



APLIKASI METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS UNTUK
MENENTUKAN LETAK DAN KEDALAMAN AQUIFER AIR TANAH
(Studi Kasus di Desa Temperak Kecamatan Sarang Kabupaten Rembang
Jawa Tengah)

SKRIPSI

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains

Pada Universitas Negeri Semarang

Disusun Oleh :

Wuryantoro

NIM : 4250402039

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2007

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk ditunjukkan ke sidang ujian skripsi Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 23 Juli 2007

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Drs. Moch. Aryono Adhi, M.Si.

Dr. Supriadi Rustad

NIP 132150462

NIP 131695157

PENGESAHAN KELULUSAN

Skripsi ini telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Skripsi
Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Negeri Semarang pada:

Hari : Senin

Tanggal : 6 Agustus 2007

Ketua,

Panitia Ujian

Sekretaris,

Drs. Kasmadi Imam S., M.S.

Drs. M. Sukisno, M.Si.

NIP 130781011

NIP 130529522

Penguji I,

Penguji II,

Drs. Hadi Susanto, M.Si.

Drs. Moch. Aryono Adhi, M.Si.

NIP 130819142

NIP 132150462

Penguji III,

Dr. Supriadi Rustad

NIP 131695157

PERNYATAAN

saya menyatakan bahwa yang tertulis didalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain baik sebagian maupun seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Juli 2007

Wuryantoro

NIM 4250402039

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“remember that life is a ladder not an escalator”

“satu-satunya alasan mengapa ada waktu, karena segala sesuatu tidak terjadi sekaligus”(Albert Einstein).

PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk

- ❖ Ayah (alm) dan Ibu tercinta
- ❖ Kakak-kakakku (Imam, Rochayati, Wuryanto dan Maryati) dan si kecil Elfatia
- ❖ Anita “*my Soul*” yang selalu menemani dalam suka dan duka

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmatNya sehingga penulis diberi kekuatan untuk menghadapi segala rintangan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penyelesaian skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Sudijono Sastroatmodjo, M.Si., Rektor Universitas Negeri Semarang
2. Drs. Kasmadi IS, M. S., Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang
3. Drs. M. Sukisno, M.Si., Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang
4. Drs. Moch. Aryono Adhi, M.Si., dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak ilmu dan mendampingi penulis dalam setiap bimbingan
5. Dr. Supriadi Rustad, dosen pembimbing II yang selalu memberikan waktu dan bantuannya dalam penyelesaian penulisan skripsi ini
6. Drs. Hadi Susanto, M.Si., sebagai penguji skripsi yang telah meluangkan waktunya
7. Keluargaku yang selalu membantu dan memberikan kepercayaannya untukku dalam menggapai semua asa

8. Ibu Encha, Budhe, Mbak Isna, Mbak Umi dan Mbak Tika yang setia memberi keceriaan dalam kebersamaan
9. Mas Trie, Mbak Yuyun, Mas Tulus, Hermawan, Miqdad dan Yoyok yang telah memberikan bantuan tenaga dalam penelitian ini
10. Irfan, Danis, Dwi, Niati, Eha, Endar yang selalu memberi motivasi dan keceriaan
11. Achwandi yang telah memberikan pencerahan teknologi padaku
12. Komunitas Neo Boeaja yang telah memberi motivasi selama kuliah
13. semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini

Semoga semua amal dan budi baiknya mendapatkan imbalan yang setimpal dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu dengan besar hati penulis sangat berterima kasih terhadap saran dan kritik yang akan dijadikan masukan guna perbaikan.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca yang budiman.

Semarang, Juli 2007

Penulis

ABSTRAK

Wuryantoro, 2007, *Aplikasi metode geolistrik tahanan jenis untuk menentukan letak dan kedalaman akuifer air tanah (Studi kasus di Desa Temperak, Kecamatan Sarang, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah)*, Pembimbing I: Drs. Moch. Aryono Adhi, M.Si., Pembimbing II: Dr. Supriadi Rustad

Kata kunci : Geolistrik, metode tahanan jenis, akuifer, air tanah

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang dimanfaatkan dalam eksplorasi sumber daya alam bawah permukaan. Prinsip kerja metode geolistrik adalah mempelajari aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan letak dan kedalaman akuifer air tanah di desa Temperak kecamatan Sarang kabupaten Rembang dengan metode tahanan jenis (*Resistivity*).

Metode tahanan jenis didasari oleh hukum Ohm, bertujuan mengetahui jenis pelapisan batuan didasarkan pada distribusi nilai resistivitas pada tiap lapisan. Dengan menginjeksikan arus melalui dua elektroda arus maka beda potensial yang muncul dapat terukur dari elektroda potensial. Variasi harga tahanan jenis akan didapatkan jika jarak masing-masing elektroda diubah, sesuai dengan konfigurasi alat yang dipakai (metode Schlumberger). Pada metode tahanan jenis diasumsikan bahwa bumi bersifat homogen isotropik, dimana nilai tahanan jenis yang terukur bukan merupakan harga sebenarnya akan tetapi merupakan nilai tahanan jenis semu (*apparent Resistivity*).

Data hasil pengukuran di lapangan berupa beda potensial dan arus dapat digunakan untuk menghitung harga resistivitas semu. Setelah dibuat harga resistivitas semu kemudian dibuat *matching curve*, dengan menggunakan program Interpex-1D untuk mengetahui nilai resistivitas dan kedalaman tiap lapisan. Dengan mengacu dari hasil pengolahan Interpex-1D dapat dibuat penampang dua dimensi secara manual guna mengetahui model pelapisan dan ketebalannya.

Hasil penelitian geolistrik menunjukkan bahwa akuifer air tanah di desa temperak Kecamatan Sarang Kabupaten Rembang Jawa Tengah, memiliki resistivitas yang bervariasi yaitu berkisar $1,2 - 2,4 \Omega m$. Pada titik 10, 13 dan 15 berpotensi sebagai daerah akumulasi akuifer terbesar, dengan kedalaman lebih dari 82 m.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Persetujuan Pembimbing.....	ii
Pegesahan Kelulusan.....	iii
Pernyataan	iv
Motto dan Persembahan	v
Kata Pengantar	vi
Abstrak	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Lampiran	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Alasan Pemilihan Judul	2
I.2. Permasalahan.....	5
I.3. Pengesahan Istilah.....	6
I.4. Tujuan Penelitian.....	6
I.5. Manfaat.....	7
I.6. Sistematika Penyusunan Skripsi.....	7
BAB II LANDASAN TEORI	9
II.1. Air Tanah.....	9
II.2. Permeabilitas dan Porositas.....	18

II.3. Sifat Listrik Dalam Batuan.....	22
II.4. Sifat Listrik di Dalam Bumi	25
II.5. Resistivitas Batuan	27
II.6. Geolistrik Metode Tahanan Jenis.....	30
II.7. Geologi Daerah Penelitian	33
BAB III METODE PENELITIAN	37
III.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	37
III.2. Desain Penelitian	41
III.3. Metode Analisis dan Interpretasi Data.....	44
III.4. Metode Pengumpulan Data.....	46
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	47
IV.1. Hasil Penelitian	47
IV.2. Pembahasan	47
A. Kondisi Geologi	47
B. Aspek Hidrogeologi	48
C. Analisis dan Interpretasi Data	51
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	60
V.1. Simpulan.....	60
V.2. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Macam-Macam Batuan Tipe Kerapatannya (Densitas)	13
Tabel 2.2. Perositas Pada Macam-Macam Batuan	21
Tabel 2.3. Variasi Material Bumi (Batuan).....	29
Tabel 3.1. Tabel Spesifikasi Geolistrik	41
Tabel 4.1. Interpretasi litologi penampang dua dimensi titik 15-5-3-9.....	56
Tabel 4.2. Interpretasi litologi penampang dua dimensi titik 10-11-9.....	57
Tabel 4.3. interpretasi litologi penampang dua dimensi titik 14-13-12-7-2	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram memperlihatkan posisi relatif beberapa istilah yang berkaitan dengan air bawah permukaan	10
Gambar 2.2.	Akuifer bebas atau akuifer tidak tertekan (<i>Unconfidened Aquifer</i>)	15
Gambar 2.3.	Akuifer Tertekan (<i>Confined Aquifer</i>).....	16
Gambar 2.4	Akuifer Bocor (<i>Leakage Aquifer</i>)	16
Gambar 2.5	Akuifer Melayang (<i>Perched Aquifer</i>)	17
Gambar 2.6.	Diagram penampang memperlihatkan akuifer-akuifer confine dan unconfine, sistem artesis dan permukaan piezometrik.....	18
Gambar 2.7.	Permeabilitas dan Porositas.....	21
Gambar 2.8.	Silinder Konduktor.....	23
Gambar 2.9.	Penampang vertikal ketika arus diinjeksikan pada Permukaan yang seragam	26
Gambar 2.10.	Suatu rencana penelitian pada permukaan bumi ditunjukkan oleh empat buah elektroda	26
Gambar 2.11.	Skema Konfigurasi Schlumber	31
Gambar 2.12.	Medium tak homogen (berlapis) dan medium homogen ...	32
Gambar 2.13.	Peta geologi daerah rembang, jateng	36
Gambar 3.1.	Peta jawa tengah yang menunjukkan posisi rembang	37
Gambar 3.2.	Peta wilayah Kab. Rembang	38

Gambar 3.3.	Peta daerah penelitian (Desa Temparak).....	39
Gambar 3.4.	Skema alat geolistrik	42
Gambar 3.5	Skema peralatan revitalitas model schlumbeger	43
Gambar 4.1	Peta garis penampang daerah penelitian (desa tempeak)...	52
Gambar 4.2	Penampang dua dimensi TPR-1	53
Gambar 4.3	penampang dua dimensi TPR-2	54
Gambar 4.4	penampang dua dimensi TPR-3	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data lapangan <i>Resistivity Sounding</i> (VES)	63
Lampiran 2. Data hasil pengolahan interpex.....	78
Lampiran 3. Tabel data pengelolaan geolistrik dengan interpex	112

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. ALASAN PEMILIHAN JUDUL

Lebih dari tujuh puluh lima persen bagian bumi di lingkupi oleh air. Daratan yang menempati seperempat bagian juga tidak terpisah dari perairan-perairan di dalamnya, oleh karena itu air memegang peranan yang sangat vital bagi kehidupan di muka bumi ini.

Indonesia sebagai negara kepulauan dan lebih dari dua pertiga bagian berupa perairan memiliki kandungan air yang sangat melimpah. Namun demikian, ternyata Indonesia juga tidak lepas dari masalah yang berhubungan dengan air, dalam hal ini adalah masalah air bersih. Di beberapa daerah seperti Gunung Kidul dan Wonogiri, keberadaan akan air bersih sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Pada musim kemarau, masyarakat di dua daerah ini harus menempuh jalan beberapa kilometer dengan kondisi daerah yang naik turun hanya untuk mendapatkan satu ember air.

Pemanfaatan air tanah merupakan upaya untuk memenuhi kebutuhan air di masa sekarang dan yang akan datang, serta merupakan alternatif yang terbaik apabila air di permukaan sudah tidak mencukupi atau terjangkau. Air tanah bebas dari penularan penyakit, lebih terlindung dari polusi atau pencemaran serta pengotoran lainnya.

Sumber daya air tanah bersifat dapat di perbaharui (*renewable*) secara alami, karena air tanah merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari siklus

hidrologi di bumi, yang ditemukan pada formasi geologi tembus air yang dikenal dengan reservoir air tanah yaitu formasi pengikat air yang memungkinkan jumlah air yang cukup besar untuk bergerak melaluinya pada kondisi lapangan yang biasa. Reservoir pada umumnya adalah sebuah tandon air alami yang berasal dari peresapan air hujan yang turun bumi, sehingga sebagian ada yang merembes kedalam tanah yang pada akhirnya tersimpan dalam pori-pori batuan didalam tanah. Namun demikian, dalam kenyataannya terdapat berbagai faktor pembatas yang mempengaruhi pemanfaatannya, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Dari segi kuantitas, air tanah akan mengalami penurunan kemampuan penyediaan apabila jumlah yang di gunakan melebihi ketersediaannya. Air tanah di pergunakan masyarakat untuk kebutuhan rumah tangga, irigasi dan industri. Kebutuhan ini dari waktu kewaktu akan meningkat, sehingga untuk memenuhi kebutuhan tersebut masyarakat berusaha mendapatkannya pada tempat-tempat yang mempunyai potensi air tanah. Dalam hal ini terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengetahui potensi air tanah. Salah satunya adalah metode geolistrik yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi. Keunggulan metode ini adalah dapat di gunakan untuk mengadakan eksplorasi dangkal yang tidak bersifat merusak dalam pendeteksiannya. Pendeteksian di atas permukaan bumi meliputi pengukuran medan potensial arus dan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi.

Dalam hal pencarian reservoir air dapat dilakukan suatu studi awal dengan penentuan lapisan batuan yang mengandung air dalam jumlah air jenuh (Kodoatie,1996: 81). Metode geolistrik merupakan salah satu cara dalam penelitian air tanah dengan melaksanakan pengukuran berdasar sifat-sifat listrik yaitu sifat tahanan jenis dari batuan dilapangan. Pada metode ini, masing-masing perlapisan batuan terpresentasikan oleh variasi nilai tahanan jenis. Di mana nilai tahanan jenis setiap lapisan batuan ditentukan oleh faktor jenis material penyusunnya, kandungan air dalam batuan, sifat kimia air dan porositas batuan maka dengan mengetahui nilai tahanan jenis dari perlapisan batuan dapat dipelajari jenis material batuan dan kondisi air tanahnya.

