukaan digunakan metode Archie dan metode lengkungan kurva log. Sedangkan untuk mengetahui batuan yang ada di bawah permukaan tanah digunakan data *cutting*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa air tanah yang layak disadap terletak pada kedalaman 15 – 20 meter, 20 – 25 meter, 35 – 40 meter, 40 – 50 meter, 90 – 95 meter, 105 – 110 meter, yang terletak pada batuan pasir halus lepas, breksi tufaan keras, pasir sedang kasar, breksi tufaan keras. Dengan resistivitas air tanah pada lapisan batuan sebesar 4,1 – 5,13 Ohm-meter, 5,13 – 11,54 Ohm-meter, 7,7 – 4,6 Ohm-meter, 4,6 – 6,6 Ohm-meter, 4,2 – 5,4 Ohm-meter, 3,28 – 9,85 Ohm-meter.

Kata kunci: *logging geofisik, cutting pemboran, log tahanan jenis (resistivity), log spontaneous potensial (SP), Metode Archie dan metode lengkungan kurva.*

HALAMAN PENGESAHAN

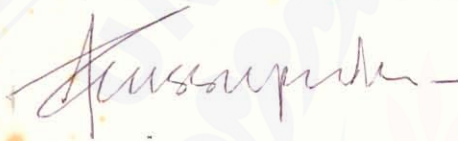
Skripsi ini diterima oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

Hari : **SABTU**
Tanggal : **19 JUL 2003**
Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

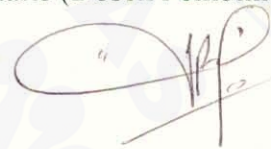
Tim Penguji

Ketua (Dosen Pembimbing Utama)

Sekretaris (Dosen Pembimbing Anggota)



Agus Suprianto, S.Si, MT
NIP. 132 162 507



Dra. Sri Astutik, M.Si
NIP. 131 993 440

Anggota I

Anggota II




Agung Tjahjo Nugroho, S.Si, M Phil
NIP. 132 085 972



Bowo Eko Cahyono, S.Si, M.Si
NIP. 132 206 034

Mengesahkan

Dekan, MIPA Univ. Jember



Ir. Sumadi, MS
NIP. 130 368 784

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis Ilmiah (SKRIPSI) yang berjudul Analisa Logging Geofisik pada sumur dalam (SDPB 213) di Desa Kareng kidul Kecamatan Wonomerto Kabupaten Probolinggo. Penyusunan karya tulis ilmiah ini diselesaikan untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan program sarjana sains Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

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

1. Drs Sujito, Ph.D, selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember
2. Agus Suprianto S.Si. MT, selaku Dosen Pembimbing Utama
3. Dra. Sri Astutik M.Si, selaku Dosen pembimbing Anggota
4. Agung T. Nugroho, S.Si, M.Phil, selaku dosen pembimbing
5. Bowo Eko Cahyono, selaku dosen pembimbing
6. Drs. Imam Rofi'i GDPhys, M.Sc, selaku Dosen Wali
7. Ir. Isak Situmorang selaku pimpinan Bag. Proyek P2AT Wilayah Besuki
8. Sunardiyono, selaku kepala bagian Hidrologi

Penulis berharap semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan bagi semua pihak sehingga membawa perubahan ke arah yang lebih baik.

Jember, Juni 2003

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Motto	ii
Halaman Persembahan	iii
Halaman Deklarasi	iv
Halaman Abstrak	v
Halaman Pengesahan	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Singkatan	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Logging Geofisik	6
2.2 Metode Archie	9
2.3 Metode Lengkungan Kurva	9
2.3.1 Log Tahanan Jenis (<i>resistivity</i>)	10
2.3.2 Log Spontaneous Potensial (SP)	12
2.3.3 Log Gamma Ray	14
2.4 Pengambilan Sampel batuan (cutting)	14
2.5 Keadaan Lokasi Pemboran	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Obyek yang Diteliti	18

3.3 Teknik Pengambilan Data	18
3.3.1 Metode Pengambilan Sampel Batuan (<i>cutting</i>)	18
3.3.2 Metode Lengkungan Kurva Logging	18
3.4 Metode Pengambilan Data	19
3.4.1 Jenis Data	19
3.4.2 Metode Pengambilan Data	19
3.4.3 Analisa Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil Penelitian	23
4.1.1 Pengambilan sample (<i>cutting</i>)	23
4.1.2 Hasil Logging Geofisik	24
4.1.3 Hasil Pengukuran Penampang Sumur Bor	26
4.1.4 Analisa Data	27
4.2 Pembahasan	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel – 1 : Porositas Batuan Sedimen	8
Tabel – 2 : Tahanan Jenis untuk bermacam-macam air	11
Tabel – 3 : Hasil pengambilan sample batuan (<i>cutting</i>) pada sumur dalam Probolinggo (SDPB 213) di Kabupaten Probolinggo	23
Tabel – 4 : Hasil Pengukuran dengan menggunakan metode Archie	26
Tabel – 5 : Air tanah yang layak disadap	28



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar – 1 : Diagram Blok Alat Logging	7
Gambar – 2 : Penampang Melintang kipas alluvial	17
Gambar – 3 : Geologer mini Merk OYO 3030.....	20
Gambar – 4 : Hasil Logging Geofisik	25
Gambar – 5 : Hasil Logging dan data litologi batuan	27



DAFTAR SINGKATAN

- P2AT : Proyek Pengembangan dan Pengelolaan Air Tanah Wilayah
Besuki
- DTLGKP : Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan kawasan Pertambangan
- SP : Spontaneous Potensial



BAB I
PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Air adalah kebutuhan yang paling utama bagi sumber kehidupan. Setiap hari air dikeluarkan dari dalam tanah baik dengan cara memompa maupun dengan cara menimba. Dengan adanya penambahan penduduk maka kebutuhan air juga semakin banyak, hal ini ditunjukkan dengan banyaknya sumur pompa yang dibuat dengan melakukan pemboran sumur untuk memperoleh air.

Di dalam suatu pekerjaan pemboran banyak hal yang harus dilakukan sebelum pemboran itu dimulai; Pertama, dengan melakukan survey pendahuluan terhadap daerah-daerah yang mempunyai potensi adanya air tanah. Kedua, dengan melakukan penyelidikan terhadap daerah-daerah terpilih/daerah yang benar-benar kekurangan air dan tergantung pada curah hujan, sehingga untuk mendeteksi daerah yang mengandung air tersebut dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik. Ketiga, dengan cara melakukan pengeboran langsung pada lubang sumur dan mengukur daerah sekitar lubang sumur yang lebih dikenal dengan logging geofisik.

Logging sangat diperlukan dalam suatu pekerjaan eksplorasi baik itu eksplorasi minyak tanah maupun eksplorasi air tanah, yang digunakan untuk membantu mendefinisikan secara fisik karakteristik batuan seperti litologi batuan, porositas dan permeabilitas. Sumber data logging juga digunakan untuk mengidentifikasi daerah yang produktif dan menggambarkan kedalaman serta ketebalan lapisan sehingga dapat digunakan untuk membedakan antara daerah yang mengandung minyak, gas dan air dan menggambarkan letak daerah pemboran.

Logging disini dilakukan setelah selesai pemboran. Dengan logging inilah maka diharapkan keadaan dibawah permukaan tanah dapat diketahui dan dianalisa dengan baik. Lapisan tanah yang berbeda menyebabkan keberadaan air tanah juga berbeda. Logging berarti memasukkan suatu alat ke dalam lubang sumur yang telah dibor. Logging ini memiliki banyak tipe antara lain berupa log

electric, log *nuclear* dan log *sonic*. Ketiga tipe log ini mempunyai kemampuan untuk merekam data yang berupa kurva logging. Tetapi dalam pencarian air tanah log yang digunakan adalah log *electric* yang terdiri dari log tahanan jenis (*resistivity*), log *spontaneous potensial* (SP) dan log gamma ray. (Asquith, 1982:1)

Logging geofisik sudah sering dilakukan dalam pekerjaan pemboran terutama dalam eksplorasi minyak tanah dan eksplorasi air tanah seperti yang telah dilakukan oleh; Proyek Pembangunan dan Pengelolaan Air Tanah (P2AT) di Desa Wongsorejo, Kecamatan Wonsorejo, Kabupaten Banyuwangi menunjukkan air tanah yang layak disadap (Sunardiyono, 1999) terletak pada kedalaman 40–47 meter terdapat pada batuan pasir sedang, lepas, berwarna abu-abu tua, pada kedalaman 52–60 meter terdapat pada batuan pasir halus sedang, lepas, berwarna abu-abu tua, pada kedalaman 64–76 meter terdapat pada batuan pasir halus sedang lepas berwarna abu-abu, pada kedalaman 78–90 meter terdapat pada batuan pasir lanauan, tufaan coklat dan pasir halus sedang, lepas dengan total kedalaman pemboran 100 meter. Logging geofisik yang dilakukan oleh P2AT ini dianalisa berdasarkan lengkungan kurva SP dan log *resistivity*. Untuk *resistivity* dari air tanah tidak diketahui. (Anonim, 1999)

Berdasarkan hasil pengukuran logging di desa Manding Kecamatan Pucanglaban, Kabupaten Tulungagung propinsi Jawa Timur yang dilakukan oleh DTLGKP (Hermansyah, 1999) dengan menggunakan alat ukur *well logging* Gisco Keck R – 39 dengan metode log *resistivity* dan log SP tersebut akuifer terletak pada kedalaman 53–62 meter terdapat pada batu pasir dengan *resistivity* antara 20–60 Ohm-meter, pada kedalaman 67–70 terdapat pada batu gamping pasiran dengan *resistivity* antara 42–65,5 Ohm-meter, pada kedalaman 76–82 meter terdapat pada batu gamping pasiran dengan *resistivity* antara 21–48 Ohm-meter, pada kedalaman 88–94 meter terdapat pada batu gamping pasiran dengan *resistivity* antara 21–60 Ohm-meter, pada kedalaman 104–117 meter terdapat pada batu gamping pasiran dengan *resistivity* antara 38–111 Ohm-meter. Logging yang dilakukan dianalisa berdasarkan lengkungan kurva log SP dan log *resistivity*. (Anonim, 1999)

