

**PENDUGAAN DAERAH RESAPAN MATAAIR
DI KECAMATAN NGANTANG DENGAN MENGGUNAKAN
METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS**

SKRIPSI

Oleh :
IKA KARLINA LAILA NUR SUCININGTYAS
0610930032-93



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2011**

PENDUGAAN DAERAH RESAPAN MATAAIR DI KECAMATAN NGANTANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pendugaan daerah resapan mataair di Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang. Daerah penelitian terdiri dari 3 mataair, yaitu mataair Complang, mataair Krisik dan mataair Pusung-Pegat. Secara geografis mataair Complang berada pada ketinggian ± 668 m dpl, mataair Krisik ± 691 m dpl dan mataair Pusung-Pegat ± 692 m dpl. Beberapa tahun terakhir terjadi fluktuasi debit mataair di daerah tersebut antara musim kemarau dan penghujan, bahkan beberapa mataair mati, terutama saat musim kemarau.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan dan pola aliran air yang mempengaruhi mataair. Metode yang digunakan adalah metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi Schlumberger. Penelitian dilaksanakan di sekitar mataair Complang, Krisik dan Pusung-Pegat dengan 5 titik sounding pada masing-masing mataair.

Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh gambaran bawah permukaan yang menunjukkan letak lapisan akuifer. Akuifer berada pada kedalaman sekitar 25 m. Hasil dari penelitian menunjukkan pola aliran air pada mataair Complang ada korelasinya dengan lapisan aquifer di titik SNC5 dan SNC2, mataair Krisik berkorelasi dengan titik SN2 sedangkan mataair Pusung-Pegat mempunyai korelasi dengan titik SNP5 dan SNP3.

Kata kunci: mataair, daerah resapan, geolistrik resistivitas.

SPRING RECHARGE AREA ESTIMATION USING GEOELECTRICAL RESISTIVITY METHODS AT NGANTANG SUBDISTRICT

ABSTRAK

A research of the spring recharge area was done in Ngantang Subdistrict, Malang. The research area consisted of 3 springs which were the spring of Complang, Krisik and Pusung-Pegat. Geographically, the spring of Complang, Krisik and Pusung-Pegat are located at an altitude ± 668 m, ± 691 m and ± 692 m above sea level respectively. The springs had a fluctuated debit.

The aim of this research was to describe subsurface conditions and water flow that affect springs. The research used a geoelectric resistivity method with the Schlumberger configuration. The measurement was conducted 5 times at each spring.

The results showed that the aquifer layer located about 25 m subsurface. The pattern of water flow in spring of Complang was correlated to the point SNC2 and SNC5, the spring of Krisik was correlated to the point SN2 and spring of Pusung-Pegat was correlated to the point SNP5 and SNP3.

Keywords: spring, recharge area, geoelectrical resistivity.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis diberikan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **PENDUGAAN DAERAH RESAPAN MATAAIR DI KECAMATAN NGANTANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS**

Skripsi ini merupakan sebuah tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains dalam bidang Fisika di Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.

Dalam penulisan Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga tercinta, Ibunda Lilik Sugiarti, S.Pd dan Bapak Karnoto, SH yang telah dengan sabar menanti dan menyemangati penulis untuk segera memberikan kado terindah dengan selesainya tulisan ini. Adik tersayang, Latifah Dwi Kartika N F terima kasih atas perhatian dan pengertianmu
2. Bapak Drs. Adi Susilo, M.Si, PhD, selaku dosen pembimbing I, dosen Pembimbing Akademik dan Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
3. Ibu Ir. Titut Yulistyarini, MP, selaku pembimbing II yang dengan sabar telah memberikan bimbingan hingga selesainya tulisan ini
4. Pembimbing III, mas Fajar Rakhmanto, S.Si, terima kasih atas segala bantuan dan bimbingannya
5. Devi Andre Zuhandika, SH, terima kasih atas waktu, tenaga, pikiran dan semangatnya
6. Teman-teman fisika 2006, Farida Wahyuni, Liska Ulva A, Aridy Prasetya, Ruben, Imam, Ridwan Awaln, Nurul Qomariah, Yanti, Cholisina Anik, Yuli Nur Reni, Pambayun, Ayu Novita, Fara, Titi, Arif Mawardy, Irwan, Yunita, Dina,