Desa Temperak, Kabupaten Rembang secara geografis terletak pada $111^{\circ}00' - 111^{\circ}30'$ BT dan $6^{\circ}20' - 7^{\circ}00'$ LS, berdasarkan hasil pemetaan geologi lembar Rembang (Kadar, D dan Sudijono) stratigrafi daerah Temperak, Sarang dan sekitarnya tersusun oleh Endapan Permukaan, Batuan Sedimen, dan Batuan Gunung Api. Endapan Permukaan membentuk satuan Aluvium yang banyak mengandung kerakal, kerikil, pasir, lanau, dan lempung. Satuan batuan tertua yang tersingkap di daerah ini adalah Formasi Tawun, berumur Miosen Awal yang terendapkan dalam lingkungan laut dangkal neritik tepi yaitu daerah laut dangkal yang masih dapat ditembus oleh cahaya sampai kedasar sampai dengan laut batial atas yang merupakan daerah remang-remang. Satuan batuan ini dicirikan oleh batuan klastika dan batu gamping, serta ditindih secara selaras oleh Formasi Ngrayong yang berumur Miosen Awal sampai Miosen Tengah. Formasi Ngrayong dicirikan oleh batuan klastika dan

sisipan batu gamping yang terendapkan dalam lingkungan fluvial (*non-marine*), satuan batuan ini terletak selaras dan kadang-kadang menjari dengan Formasi Tawun. Formasi Ngrayong ditindih secara selaras oleh Formasi Bulu yang terendapkan dalam lingkungan laut bercirikan batu gamping dengan sisipan napal. Formasi Bulu, ditindih secara selaras oleh atau menjari dengan Formasi Wonocolo yang diendapkan dalam lingkungan laut dangkal. Satuan batuan tersebut dicirikan oleh batu lempung bersisipan batu gamping dan lapisan tipis batu pasir. Formasi ini ditindih secara tak selaras oleh Formasi Ledok yang terendapkan dalam lingkungan laut terbuka yang dicirikan oleh batuan sedimen klastika seperti batu lempung, napal, batu lanau dan sisipan batu gamping berumur Miosen Awal ditindih secara selaras oleh Formasi Mundu yang terendapkan dalam lingkungan laut dalam. Satuan batuan ini ditindih secara tidak selaras oleh Formasi Lidah yang diendapkan dalam lingkungan laut dangkal bercirikan batu lempung, kalkarenit, dan sisipan batu pasir serta batu lempung. Endapan Gunung api Lasem diperkirakan terbentuk oleh kegiatan gunung api zaman kuartar. Satuan batuan ini terdiri dari lava andesit, sedang endapan gunung api Muria dicirikan oleh bahan-bahan piroklastika yang tersusun dari fragmen natuan leusit, andesit, dan basal.

Berdasar observasi yang telah dilakukan di desa Temperak, penggunaan sumur galian telah dilakukan untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih yang tersebar di beberapa desa seperti di desa Kalopang, desa Lodanwetan, desa Kalipang, desa Kemadu, dan desa Temperak. Namun pemanfaatan sumur galian ini tidak dapat selalu memenuhi kebutuhan air disebabkan karena

keringnya air sumur ketika memasuki musim kemarau. Selain itu letak desa Temperak kecamatan Sarang merupakan daerah yang berdekatan dengan garis pantai, sehingga memungkinkan terjadinya intrusi air laut. Dalam hal ini intrusi tersebut akan mempengaruhi kualitas air sumur galian. Oleh karena itu, maka diperlukan suatu alternatif lain untuk memenuhi kebutuhan akan air, sehingga perlu adanya suatu penelitian lebih lanjut tentang pencarian sumber air tanah di daerah tersebut. Untuk mendapatkan sumber air tersebut, dapat dilakukan dengan cara menentukan letak dan kedalaman akuifer air tanah dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis. Berdasarkan observasi dan informasi geologi di atas, penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian tentang “APLIKASI METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS UNTUK MENENTUKAN LETAK DAN KEDALAMAN AQUIFER AIR TANAH”(Studi kasus desa Temperak Kecamatan Sarang Kabupaten Rembang Jawa Tengah).

I.2. PERMASALAHAN

Berdasarkan alasan pemilihan judul di atas, maka permasalahan yang muncul adalah bagaimanakah aplikasi metode geolistrik tahanan jenis untuk menentukan letak dan kedalaman akuifer air tanah di desa Temperak, Kecamatan Sarang Kabupaten Rembang Jawa Tengah?

I.3. PENEGASAN ISTILAH

Untuk menghindari penafsiran yang berbeda terhadap beberapa istilah yang digunakan, maka diperlukan penegasan sebagai berikut :

1. *Geologi* adalah ilmu yang mempelajari bumi secara global, asal kejadian, struktur, komposisi dan sejarahnya. (Marbun dalam Tofani, 2001:12).
2. *Geolistrik* adalah alat yang digunakan dalam survei metode geofisika yang bekerja atas prinsip aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi.
3. Metode tahanan jenis adalah suatu metode geofisika dengan menggunakan prinsip distribusi tahanan jenis pada lapisan-lapisan bumi untuk mengetahui jenis batumannya.
4. *Aquifer* adalah suatu lapisan, formasi, atau kelompok formasi satuan geologi yang *permeable* baik yang terkonsolidasi dengan kondisi jenuh air dan mempunyai konduktivitas hidraulik (K) sehingga membawa air dalam jumlah yang ekonomis (Kodoatie, 1996: 81).
5. air tanah adalah air yang mengisi celah-celah atau ruang pori-pori tanah dan batuan yang berada di bawah tanah (Michelcic, 1999: 193).

I.4. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi resistivitas batuan untuk menentukan letak dan kedalaman akuifer air tanah melalui metode geolistrik tahanan jenis di desa Temperak, Kecamatan Sarang Kabupaten Rembang.

1.5. MANFAAT

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi bagi instansi terkait tentang metode geolistrik tahanan jenis sebagai salah satu metode untuk menentukan letak dan kedalaman akuifer air tanah. Sebagai acuan penelitian lain dengan alat Geolistrik.
2. Sebagai bahan masukan bagi peneliti lain dalam mengembangkan penelitian lain tentang akuifer air tanah.
3. Memberikan informasi bagi masyarakat sekitar tentang lokasi yang tepat untuk di gunakan sebagai sumur galian.

1.6. SISTEMATIKA PENYUSUNAN SKRIPSI

Adapun sistematika yang akan digunakan oleh penulis dalam penyusunan skripsi untuk mempermudah dalam menelaahnya adalah sebagai berikut:

1. Bagian awal skripsi

Bagian ini berisi halaman judul, persetujuan pembimbing, pengesahan kelulusan, pernyataan, motto dan persembahan, kata pengantar, sari, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

2. Bagian isi skripsi

Bagian ini terdiri dari lima bab yang meliputi:

a. Bab I. Pendahuluan

Bab ini memuat alasan pemilihan judul yang melatar-belakangi masalah, permasalahan, penegasan istilah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika skripsi.

b. Bab II. Landasan Teori

Bab ini terdiri dari kajian mengenai landasan teori yang mendasari penelitian.

c. Bab III. Metode Penelitian

Bab ini menguraikan metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi. Metode penelitian ini meliputi; metode pengumpulan data, desain penelitian, dan metode analisis serta interpretasi data.

d. Bab IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini berisi hasil-hasil penelitian dan pembahasannya.

e. Bab V. Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran sebagai implikasi dari hasil penelitian.

3. Bagian akhir skripsi

Bagian ini berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

BAB II

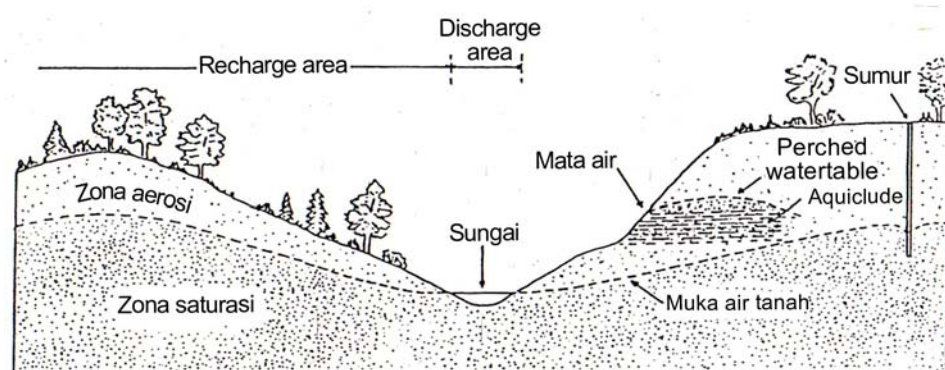
LANDASAN TEORI

II.1. AIR TANAH

Air tanah dapat didefinisikan sebagai semua air yang terdapat dalam ruang batuan dasar atau regolith. Dapat juga disebut aliran yang secara Alami mengalir ke permukaan tanah melalui pancaran atau rembesan (Noer Aziz, 2000:81).

Kebanyakan air tanah berasal dari hujan. Air hujan yang meresap ke dalam tanah menjadi bagian dari air tanah, perlahan-lahan mengalir ke laut, atau mengalir langsung dalam tanah atau di permukaan dan bergabung dengan aliran sungai. Banyaknya air yang meresap ke tanah bergantung pada selain ruang dan waktu, juga di pengaruhi kecuraman lereng, kondisi material permukaan tanah dan jenis serta banyaknya vegetasi dan curah hujan. Meskipun curah hujan besar tetapi lerengnya curam, ditutupi material impermeabel, persentase air mengalir di permukaan lebih banyak daripada meresap ke bawah. Sedangkan pada curah hujan sedang, pada lereng landai dan permukaannya permeabel, persentase air yang meresap lebih banyak. Sebagian air yang meresap tidak bergerak jauh karena tertahan oleh daya tarik molekuler sebagai lapisan pada butiran-butiran tanah. Sebagian menguap lagi ke atmosfer dan sisanya merupakan cadangan bagi tumbuhan selama belum ada hujan. Air yang tidak tertahan dekat permukaan menerobos ke bawah sampai zona dimana seluruh ruang terbuka pada sedimen atau batuan terisi air

(jenuh air). Air dalam zona saturasi (*zone of saturation*) ini dinamakan air tanah (*ground water*). Batas atas zona ini disebut muka air tanah (*water table*). Lapisan tanah, sedimen atau batuan di atasnya yang tidak jenuh air disebut zona aerasi (*zone of aeration*). Muka air tanah umumnya tidak horisontal, tetapi lebih kurang mengikuti permukaan topografi di atasnya. Apabila tidak ada hujan maka muka air di bawah bukit akan menurun perlahan-lahan sampai sejajar dengan lembah. Namun hal ini tidak terjadi, karena hujan akan mengisi (*recharge*) lagi. Daerah dimana air hujan meresap kebawah (*precipitation*) sampai zona saturasi dinamakan daerah rembesan (*recharge area*). Dan daerah dimana air tanah keluar dinamakan *discharge area*.



Gambar 2.1. Diagram memperlihatkan posisi relatif beberapa istilah yang berkaitan dengan air bawah permukaan.

Air tanah berasal dari bermacam sumber. Air tanah yang berasal dari peresapan air permukaan disebut air meteoric (*meteoric water*). Selain berasal dari air permukaan, air tanah dapat juga berasal dari air yang terjebak pada waktu pembentukan batuan sedimen. Air tanah jenis ini disebut air konat

(*connate 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 ini disebut dengan air juvenil (*juvenile water*). Dari ketiga sumber air tanah tersebut air meteoric merupakan sumber air tanah terbesar.

Air tanah di temukan pada formasi geologi permeabel (tembus air) yang dikenal sebagai *aquifer* (juga disebut reservoir air tanah, formasi pengikat air, dasar-dasar yang tembus air) yang merupakan formasi pengikat air yang memungkinkan jumlah air yang cukup besar untuk bergerak melaluinya pada kondisi lapangan yang biasa. Air tanah juga di temukan pada *akiklud* (atau dasar semi permeabel) yaitu suatu formasi yang berisi air tetapi tidak dapat memindahkannya dengan cukup cepat untuk melengkapi persediaan yang berarti pada sumur atau mata air. Deposit glasial pasir dan kerikil, kipas aluvial dataran banjir dan deposit delta pasir semuanya merupakan sumber-sumber air yang sangat baik.

Berdasarkan material penyusunnya, maka terdapatnya air tanah dapat dibedakan menjadi 2, yaitu:

- a. Material lepas (*unconsolidated materials*)
- b. Material kompak (*consolidated materials*)

Kira-kira 90 % air tanah terdapat pada material lepas misalnya pasir, kerikil, campuran pasir dan kerikil, dan sebagainya.

Tabel 2.1. macam-macam batuan tipe kerapatannya (densitas)

Tipe Kerapatan	Batuan Endapan			Batuan Beku dan Batuan Ubahan	Batuan Vulkanik	
	Kompak	Lepas	Karbonat		Kompak	Lepas
Antar butiran	-	Pasir kerikil, pasir lempung, lempung pasiran	-	Zone pelapukan dari granit gneiss	Zone pelapukan basalt	Batuan vulkanik lepas, blok sampai debu vulkanik
Antar butiran dan retakan	Breksi konglomerat, batu pasir	-	Batu gamping politik	-	Breksi vulkanik, truf batu apung	-
Retakan	-	-	Batu gamping dolomite dan batu gamping non dolomite	Granit, gneiss, garbo, kwasit, diorite, sekif	Basalt, andesit, riolit	-

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

a. Daerah aliran air (*water course*)

.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. Faktor ini menyebabkan daerah ini sangat potensial sebab materialnya lepas dan air sungai mensuplai air tanah.

b. Daerah lembah mati

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

c. Daerah daratan

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

d. Daerah lembah antar gunung

Lembah yang dikelilingi oleh pegunungan biasanya terdiri dari material lepas yang jumlahnya sangat besar, material ini berasal dari pegunungan sekitarnya. Materialnya berupa pasir kerikil dan sifatnya akan menerima air di pengisian di atasnya.

Pada dataran antar gunung yang dibatasi oleh kaki-kaki gunung api akan mempunyai perbedaan besar pada butir setiap tahap kegiatan gunung api tersebut sehingga dapat menyebabkan terbentuknya kondisi air tanah tertekan, terutama yang terletak tidak seberapa jauh dari bagian kaki gunung api. Lembah tersebut dibatasi oleh lipatan, sangat perlu diperhatikan akan luasnya penyebaran litologi yang diperkirakan dapat

bertindak sebagai akuifer, Akuifer karena sifatnya seperti yang disebutkan di depan merupakan lapisan batuan yang sangat penting dalam usaha penyerapan air tanah. Litologi atau penyusupan batuan di lapisan akuifer di Indonesia yang penting adalah:

- *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.
- *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.
- *Batu gamping* : merupakan endapan laut yang mengandung karbonat, yang karena proses geologis diangkat ke permukaan. Air tanah di sini mengisi terbatas pada rekahan rongga, maupun saluran hasil pelarutan. Endapan ini tersebar di tempat-tempat yang dahulu berwujud lautan karena proses geologis, fisik dan kimia. Di beberapa daerah sebaran endapan batuan ini membentuk suatu morfologi khas, yang disebut karst.