Pada tahun 1999 P2AT juga telah melaksanakan pemboran yang dilaksanakan di desa Besuk Kecamatan Bantaran kabupaten Probolinggo pemboran disini juga menggunakan logging geofisik untuk mengetahui daerah yang mengandung air pada sumur yang akan di bor. Ternyata hasil logging menurut (Sunardiyono 1999) menunjukkan bahwa air tanah yang layak digunakan terletak pada kedalaman 39–56 meter dan ditemukan pada batuan breksi agak keras dan agak kompak berwarna abu-abu tua, pada pasir sedang tufaan agak membulat lepas, berwarna abu-abu kecoklatan dan pasir sedang kasar lepas berwarna abu-abu, pada kedalaman 60–84 meter terdapat pada batuan pasir halus sedang, lepas berwarna abu-abu, pada batuan pasir sedang kasar, kerikilan lepas berwarna abu-abu tua, pada batuan breksi vulkanik, keras dan kompak berwarna abu-abu tua kehitaman. Hasil logging yang dilakukan dianalisa berdasarkan log *resistivity* dan log SP. (Anonim, 1999)

Hasil logging dengan menggunakan alat ukur well logging Gisco Keck R – 93 yang dilakukan DTLGKP di desa Cayur, Kecamatan Cikatomas, Kabupaten Tasikmalaya yang dilakukan oleh (Abdussamad dan Mihardja, 1999) menghasilkan batuan pada kedalaman 12–18 meter dengan *resistivity* antara 22–43 Ohm-meter terdapat pada batuan pasir gampingan, pada kedalaman 18–25 meter dengan *resistivity* antara 26–80 Ohm-meter terdapat pada batuan gamping pasiran, pada kedalaman 25–34 meter dengan *resistivity* antara 13–43 Ohm-meter terdapat pada batuan pasir, pada kedalaman 41–47 meter dengan *resistivity* antara 17–54 terdapat pada batuan pasir tufaan, pada kedalaman 51–56 dengan *resistivity* antara 13–36 Ohm-meter terdapat pada batuan tufa pasiran, pada kedalaman 74–78 meter dengan *resistivity* antara 12–16 Ohm-meter terdapat pada batuan Tufa pasiran, pada kedalaman 80–84 meter dengan *resistivity* antara 12–15 Ohm-meter terdapat pada batuan Tufa Pasiran. (Anonim, 1999)

Pada proses pemboran yang dilakukan oleh Tim pemboran DTLGKP pada tahun 2000 menunjukkan hasil logging yang dilakukan di desa Ngadipuro Wonotirto, Kabupaten Blitar propinsi Jawa Timur oleh (Tim pemboran, 2000) terdapat pada kedalaman kedalaman 32–35 meter, kedalaman 39–45 meter, kedalaman 50–56 meter, kedalaman 60–66 meter, kedalaman 69 m hingga 75 m,

kedalaman 75–81 meter dan pada kedalaman tersebut air dapat disadap. Hasil logging ini dianalisa berdasarkan lengkungan kurva log SP dan log *resistivity*.(Anonim, 2000)

Pada tahun 1999 P2AT juga melakukan pemboran di Desa Perante Kecamatan Asembagus Kabupaten Situbondo dengan total kedalaman 110 meter dan proses logging menunjukkan bahan lapisan pembawa air dan layak disadap (Sunardiyono, 1999) terletak pada kedalaman 40–52 meter yang terdapat pada batuan Breksi tufaan sedang agak lepas berwarna abu-abu kecoklatan, pada kedalaman 56–68 meter terdapat pada batuan pasir halus lepas berwarna abu-abu kecoklatan dan batuan pasir sedang tufaan lepas abu-abu, pada kedalaman 76–80 meter terdapat pada batu apung tufaan coklat pucat keabu-abuan, dan pada kedalaman 96–108 meter terdapat pada batuan scoria hitam dan pasir halus sedang lepas berwarna abu-abu kecoklatan. Pada kedalaman diatas merupakan daerah yang layak untuk disadap dan dipasang pipa *screen*. Hasil logging dianalisa berdasarkan lengkungan kurva log SP dan log *resistivity*.(Anonim, 1999)

Keadaan geografis yang berbeda-beda akan mengakibatkan keadaan di bumi baik permukaan maupun dibawah permukaan juga mengalami perbedaan. Hal ini juga mengakibatkan keberadaan air tanah berbeda, serta batuan penyusun tanah juga berbeda. Dalam proses pemboran air tanah salah satu tujuan yang diharapkan adalah memperoleh debit air yang tinggi. Dengan debit air yang tinggi ini nantinya akan digunakan untuk mengairi lahan pertanian yang kekurangan air terutama pada daerah yang tergantung pada curah hujan. Untuk memperoleh debit air yang tinggi maka pemasangan pipa *screen* harus tepat pada lapisan yang mengandung akuifer yang banyak sehingga dalam suatu proses pemboran pelaksanaan logging harus dilakukan. Logging ini digunakan untuk mengetahui letak akuifer dengan tepat dan untuk menghindari terjadinya akuifer loss pada saat pemompaan air keluar dari dalam tanah.

Biasanya logging geofisik dianalisa dengan menggunakan metode lengkungan kurva dan metode Archie. Pada pekerjaan eksplorasi air tanah cukup dengan menganalisa lengkungan kurva yang ditunjukkan dengan adanya defleksi positif dan negatif pada kurva log *resistivity* dan log SP. Metode Archie jarang

Digunakan untuk eksplorasi air tanah. Oleh karena itu pada penelitian ini akan mencoba untuk mengetahui resistivitas air tanah dengan menggunakan metode Archie.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan antara lain :

1. Bagaimana cara mengetahui resistivitas air tanah yang terdapat pada lapisan batuan dengan menggunakan metode Archie
2. Bagaimanakah cara mengetahui letak air tanah yang layak untuk disadap dengan menggunakan metode pengambilan sampel (*cutting*), metode lengkungan kurva

1.3 Tujuan

Dengan adanya permasalahan diatas maka penggunaan *logging* bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui cara penggunaan metode Archie yang digunakan untuk mencari resistivitas air tanah
2. Untuk mengetahui letak air tanah yang layak disadap dengan menggunakan metode *cutting* dan metode lengkungan kurva

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dengan metode *logging* pada proses pemboran antara lain :

1. Dapat digunakan sebagai data penunjang bagi proses pemboran selanjutnya terutama pada proses instalasi
2. Dapat digunakan untuk menghindari terjadinya akuifer *loss*



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

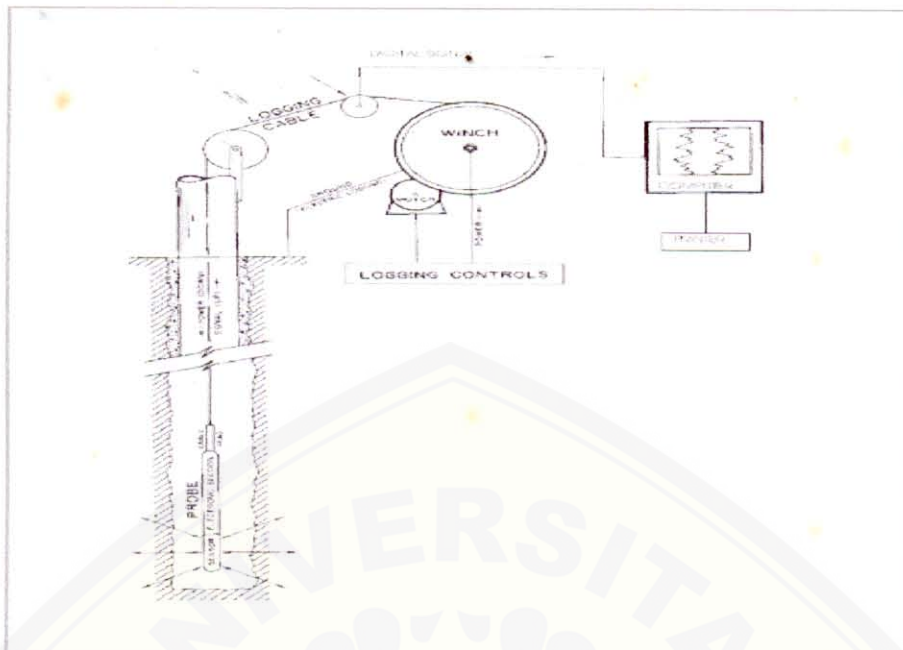
2.1 Logging Geofisik

Logging geofisik merupakan suatu cara untuk mengetahui keadaan di bawah permukaan tanah dengan cara memasukkan probe ke dalam lubang sumur yang telah di bor. Logging juga digunakan sebagai dasar untuk menentukan litologi batuan, untuk menentukan desain sumur yang baik dan digunakan untuk mengumpulkan data hidrogeologi pada permukaan yang tidak diketahui. Misalnya informasi log yang merupakan total kedalaman sumur, panjang lubang pemboran, distribusi muka air, formasi geologi secara umum. Dengan logging diharapkan mampu merekam keadaan dibawah permukaan tanah yang dapat digunakan juga untuk mengetahui kelistrikan yang ada pada batuan itu (Gilluly, 1968:546).