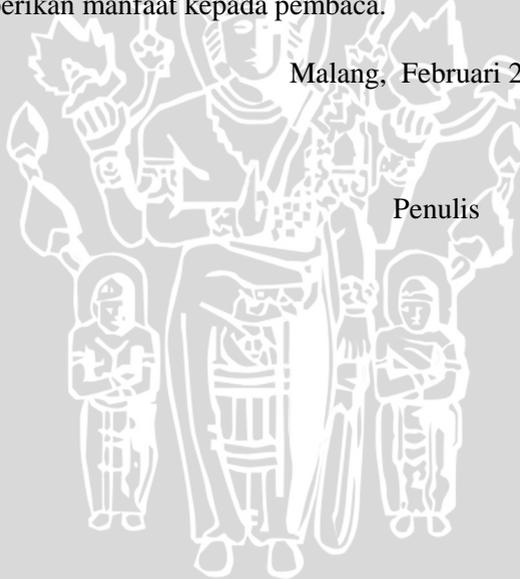
Agna, Wahyu, Sukron, dan semua teman geofisika UB, semangat kawan, mari kita raih cita-cita

7. Teman-teman kos BJ-4, Uni, Tita, Vivi, Sherly, mb Kristin, mb Sulis, Afni, terima kasih atas dukungan kalian
8. Teman-teman di lapangan dan kampus, Hana, Barika, Yazid, Candra, Ratri, Mas Aul, Mas Azizi, Warda, Saras, Heski
Terima kasih atas kebersamaan dan waktunya
9. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, penulis ucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya atas bantuan kalian

Penulis sangat menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tulisan ini. Akhirnya penulis mengharapkan semoga segala yang tertulis dalam skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada pembaca.

Malang, Februari 2011

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL -----	i
LEMBAR PENGESAHAN -----	iii
LEMBAR PERNYATAAN -----	v
ABSTRAK -----	vii
ABSTRACT -----	viii
KATA PENGANTAR -----	ix
DAFTAR ISI -----	xi
DAFTAR TABEL -----	xiii
DAFTAR GAMBAR -----	xv
DAFTAR LAMPIRAN -----	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang -----	1
1.2 Rumusan Masalah -----	2
1.3 Batasan Masalah -----	3
1.4 Tujuan Penelitian -----	3
1.5 Manfaat Penelitian -----	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Air Tanah dan Siklus Hidrologi -----	5
2.1.1 Air Tanah -----	5
2.1.2 Siklus Hidrologi -----	8
2.2 Mataair dan Daerah Resapan -----	10
2.2.1 Mataair -----	10
2.2.2 Daerah Resapan Air -----	12
2.3 Metode Geolistrik -----	14
2.4 Geolistrik Resistivitas -----	15
2.4.1 Sumber Arus Tunggal di Kedalaman Tertentu -----	15
2.4.2 Sumber Arus Tunggal di Permukaan Bumi -----	18
2.4.3 Dua Sumber Arus di Permukaan Bumi -----	20
2.5 Konfigurasi Elektroda -----	21
2.5.1 Konfigurasi Schlumberger -----	21
2.6 Resistivitas Batuan -----	24
2.6.1 Resistivitas Semu -----	25

2.7 Kondisi Umum Daerah Penelitian-----	27
---	----

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian -----	29
3.2 Peralatan Penelitian -----	30
3.3 Pengambilan Data -----	30
3.4 Pengolahan Data -----	34
3.4.1 IP2WIN -----	35
3.4.2 Progress -----	37
3.4.3 Rockworks -----	40