Akuifer

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

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

Akuifer bebas atau akuifer tak tertekan adalah air tanah dalam akuifer tertutup lapisan *impermeable*, dan merupakan akuifer yang mempunyai muka air tanah. *Unconfined Aquifer* adalah akuifer jenuh air (*saturated*). Lapisan pembatasnya yang merupakan *aquitard*, hanya pada bagian bawahnya dan tidak ada pembatas *aquitard* di lapisan atasnya, batas di lapisan atas berupa muka air tanah. Permukaan air tanah di sumur dan air tanah bebas adalah permukaan air bebas, jadi permukaan air tanah bebas adalah batas antara zone yang jenuh dengan air tanah dan zone yang aerasi (tak jenuh) di atas zone yang jenuh. Akuifer jenuh disebut juga sebagai *phriatic aquifer*, *non artesian aquifer* atau *free aquifer*.



Gambar 2.2 Akuifer bebas atau akuifer tidak tertekan (*Unconfined Aquifer*)

2. Akuifer tertekan (*Confined Aquifer*)

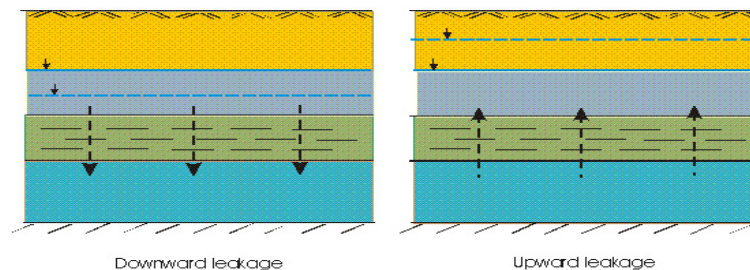
Akuifer tertekan adalah suatu akuifer dimana air tanah terletak di bawah lapisan kedap air (*impermeable*) dan mempunyai tekanan lebih besar daripada tekanan atmosfer. Air yang mengalir (*no flux*) pada lapisan pembatasnya, karena *confined aquifer* merupakan akuifer yang jenuh air yang dibatasi oleh lapisan atas dan bawahnya.



Gambar 2.3 Akuifer tertekan (*Confined Aquifer*)

3. Akuifer bocor (*Leakage Aquifer*)

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



Gambar 2.4 Akuifer bocor (*Leakage Aquifer*)

4. Akuifer melayang (*Perched Aquifer*)

Akuifer disebut akuifer melayang jika di dalam zone aerasi terbentuk sebuah akuifer yang terbentuk di atas lapisan *impermeable*. Akuifer melayang ini tidak dapat dijadikan sebagai suatu usaha pengembangan air tanah, karena mempunyai variasi permukaan air dan volumenya yang besar.



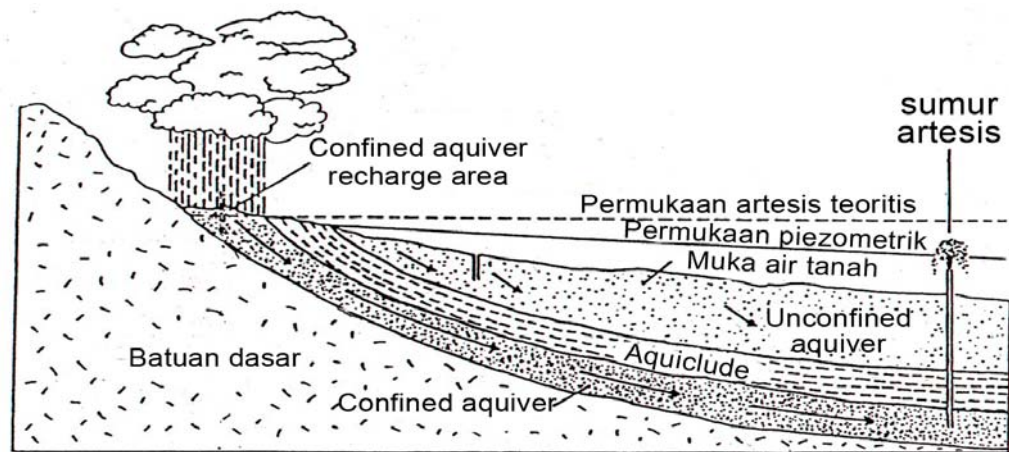
Gambar 2.5 Akuifer melayang (*Perched Aquifer*)

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 juga berpengaruh terhadap daya hantar listrik, dan dapat menentukan kualitas air tanah.

Pada mulanya air memasuki akuifer melewati daerah tangkapan (*recharge area*) yang berada lebih tinggi daripada daerah buangan (*discharge area*). 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 di atasnya, tekanan ini tidak dapat hilang atau berpindah karena akuifer terisolasi oleh akiklud diatas dan dibawahnya, yaitu lapisan yang impermeabel dengan konduktivitas hidrolik sangat kecil sehingga tidak memungkinkan air melewatinya.

Jika sumur di bor 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 di sebut sumur artesis.



Gambar 2.6. Diagram penampang memperlihatkan akuifer-akuifer *confine* dan *unconfine*, sistem artesis dan permukaan *piezometrik*.

II.2. PERMEABILITAS DAN POROSITAS

Keadaan material bawah tanah sangat mempengaruhi aliran dan jumlah air tanah. Jumlah air tanah yang dapat di simpan 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. Secara kuantitatif permeabilitas diberi batasan dengan koefisien permeabilitas. Banyak peneliti telah mengkaji problema permeabilitas dan mengembangkan

beberapa rumus. Rumus Fair dan Hatch (1933) dapat dipandang sebagai sumbangan yang khas. Perumusan tersebut adalah sebagai berikut:

$$x = \frac{1}{\left[\frac{(1-n)^2}{n^3} \left[\frac{\theta}{100} \sum \frac{P}{d_m} \right]^2 \right]^m} \quad \dots (2.1)$$

Di mana: x = permeabilitas spesifik

m = faktor pemadatan $\cong 5$

θ = faktor bentuk pasir (6 untuk butiran berbentuk bola dan 7,7 untuk butiran bersudut)

n = porositas

P = persentase pasir yang ditahan antara dua ayakan yang berdekatan (%)

d_m = rata-rata geometrik ukurn dua ayakan yang berdekatan (m).

Porositas juga sangat berpengaruh pada aliran dan jumlah air tanah. Porositas adalah jumlah atau persentase pori atau rongga dalam total volume batuan atau sedimen. Porositas dapat di bagi 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 terurai. 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. Kapasitas penyimpanan atau cadangan air suatu bahan ditunjukkan dengan

porositas yang merupakan nisbah volume rongga (V_v) dengan volume total batuan (V), yang dirumuskan sebagai berikut:

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \quad \dots (2.2)$$

Di mana: n = persen porositas (%)

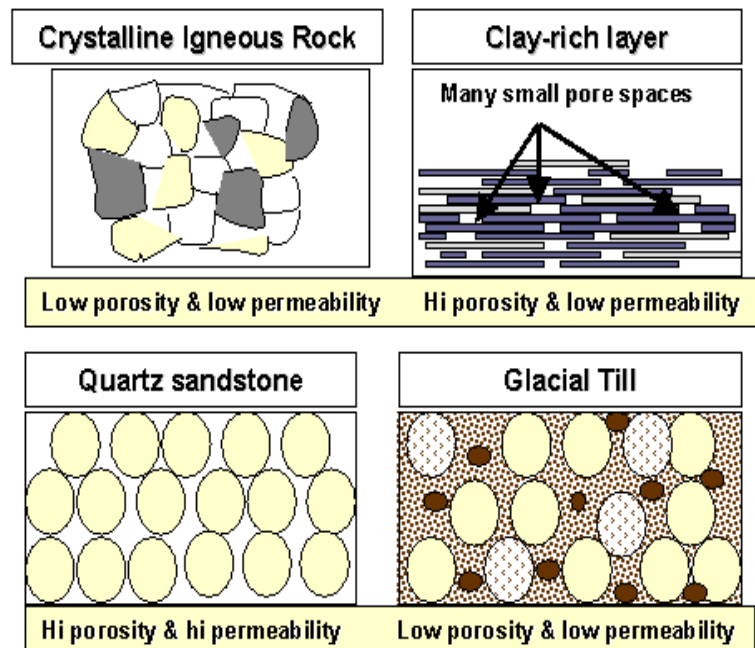
V_v = volume rongga (cm^3)

V = volume total batuan (gas, cair, dan padat (cm^3))

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

- Kerikil → porositas berkisar antara 25 – 40 %
- Pasir → porositas berkisar antara 25 – 50 %
- Lanau → porositas berkisar antara 35 – 50 %
- Lempung → porositas berkisar antara 40 – 75 %

Tanah berbutir halus mempunyai porositas yang lebih besar dibandingkan dengan tanah berbutir kasar. Porositas pada material seragam lebih besar dibandingkan material beragam (*well graded material*).



Gambar 2.7 Permeabilitas dan Porositas

Table 2.2. porositas pada macam-macam batuan

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

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.

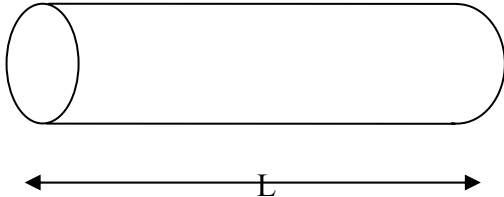
II.3. SIFAT LISTRIK DALAM BATUAN

Aliran arus listrik di dalam batuan dan mineral dapat di golongan menjadi tiga macam, yaitu konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik, dan konduksi secara dielektrik.

a. Konduksi secara elektronik

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik di alirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron-elektron bebas tersebut. Aliran listrik ini juga di pengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang di lewatinya. Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya. Resistivitas memiliki pengertian yang berbeda dengan resistansi (hambatan), dimana resistansi tidak hanya bergantung pada bahan tetapi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut, sedangkan resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri.

Jika di tinjau suatu silinder dengan panjang L , luas penampang A , dan resistansi R , maka dapat di rumuskan:



The diagram shows a horizontal cylinder representing a conductor. Below the cylinder, a double-headed arrow indicates its length, labeled with the letter 'L'.

$$R = \rho \frac{L}{A} \dots (2.3)$$

Gambar 2.8. Silinder konduktor

Di mana secara fisis rumus tersebut dapat di artikan jika panjang silinder konduktor (L) dinaikkan, maka resistansi akan meningkat, dan apabila diameter silinder konduktor diturunkan yang berarti luas penampang (A) berkurang maka resistansi juga meningkat. Di mana ρ adalah resistivitas (tahanan jenis) dalam Ωm . Sedangkan menurut hukum Ohm, resistivitas R dirumuskan :

$$R = \frac{V}{I} \dots (2.4)$$

Sehingga didapatkan nilai resistivitas (ρ)

$$\rho = \frac{VA}{IL} \dots (2.5)$$

namun banyak orang lebih sering menggunakan sifat konduktivitas (σ) batuan yang merupakan kebalikan dari resistivitas (ρ) dengan satuan mhos/m.

$$\sigma = 1/\rho = \frac{IL}{VA} = \left(\frac{I}{A}\right) \left(\frac{L}{V}\right) = \frac{J}{E} \dots (2.6)$$

Di mana J adalah rapat arus (ampere/m²) dan E adalah medan listrik (volt/m). (Mr. Rob & Perry, 1996: 1)

b. Konduksi secara elektrolitik

Sebagian besar batuan merupakan konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang sangat tinggi. Namun pada kenyataannya batuan biasanya bersifat porus dan memiliki pori-pori yang terisi oleh fluida, terutama air. Akibatnya batuan-batuan tersebut menjadi konduktor elektrolitik, di mana konduksi arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolitik dalam air. Konduktivitas dan resistivitas batuan porus 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.

Menurut rumus *Archie*:

$$\rho_e = a \phi^{-m} S^{-n} \rho_w \quad \dots (2.7)$$

di mana ρ_e adalah resistivitas batuan, ϕ adalah porositas, S adalah fraksi pori-pori yang berisi air, dan ρ_w adalah resistivitas air. Sedangkan a , m , dan n adalah konstanta. m disebut juga faktor sementasi.

Untuk nilai n yang sama, schlumberger menyarankan $n = 2$. (NN, 1996: 8).

c. 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, bahkan tidak sama sekali. Elektron dalam batuan berpindah dan berkumpul terpisah dalam inti karena adanya pengaruh medan listrik di luar, sehingga terjadi poliarisasi. Peristiwa ini tergantung pada konduksi dielektrik batuan yang bersangkutan, contoh : mika.

II.4. ALIRAN LISTRIK DI DALAM BUMI

Asumsikan bumi homogen, yang memiliki resistivitas yang seragam (ρ). Misalkan kemudian diinjeksikan arus $+I$ pada titik C_1 , yang akan mengalir secara radial setengah bola di dalam bumi. Sehingga equipotensial di belahan tadi akan dipusatkan di titik C_1 (gambar 2.9). Persamaan (2.3) dan (2.4) di daerah antara dua belahan titik yang konsentris pada jarak r dan $r+dr$, potensial diantara jarak belahan bumi adalah:

$$-dV = \frac{I\rho}{2\pi r^2} dr \quad \dots (2.8)$$

dimana integrasi diberikan potensial V pada jarak r dari sumber arus $+I$ sehingga:

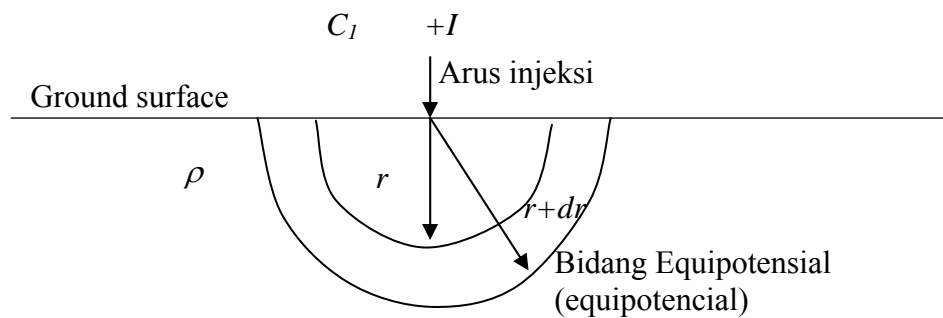
$$V = \frac{I\rho}{2\pi r} \quad \dots (2.9)$$

Bernilai tetap, pada integrasi bernilai nol ketika $V=0$ pada $r=\infty$.