Pencatatan pemboran harus dilakukan dan selalu dibuat sketsa. Hasil sketsa biasanya selalu bervariasi pada tiap daerah. Alat logging juga mempunyai banyak tipe dan digunakan sesuai dengan kegunaannya. Semua alat logging mempunyai prinsip kerja yang hampir sama seperti alat logging lainnya, diagram dari alat logging secara umum ditunjukkan dengan gambar dibawah ini.

Alat logging yang digunakan merupakan suatu alat yang mampu merekam kedalaman sampai dengan kedalaman 300 meter dengan menggunakan dua elektrode pada permukaan. Alat logging yang digunakan untuk mendeteksi air tanah tersebut tidak dapat mengukur suhu di bawah permukaan tanah dikarenakan pada sumur pompa suhunya rendah.

Logging harus cepat dilaksanakan pada saat pemboran selesai, karena di khawatirkan dinding sumur yang telah dilapisi lumpur pembilas (*bentonite*) akan terkikis terbawa air sehingga akan mempengaruhi proses pemboran selanjutnya. Hal ini akan menyebabkan data yang dihasilkan tidak akurat, karena aliran air dibawah tanah akan mengalir secara terus menerus.



Gambar 1. Diagram Blok Alat Logging (Conger, 1996)

Pada alat logging tersebut terdiri dari Geologer, elektrode, penyanggah katrol, kabel, probe log.

Sudjana (1997:8) menyatakan semua penafsiran data logging dianalisa berdasarkan lengkungan kurva baik itu log *resistivity*, log SP dan Gamma Ray, kemudian di dukung oleh data *cutting* pemboran.

Pengukuran logging dipengaruhi oleh adanya porositas, permeabilitas dan resistivitas. Porositas batuan merupakan rongga-rongga yang terdapat pada batuan di dalam tanah dan dituliskan dengan :

$$n = \frac{100W}{V}$$

dimana W = Volume air yang diperlukan untuk mengisi semua lubang pori

V = Volume total batuan dalam tanah

(Hustiano, 1990:162).

Porositas juga terjadi karena batuan yang ada di bumi ini berbeda-beda dengan bentuk ukuran dan butir, dengan ukuran batuan yang berbeda-beda akan menyebabkan pori-pori yang dimiliki akan semakin besar, tetapi sebaliknya dengan ukuran batuan yang tidak teratur akan menyebabkan porositas yang semakin kecil, hal ini disebabkan karena batuan yang kecil-kecil dapat menempati ruang-ruang yang lowong (Wilson, 1993:94).

Porositas sedimen tidak langsung terjadi karena ukuran butir tetapi porositas terjadi karena adanya keseragaman ukuran serpihan batuan dan karakteristik dari penyusun butiran begitu juga, dengan permeabilitas batuan juga ditentukan dengan keseragaman batuan (Chorley, 1969:260).

Air tanah banyak terdapat pada batuan yang mempunyai porositas yang besar karena air tanah sering ditemukan pada batuan yang mempunyai porositas yang tinggi dan banyak ditemukan pada batuan sedimen. Karena batuan sedimen mempunyai ukuran butir yang teratur (Seyhan, 1980:257).

Tabel 1. Porositas Batuan Sedimen (Soemarto, 1995)

Bahan	Porositas (%)
Tanah	50 – 60
Tanah liat	45 – 55
Lanau (Silt)	40 – 50
Pasir medium sampai kasar	35 – 40
Pasir berbutir serba sama (uniform)	30 – 40
Pasir berbutir halus sampai medium	30 – 35
Kerikil	30 – 40
Kerikil berpasir	20 – 35
Batu pasir	10 – 20
Shale	1 – 10
Batu kapur	1 – 10

2.2 Metode Archie

Selain logging, diperlukan suatu metode yang di gunakan untuk membantu proses logging. Metode tersebut adalah metode Archie. Metode Archie ini digunakan untuk mengetahui resistivitas air tanah yang terdapat pada lapisan batuan, dengan diketahuinya resistivitas air tanah ini maka akan lebih mempermudah untuk menentukan keberadaan air tanah yang layak disadap. Dalam suatu pekerjaan pemboran baik itu pemboran minyak maupun pemboran air tanah metode Archie dapat digunakan. Pada tahun 1941 Archie bekerja sama dengan *Shell Oil Company* mengemukakan suatu cara yang digunakan untuk menyajikan suatu metode secara *quantitative* tentang penyajian log. Menurut Archie resistivitas air formasi juga dapat dihubungkan dengan faktor formasi yang diberikan dalam bentuk :

$$R_o = F \times R_w \quad \dots\dots\dots (1)$$

Metode Archie sering digunakan dalam batuan sedimen dan bukan pada lempung (Sunardiyono, 1985:2). Metode Archie yang digunakan untuk mencari resistivitas air tanah pada lapisan batuan tersebut dapat dinyatakan dengan bentuk sebagai berikut :

$$r = \frac{w}{\rho m a^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

- r = *Resistivity* air tanah pada lapisan batuan
- w = *Resistivity* air tanah
- a = konstanta untuk batu pasir, 0,5
- m = faktor sementasi untuk batu pasir, 1,3
- ρ = Porositas

2.3 Metode lengkungan kurva

Metode lengkungan kurva merupakan metode yang digunakan untuk menganalisa hasil logging dengan cara kualitatif untuk melihat keberadaan air tanah melalui lengkungan kurva yang dihasilkan oleh alat logging. Lengkungan kurva disini dapat dilihat dari gambar yang berupa log *resistivity* dan log SP.

Diantara log *resistivity* dan log SP terdapat suatu garis normal yaitu garis yang membatasi antara log *Resistivity* dan log SP digunakan sebagai garis acuan log *resistivity* dan log SP. Lengkungan kurva tersebut akan menunjukkan keberadaan air tanah apabila kurva log tersebut lebih melengkung ke arah yang positif menjauhi garis normal dan ditunjukkan dengan harga log *resistivity* yang semakin besar. Sebaliknya pada kurva log SP akan menunjukkan keberadaan air tanah jika lengkungan kurva melengkung ke kiri dan berharga negatif. Kalau lengkungan kurva melengkung ke arah positif maka log SP akan menunjukkan kadar garam (salinitas) yang dikandung oleh air pada batuan. Di dalam pekerjaan eksplorasi air tanah log SP hanya digunakan sebagai data pendukung dari log *resistivity*.

2.3.1 Log Tahanan Jenis (*Resistivity*)

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, 1952:530).

Hambatan listrik (*resistivity*) ini biasanya diukur oleh suatu elektrode yang berupa probe pada alat logging. Log tahanan jenis mempunyai nilai yang tinggi apabila ditemukan pada batuan padat tanpa pori, biasanya ditunjukkan dengan harga log resistivitas yang semakin besar dan ditunjukkan dengan kurva melengkung ke kanan. Air tawar juga mempunyai resistivitas yang cukup tinggi sedangkan pada air garam dan lempung akan mempunyai nilai resistivitas yang rendah dan ditunjukkan dengan log *resistivity* yang rendah (berharga negatif) dan kurva yang melengkung ke kiri. (Verhoef, 1994:41)

Untuk semua lapisan batuan akan memiliki tahanan jenis yang berbeda-beda, hal ini disebabkan karena batuan dipengaruhi oleh adanya komposisi mineral yang berbeda, kandungan cairan yang berbeda serta dipengaruhi oleh adanya faktor lingkungan. Besarnya harga tahanan jenis dari berbagai batuan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

1. Batuan sedimen atau dengan batuan yang lainnya.
2. Porositas batuan
3. pH yang dikandung air pada batuan

4. Adanya tahanan jenis yang berbeda antara tiap formasi batuan yang berbeda
5. Adanya temperatur yang berbeda tiap lapisan batuan
6. Adanya permeabilitas batuan (Soewali & Soenarto, 1985:8).

Untuk batuan sedimen yang mengandung air biasanya akan memiliki tahanan jenis yang rendah jika dibandingkan dengan batuan lainnya seperti batuan beku dan batuan metamorf (Sunardiyono 1985:3). Seperti yang telah diketahui bahwa air yang memiliki tahanan jenis yang rendah akan memiliki kualitas yang kurang baik sehingga tidak baik untuk digunakan dalam keperluan sehari-hari misalnya pada air laut yang memiliki resistivitas antara 0 – 1 Ohm-meter.

Batuan beku, batuan ini memiliki harga tahanan jenis yang sangat besar yaitu 10^4 ohm-meter batuan beku ini merupakan batuan yang kedap air, batuan beku ini kadang kadang bisa sebagai akuifer, contoh batuan beku yang dapat berfungsi sebagai tempat akuifer adalah batuan lava Basalt (Sunardiyono, 1985:3). Adapun tahanan jenis pada batuan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Tahanan jenis untuk bermacam-macam air (Soewaeli dan Soenarto,1985)

Tipe Air	Resistivitas dalam ohm-meter
Air meteoric, diperoleh dari hujan	30 – 1.000
Air permukaan, di daerah batuan beku	30 – 500
Air permukaan, didaerah batuan sedimen	10 – 100
Air tanah, didaerah batuan beku	30 – 150
Air tanah, di daerah batuan sedimen	> 1
Air laut	sekitar 0,2
Air untuk rumah tangga	> 1,8
Air untuk irigasi dan penampungan air	> 0,65

Summer (1972:76) menyatakan bahwa resistivitas air tanah atau resistivitas Bedrock, tampak sebagai mineral Deposit. Untuk daerah yang mengandung air tanah lebih konduktif dikarenakan daerah ini memiliki porositas dan permeabilitas yang tinggi yang menyebabkan resistivitasnya menjadi lebih rendah.