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hasil-----	45
4.2 Interpretasi -----	45
4.2.1 Interpretasi data 1 dimensi -----	46
4.2.2 Interpretasi data 2 dimensi -----	50
4.2.3 Interpretasi data 3 dimensi -----	63
4.3 Pembahasan -----	79

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan -----	83
5.2 Saran -----	83

DAFTAR PUSTAKA -----	85
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN-LAMPIRAN -----	89
--------------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Porositas dan Permeabilitas Batuan -----	7
Tabel 2.2 Klasifikasi infiltrasi-----	10
Tabel 2.3 Klasifikasi mataair berdasarkan debit-----	12
Tabel 2.4 Kisaran nilai resistivitas batuan -----	25
Tabel 3.1 Nilai resistivitas hasil pengolahan -----	36
Tabel 4.1 Hasil interpretasi daerah resapan mataair -----	81



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Siklus hidrologi-----	9
Gambar 2.2 Perpindahan elektroda secara <i>sounding</i> -----	14
Gambar 2.3 Perpindahan elektroda secara <i>mapping</i> -----	14
Gambar 2.4 Titik arus di dalam bumi homogen isotropik ----	16
Gambar 2.5 Aliran arus oleh satu titik sumber di Permukaan bumi-----	19
Gambar 2.6 Sumber Arus Dua Titik pada Permukaan Homogen Isotropis-----	20
Gambar 2.7 Beda potensial pada dua elektroda -----	22
Gambar 2.8 Konfigurasi Schlumberger -----	23
Gambar 2.9 Konsep resistivitas semu -----	27
Gambar 3.1 Lokasi penelitian-----	29
Gambar 3.2 Letak titik <i>sounding</i> mataair Complang -----	32
Gambar 3.3 Letak titik <i>sounding</i> mataair Krisik -----	33
Gambar 3.4 Letak titik <i>sounding</i> mataair Pusung-Pegat-----	34
Gambar 3.5 Langkah awal penggunaan <i>software</i> IP2WIN---	35
Gambar 3.6 Tampilan hasil program IP2WIN-----	36
Gambar 3.7 Pengolahan data dengan <i>software</i> progress tahap pertama-----	37
Gambar 3.8 Pengolahan data dengan Progress tahap kedua -	38
Gambar 3.9 Pengolahan data dengan Progress tahap ketiga -	38
Gambar 3.10 Hasil interpretasi data progress-----	39
Gambar 3.11 Pengolahan rockwork tahap 1 -----	40
Gambar 3.12 Pengolahan rockworks tahap 2 -----	41
Gambar 3.13 Pengolahan rockworks tahap 3-----	41
Gambar 3.14 Diagram alir penelitian-----	42
Gambar 4.1 Garis hubungan mataair Complang dengan titik <i>sounding</i> -----	51
Gambar 4.2 Hubungan antara titik SNC1, SNC5 dan mataair Complang-----	52
Gambar 4.3 Hubungan titik SNC1, SNC4 dan Complang---	53
Gambar 4.4 Hubungan titik SNC1, SNC2 dan SNC3 -----	54
Gambar 4.5 Garis hubungan mataair Krisik dengan titik <i>sounding</i> -----	55
Gambar 4.6 Hasil tampilan 2D garis D-E-----	56

	Halaman
Gambar 4.7 Hasil tampilan 2D garis C-E -----	57
Gambar 4.8 Hasil tampilan 2D garis A-B -----	58
Gambar 4.9 Garis hubungan mataair Pusung-Pegat dengan titik <i>sounding</i> -----	59
Gambar 4.10 Hasil tampilan 2D garis D-E -----	60
Gambar 4.11 Hasil tampilan 2D garis B-E -----	61
Gambar 4.12 Hasil tampilan 2D garis A-C -----	62
Gambar 4.13 Posisi mataair Complang terhadap titik Pengukuran -----	63
Gambar 4.14 Gambaran bawah permukaan mataair Complang dari arah Utara -----	64
Gambar 4.15 Gambaran bawah permukaan mataair Complang dilihat dari arah Barat -----	66
Gambar 4.16 Posisi mataair Krisik terhadap titik Pengukuran -----	67
Gambar 4.17 Gambaran bawah permukaan mataair Krisik dilihat dari arah Selatan -----	68
Gambar 4.18 Gambaran bawah permukaan mataair Krisik dilihat dari arah Barat -----	70
Gambar 4.19 Gambaran bawah permukaan mataair Krisik dilihat dari arah Utara -----	72
Gambar 4.20 Posisi mataair Pusung-Pegat terhadap titik Pengukuran -----	73
Gambar 4.21 Gambaran bawah permukaan mataair Pusung-Pegat dilihat dari arah Timur -----	74
Gambar 4.22 Gambaran bawah permukaan mataair Pusung-Pegat dilihat dari arah Utara -----	76
Gambar 4.23 Gambaran bawah permukaan mataair Pusung-Pegat dilihat dari arah Barat -----	78