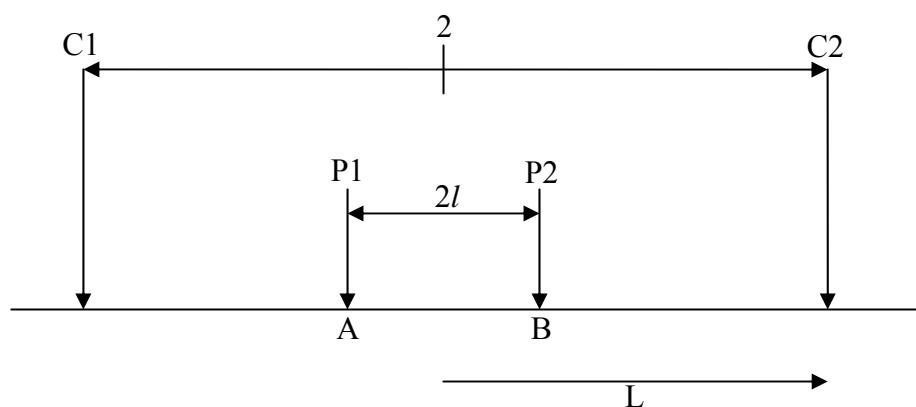
Jika ada dua elektroda arus dipermukaan sumber $+I$ di titik C_1 dan $-I$ di titik C_2 (gambar 2.10) dan persamaan (2.9) memungkinkan jumlah distribusi potensial dari kombinasi sumber masukan ditemukan disetiap tempat.

Potensial titik P_1 diberikan :

$$V_I = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{C_1P_1} - \frac{1}{C_2P_2} \right) \quad \dots (2.10)$$



Gambar 2.9. Penampang vertikal ketika arus diinjeksikan pada permukaan yang seragam



Gambar 2.10. Suatu rencana penelitian pada permukaan bumi ditunjukkan oleh empat buah elektroda.

Potensial dititik P_2 diberikan:

$$V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{C_1P_2} - \frac{1}{C_2P_2} \right) \quad \dots (2.11)$$

Potensial diantara P_1 dan P_2 kemudian menjadi:

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{C_1P_1} - \frac{1}{C_2P_1} - \frac{1}{C_1P_2} + \frac{1}{C_2P_2} \right) \quad \dots (2.12)$$

Sehingga diperoleh resistivitas ρ (ρ) ditulis:

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \times \left[\frac{1}{2\pi} \left(\frac{1}{C_1P_1} - \frac{1}{C_2P_1} - \frac{1}{C_1P_2} + \frac{1}{C_2P_2} \right) \right]^{-1} \quad \dots (2.13)$$

$$\text{dengan } K = \left[\frac{1}{2\pi} \left(\frac{1}{C_1P_1} - \frac{1}{C_2P_1} - \frac{1}{C_1P_2} + \frac{1}{C_2P_2} \right) \right]^{-1}$$

Persamaan $\frac{\Delta V}{I}$ sebagai resistansi diantara titik P_1 dan P_2 dan persamaan dalam kurung sebagai faktor geometri (K) bergantung pada posisi semua empat titik (posisi elektroda dalam penelitian).

II.5. RESISTIVITAS BATUAN

Dari semua sifat fisika batuan dan mineral, resistivitas memperlihatkan variasi harga yang sangat banyak. Pada mineral-mineral logam, harganya berkisar pada $10^{-8} \Omega m$ hingga $10^7 \Omega m$. Begitu juga pada batuan-batuan lain, dengan komposisi yang bermacam-macam akan menghasilkan range

resistivitas yang bervariasi pula. Sehingga range resistivitas maksimum yang mungkin adalah dari $1,6 \times 10^{-8}$ (perak asli) hingga $10^{16} \Omega m$ (belerang murni).

Konduktor biasanya didefinisikan sebagai bahan yang memiliki resistivitas kurang dari $10^{-8} \Omega m$, sedangkan isolator memiliki resistivitas lebih dari $10^7 \Omega m$. Dan di antara keduanya adalah bahan semikonduktor. Di dalam konduktor berisi banyak elektron bebas dengan mobilitas yang sangat tinggi. Sedangkan pada semikonduktor, jumlah elektron bebasnya lebih sedikit. Isolator dicirikan oleh ikatan ionik sehingga elektron-elektron valensi tidak bebas bergerak.

Secara umum, berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

- Konduktor baik : $10^{-8} < \rho < 1 \Omega m$
- Konduktor pertengahan : $1 < \rho < 10^7 \Omega m$
- isolator : $\rho > 10^7 \Omega m$

(Telford W. And Sheriff, 1982)

Kebanyakan mineral membentuk batuan penghantar listrik yang tidak baik walaupun beberapa logam asli dan grafit menghantarkan listrik. Resistivitas yang terukur pada material bumi utamanya ditentukan oleh pergerakan ion-ion bermuatan dalam pori-pori fluida. Air tanah secara umum berisi campuran terlarut yang dapat menambah kemampuannya untuk menghantar listrik, meskipun air tanah bukan konduktor listrik yang baik. Variasi resistivitas material bumi ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 5.1. Variasi Material Bumi (Batuan)

Bahan	Resistivitas (Ωm)
Udara	~
Pirit	3×10^{-1}
Galana	2×10^{-3}
Kwarsa	4×10^{10} s.d. 2×10^{14}
Kalsit	1×10^{12} s. d. 1×10^{13}
Batuan Garam	30 s. d. 1×10^{13}
Mika	9×10^{12} s. d. 1×10^{14}
Garnit	10^2 s. d. 1×10^6
Gabro	1×10^3 s. d. 1×10^6
Basalt	10 s. d. 1×10^7
Batuan Gamping	50 s. d. 1×10^7
Batuan Pasir	1 s. d. 1×10^8
Batuan Serpih	20 s. d. 1×10^3
Dolomit	10^2 s. d. 10^4
Pasir	1 s. d. 10^3
Lempung	1 s. d. 10^2
Air Tanah	0.5 s. d. 3×10^2
Air Laut	0.2

(Djoko Santoso, 2001 : 140)

Harga tahanan jenis batuan tergantung macam-macam materialnya, densitas, porositas, ukuran dan bentuk pori-pori batuan, kandungan air,

kualitas dan suhu, dengan demikian tidak ada kepastian harga tahanan. Jenis untuk setiap macam batuan pada akuifer yang terdiri atas material lepas mempunyai harga tahanan jenis yang berkurang apabila makin besar kandungan air tanahnya atau makin besar kandungan garamnya (misal air asin). Mineral lempung bersifat menghantarkan arus listrik sehingga harga tahanan jenis akan kecil.

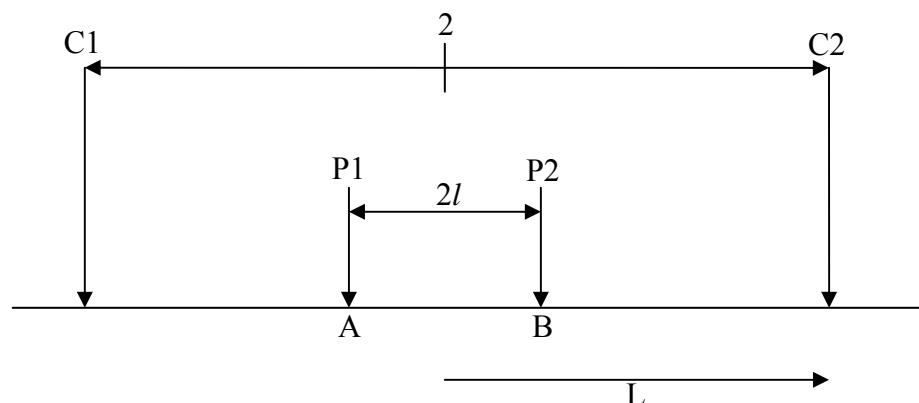
II.6. GEOLISTRIK METODE TAHANAN JENIS

Geolistrik merupakan alat yang dapat diterapkan untuk beberapa metode geofisika, di mana prinsip kerja metode tersebut adalah mempelajari aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial, arus, dan medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi (buatan). Metode geofisika tersebut di antaranya adalah metode potensial diri, metode arus telurik, magnetotelurik, elektromagnetik, IP (*Induced Polarization*), dan resistivitas (tahanan jenis).

Dari sekian banyak metode geofisika yang diterapkan dalam geolistrik, metode tahanan jenis adalah metode yang paling sering di gunakan. Metode ini pada prinsipnya bekerja dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui dua elektroda arus sehingga menimbulkan beda potensial. Dan beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial. Hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda dapat digunakan untuk menurunkan variasi harga tahanan jenis lapisan

dibawah titik ukur (*sounding point*). Metode ini lebih efektif dan cocok di gunakan untuk eksplorasi yng sifatnya dangkal, jarang memberikan informasi lapisan di kedalaman lebih dari 1000 kaki atau 1500 kaki. Oleh karena itu metode ini jarang digunakan untuk eksplorasi minyak tetapi lebih banyak di gunakan dalam bidang *engineering geology* seperti penentuan kedalaman *basement* (batuan dasar), pencarian *reservoir* (tandon) air, dan eksplorasi *geothermal* (panas bumi).

Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda-elektroda arus dan potensialnya, dikenal beberapa jenis metode geolistrik tahanan jenis, antara lain metode Schlumberger, metode Wenner dan metode *Dipole Sounding*.



Gambar 2.11. Skema Konfigurasi Schlumberger

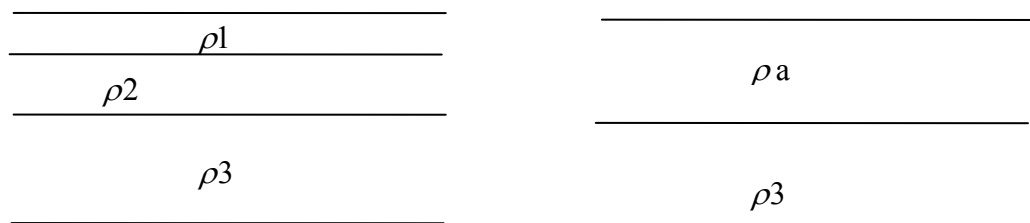
Pada metode tahanan jenis konfigurasi Schlumberger, bumi diasumsikan sebagai bola padat yang mempunyai sifat homogen isotropis. Dengan asumsi ini, maka seharusnya resistivits yang terukur merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak bergantung atas spasi elektroda, $\rho = K\Delta V / I$. Namun pada kenyataannya bumi terdiri atas lapisan-lapisan dengan ρ yang berbeda-

beda sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Maka harga resistivitas yang terukur bukan merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja, tetapi beberapa lapisan. Hal ini terutama untuk spasi elektroda yang lebar.

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I}$$

Dengan ρ_a adalah *apparent resistivity* (resistivitas semu) yang bergantung pada spasi elektroda.

Untuk kasus tak homogen, bumi diasumsikan berlapis-lapis dengan masing-masing lapisan mempunyai harga resistivitas yang berbeda. Resistivitas semu merupakan resistivitas dari suatu medium fiktif homogen yang ekuivalen dengan medium berlapis yang ditinjau. Sebagai contoh adalah sebagai berikut:



Gambar 2.12. Medium tak homogen (berlapis) dan medium homogen

Medium berlapis yang ditinjau terdiri dari dua lapis yang berbeda resistivitasnya (ρ_1 dan ρ_2) dianggap sebagai medium satu lapis homogen yang mempunyai satu harga resistivitas, yaitu resistivitas semu ρ_a , dengan konduktansi lapisan fiktif sama dengan jumlah konduktansi masing-masing lapisan.

II.7. GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Hasil survei di desa Temperak kecamatan Sarang yang berjumlah lima belas data didapatkan di wilayah barat kabupaten Rembang, yang juga merupakan perbatasan kabupaten Rembang, Jawa Tengah dengan Jatirogo, Jawa Timur. Pemetaan geologi daerah ini pernah dilakukan oleh D. Kadar dan Sudijono (1994) lembar Rembang dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi yang memperlihatkan bahwa stratigrafi daerah Rembang dan sekitarnya tersusun dari berbagai variasi satuan litologi. Berbagai variasi tersebut meliputi formasi Mundu, formasi Bulu, formasi Ledok, formasi Wonocolo, formasi Tawun dan formasi Ngrayong. Deskripsi masing-masing formasi diuraikan sebagai berikut :

- Formasi Mundu

Formasi ini terdiri dari napal, masif dan kaya akan Foraminifera Plangton. Satuan batuan ini tersebar cukup luas dan menipis kearah barat. Di sungai-sungai Klateng, Larangan dan Lemah abang ketebalannya berturut-turut 328 m, 315 m dan 52 m. formasi ini menunjukkan umur Miosen Akhir sampai Pliosen.

- Formasi Bulu

Formasi ini terdiri dari batu gamping berwarna putih keabu-abuan, kadang-kadang berlapis dan pasir, sering membentuk pelat-pelat dengan sisipan napal dan batu pasir. Sisipan batu pasir berbutir halus sampai sedang bersifat gampingan dengan kuarsa dan Foraminifera sebagai fragmen dalam batuan. Di beberapa tempat satuan batuan ini mengandung koral dengan diameter mencapai 0,5

m. Lingkungan pengendapan berkisar dari daerah dekat pantai berenergi tinggi sampai laut dangkal berenergi rendah. Formasi ini menunjukkan umur Miosen Tengah.

- Formasi Ledok

Formasi ini terdiri dari batu lempung abu-abu, napal, batu lanau gampingan dengan sisipan-sisipan tipis batu gamping. Kadang-kadang terdapat batu pasir glaukonit. Lingkungan pengendapan berkisar antara neritik tengah sampai batial atas.

- Formasi Wonocolo

Formasi ini terdiri dari batu lempung gampingan dengan selingan tipis batu gamping dan batu pasir glaukonit dilapisan bagian bawah. Batu lempung abu-abu umumnya mengandung Foraminifera dalam jumlah sedang. Kumpulan Foraminifera tersebut menunjukkan umur formasi ini adalah Miosen Tengah dengan lingkungan pengendapan laut dangkal dan neritik tepi sampai tengah.