Air tawar, air asin serta lempung biasanya ditemukan di dalam pori – pori batuan, karena pori–pori batuan ini menunjukkan resistivitas dan kandungan air yang ada di dalamnya, dapat dikatakan bahwa resistivitas tergantung pada lapisan batuan dan cairan yang terkandung di dalamnya.

Untuk akuifer biasanya air tawar mempunyai log *resistivity* yang tinggi sehingga arus listrik sukar mengalir pada batuan yang mengandung akuifer, lain halnya dengan kadar garam (salinitas) yang mempunyai resistivitas rendah, air ini akan mudah mengalirkan arus listrik dikarenakan konduktivitas yang dimiliki tinggi.

Resistivity juga dapat digunakan untuk menggambarkan porositas batuan. Karena pada saat pemboran berlangsung air yang berada di dalam lubang sumur akan mengalami pergerakan karena dipengaruhi oleh lumpur pemboran yang dimasukkan kedalam sumur bersama mata bor. Porositas pada air formasi akan mempunyai hubungan dengan resistivitas pada lubang sumur yang dangkal.

2.3.2 Log *Spontaneous Potential* (SP)

Log SP merupakan suatu cara yang digunakan untuk mengetahui daerah impermeabel dan daerah permeabel (seperti, pasir). Log SP akan bekerja bersama dengan log *resistivity*. Log SP mengukur tegangan yang ada di dalam lubang sumur terutama pada lapisan batuan yang ada di bawah permukaan tanah. *Spontaneous potensial* ini juga terdapat pada probe, dengan adanya probe tersebut maka tegangan antara akuifer, lumpur dan kadar garam (salinitas) dapat diketahui (Asquith, 1982:28).

Metode log SP ini menghasilkan tegangan yang berbeda apabila dimasukkan dalam lubang bor. Perbedaan ini terjadi karena adanya perbedaan tegangan yang disebabkan oleh adanya pergerakan ion di dalam lubang sumur terutama pada daerah yang mengandung air dan ditunjukkan dengan adanya penyimpangan dari kurva yang berbeda (Summer, 1972:76).

Seperti halnya dengan log *resistivity*, log SP juga mempunyai harga yang ditunjukkan dengan harga negatif dan kurva yang melengkung ke arah kiri berlawanan dengan log *resistivity*. Untuk kurva yang melengkung ke kiri pada log

SP biasanya menunjukkan kandungan garam pada air dan kurva yang melengkung positif dengan kurva log resistivitas tinggi menunjukkan keberadaan air tawar pada lapisan batuan yang ada di bawah permukaan tanah (Lahee, 1952:595).

Log SP ini akan mengalami penyimpangan baik itu penyimpangan kurva ke kiri maupun kekanan. Adanya penyimpangan ini terjadi karena adanya perbedaan kadar garam (salinitas) yang terdapat pada formasi batuan maupun formasi lumpur. Penyimpangan negatif yang terjadi disebabkan karena adanya kandungan garam lebih besar bila dibandingkan dengan kandungan garam di dalam lumpur. Sedangkan penyimpangan positif terjadi apabila kandungan garam pada formasi lapisan batuan lebih kecil bila dibandingkan dengan kandungan kandungan garam pada lumpur (Anonim, 1996:108-109).

Kurva pada log SP suatu saat juga akan berupa garis lurus, hal ini disebabkan karena kandungan garam pada lumpur sama dengan kandungan garam pada lapisan batuan tersebut. Biasanya daerah yang mempunyai kesamaan seperti ini merupakan daerah permeabel maka dengan adanya log SP ini akan mempermudah untuk mengetahui adanya daerah permeabel.

Apabila *shale* menyentuh daerah yang mengandung *sandstone*, sebuah tegangan akan mengalami penyimpangan sebab *shale* permeabel terhadap ion Na tetapi tidak ion Cl. Adapun difusi Na dari *sandstone* menuju *shale* akan melatarbelakangi potensial gradien yang mendukung ion Na kembali menuju ion *sandstone* (Nyquist, 2002:446).

2.3.3 Log Gamma Ray

Log Gamma ray mengukur radioaktif alami yang ada dalam lubang sumur terutama pada formasi batuan, gamma ray juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi litologi dan untuk menghubungkan antara batuan yang satu dengan yang lain. Batu pasir mempunyai gamma ray yang rendah tetapi akan mempunyai nilai yang tinggi bila mengandung potassium feldspar (Asquith 1982:91).

Log gamma ray sering digunakan untuk mengetahui batuan yang mengandung radioaktif, biasanya radioaktivitas pada batuan disekeliling sumur sangat lemah misalnya saja pada lempung. Apabila sumur yang di bor terdapat lempung maka log gamma ray bisa mendeteksi keberadaan lempung pada kedalaman tertentu, kurva yang ditunjukkan dengan gambar log akan condong ke kanan jika formasi lempungnya besar dan akan condong ke kiri ketika lempungnya kecil. Maka dapat dikatakan lempung mempunyai radioaktivitas yang tinggi lain halnya dengan batu pasir, untuk batu pasir yang mempunyai radioaktivitas yang sangat rendah bahkan tidak ada, tetapi radioaktivitas pada batu pasir juga tergantung dari bahan campurannya seperti lempung. Jika pasir tersebut bercampur lempung maka log gamma ray mampu merekam radioaktivitas tersebut walaupun sangat rendah (Verhoef, 1994:41)

2.4 Pengambilan Sampel Batuan (*cutting*)

Pengambilan sampel batuan (*cutting*) ini sangat penting dilakukan dengan adanya contoh *cutting* maka untuk mengetahui susunan batuan dari permukaan tanah sampai kedalaman yang telah ditentukan akan menjadi lebih mudah. Susunan batuan yang telah diperoleh digunakan untuk mengetahui letak akuifer (lapisan batuan yang mengandung air).

Cutting merupakan pengambilan sampel batuan yang diambil pada proses pemboran yang dilakukan tiap 1 meter kedalaman. Batuan yang diambil biasanya diletakkan di dalam kotak sampel yang telah diberi label sesuai dengan kedalaman batuan yang diambil. Pengambilan sampel batuan tersebut dilakukan

sampai pemboran selesai dilaksanakan, pada waktu proses *cutting* harus dilakukan pencatatan tentang batuan yang diperoleh dari tiap kedalaman (Suhono, 1994:8).

Bentonite merupakan lumpur yang digunakan untuk mengangkat batuan yang ada di dalam tanah, selain itu *bentonite* juga digunakan untuk mendinginkan mata bor yang menembus batuan. Sebelum digunakan untuk pemboran maka harus dibuat kolam lumpur yang nantinya, digunakan untuk menampung *bentonite* yang dikeluarkan dari dalam lubang sumur dan untuk memasukkan lumpur dengan kata lain diperlukan dua kolam lumpur untuk memakai lumpur tersebut.

Pencampuran lumpur dilakukan dikolam pertama, dengan adanya *cutting* maka pekerjaan pemboran yang dilakukan akan menjadi lebih mudah. Lumpur (*bentonite*) ini juga digunakan untuk melapisi dinding sumur yang di bor agar tidak mengalami keruntuhan.

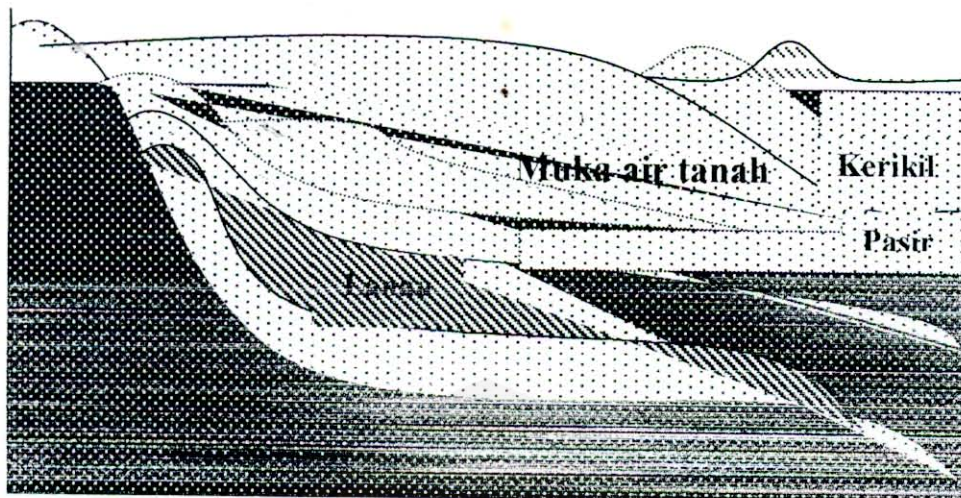
Cutting yang diambil dari lubang sumur biasanya dalam keadaan rusak dan berupa hancuran batuan yang tercampur dengan lumpur (*bentonite*) yang digunakan sebagai pembilas pada pemboran. Oleh karena itu sebelum batuan diletakkan dalam kotak sampel maka batuan tersebut harus dibersihkan dari lumpur. Dengan keadaan batuan yang tidak teratur lagi maka akan sulit untuk menentukan sifat litologi dengan sifat asalnya tetapi pemerian litologi harus dilakukan dengan teliti dan selengkap mungkin. Pemerian litologi akan digabungkan dengan hasil interpretasi logging yaitu log *resistivity*, log SP dan log gamma ray (Hustiano,1990:1).