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 -----	89
Lampiran 2 -----	105
Lampiran 3 -----	121
Lampiran 4 -----	129
Lampiran 5 -----	133

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air mempunyai banyak manfaat bagi kehidupan, hampir semua makhluk hidup membutuhkan air. Air digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, irigasi serta industri. Kebutuhan akan air semakin hari semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Alternatif untuk memenuhi kebutuhan air di masa sekarang dan masa yang akan datang adalah dengan memanfaatkan potensi air tanah. Air tanah merupakan bagian dari siklus hidrologi yang masuk dalam pori-pori batuan dan terakumulasi pada lapisan yang bersifat *impermeable* dan terkumpul pada lapisan *permeable* atau lapisan yang dapat meneruskan air. Air tanah bebas dari penularan penyakit, lebih terlindung dari polusi atau pencemaran serta pengotoran lainnya.

Mataair merupakan pemusatan pengeluaran air tanah yang muncul di permukaan. Mataair mempunyai peran penting dalam hubungannya dengan kegunaan air tanah. Air yang mengalir dari mataair dapat dimanfaatkan secara langsung oleh penduduk sekitar. Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang yang terletak di kawasan DAS Brantas, diketahui memiliki banyak mataair. Hasil inventarisasi mataair di Ngantang menyebutkan terdapat 71 mataair muncul di wilayah ini dan umumnya mataair-mataair tersebut menyebar secara berkelompok (Anonymous, 2007). Sebanyak 45 mataair (63%) menghasilkan debit 1-10 l/detik, sedangkan mataair berdebit besar (lebih besar dari 10 l/detik) mencapai 21 mataair (30%). Berdasarkan fluktuasi debit yang terjadi, lebih dari 50% mataair di Ngantang mengalami fluktuasi debit antara musim kemarau dan penghujan, bahkan beberapa mataair mati, terutama saat musim kemarau (Yulistyarini dan Sofiah, 2010).

Mataair yang mati/kering menjadi tidak dapat dimanfaatkan dan dapat menimbulkan masalah baru. Beberapa daerah yang mengandalkan mataair untuk memenuhi kebutuhannya menjadi kekeringan saat musim kemarau tiba. Dilaporkan Kecamatan Ngantang memiliki beberapa mataair berdebit kecil (< 5 l/detik) yang mengalami penurunan debit, diantaranya mataair Krisik, Complang dan Pusung-Pegat. Berdasarkan informasi penduduk, mataair

Complang dan Pusung pegat bahkan mengalami kekeringan beberapa bulan.

Saat ini upaya konservasi mataair mulai banyak dilakukan. Sebagai tahap awal upaya tersebut, perlu dikaji faktor-faktor yang mempengaruhi debit mataair. Debit mataair ditentukan oleh kawasan yang memberikan kontribusi *recharge* air tanah ke akuifer (*recharge area*) dan permeabilitas akuifernya (Todd and Mays, 2005). Penelitian struktur lapisan bawah permukaan tanah masing-masing mataair dan pola aliran air tanahnya sebagai dasar pendugaan daerah resapan merupakan hal yang penting untuk dilakukan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui gambaran bawah permukaan adalah dengan menggunakan metode geolistrik. Metode geolistrik mempelajari sifat aliran listrik bumi dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi sehingga diharapkan struktur lapisan bawah permukaan dapat diketahui. Gambaran bawah permukaan daerah penelitian dapat digunakan untuk memperkirakan pola aliran air yang mempengaruhi mataair. Pola aliran air yang diketahui dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis berkurangnya debit mataair sehingga nantinya hasil dari penelitian ini dapat dijadikan dasar evaluasi dalam upaya konservasi daerah resapan mataair.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi ini adalah :