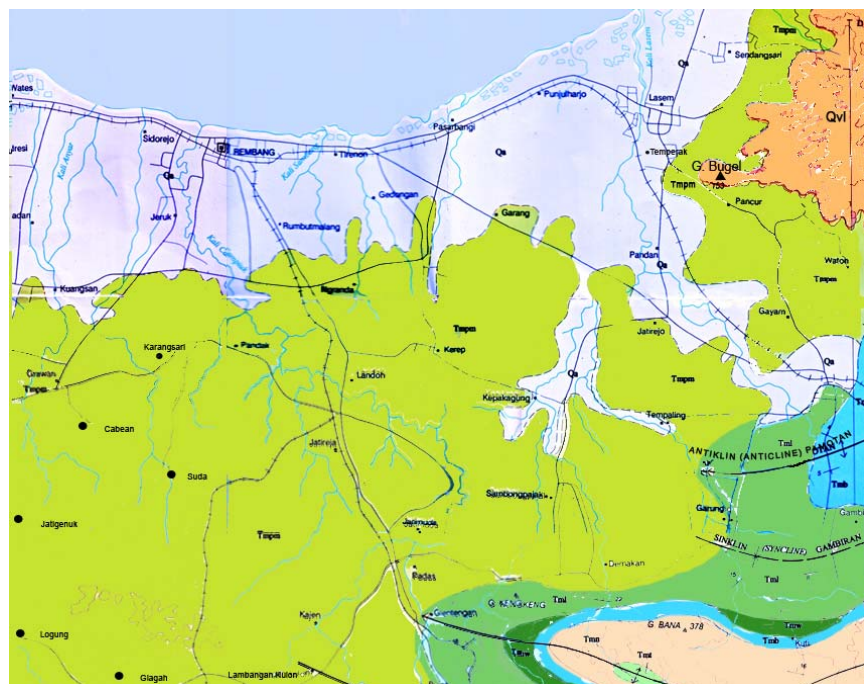
- Formasi Tawun

Formasi ini terdiri dari batu lempung bersisipan batu gamping, batu pasir, batu lanau dan kalkarenit. Satuan batuan ini tersingkap setebal 110 m terdiri dari batu lempung bersisipan batu gamping, kalkarenit dan batu lanau. Batu lempung berwarna abu-abu, sedikit gampingan mengandung Pirit, Gastropoda, Ostrakoda dan Foraminifera dalam jumlah sedang. Asosiasi fauna ini

menunjukkan umur Miosen Awal dengan lingkungan pengendapan laut agak dangkal, neritik tepi sampai neritik tengah.

- Formasi Ngrayong

Formasi ini terdiri dari batu pasir, serpih, batu lempung, batu lanau dan sisipan-sisipan batu gamping. Kadang-kadang terdapat sisipan batu bara dan lignit. Serpih sering sekali mengandung sisa tumbuhan berwarna hitam, sedangkan batu lempung kadang-kadang mengandung banyak Foramplangton. Asosiasi fauna ini menunjukkan umur Miosen Awal sampai Miosen Tengah.



KETERANGAN :

Qa	: ALUVIUM (<i>ALLUVIAL</i>)
Tmpm	: FORMASI MUNDU (<i>MUNDU FORMATION</i>)
Qvl	: BATUAN GUNUNG API LASEM (<i>LASEM VOLCANIC ROCK</i>)
Tmb	: FORMASI BULU (<i>BULU FORMATION</i>)
Tml	: FORMASI LEDOK (<i>LEDOK FORMATION</i>)
Tmw	: FORMASI WONOCOLO (<i>WONOCOLO FORMATION</i>)
Tmt	: FORMASI TAWUN (<i>TAWUN FORMATION</i>)
Tmn	: FORMASI NGRAYONG (<i>NGRAYONG FORMATION</i>)

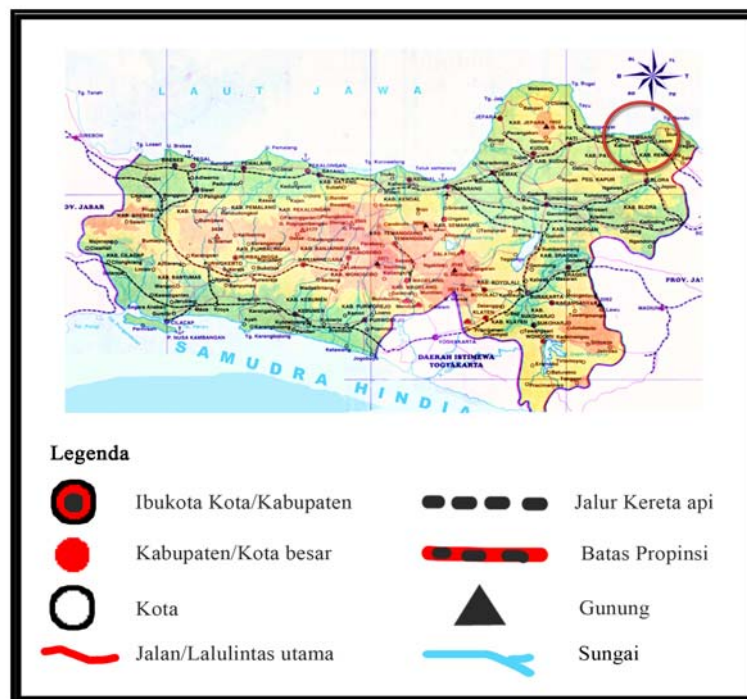
Gambar 2.13. Peta Geologi daerah Rembang, Jawa Tengah

BAB III

METODE PENELITIAN

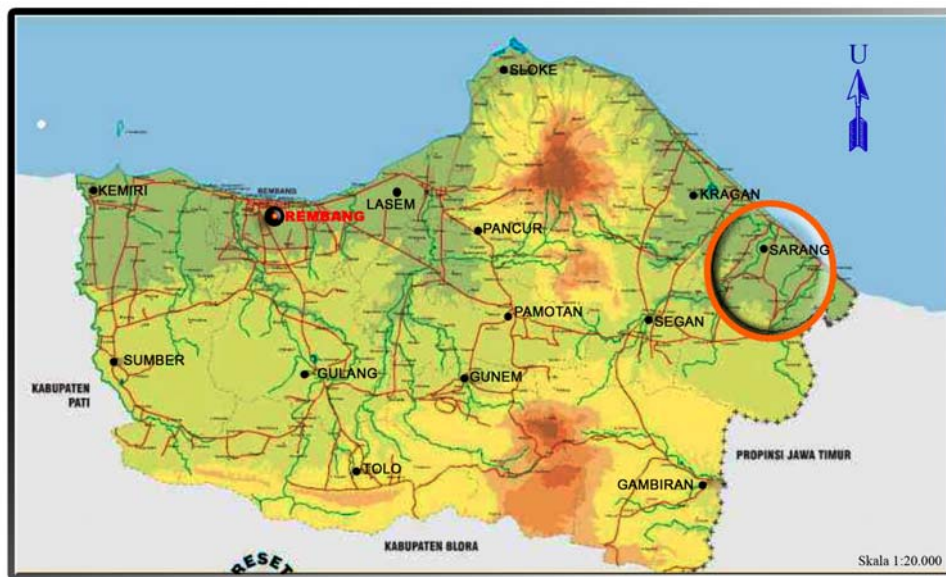
III.1. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian dengan geolistrik untuk menentukan kedalaman air tanah ini dilakukan di desa Temperak, Kecamatan Sarang, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. Adapun secara geografis Kabupaten Rembang terletak pada 111°00'-111°30' Bujur Timur dan 6°20'-7°00' Lintang Selatan (Gambar 3.1). Batas wilayah administrasinya meliputi di sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah timur berbatasan dengan Jatirogo, di sebelah barat berbatasan dengan Kudus serta di sebelah selatan berbatasan dengan Ngawi.




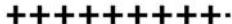





Gambar 3.1. Peta Jawa Tengah yang menunjukkan posisi Kabupaten Rembang

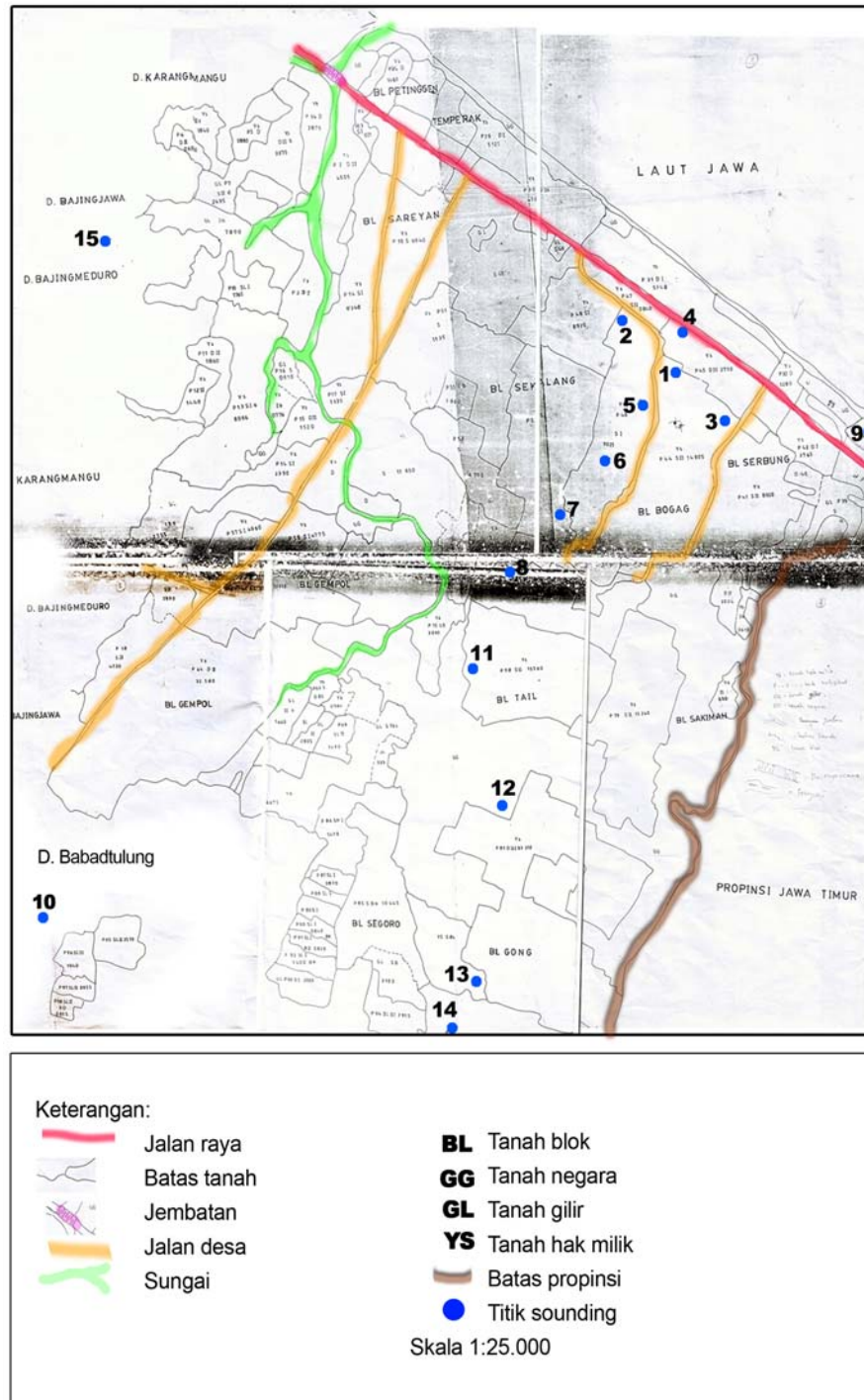
Pelaksanaan penelitian ini di lakukan pada tanggal 3 Juli 2006. Secara lebih detail lokasi penelitian dan lokasi pengukuran ditunjukkan pada peta wilayah Rembang dan peta desa, skala 1: 25.000 seperti terlihat pada gambar 3.2 dan gambar 3.3 berikut ini:



Legenda

- | | | | |
|---|---------------------|---|------------------------|
|  | : Lokasi penelitian |  | : Batas Kabupaten/Kota |
|  | : Kabupaten |  | : Batas Propinsi |
|  | : Kecamatan |  | : Jalan |
| | |  | : Sungai |

Gambar 3.2. Peta wilayah Kabupaten Rembang



Gambar 3.3. Peta daerah penelitian (Desa Temperak)

Desa Temperak dilewati aliran anak sungai Kali Juwono. Jalan utama desa melintasi tanah blok Sareyan, tanah blok Sekalang, tanah blok

Bogag, tanah blok Serbung, tanah blok Tail, tanah blok Sakimah, tanah blok Gong, dan tanah blok Segoro. Pada peta daerah penelitian terdapat 15 titik sounding.

Titik 1 berada di tanah blok Bogag terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}45'00''$ dan bujur timur $111^{\circ}40'56''$. Titik 2 terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}44'59.5''$ dan bujur timur $111^{\circ}40'54.5''$ jarak antara titik 1 dan 2 adalah ± 80 meter. Titik 3 berada di tanah blok Bogag terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}45'01.5''$ dan bujur timur $111^{\circ}40'57.6''$. Titik 4 berada di lokasi jembatan timbang dan berdekatan dengan jalan raya, terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}44'59.8''$ dan bujur timur $111^{\circ}40'56.5''$. Titik 5 terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}45'02.3''$ dan bujur timur $111^{\circ}40'55''$. Titik 6 terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}45'03.9''$ dan bujur timur $111^{\circ}40'53.9''$. Titik 7 berada di tanah blok Sekalang terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}45'08.4''$ dan bujur timur $111^{\circ}40'53''$. Titik 8 terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}45'11.7''$ dan bujur timur $111^{\circ}40'50.9''$. Titik 9 berada di garis pantai Laut Jawa berdekatan dengan daerah Tuban Jawa Timur, terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}45'14.1''$ dan bujur timur $111^{\circ}41'24.3''$. Titik 10 berada di desa Babad Tulung dan berdekatan dengan jalan desa, terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}45'23.5''$ dan bujur timur $111^{\circ}39'16.5''$. Titik 11 berada di tanah blok Tail terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}45'15.6''$ dan bujur timur $111^{\circ}40'50.2''$. Titik 12 terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}45'29.5''$ dan bujur timur $111^{\circ}40'49.7''$. Di dekat titik 12

ini terdapat sumur galian dengan kedalaman ± 7 meter, dari informasi masyarakat sekitar air yang dihasilkan dari sumur galian ini merupakan air asin. Titik 13 terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}45'41.7''$ dan bujur timur $111^{\circ}40'47.3''$. Titik 14 terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}45'48.5''$ dan bujur timur $111^{\circ}40'39.5''$. Titik 15 berada di desa Bajingjawa dan berdekatan dengan jalan setapak, terletak pada koordinat lintang selatan $06^{\circ}44'55.8''$ dan bujur timur $111^{\circ}39'49.9''$.