Hasil pengambilan sampel batuan juga digunakan untuk menentukan gravel yang akan digunakan pada saat pemasangan pipa dan proses pemboran selanjutnya

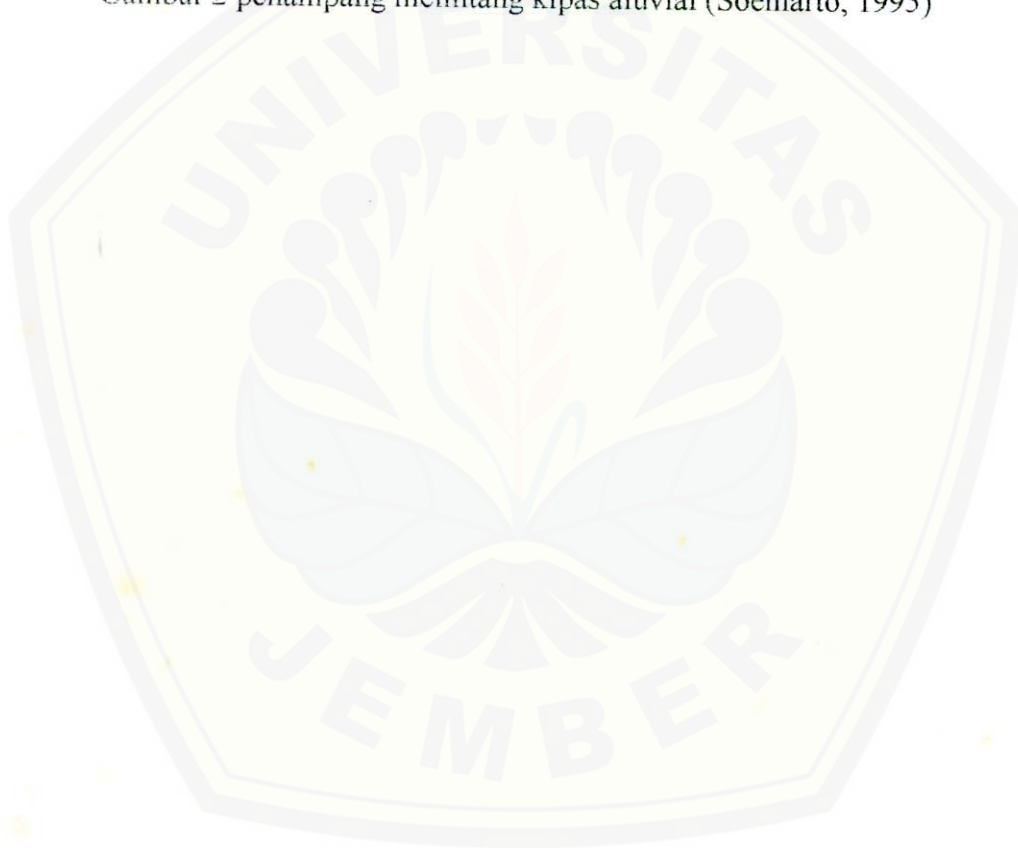
2.5 Keadaan Lokasi Pemboran

Desa Kareng Kidul Kecamatan Wonomerto Kabupaten Probolinggo merupakan daerah yang berupa dataran aluvial dan banyak mengandung batuan tufa, lapili, breksi dan batuan pasir kasar. Batuan breksi yang berupa bongkahan (*Boulder*) sering ditemukan di permukaan maupun di bawah permukaan tanah. Keberadaan batuan breksi di permukaan sering ditemukan di sungai-sungai pada daerah ini.

Keadaan disekitar sumur pemboran adalah daerah yang berupa daerah aluvial biasanya terjadi dari sungai-sungai yang membawa endapan yang berasal dari daerah diatas sungai. Sungai tersebut akan membawa sejumlah material yang bermacam-macam baik itu bahan yang kasar ataupun yang halus. Biasanya di sungai-sungai sering terjadi erosi yang menyebabkan tanah-tanah di sekitar sungai menjadi terkikis terbawa oleh arus. Jika erosi terjadi maka nantinya akan menyebabkan terjadinya pengendapan. Hasil dari pengendapan sungai ini nantinya akan bergabung menjadi satu yang akan menyebabkan terbentuknya teras-teras sungai yang terdiri dari berbagai macam materi pembentuk. Untuk sungai yang membawa endapan dari gunung atau pegunungan ke daerah yang lebih rendah dan mendatar maka endapan tersebut akan membentuk suatu kipas atau kerucut aluvial (*alluvial fan or cone*). Adapun bahan-bahan yang menyusun kipas atau kerucut aluvial terdiri dari berbagai macam jenis baik itu warna, bentuk, besar dan kecilnya batuan yang akan menyebabkan terjadinya perbedaan tekstur pada kipas atau kerucut aluvial tersebut. Apabila sungai yang mengikis batuan dari pegunungan secara terus menerus yang dapat menyebabkan gunung tersebut akan mengalami penurunan ketinggian maka batuan yang mengendap terbawa arus sungai akan menutupi dataran yang ada dibawahnya, sehingga hasil endapan yang berupa bahan-bahan halus akan menutupi bahan-bahan yang kasar yang ada dibawahnya dan akan menutupi daerah yang mengandung batuan kasar. Apabila daerah tersebut mengalami pengikisan secara terus menerus maka daerah-daerah tersebut akan tersusun dari berbagai batuan penyusun yang berbeda yang nantinya akan membentuk lapisan-lapisan batuan dengan komposisi yang berbeda yang dapat digambarkan pada gambar 2 (Soemarto, 1995:168).



Gambar 2 penampang melintang kipas aluvial (Soemarto, 1995)





BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun tempat penelitian di salah satu wilayah kerja Bagian Proyek Pengembangan dan Pengelolaan Air Tanah Wilayah Besuki yaitu di Desa Kareng Kidul Kecamatan Wonomerto Kabupaten Probolinggo pada Sumur Dalam Probolinggo (SDPB 213), sedangkan waktu penelitian pada bulan Juni 2002-Juni 2003.

3.2 Obyek yang diteliti

Obyek yang diteliti berupa Sumur Dalam Probolinggo (SDPB 213) yang terletak di desa Kareng Kidul Kecamatan Wonomerto Kabupaten Probolinggo dengan total 0 meter sampai kedalaman 120 meter.

3.3 Teknik Pengambilan Data

3.3.1 Metode pengambilan sampel batuan (*Cutting*)

Metode *cutting* merupakan metode yang digunakan untuk mengambil contoh batuan yang diambil pada setiap 1 meter kedalaman sampai batas akhir pemboran. Metode ini merupakan metode yang digunakan untuk membantu dari pelaksanaan logging itu sendiri. Metode ini biasanya sering disebut dengan *diagraphie instantaness*. Dengan adanya metode *cutting* ini akan mempermudah proses logging berikutnya.

3.3.2 Metode Lengkungan kurva logging

Metode lengkungan kurva merupakan metode yang diperoleh dari lengkungan kurva log *resistivity* dan log SP. Log ini digunakan untuk mengetahui keberadaan air tanah di dalam batuan. Log ini biasanya ditunjukkan dengan adanya lengkungan kurva menjauhi garis normal atau lengkungan kurva yang menyimpang ke arah kiri dan ke kanan. Log *resistivity* akan menunjukkan keberadaan air tanah akan melengkung ke kanan dengan harga positif dan log SP yang melengkung ke kiri menjauhi garis normal dengan harga negatif.

3.3 Metode Pengambilan Data

3.3.1 Jenis Data

Data yang diperoleh ada dua jenis yaitu :

1. Data yang berupa data *cutting*
2. Data yang berupa data logging yang terdiri dari data log *resistivity* dan data log SP.

3.3.2 Metode Pengambilan Data

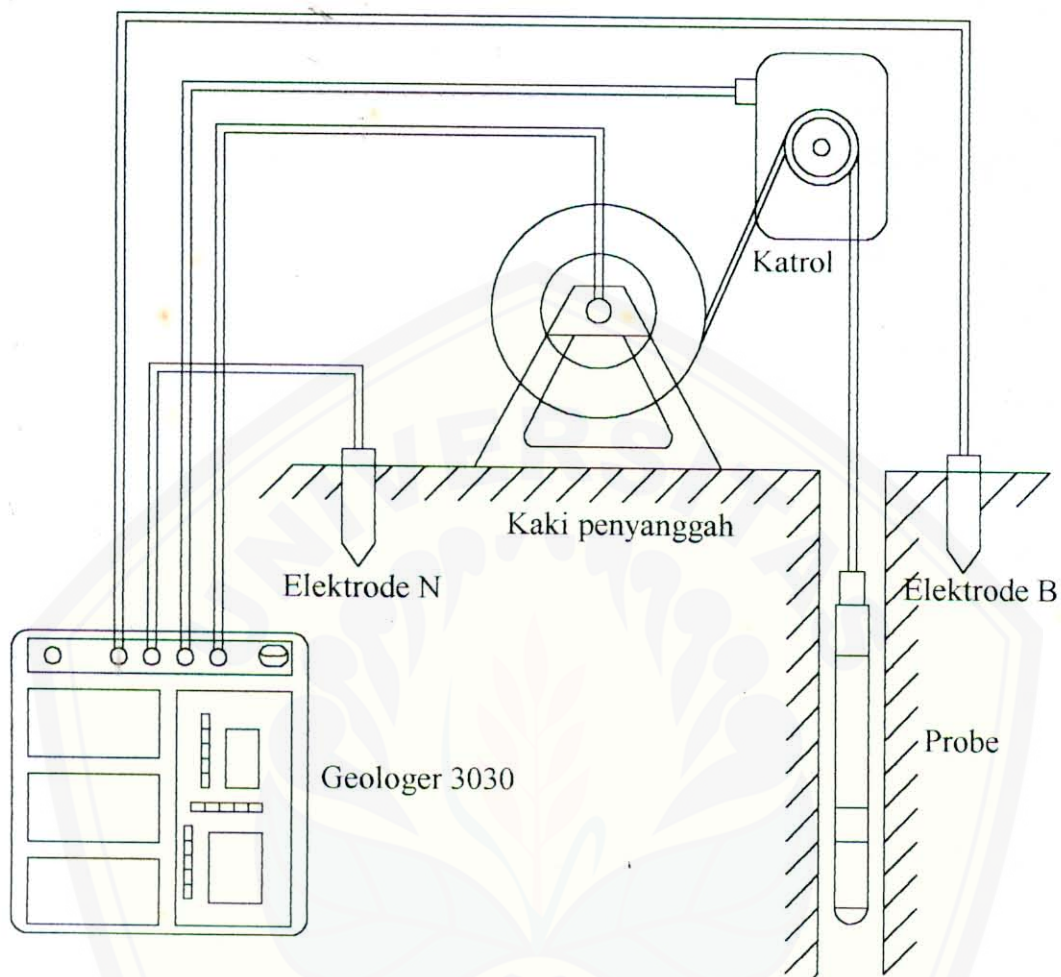
Metode pengambilan data yang digunakan adalah metode Dokumentasi. Metode dokumentasi ini merupakan cara yang digunakan untuk mengambil data *cutting* diambil tiap satu meter mulai dari 0 meter sampai akhir pemboran.