- a. Bagaimana kondisi bawah permukaan tanah daerah resapan mataair di Kecamatan Ngantang dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger?
- b. Bagaimana pola aliran air tanah yang mempengaruhi mataair berdasarkan kondisi bawah permukaan tanah daerah penelitian?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang melebar, maka ditentukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di kecamatan Ngantang Kabupaten Malang yang diwakili oleh 3 sumber mataair di Desa Waturejo, Jombok dan Sumberagung. Penelitian dilaksanakan pada musim penghujan
2. Penentuan struktur lapisan bawah permukaan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger
3. Akuisisi data dilakukan dengan variasi bentangan arus ($AB/2$) dari 2 sampai 70 m dan bentangan elektroda potensial ($MN/2$) dengan variasi 0,5 sampai 8 m
4. Interpretasi dibantu dengan *software* IP2WIN, Progress dan Rockworks untuk menentukan struktur lapisan
5. Interpretasi data untuk daerah resapan mataair dibatasi hingga kedalaman 25 m dari permukaan tanah.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggambarkan kondisi struktur bawah permukaan dengan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger dalam bentuk tiga dimensi serta mengetahui bagaimana pola aliran air yang mengisi mataair berdasarkan kondisi bawah permukaan daerah penelitian.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi struktur bawah permukaan daerah resapan mataair sehingga nantinya dapat dijadikan dasar evaluasi dalam upaya konservasi daerah resapan mataair.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Tanah dan Siklus Hidrologi

Hampir semua air tanah dapat dianggap sebagai bagian dari siklus hidrologi. Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan setelah melalui beberapa proses dan selanjutnya jatuh ke permukaan sebagai hujan. Sebagian air hujan akan menjadi air permukaan, sebagian akan menguap, dan sebagian lagi akan meresap ke dalam tanah menjadi air tanah.

2.1.1 Air Tanah

Jumlah air hujan yang meresap ke dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kemiringan topografi, sifat batuan, intensitas hujan dan tipe serta jumlah vegetasi yang terdapat pada daerah tersebut. Air hujan yang turun pada daerah kemiringan lereng yang terjal dan disusun oleh batuan yang kedap air (*impermeable*), sebagian besar airnya menjadi air permukaan (*run off*). Sedangkan air hujan yang turun pada daerah yang landai dengan batuan yang tidak kedap air (*permeable*), sebagian besar airnya akan meresap ke dalam tanah menjadi air tanah. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian akan tertahan oleh partikel-partikel tanah dan menguap kembali ke atmosfer, sebagian lagi akan diserap oleh tumbuhan dan yang lain akan terus meresap ke bawah sampai pada suatu zona dimana pori-pori dari tanah seluruhnya terisi oleh air. Zona tersebut disebut zona yang jenuh air atau zona saturasi (*zone of saturation*). Air yang terdapat dalam zona ini disebut air tanah. Batas teratas dari zona yang jenuh air ini disebut muka air tanah (*water table*). Daerah di atas muka air tanah, dimana tanah, sedimen atau batuan tidak jenuh air disebut *zone of aeration* (Uchron, 2006).

Sifat-sifat batuan yang mempengaruhi air tanah dapat dikelompokkan menjadi 4, yaitu.

1. *Aquifer*

Adalah air tanah yang berada dalam formasi geologi yang tembus air (*permeable*), yaitu formasi yang mempunyai struktur yang memungkinkan adanya gerakan air melaluinya dalam kondisi medan biasa.