III.2. DESAIN PENELITIAN

a. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah geolistrik (*resistivity meter*) Naniura NRD 22 S dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 3.1. Tabel spesifikasi geolistrik

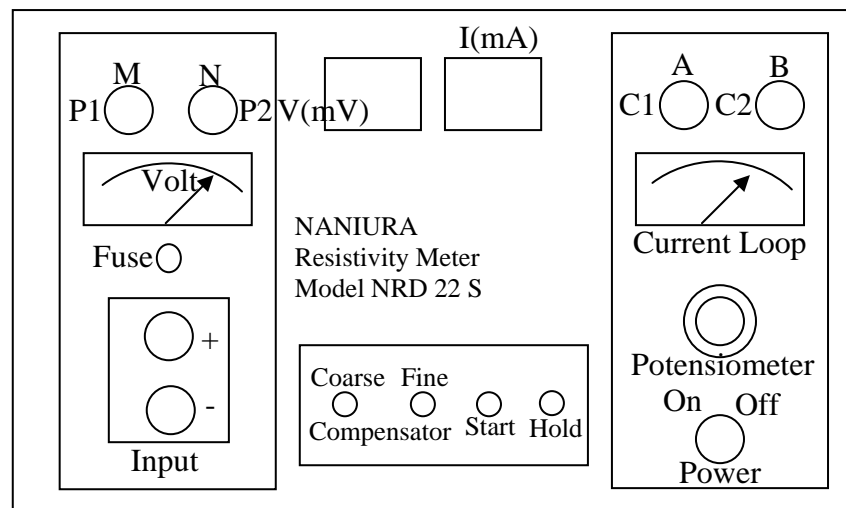
Pemancar (transmitter)	spesifikasi
1. Catu daya	12/24 volt, minimal 6 AH
2. Daya	200 W (12 V) 300 W (24 V)
3. Tegangan Keluar	Maksimum 350 V (12 V) Maksimum 450 V (24 V)
4. Arus keluar	Maksimum 2000 mA
5. Ketelitian arus	1 mA

Penerima (receiver)	Spesifikasi
1. Impedansi	10 M-ohm
2. Batas ukur pembacaan	0,1 mV hingga 500 V
3. Ketelitian	0,1 V

4. Kompensator	
* Kasar	10x putar (<i>precision multi turn potentiometer</i>)
* Halus	1x putar (<i>wire wound resistor</i>)

Dan dilengkapi dengan :

- Dua buah elektroda arus (terbuat dari *stainless steel*)
- Dua buah elektroda potensial (terbuat dari tembaga)
- Dua gulung kabel (elektroda arus) sepanjang ± 400 meter
- Dua gulung kabel (elektroda potensial) sepanjang ± 30 meter
- Baterai kering 24 volt
- Dua buah palu untuk menanam elektroda



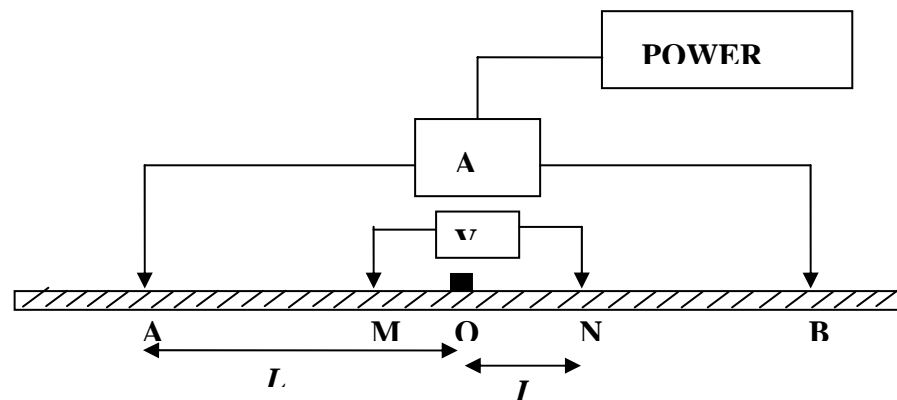
Gambar 3.4. Skema alat Geolistrik

b. Cara penelitian

Dari beberapa konfigurasi geolistrik metode tahanan jenis yang ada, dalam penelitian ini akan digunakan konfigurasi Schlumberger. Di

mana pada konfigurasi Schlumberger ini elektroda-elektroda potensial diam pada suatu tempat pada garis sentral AB sedangkan elektroda-elektroda arus digerakkan secara simetri keluar dalam langkah-langkah tertentu dan sama. Pemilihan konfigurasi ini didasarkan atas prinsip kemudahan baik dalam pengambilan data maupun dalam analisisnya.

Sebagai contoh: mula-mula diambil jarak $MN = 1$ m dan pembacaan dilakukan untuk setiap AB sama dengan 10 m, 20 m, 30 m, 50 m, 70 m, 100 m, 125 m, 200 m, dan seterusnya bergantung kebutuhan. Semakin lebar jarak AB, maka semakin dalam jangkauan geolistrik ke dalam tanah. Jika kemudian potensial antara elektroda-elektroda terlalu kecil, maka jarak MN dapat di perbesar.



Gambar 3.5. skema peralatan resistivitas model Schlumberger

Data yang diperlukan untuk pengukuran resistivitas *aquifer* air tanah meliputi:

- a. Jarak antara dua elektroda arus (AB)

Jarak ini diubah-ubah untuk memperoleh gambaran tiap-tiap lapisan.

Semakin jauh jarak antara elektroda arus, maka semakin dalam pula

alat geolistrik dapat mendeteksi *aquifer* air tanah dibawahnya (juga bergantung pada besarnya arus yang diinjeksikan). Jarak AB biasanya dituliskan dalam bentuk $AB/2$.

- b. Jarak antara dua elektroda potensial (MN).
- c. Arus listrik (I) yang diinjeksikan ke dalam tanah.
- d. Beda potensial (ΔV) antara kedua elektroda potensial.
- e. Dari dua data AB dan MN ini akan diperoleh harga faktor koreksi geometri (K) dan dapat diturunkan nilai tahanan jenis (ρ).

Untuk konfigurasi Schlumberger di atas, nilai K dapat diturunkan menjadi:

$$K = \pi \frac{(L^2 - l^2)}{l} \text{ di mana } L = \frac{AB}{2} \text{ dan } l = \frac{MN}{2}$$

Pengukuran ini dilakukan untuk beberapa titik sounding dengan tujuan memperoleh informasi yang cukup bagi analisis, pemodelan, dan interpretasi datanya.

III.3. METODE ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Analisis dan interpretasi data dapat dilakukan dengan dua cara , yaitu secara manual dan komputer. Analisis data secara manual dilakukan dengan cara mencocokkan kurva (*matching curve*), yaitu mengplot data lapangan yang berupa $AB/2$ dan ρ pada kertas bilogaritmik. Hasil dari proses ini berupa kurva lapangan yang selanjutnya di analisis dengan bantuan kurva baku (naik-turun), kurva bantu (tipe H,A,Q, dan K) dan perhitungan matematis untuk memperoleh ketebalan lapisan (h) dan

harga ρ masing-masing lapisan. Setelah diperoleh nilai h dan ρ , maka dibuat penampang geologi berdasarkan referensi harga tahanan jenis batuan dan peta geologi. Hal ini untuk mengetahui seberapa dalam batuan dasar. Namun, dalam penelitian ini analisis secara manual tidak dilakukan, sebagai gantinya analisis data dilakukan dengan komputer menggunakan software Interpex-1D. Di mana software ini merupakan program yang dibuat untuk menghitung serta menggambarkan harga resistivitas dari hasil perhitungan di lapangan. Dengan memasukkan data yang ada yaitu nilai arus dan beda potensial, kita bisa langsung melihat harga resistivitasnya, kemudian dilihat grafiknya diusahakan diperoleh model yang bagus yaitu dengan nilai besaran yang sangat kecil, hal ini dapat terlihat dengan grafik yang halus. Disamping itu, untuk mengetahui kedalaman lapisan batuan, maka pengolahan data dilakukan secara manual dengan membuat penampang silangnya. Setelah dibuat penampang silangnya, kemudian dapat kita interpretasikan data tersebut dengan membaca hasil kurva sounding serta informasi geologi, informasi pada saat survei, dengan tujuan untuk menemukan gambaran tentang pelapisan batuan guna mengetahui letak dan kedalaman lapisan batuan, di mana pada lapisan itu terdapat volume air tanah.

III.4. METODE PENGUMPULAN DATA

Dalam penelitian ini digunakan beberapa metode dalam pengumpulan data,yaitu:

- a. Metode observasi, yaitu pengambilan data dengan melakukan penelitian dan pengukuran langsung di lapangan dengan alat geolistrik.
- b. Metode literatur, yaitu menggunakan bahan pustaka sebagai referensi penunjang untuk memperoleh data tentang range resistivitas batuan, peta dan informasi geologi daerah survei.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil Penelitian

Data hasil pengukuran geolistrik yang dilakukan dengan metode Schlumberger di desa Temperak, kecamatan Sarang, Rembang terdiri dari lima belas (15) titik sounding. Data-data tersebut memiliki jarak elektroda arus ($AB/2$) mulai dari 1 sampai 200 m dan jarak elektroda potensial ($MN/2$) mulai dari 0.5 sampai 200 m (kurang dari $1/3$ jarak elektroda arus). Untuk setiap pengambilan data yang belum konsisten dilakukan pengulangan pengukuran, sehingga akan didapatkan data yang lebih baik. Ketika jarak elektroda diubah, maka dilakukan pengulangan pengukuran pada $MN/2$ yang lama dan yang baru. Adapun data hasil pengukuran geolistrik terlampir.

IV.2. Pembahasan

A. Kondisi Geologi

Hasil survei di desa Temperak kecamatan Sarang yang berjumlah lima belas data didapatkan di wilayah barat kabupaten Rembang, yang juga merupakan perbatasan kabupaten Rembang, Jawa Tengah dengan Jatirogo, Jawa Timur. Pemetaan geologi daerah ini memperlihatkan bahwa stratigrafi daerah Rembang dan sekitarnya tersusun dari berbagai variasi satuan

litologi. Berbagai variasi tersebut meliputi formasi Mundu, formasi Bulu, formasi Ledok, formasi Wonocolo, formasi Tawun dan formasi Ngrayong.

B. Aspek Hidrogeologi

Hasil pemetaan hidrogeologi oleh H.D Said dan Sukrisno, Direktorat Geologi Tata Lingkungan memperlihatkan bahwa daerah penelitian tersebut dapat dilihat dari dua aspek utama, yaitu :

1) Komposisi litologi batuan dan kelulusannya

Litologi daerah survei merupakan endapan aluvium dataran pantai dan sungai, komposisi batuan terdiri dari : batu gamping, batu pasir, batu lempung, breksi, napal, dan perselingan lempung, pasir, dan kerikil. Kelulusan rendah sampai sedang.

2) Terdapatnya air tanah dan produktivitas akuifer

Akuifer pada daerah ini memiliki tingkat produktivitas yang beragam, deskripsi masing-masing produktivitas akuifer di uraikan sebagai berikut :

- Akuifer produktif dengan penyebaran luas

Akuifer berlapis banyak dengan keterusan sedang, muka air tanah beragam umumnya dekat permukaan tanah.

- Akuifer produktif sedang dengan penyebaran luas

Akuifer berlapis banyak dengan keterusan sedang sampai rendah, muka air tanah beragam umumnya dekat dengan permukaan tanah.

- Setempat, akuifer berproduksi sedang

Merupakan akuifer dangkal, tidak menerus, tipis dengan keterusan rendah sampai sedang.

- Akuifer produktif kecil setempat berarti

Keterusan umumnya rendah sampai sangat rendah, setempat air tanah dalam jumlah terbatas dapat diperoleh terutama pada daerah rendah atau zona pelapukan batuan padu.

Akibatnya dalam satu desa terdapat perbedaan keterdapatan air tanah yang sangat mencolok.

Desa Temperak, kecamatan Sarang terletak di sebelah barat gunung Lasem, sehingga akan banyak ditemukan formasi yang berumur Miosen, sehingga air tanah terdapat pada kedalaman yang relatif mudah diperoleh di sebagian besar daerah yang tertutup endapan aluvium, dan menjadi lebih dalam dan sulit diperoleh di daerah perbukitan. Di daerah batuan lempung yang terdapat pada bagian tengah dan inti perbukitan rembang, akumulasi air tanah jarang ditemukan. Di daerah ini, air tanah terkumpul dalam endapan aluvium yang menutupi bagian bertopografi rendah. Hampir semua mata air muncul dari akuifer batu gamping sebagai mata air sentuh atau dari aliran air tanah yang muncul melalui bidang perlapisan, zona rekahan dan patahan.