Pencatatan ini dilakukan dengan alat Logging merk OYO 3030. Rekaman dan catatan yang dihasilkan biasanya disebut *diagraphie diveere* atau *wireline logging*. Data log yang diambil nantinya tiap 10 meter.

Pada *wireline* log ini yang dicatat adalah data-data sebagai berikut :

- a. Log *Resistivity*
- b. Log SP

Data diambil dengan cara seperti yang diuraikan pada gambar 2 :



Gambar 2. Geologer mini MERK OYO 3030

3.3.3 Analisa Data

Data logging dianalisa berdasarkan dua cara yaitu:

a. Penafsiran data secara kualitatif

Adapun data yang dianalisa secara kualitatif adalah data *cutting* pemboran yang dianalisa berdasarkan bentuk, warna, dan jenis batuan dan data log yang dianalisa berdasarkan lengkungan kurva hasil logging yang berupa log *resistivity* dan log SP.

Penafsiran data secara kualitatif dilakukan dengan membandingkan kurva-kurva tahanan jenis dan kurva log SP dan kemudian dibandingkan dengan data litologi sumur bor. Dari hasil penafsiran tersebut dan melihat juga kontras tahanan jenis setiap lapisan serta data litologi sumur bor maka diduga bahwa air tanah yang layak disadap apabila kurva log tahanan jenis lebih melengkung ke kanan dan log SP melengkung ke kiri bila dibandingkan dengan kurva log pada lapisan lainnya. Untuk data litologinya biasanya air ditemukan pada batuan sedimen misalnya; pasir dan breksi.

b. Penafsiran data secara kuantitatif

Adapun data yang dianalisa secara kuantitatif berupa data hasil log yang akan dianalisa dengan menggunakan metode Archie. Untuk pengambilan log *resistivity* diambil pada tiap kedalaman 5 meter. Pada umumnya air tanah pada lapisan batuan yang baik mempunyai resistivitas lebih besar dari pada 1 Ohm-meter. Metode Archie dianalisa bersama dengan metode *cutting* dan metode lengkungan kurva, resistivitas yang diambil adalah resistivitas log *resistivity* yang mempunyai harga lebih dari 20 Ohm-meter, untuk menentukan air tanah yang layak disadap juga ditentukan berdasarkan jenis batuan yang telah ditemukan, pada umumnya batuan ditemukan pada batuan sedimen terutama pada batuan pasir dan breksi. Untuk mengetahui resistivitas air tanah pada lapisan batuan maka digunakan persamaan berikut ini:

$$r = \frac{w}{\rho m a^2}$$

dimana :

r = *Resistivity* air tanah pada lapisan batuan

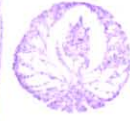
w = *Resistivity* air tanah

a = konstanta untuk batu pasir, 0,5

m = faktor sementasi untuk batu pasir, 1,3

ρ = Porositas



**BAB V****KESIMPULAN DAN SARAN****5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian “Analisa Logging Geofisik Pada Lubang Sumur Dalam (SDPB 213) di Desa Kareng Kidul Kecamatan Wonomerto Kabupaten Probolinggo” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode archie merupakan metode yang digunakan untuk mencari resistivitas air tanah dengan mengetahui porositas batuan dan resistivitas air tanah, sehingga diperoleh resistivitas air tanah pada lapisan batuan sebesar 4,1–5,13 Ohm-meter, 5,13–11,54 Ohm-meter, 7,7–4,6 Ohm-meter, 4,6–6,6 Ohm-meter, 4,2–5,4 Ohm-meter, 3,28–9,85 Ohm-meter.
2. Metode *cutting* merupakan metode yang digunakan untuk mengambil sampel batuan tiap satu meter, metode ini menunjukkan air tanah terletak pada batuan pasir dan breksi, batuan ini merupakan batuan sedimen. Metode lengkungan kurva merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui kedalaman serta log *resistivity*, dengan harga log *resistivity* lebih dari 20 ohm-meter akan menunjukkan bahwa air tanah yang layak disadap terletak pada kedalaman 15–20 meter, 20–25 meter, 35–40 meter, 40–50 meter, 90–95 meter, 105–110 meter, yang mengandung batuan pasir halus lepas, Breksi tufaan keras, Pasir sedang kasar, dan tufa rapuh.

5.2 Saran

Untuk memperoleh data yang lebih baik maka di dalam logging log gamma ray juga harus digunakan karena log ini juga diperlukan untuk mengetahui daerah yang mengandung unsur radioaktif. Pada batuan ini yang mengandung unsur radioaktif terdapat pada batuan lempung. Pada penelitian ini log gamma ray hanya sedikit karena radioaktif yang terdapat pada alat logging tidak memenuhi syarat karena mahalnya radioaktif tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdusamad & Mihardja. 1999. *Hasil Penampang Sumur Bor (Well Logging Di Kampung Cibuntu, Desa Cayur, Kecamatan Cikatomas, Kabupatem Tasikmalaya, Propinsi Jawa Barat, DTLKGP Bandung.*
- Asquith. 1982. *Basic Well Log Analysis for Geologists.* American Association of Petroleum Geologists. Oklahoma USA
- Anonim. 1996. *Kursus Pengukuran Geofisika Untuk Eksplorasi Air Tanah dan Geoteknik Serta Aspek Lingkungan.* Lab. Fisika Bumi. Jurusan Fisika. ITB Bandung.
- Anonim. 1999. *Laporan Pelaksanaan Pekerjaan Pemboran.* CV. Geotirta. Surabaya
- Anonim. 2000. *laporan kegiatan pemboran somur bor produksi di desa ngadipuro, wonotirto kabupaten blitar, propinsi jawa timur.* DTLGKP, Bandung
- Chorley. R.J. 1969. *Water Earth and Man.* Printed Methuen co. Ltd in Great Britain by Richard Clay (the Caucer press), ltd Bungay, Suffolk.
- Conger. R. 1996. *Borehole Geophysical Logging for Water Resources Investigations in Pennsylvania.* US Geological Survey, WRD 215 Limekiln New Cumberland
- Gilluly. James. 1968. *Principles of Geology.* United States of America
- Hermansyah A. 1999, *Hasil Penampang Sumur Bor (Well Logging) di Desa Manding Kecamatan Pucunglaba, Kabupaten Tulungagung, Propinsi Jawa Timur.* DTLGKP, Bandung.
- Hustiano. J. 1990. *Pengenalan Batuan Berdasarkan Pemerian Litologi contoh Pemboran untuk Desain Sumur di Wilayah BP P2AT Jawa Timur.* P2AT Jawa Timur.
- Lahee. F. 1952. *Field Geology.* McGraw-Hill Book Company. United States of America
- Nyquist. J. 2002. *Self Potensial The Ugly Duckling of Environmental Geophysics,* Temple University, Philadelphina, Pennsylvania. U.S.
- Seyhan. E. 1990. *Dasar-dasar Hidrologi.* Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Soemarto. CD. 1995. *Hidrologi Teknik.* Penerbit Erlangga. Jakarta

- Soewali dan Soenarto. 1985. *Metode Geolistrik Cara Tahanan Jenis Untuk Penyelidikan Air Tanah*. Badan Penelitian dan pengembangan Pekerjaan Umum Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Sudjana. T. 1997. *Irigasi Air Tanah*. Proyek Irigasi Air Tanah Jawa Timur Tim Pemboran
- Suhono. A. 1994. *Kursus Pemboran Konstruksi Sumur*. Proyek Irigasi Air Tanah Jawa Timur
- Summer, 1972. *Geological Survey*. Standford University california
- Sunardiyono, 1985, *Geofisika Eksplorasi*, P2AT Wilayah Besuki, Jawa Timur.
- Verhoef. P.N.W. 1994. *Geologi untuk Teknik Sipil*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Wilson. E.M. 1993. *Hidrologi Teknik*. Penerbit ITB. Bandung





LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Pengambilan Sampel Batuan (*cutting*) Pada Pemboran Sumur Dalam Probolinggo (SDPB 213)