Contoh: pasir, batu pasir kerikil dan batu gamping

2. *Aquitar*

Adalah air tanah yang berada dalam formasi geologi yang bersifat setengah tidak tembus air (*semi impermeable*), dapat menyimpan air, tetapi hanya dapat mengalirkan air dalam jumlah terbatas.

Contoh: pasir lempungan, batuan lempung pasir dan lempung pasir

3. *Aquiclude*

Adalah air tanah yang berada dalam formasi yang sama sekali tidak tembus air (*impermeable*), dimana formasi ini mengandung air tetapi tidak memungkinkan adanya gerakan air yang melaluinya.

Contoh: lempung, lanau, tuf halus dan serpih

4. *Aquifuge*

Adalah air tanah yang berada dalam formasi kedap air yang tidak mengandung atau mengalirkan air.

Contoh: batuan beku yang padat

(Soemartono,1987)

Berdasarkan susunan lapisan geologi dan harga kelulusan air, corak akuifer dapat dibedakan menjadi empat macam yaitu.

1. Akuifer bebas (*Unconfined Aquifer*)

Akuifer yang muka air tanahnya merupakan bidang batas sebelah atas dari daerah jenuh air dan bagian bawahnya dibatasi oleh lapisan kedap air (*impermeable*)

2. Akuifer Terkekang (*Confined Aquifer*)

Akuifer yang sepenuhnya jenuh air yang bagian bawah dan atasnya dibatasi oleh lapisan kedap air (*impermeable*) dan mempunyai tekanan yang lebih besar dari tekanan atmosfer

3. Akuifer setengah terkekang (*Semi Confined Aquifer*)

Akuifer yang sepenuhnya jenuh air dengan bagian atas dibatasi oleh lapisan setengah kedap air (*semi impermeable*) dan bagian bawahnya terletak pada dasar yang kedap air (*impermeable*)

4. Akuifer Menggantung

Akuifer yang mempunyai massa air tanah terpisah dari tanah induk oleh lapisan yang relatif kedap air yang begitu luas dan terletak di atas daerah jenuh air.

(Sasrosardono,1983).

Kedaaan material bawah tanah sangat mempengaruhi aliran dan jumlah air tanah. Jumlah air tanah yang dapat disimpan dalam batuan dasar, sedimen dan tanah, sangat tergantung pada porositas bahan tersebut. Porositas merupakan persentase pori/rongga dalam total volume batuan yang dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{porositas} = \frac{\text{volume pori} - \text{pori}}{\text{volume batuan total}} \times 100\%$$

Besarnya porositas dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran butir, susunan butiran, derajat sortasi dan derajat batuan sedimen. Pada batuan yang disusun oleh ukuran butir yang sangat bervariasi, porositasnya akan turun, sebab butiran yang halus akan mengisi rongga diantara butiran yang kasar. Porositas batuan beku dan juga sebagian batuan sedimen yang disusun oleh mineral yang saling tumbuh dan mengikat mempunyai nilai yang kecil. Porositas yang besar pada batuan semacam ini disebabkan oleh adanya rekahan-rekahan pada batuan tersebut.

Besar nilai porositas dan permeabilitas beberapa batuan ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Porositas dan Permeabilitas Batuan

Tipe batuan	Porositas (%)	Koefisien Permeabilitas (m/hari)
Kerikil	25 – 35	100 – 1000
Pasir	30 – 40	5 – 40
Konglomerat	10 – 25	5 – 15
Loess	25 – 50	≈ 0.1
Batuan pasir (paras)	5 – 20	5 – 20
Batuan pasir dengan lipatan dan fraktur (patahan)	hingga 40	≥ 50
Batuan kapur dengan permeabilitas primer	20 – 35	± 25
Batuan kapur dengan permeabilitas sekunder	» 35	» 25

Sumber : (Seyhan, 1990).