Mutu air tanah yang terdapat dalam endapan aluvium di daerah pantai umumnya jelek, airnya payau atau asin ini disebabkan karena penguapkeringatan yang tinggi serta pengaliran yang buruk menyebabkan terjadinya kenaikan penggaraman dalam air. Di samping itu, bentuk medan

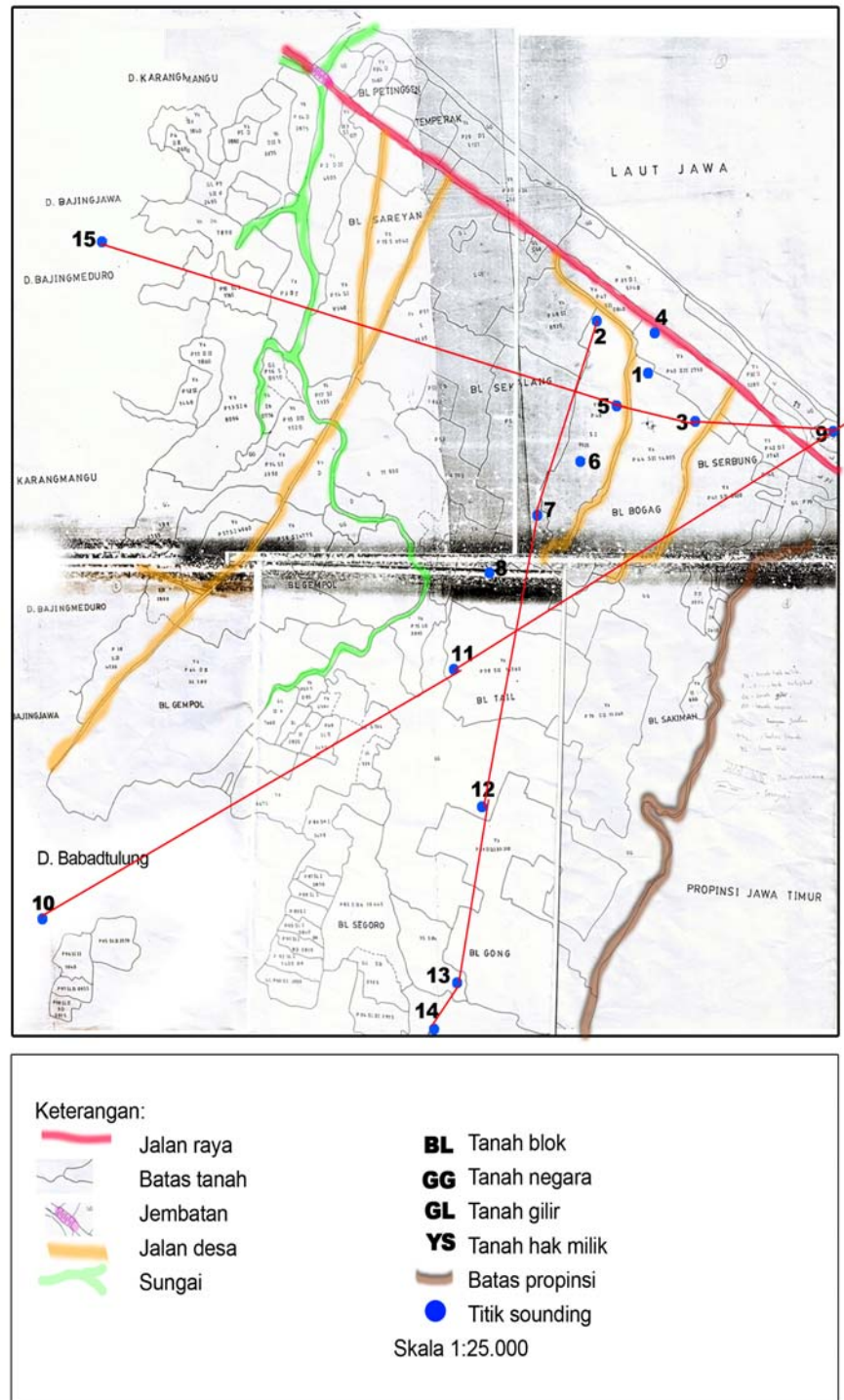
yang sangat datar dengan ketinggian hanya beberapa meter di atas permukaan laut menyebabkan paras air tanah sangat dangkal, kecuali di daerah yang menjorok kepantai mutu air di daerah batu gamping umumnya baik, ini diperkuat dari informasi yang berasal dari masyarakat sekitar daerah penelitian yang menyatakan bahwa untuk daerah yang menjorok dan berdekatan dengan pantai, air tanah yang dihasilkan mempunyai mutu yang baik, tetapi pada sumur bor yang terdapat beberapa kilometer dari garis pantai akan dihasilkan air yang asin.

Kebanyakan batuan sedimen yang menempati daerah penelitian merupakan formasi pengandung air berproduksi rendah sampai sedang. Oleh karena itu, batu gamping dan batu pasir merupakan formasi pengandung air produktif yang terdapat di daerah ini. Kelulusan dan daya simpan batu gamping bermacam-macam, tergantung pada tingkat keterdapatan sistem celahan dan rongga pelarutan yang berlangsung didalamnya. Batu gamping dalam bentuk hablur dan keras, air tanah terdapat dalam sistem saluran pelarutan di sepanjang celahan dan bidang perlapisan. Dalam batu gamping lunak, air tanah akan terdapat dalam kerangka ruang antara primer batuan, dan karenanya sebaran air tanah akan lebih merata. Di daerah batu gamping yang tidak atau sedikit tertutup lapisan lempung, sebagian besar air tanahnya bersifat tak tertekan, sedang untuk batu pasir memiliki kandungan porus yang lebih banyak dibandingkan batuan yang lain sehingga ketebalan batu pasir akan sangat menentukan dimensi akuifer.

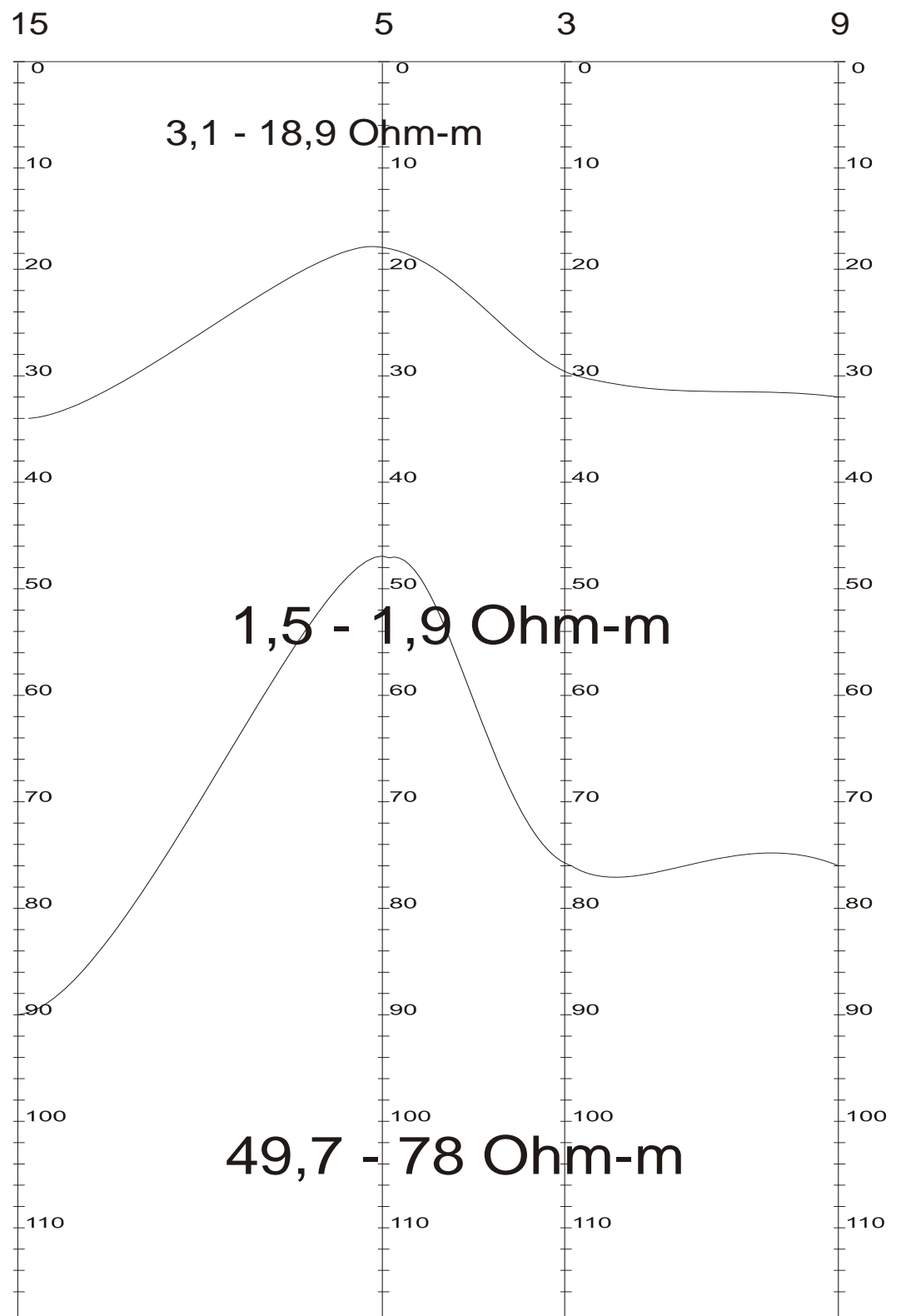
C. Analisis dan Interpretasi Data

Sebaran titik pengukuran geolistrik diusahakan dapat mewakili daerah survei, sehingga informasi yang diperoleh dapat memberikan deskripsi yang lengkap tentang daerah survei. Dari penelitian di desa Temperak telah dilakukan pengukuran sebanyak 15 titik sounding. Kelima belas titik tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1.

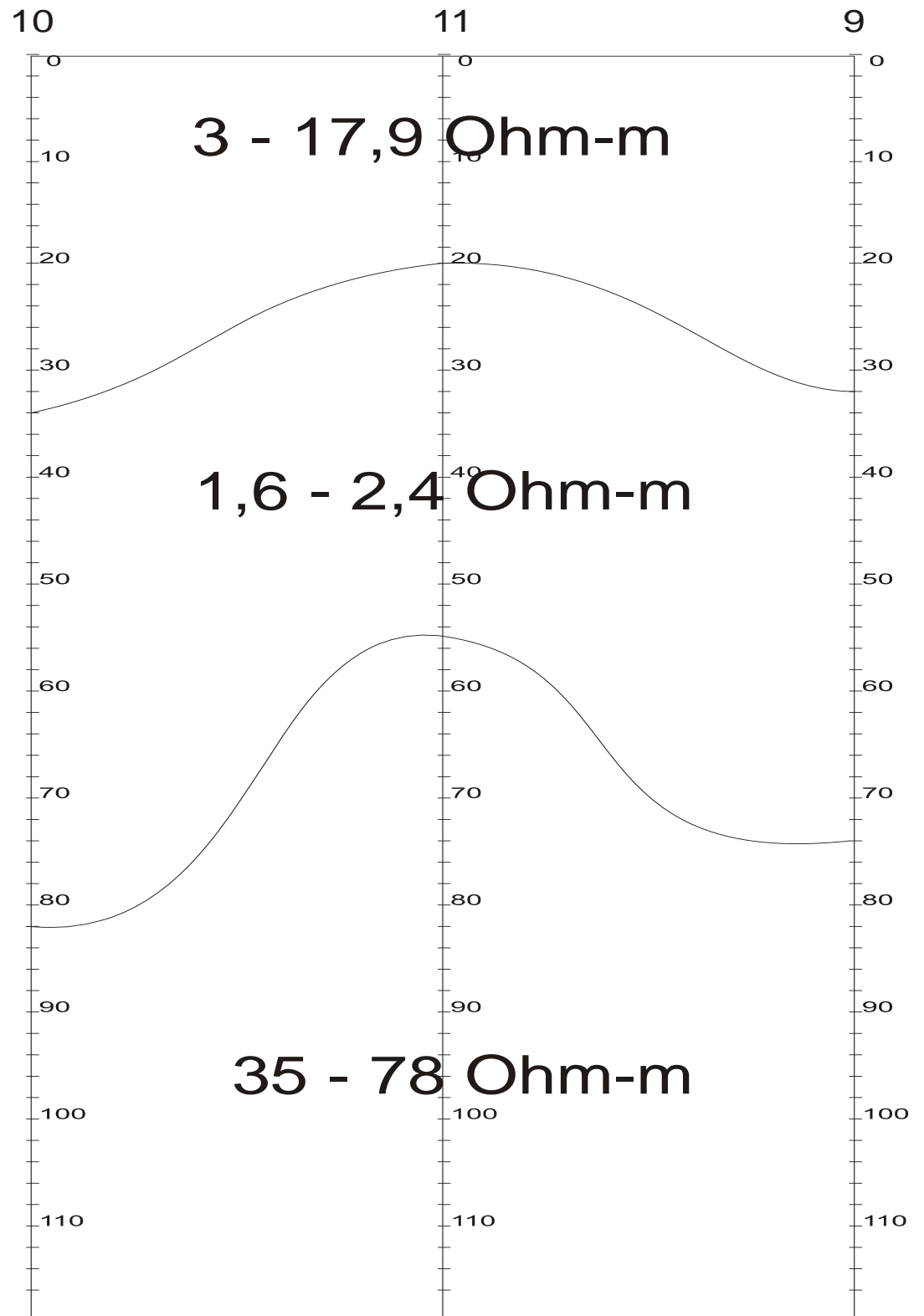
Data sounding geolistrik tersebut diolah dengan program Interpex-1D yang hasilnya berupa pelapisan batuan dengan nilai resistivitas, kedalaman, dan ketebalannya. Hasil pengolahan data dengan program interpex-1D tersebut dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk membuat penampang dua dimensi secara manual. Dengan cara mengurutkan setiap titik dalam satu garis lurus pada satu lembaran kemudian dibuat model pelapisannya dengan menarik setiap batas nilai resistivitas yang sama antar titik. Dari hasil penampang dua dimensi manual dapat digunakan sebagai bahan untuk interpretasi data selanjutnya. Pada tahap ini dibuat tiga buah penampang dua dimensi, yaitu; titik 15 – 5 – 3 – 9 (TPR-1) dengan arah bentangan timur-barat serta titik 10 – 11 – 9 (TPR-2) dan titik 14 – 13 – 12 – 7 – 2 (TPR-3) dengan arah bentangan selatan-utara.