Tgl	Kedalaman		Waktu		Kekentalan lumpur	Keterangan
	dari	Ke	dari	Ke		
16	00	01	16.25	16.30	36	Lempung lengket, coklat
	01	02	16.30	16.40		Lempung lengket, coklat
	02	03	16.40	16.50		Lempung lengket, coklat
	03	04	16.50	17.00		Lempung lengket, coklat
	04	05	17.00	17.10		Lempung lengket, coklat
	05	06	09.50	10.10	37	Tufa rapuh, coklat
	06	07	10.10	10.20		Tufa rapuh, coklat
	07	08	10.30	10.40		Tufa rapuh, coklat
	08	09	10.40	10.50		Tufa rapuh, coklat
	009	10	10.50	11.00		Tufa rapuh, coklat
	10	11	11.00	11.15		Pasir halus, lepas, abu-abu kecoklatan
18 22	11	12	12.05	12.15	Pasir halus, lepas, abu-abu kecoklatan	
	12	13	08.25	08.05	Pasir halus, lepas, abu-abu kecoklatan	
	13	14	13.00	13.15	Pasir halus, lepas, abu-abu kecoklatan	
	14	15	13.15	14.30	Pasir halus, lepas, abu-abu kecoklatan	
	15	16	16.15	16.45	Pasir halus, lepas, abu-abu kecoklatan	
	16	17	16.45	16.55	Pasir halus, lepas, abu-abu kecoklatan	
	17	18	16.55	17.00	Pasir halus, lepas, abu-abu kecoklatan	
	18	19	17.00	17.03	Pasir halus, lepas, abu-abu kecoklatan	
	19	20	17.03	17.30	Pasir halus, lepas, abu-abu kecoklatan	
	20	21	17.30	17.46	Pasir halus, lepas, abu-abu kecoklatan	
	23. ..	21	22	08.30	09.00	37
22		23	09.00	10.20	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
23		24	10.20	11.25	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
24		25	11.25	11.38	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
25		26	11.39	11.55	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
26		27	11.55	12.10	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
27		28	12.27	12.37	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
28		29	12.37	14.00	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
29		30	14.00	15.05	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
30		31	15.05	16.45	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
31		32	16.45	17.45	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
24	32	33	18.25	19.20	Lempung lengket, coklat muda	
	33	34	19.20	19.45	Lempung lengket, coklat muda	
	34	35	21.15	21.45	Lempung lengket, coklat muda	
	35	36	21.45	22.45	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
	36	37	22.45	00.30	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
	37	38	00.30	02.50	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
	38	39	08.10	08.30	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
	39	40	08.30	11.20	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
	40	41	11.30	12.10	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
	41	42	12.10	12.35	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
	42	43	12.35	13.20	Breksi tufaan keras, abu-abu kecoklatan	
	43	44	16.45	16.55	Pasir sedang kasar agak lepas, abu-abu	
	44	45	16.55	17.10	Pasir sedang kasar agak lepas, abu-abu	
	45	46	17.25	20.25	Pasir sedang kasar agak lepas, abu-abu	

Tgl	Kedalaman		Waktu		Kekentalan lumpur	Keterangan		
	Dari	Ke	Dari	Ke				
24	46	47	20.25	21.00		Pasir sedang kasar agak lepas, abu-abu		
	47	48	21.00	21.30		Pasir sedang kasar agak lepas, abu-abu		
	48	49	21.30	22.20		Pasir sedang kasar agak lepas, abu-abu		
	49	50	22.20	23.00		Pasir sedang kasar agak lepas, abu-abu		
	50	51	23.00	24.00		Pasir sedang kasar agak lepas, abu-abu		
	51	52	01.00	01.45		Pasir sedang kasar agak lepas, abu-abu		
	52	53	01.45	02.50		Pasir sedang kasar agak lepas, abu-abu		
	53	54	02.50	01.00		Lanau, coklat muda		
	25	54	55	15.40		15.53	36	Lanau, coklat muda
		55	56	15.53		15.59		Breksi tufaan agak keras, abu-abu
56		57	15.50	16.10	Breksi tufaan agak keras, abu-abu			
57		58	16.45	17.12	Breksi tufaan agak keras, abu-abu			
58		59	17.12	17.30	Breksi tufaan agak keras, abu-abu			
59		60	17.30	17.40	Breksi tufaan agak keras, abu-abu			
60		61	17.40	17.55	Breksi tufaan agak keras, abu-abu			
61		62	17.55	18.10	Breksi tufaan agak keras, abu-abu			
62		63	18.10	18.25	36	Pasir halus sedang, lepas, abu-abu		
63		64	18.25	18.40		Pasir halus sedang, lepas, abu-abu		
64		65	19.10	19.26		Pasir halus sedang, lepas, abu-abu		
65		66	19.26	19.37		Pasir halus sedang, lepas, abu-abu		
66		67	19.28	20.00		Pasir halus sedang, lepas, abu-abu		
67		68	19.40	19.47		Pasir halus sedang, lepas, abu-abu		
68		69	19.47	19.57		Pasir halus sedang, lepas, abu-abu		
69		70	19.57	20.10		Pasir lanauan lepas, coklat keabu-abuan		
70		71	11.00	11.05		Pasir lanauan lepas, coklat keabu-abuan		
71		72	11.05	11.30		Pasir lanauan lepas, coklat keabu-abuan		
72		73	11.30	11.50	Pasir lanauan lepas, coklat keabu-abuan			
73		74	11.50	12.05	Pasir lanauan lepas, coklat keabu-abuan			
74		75	12.05	12.15	Pasir lanauan lepas, coklat keabu-abuan			
75		76	12.15	12.25	Pasir lanauan lepas, coklat keabu-abuan			
76		77	01.00	01.15	Pasir lanauan lepas, coklat keabu-abuan			
77		78	01.15	01.30	Pasir lanauan lepas, coklat keabu-abuan			
78		79	01.30	01.45	Pasir lanauan lepas, coklat keabu-abuan			
79	80	01.45	02.00	36	Pasir lanauan lepas, coklat keabu-abuan			
80	81	02.00	02.10		Pasir lanauan lepas, coklat keabu-abuan			
81	82	02.10	02.15		Lanau pasiran halus, abu-abu kecoklatan			
82	83	03.10	03.20		Lanau pasiran halus, abu-abu kecoklatan			
83	84	03.20	04.20		Lanau pasiran halus, abu-abu kecoklatan			
84	85	04.20	05.05		Lanau pasiran halus, abu-abu kecoklatan			
85	86	05.05	05.27		Lanau pasiran halus, abu-abu kecoklatan			
86	87	05.27	05.50		Lanau pasiran halus, abu-abu kecoklatan			
87	88	06.20	06.25		Lanau pasiran halus, abu-abu kecoklatan			
88	89	06.30	06.35		36	Lanau pasiran halus, abu-abu kecoklatan		
89	90	06.35	06.50	Lanau pasiran halus, abu-abu kecoklatan				
90	91	06.50	07.10	Lanau pasiran halus, abu-abu kecoklatan				
91	92	07.10	07.25	Lanau pasiran halus, abu-abu kecoklatan				
92	93	07.25	07.30	Lanau pasiran halus, abu-abu kecoklatan				
93	94	07.30	07.38	Breksi bongkah keras, abu-abu tua				
94	95	08.05	08.25	Breksi bongkah keras, abu-abu tua				
95	96	08.25	08.38	Breksi bongkah keras, abu-abu tua				

Tgl	Kedalaman		Waktu		Kekentalan Lumpur	Keterangan
	Dari	Ke	Dari	Ke		
27	96	97	08.38	08.48	35	Breksi bongkah keras, abu-abu tua
	97	98	08.48	09.59		Breksi bongkah keras, abu-abu tua
	98	99	09.59	10.55		Breksi bongkah keras, abu-abu tua
	99	100	10.55	11.55		Breksi bongkah keras, abu-abu tua
	100	101	16.35	14.00		Lempung lanauan agak lengket, coklat
	101	102	14.00	14.15		Lempung lanauan agak lengket, coklat
	102	103	14.15	14.35		Lempung lanauan agak lengket, coklat
	103	104	14.35	14.45	Lempung lanauan agak lengket, coklat	
	104	105	14.45	15.00	Lempung lanauan agak lengket, coklat	
	105	106	15.00	5.10	36	Breksi tufaan, keras, abu-abu tua
	106	107	16.30	16.43		Breksi tufaan, keras, abu-abu tua
	107	108	16.45	16.55		Breksi tufaan, keras, abu-abu tua
	108	109	16.55	17.25		Breksi tufaan, keras, abu-abu tua
	109	110	17.25	18.10		Breksi tufaan, keras, abu-abu tua
	110	111	18.10	18.30		Breksi tufaan, keras, abu-abu tua
	111	112	18.30	19.00		Tufa, rapuh, coklat
	112	113	19.45	20.35	36	Tufa, rapuh, coklat
	113	114	20.35	20.50		Tufa, rapuh, coklat
	114	115	20.53	21.14		Tufa, rapuh, coklat
	115	116	21.14	21.20		Tufa, rapuh, coklat
	116	117	21.20	21.35		Tufa, rapuh, coklat
	117	118	21.35	21.50		Tufa, rapuh, coklat
	118	119	23.00	23.10		Tufa, rapuh, coklat
119	120	23.10	23.25	Tufa, rapuh, coklat		
120	121	23.25	23.40	Tufa, rapuh, coklat		
121	122	23.40	24.30	Lempung lengket, abu-abu kecoklatan		
122	123	24.30	01.00	Lempung lengket, abu-abu kecoklatan		
123	124	01.00	01.35	Lempung lengket, abu-abu kecoklatan		

Hasil perhitungan dengan menggunakan metode Archie untuk mencari resistivity dari lapisan pembawa air (akuifer) berdasarkan hasil logging yang dianalisa berdasarkan lengkungan kurva.

Rumus Archie dapat dituliskan dengan menggunakan bentuk persamaan :

$$r = \frac{w}{\rho m a^2}$$

Dimana :

- r = resistivitas air tanah pada lapisan batuan
- w = resistivity air tanah
- a = konstanta untuk pasir, 0,5
- m = faktor sementasi untuk batu pasir, 1,3
- ρ = porositas batuan

1. Untuk kedalaman 5 meter dengan porositas batuan 30, diperoleh

$$r = \frac{19}{1,3(0,5)^2 10} = 5,8 \text{ Ohm-meter}$$

2. Untuk kedalaman 10 meter dengan porositas batuan 30, diperoleh

$$r = \frac{15}{1,3(0,5)^2 30} = 1,54 \text{ Ohm-meter}$$

3. Untuk kedalaman 15 meter dengan porositas batuan 30, diperoleh

$$r = \frac{40}{1,3(0,5)^2 30} = 4,1 \text{ Ohm-meter}$$

4. Untuk kedalaman 20 meter dengan porositas batuan 30, diperoleh

$$r = \frac{50}{1,3(0,5)^2 30} = 5,13 \text{ Ohm-meter}$$

5. Untuk kedalaman 25 meter dengan porositas batuan 20, diperoleh

$$r = \frac{75}{1,3(0,5)^2 20} = 11,54 \text{ Ohm-meter}$$

6. Untuk kedalaman 30 meter dengan porositas batuan 20, diperoleh

$$r = \frac{18}{1,3(0,5)^2 20} = 2,77 \text{ Ohm-meter}$$

7. Untuk kedalaman 35 meter dengan porositas batuan 20, diperoleh

$$r = \frac{50}{1,3(0,5)^2 20} = 7,7 \text{ Ohm-meter}$$

8. Untuk kedalaman 40 meter dengan porositas batuan 20, diperoleh

$$r = \frac{30}{1,3(0,5)^2 20} = 4,6 \text{ Ohm-meter}$$

9. Untuk kedalaman 45 meter dengan porositas batuan 20, diperoleh

$$r = \frac{62}{1,3(0,5)^2 35} = 5,45 \text{ Ohm-meter}$$

10. Untuk kedalaman 50 meter dengan porositas batuan 35, diperoleh

$$r = \frac{75}{1,3(0,5)^2 35} = 6,6 \text{ Ohm-meter}$$

11. Untuk kedalaman 55 meter dengan porositas batuan 20, diperoleh

$$r = \frac{41}{1,3(0,5)^2 20} = 6,31 \text{ Ohm-meter}$$

12. Untuk kedalaman 60 meter dengan porositas batuan 20, diperoleh

$$r = \frac{29}{1,3(0,5)^2 20} = 4,46 \text{ Ohm-meter}$$

13. Untuk kedalaman 65 meter dengan porositas batuan 30, diperoleh

$$r = \frac{30}{1,3(0,5)^2 30} = 3,07 \text{ Ohm-meter}$$

14. Untuk kedalaman 70 meter dengan porositas batuan 30, diperoleh

$$r = \frac{32}{1,3(0,5)^2 30} = 3,28 \text{ Ohm-meter}$$

15. Untuk kedalaman 75 meter dengan porositas batuan 30, diperoleh

$$r = \frac{40}{1,3(0,5)^2 30} = 4,10 \text{ Ohm-meter}$$

16. Untuk kedalaman 80 meter dengan porositas batuan 30, diperoleh

$$r = \frac{23}{1,3(0,5)^2 30} = 3,28 \text{ Ohm-meter}$$

17. Untuk kedalaman 85 meter dengan porositas batuan 40, diperoleh

$$r = \frac{30}{1,3(0,5)^2 40} = 2,31 \text{ Ohm-meter}$$

18. Untuk kedalaman 90 meter dengan porositas batuan 40, diperoleh

$$r = \frac{32}{1,3(0,5)^2 30} = 3,28 \text{ Ohm-meter}$$

19. Untuk kedalaman 95 meter dengan porositas batuan 30, diperoleh

$$r = \frac{29}{1,3(0,5)^2 30} = 2,97 \text{ Ohm-meter}$$

20. Untuk kedalaman 100 meter dengan porositas batuan 10, diperoleh

$$r = \frac{20}{1,3(0,5)^2 10} = 6,15 \text{ Ohm-meter}$$

21. Untuk kedalaman 105 meter dengan porositas batuan 20, diperoleh

$$r = \frac{15}{1,3(0,5)^2 20} = 2,31 \text{ Ohm-meter}$$

22. Untuk kedalaman 110 meter dengan porositas batuan 10, diperoleh

$$r = \frac{32}{1,3(0,5)^2 10} = 9,85 \text{ Ohm-meter}$$

23. Untuk kedalaman 115 meter dengan porositas batuan 10, diperoleh

$$r = \frac{30}{1,3(0,5)^2 10} = 9,23 \text{ Ohm-meter}$$

24. Untuk kedalaman 120 meter dengan porositas batuan 10, diperoleh

$$r = \frac{29}{1,3(0,5)^2 10} = 8,92 \text{ Ohm-meter}$$

Keterangan alat Logging geofisik

a. Geologer Mini Merk OYO 3030

Geologer mini merk OYO 3030 merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengukur atau merekam keadaan dibawah permukaan tanah yang dioperasikan dari atas permukaan tanah geologer ini terdiri dari tiga log yaitu log tahanan jenis (*resistivity*), log *Spontaneous potensial* (SP) dan log Gamma Ray. Geologer ini juga dapat menyimpan data yang telah terekam untuk di cetak melalui alat pencetak yang terdapat pada alat logger.

b. Probe Pendek Dan Probe Panjang

Probe ini digunakan secara bersama dan digabungkan menjadi satu dan dihubungkan dengan kabel. Tetapi sebelum probe dimasukkan kedalam sumur, probe harus bersih dari kotoran baik itu pasir ataupun kotoran lainnya. Di dalam probe terdapat sensor yang dapat merekam keadaan dibawah permukaan tanah secara teliti dan mengirimkan data tersebut ke Geologer Mini merk OYO 3030 untuk direkam Probe dimasukkan secara perlahan-lahan dengan kecepatan konstan yang telah ditentukan oleh alat Geologer merk OYO 3030.

c. Elektrode N dan Elektrode B

Merupakan elektrode yang terbuat dari bahan Stainless steel dan merupakan elektrode yang dipasang di permukaan tanah yang dapat membantu perekaman data yang berupa log tahanan jenis (*resistivity*) dan log *Spontaneous potensial* (SP)

d. Kabel

Kabel digunakan untuk menghubungkan semua alat logging dan berfungsi untuk menghantarkan arus menuju ke probe.

e. Penyanggah Katrol dan Katrol

Penyanggah katrol digunakan untuk tempat kabel yang diputar secara perlahan-lahan. Katrol untuk mempermudah masuknya kabel yang dihubungkan dengan probe ke dalam sumur.

Cara kerja dari alat logging seperti dibawah ini :

1. Rangkaikan semua alat yaitu katrol, geologer merk oyo 3030 probe seperti gambar 1 dan hubungkan semua kabel dengan geologer merk OYO 3030 baik itu kabel katrol, kabel elektrode (B dan N).
2. Groundkan kedua elektrode pada permukaan tanah, untuk elektrode B ditanam di dekat lubang bor, sedangkan elektrode N diletakkan agak jauh dari lubang bor.
3. Cek kembali apakah semua kabel telah terhubung dengan Geologer
4. Pasang probe dengan hati-hati agar tidak lepas pada saat dimasukkan kedalam lubang sumur
5. Setelah semua alat siap digunakan probe perlahan-lahan dimasukkan kedalam lubang sumur
6. Setelah sampai dengan kedalaman yang telah ditentukan tarik probe perlahan-lahan sampai ke permukaan

Departemen Pendidikan Nasional RI
Universitas Jember
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Borang TA-06

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN

Kami selaku Dosen pembimbing Utama/Anggota yang mengawasi penelitian/percobaan mahasiswa sebagai tersebut di bawah ini :

Nama : Yuli Eka Styowati
NIM : 981810201104
Jurusan : Fisika
Semester : X

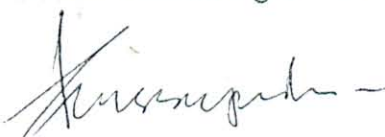
Menerangkan dengan sebenarnya bahwa mahasiswa yang bersangkutan betul-betul telah melaksanakan penelitian/percobaan, tentang :

Analisa Logging Geofisik pada Lubang Sumur Dalam (SDPB 213) di Desa Kareng Kidul Kecamatan Wonomerto Kabupaten Probolinggo

Bertempat : Di Desa kareng Kidul Kecamatan Wonomerto Kabupaten Probolinggo
Dimulai bulan juni s/d Juli 2003

Surat keterangan ini dibuat sebagai persyaratan pengajuan permohonan ujian Tugas Akhir/Skripsi.
Demikian untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

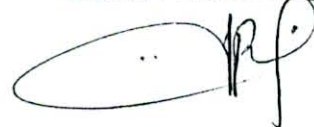
Dosen Pembimbing Utama



Agus Suprianto S.Si, MT
NIP. 132 162 507

Jember, 17 Juni 2003

Dosen Pembimbing Anggota



Dra Sri Astutik M.Si
NIP. 131 993 440



Nomor : 142/Jurfis/PP/2002
Lampiran : -
Perihal : **PERMOHONAN
PENGAMBILAN DATA**

Kepada Yth. : **Kepala Bagian Proyek Pengembangan
Dan Pengelolaan Air Tanah (P2AT)
di-
Jember**

Dengan hormat,

Sehubungan dengan pelaksanaan Tugas Akhir/Skripsi Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember yaitu :

Nama : Yuli Eka Styowati
NIM : 98 - 1104
**Judul : Peran Logging pada Proses Pemboran Air Tanah
Di P2AT .**

mohon perkenannya untuk melaksanakan penelitian dan pengambilan data logging di instansi Bapak.

Demikian, atas perhatian dan perkenannya disampaikan terima kasih.

Jember, 13 Mei 2002
a.n. Ketua Jurusan Fisika

Sekretaris

Agung Tj. Nugroho, M.Phil
NIP. 132 085 972