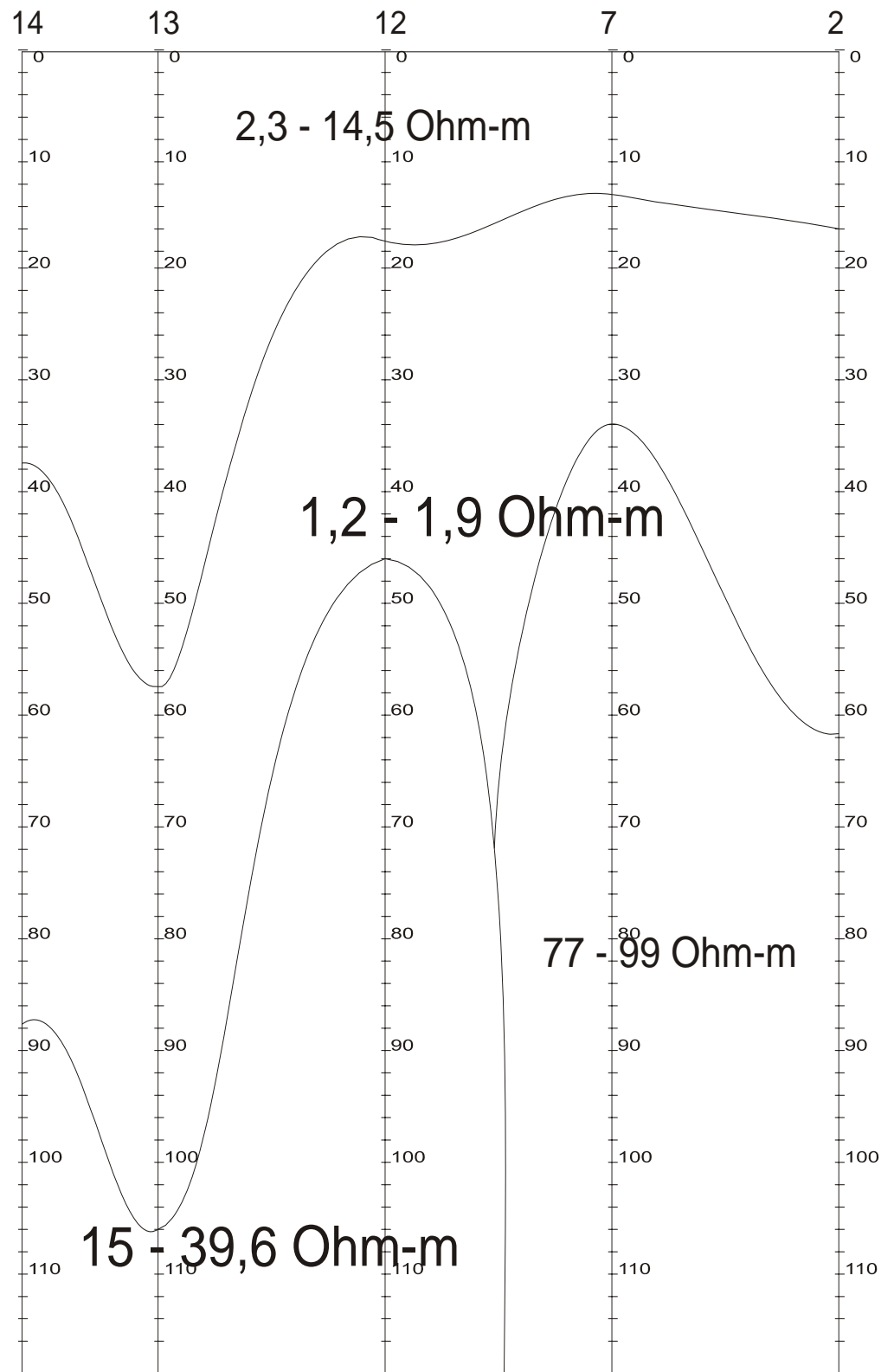
Gambar 4.1. Peta Daerah Penelitian (Desa Temprak)



Gambar 4.2. Penampang Dua Dimensi TPR – 1



Gambar 4.3. Penampang Dua Dimensi TPR – 2



Gambar 4.4. Penampang Dua Dimensi TPR – 3

1) penampang dua dimensi titik 15 – 5 – 3 – 9 (TPR – 1)

Berdasarkan penampang dua dimensi pada gambar 4.2 dapat kita interpretasikan adanya pelapisan tanah maupun batuan berdasarkan nilai resistivitasnya dan juga ketebalannya. Interpretasi litologi dari penampang dua dimensi pada titik 15 – 5 – 3 – 9 dapat kita tabelkan rentang nilai resistivitas dan ketebalan tiap lapisannya sebagai berikut.

Tabel 4.1. Interpretasi Litologi Penampang Dua Dimensi Titik 15 – 5 – 3 – 9

Lapisan	Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)
1	3,1 – 9	16,9 – 36,5	0 – 36,5
2	1,5 – 1,9	30,2 – 53,7	47,1 – 90,2
3	49,7 – 78	-	90,3 - ?

Berdasarkan tabel 4.1. dan gambar 4.2 terlihat lapisan batuan dengan nilai resistivitas antara 3,1 – 9 Ωm dengan ketebalan 16,9 – 36,5 m yang menunjukkan kedalaman sekitar 16,9 m dari permukaan tanah. Nilai resistivitas tersebut dapat diperkirakan merupakan satu lapisan paling atas dari lokasi penelitian, sehingga dimungkinkan sebagai lapisan tanah penutup bagian atas (*soil*). Sedangkan lapisan di bawahnya dengan nilai resistivitas 1,5 – 1,9 Ωm diperkirakan merupakan lapisan batu pasir yang diharapkan berfungsi sebagai lapisan akuifer. Hal ini karena batu pasir memiliki kandungan porus yang lebih banyak dibandingkan batuan yang lain sehingga ketebalan batu pasir akan sangat menentukan dimensi akuifer. Lapisan berikutnya, dalam hal ini lapisan terdalam yang dapat dideteksi dalam

penelitian ini, dengan resistivitas $49,7 - 78 \Omega\text{m}$. Diperkirakan merupakan lapisan impermeabel sehingga diharapkan lapisan ini dapat berfungsi untuk menahan air tanah agar tidak turun ke lapisan bawahnya.

Potensi akumulasi akuifer terdapat dititik 15, 3 dan 9 karena pada titik ini diperkirakan terdapat tandon air pada kedalaman lebih dari 63 meter dengan ketebalan kurang dari 53 meter.

2) penampang dua dimensi titik 10 – 11 – 9 (TPR – 2)

Berdasarkan penampang dua dimensi pada gambar 4.3 dapat kita interpretasikan adanya pelapisan tanah maupun batuan berdasarkan nilai resistivitasnya dan juga ketebalannya. Interpretasi litologi dari penampang dua dimensi pada titik 10 – 11 – 9 dapat kita tabelkan rentang nilai resistivitas dan ketebalan tiap lapisannya sebagai berikut.

Tabel 4.2. Interpretasi Litologi Penampang Dua Dimensi Titik 10 – 11 – 9

Lapisan	Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)
1	3 – 17,9	19,9 – 32,8	0 – 32,8
2	1,6 – 2,4	36,3 – 50	56,3 – 82,9
3	35 – 78	-	83 - ?

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.3 terlihat adanya lapisan batuan yang memanjang dari arah barat ke timur, dengan nilai resistivitas antara $3 - 17,9 \Omega\text{m}$ dengan ketebalan $19,9 - 32,8 \text{ m}$, sehingga diperkirakan lapisan ini merupakan lapisan impermeabel yang berperan sebagai lapisan penutup tanah bagian atas, lapisan dibawahnya dengan kisaran resistivitas antara 1,6

– 2,4 Ωm diperkirakan merupakan lapisan batu pasir yang diharapkan berfungsi sebagai lapisan akuifer. Lapisan dibawahnya mempunyai nilai resistivitas 35 – 78 Ωm , diperkirakan merupakan lapisan batuan dasar yang bersifat impermeabel, berfungsi menahan air agar tidak turun ke lapisan dibawahnya. Potensi ditemukannya lapisan akuifer berada pada titik 10 dan 9 pada kedalaman lebih dari 56 m, dengan ketebalan maksimum 50 m.

3) Penampang dua dimensi titik 14 – 13 – 12 – 7 – 2 (TPR – 3)

Berdasarkan penampang dua dimensi pada gambar 4.4 yang membentang dari arah selatan-utara, dapat kita interpretasikan adanya pelapisan tanah maupun batuan berdasarkan nilai resistivitasnya dan juga ketebalannya. Interpretasi litologi dari penampang dua dimensi pada titik 14 – 13 – 12 – 7 – 2 dapat kita tabelkan rentang nilai resistivitas dan ketebalan tiap lapisannya sebagai berikut.

Tabel 4.3. Interpretasi Litologi Penampang Dua Dimensi 14 – 13 – 12 – 7 – 2

Lapisan	Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)
1	2,3 – 14,5	13,2 – 58,4	0 – 58,4
2	1,2 – 1,9	20,3 – 50,4	33,5 – 105,2
3	15 - 99	-	-

Berdasarkan tabel 4.3. dan gambar 4.4 terlihat bahwa lapisan batuan di bagian paling atas permukaan tanah memiliki nilai resistivitas 2,3 – 14,5 Ωm . Dasar lapisan permukaan ini terlihat bergelombang dan dibatasi oleh lapisan di bawahnya, lapisan pembatas ini diperkirakan merupakan lapisan

impermeabel yang berfungsi sebagai lapisan penutup atas sehingga bagian yang lebih rendah dari lapisan permukaan diharapkan sebagai akuifer dengan rentang nilai resistivitas 1,2 – 1,9 Ω m. Secara umum, akumulasi terbesar lapisan akuifer air tanah pada potongan ini akan ditemukan pada titik 13 di kedalaman maksimum 105 m, karena pada daerah ini akan dapat ditemui daerah tandon air yang cukup besar. Sedangkan pada lapisan di bawahnya dengan nilai resistivitas 15 – 99 Ω m, diperkirakan merupakan lapisan batuan dasar dengan pelapisan jenis batuan yang berbeda akibat dari adanya sisipan tataan stratigrafi geologi daerah penelitian, yang berfungsi untuk menahan air tanah agar tidak turun ke lapisan bawahnya.

Dengan memperhatikan uraian hasil interpretasi data geolistrik di atas dan dikaitkan dengan tatanan geologi regional, maka dapat dianalisis lebih lanjut bahwa di daerah Temperak, kecamatan Sarang, Rembang memungkinkan ditemukan akuifer air tanah. Hal ini terlihat dengan dijumpainya lapisan batu pasir yang diperkirakan porus sebagai lapisan akuifer air tanah dengan nilai resistivitas 1,6 – 2,4 Ω m berada di antara lapisan lain. Dengan memperhatikan penampang dua dimensi, maka kemungkinan ditemukannya akuifer air tanah terdapat pada titik 15, 3, 9, 10, 13 dengan potensi akumulasi akuifer terbesar pada titik 10, 13, 15 di kedalaman lebih dari 82 m.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

V.I. Simpulan

Secara garis besar, berdasarkan informasi tentang kondisi geologi dan hidrogeologi daerah penelitian dalam kaitannya dengan geolistrik pada bab-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan:

1. Secara hidrogeologis daerah penelitian termasuk zona air tanah potensi sedang dengan sebaran luas untuk akuifer dangkalnya mengingat litologinya yang didominasi oleh batu pasir dan batu lempung yang bersifat porus.
2. litologi yang diharapkan dapat berperan sebagai akuifer adalah lapisan yang tersusun oleh batu pasir. Daerah yang dimungkinkan mempunyai potensi besar mengandung air tanah dalam jumlah besar adalah daerah di sekitar titik 10, 13 dan 15 dengan ketebalan di atas 20 meter.
3. resistivitas daerah penelitian terdistribusi dalam lapisan batu pasir, batu lempung dan batu gamping dengan resistivitas bervariasi dari 1,2 – 2,4 Ωm .

V.II. Saran

Saran-saran yang bisa penulis berikan guna perbaikan penelitian lebih lanjut adalah:

1. Dilakukan pengeboran di sekitar titik 10, 13 dan 15 untuk memperoleh kandungan air tanah yang relatif besar.
2. Untuk pembandingan data penelitian dengan geolistrik metode tahanan jenis, maka dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan metode lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, M. Aryono. 2003. *Metode Geofisika*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Boas, Mary L. 1983. *Mathematical Methods In The Physical Sciences Second Edition*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Griffiths, David J. 1995. *Introduction to Electrodynamics Second Edition*. New Delhi: Prentice-Hall of India Private Limited.
- Kadar D dan Sudijono.1994. *Peta Geologi Lembar Rembang Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Kodoatie, Robert J. 1996. *Pengantar Hidrogeologi*. Yogyakarta: ANDI offset.
- Said, H.D dan Sukrisno. 1988. *Peta Hidrogeologi Indonesia*. Bandung: Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Direktorat Jendral Geologi dan Sumber Daya Mineral Departemen Pertambangan dan Energi.
- Linsley, Ray K. 1996. *Hidrologi Untuk Insinyur*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Magetsari, Noer Aziz. 2000. *Geologi Fisik*. Bandung: Penerbit ITB.
- Santoso, Djoko. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: Departemen Teknik Geofisika ITB.
- Seyhan, Ersin. 1990. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Verhoef. 1992. *Geologi Untuk Teknik Sipil*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Yulianto, Tony. 2004. *Praktikum Metode Geolistrik*. Semarang: Universitas Diponegoro.

**TABEL DATA PENGOLAHAN GEOLISTRIK DENGAN INTERPEX – 1D
KONFIGURASI SCHLUMBERGER
STUDI KASUS DESA TEMPERAK, KEC. SARANG, KAB. REMBANG**

No. titik	Keterangan	Resistivitas		
		1	2	3
1.	ρ (Ωm)	9.58	1.44	84.30
	d (ketebalan) (m)	12.82	60.62	-
	h (kedalaman) (m)	12.82	73.44	-
2.	ρ (Ωm)	2.48	1.23	77.22
	d (ketebalan) (m)	17.72	43.41	-
	h (kedalaman) (m)	17.72	61.13	-
3.	ρ (Ωm)	3.16	1.60	50.16
	d (ketebalan) (m)	29.93	47.21	-
	h (kedalaman) (m)	29.93	77.14	-
4.	ρ (Ωm)	14.85	1.32	65.22
	d (ketebalan) (m)	28.22	55.91	-
	h (kedalaman) (m)	28.22	84.13	-
5.	ρ (Ωm)	5.02	1.53	49.76
	d (ketebalan) (m)	16.93	30.24	-
	h (kedalaman) (m)	16.93	47.17	-
6.	ρ (Ωm)	9.64	1.27	90.99
	d (ketebalan) (m)	26.74	43.60	-
	h (kedalaman) (m)	26.74	70.34	-
7.	ρ (Ωm)	9.10	0.47	99.34
	d (ketebalan) (m)	13.22	20.37	-
	h (kedalaman) (m)	13.22	33.59	-

8.	ρ (Ωm)	4.99	0.90	35.52
	d (ketebalan) (m)	50.12	19.54	-
	h (kedalaman) (m)	50.12	69.66	-
9.	ρ (Ωm)	3.91	1.62	78.23
	d (ketebalan) (m)	32.68	42.08	-
	h (kedalaman) (m)	32.68	74.76	-
10.	ρ (Ωm)	7.08	2.44	35.59
	d (ketebalan) (m)	32.89	50.08	-
	h (kedalaman) (m)	32.89	82.97	-
11.	ρ (Ωm)	17.90	1.71	35.06
	d (ketebalan) (m)	19.95	36.35	-
	h (kedalaman) (m)	19.95	56.30	-
12.	ρ (Ωm)	9.15	1.39	15.15
	d (ketebalan) (m)	19.94	25.98	-
	h (kedalaman) (m)	19.94	45.92	-
13.	ρ (Ωm)	4.28	1.43	28.79
	d (ketebalan) (m)	58.46	46.74	-
	h (kedalaman) (m)	58.46	105.20	-
14.	ρ (Ωm)	14.56	1.90	39.60
	d (ketebalan) (m)	37.15	50.43	-
	h (kedalaman) (m)	37.15	87.58	-
15.	ρ (Ωm)	18.90	1.99	55.77
	d (ketebalan) (m)	36.54	53.75	-
	h (kedalaman) (m)	36.54	90.29	-