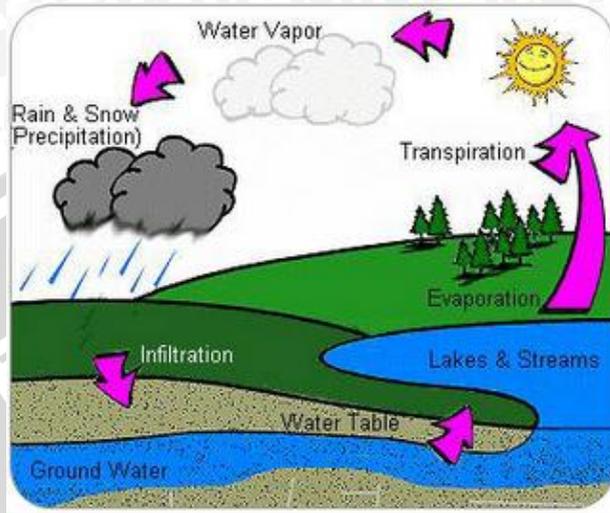
Sifat fisik batuan lainnya yang mempengaruhi jumlah air tanah adalah permeabilitas. Permeabilitas merupakan suatu ukuran kemudahan aliran melalui suatu media *porous*. Berdasarkan sifat permeabilitasnya, batuan dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu.

1. Lapisan serap air (*permeable*)
Lapisan ini disusun oleh material kasar seperti pasir, kerikil dan kerakal yang mempunyai pori yang besar, sehingga air tanah akan mengalir dengan mudah.
2. Lapisan semi menyerap air (*semi permeable*)
Lapisan ini mempunyai kemampuan semi menyerap air, materialnya seperti pasir argullasis, tanah los, peat dan fissured marl.
3. Lapisan kedap air (*Impermeable*)
Lapisan ini mempunyai rongga yang sangat kecil sehingga air tidak dapat bergerak atau mengalir. Kejadian semacam ini terjadi pada lempung. Meskipun lempung mempunyai kemampuan yang tinggi untuk menyimpan air, tetapi karena porinya sangat kecil, maka air tidak dapat mengalir.

(Uchron,2006).

2.1.2 Siklus Hidrologi

Hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas, pada permukaan dan di dalam tanah. Sedangkan daur atau siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, kemudian jatuh ke permukaan tanah dan akhirnya mengalir ke laut kembali (Munir, 2003). Daur hidrologi terjadi secara berulang dan terus menerus seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Siklus hidrologi

Air yang berada di danau dan laut akan mengalami penguapan (*evaporation*) dengan bantuan matahari. Proses penguapan air dari tumbuhan disebut transpirasi. Uap-uap air akan mengalami proses *kondensasi* atau pepadatan yang akhirnya menjadi awan dan selanjutnya jatuh sebagai hujan. Air yang berasal dari hujan (*precipitation*) dan jatuh ke permukaan tanah akan mengalami beberapa proses dalam usahanya untuk mengalir kembali ke danau atau laut. Sebagian air akan masuk ke dalam tanah (*infiltration*) dan beberapa menjadi air permukaan. Air yang masuk ke dalam tanah akan diserap oleh akar dan terjadi penguapan (*evaporation*) melalui tumbuhan. Air yang tertahan di permukaan tanah, sebagian besar mengalir masuk ke sungai-sungai sebagai limpasan air permukaan (*surface run off*). Air yang tidak menguap ataupun mengalami infiltrasi akan kembali ke laut melalui palung-palung sungai sehingga proses daur hidrologi berulang lagi secara terus-menerus.

Terdapat empat macam proses utama dalam daur hidrologi, sebagai berikut.

1. Presipitasi
2. Evaporasi
3. Infiltrasi
4. Limpasan permukaan (*surface run off*)

Presipitasi merupakan peristiwa jatuhnya cairan (dapat berbentuk cair atau beku) dari atmosphere ke permukaan bumi melalui kondensasi uap dalam rangkaian hidrologi. Beberapa bentuk presipitasi adalah hujan, embun, kabut dan salju.

Infiltrasi adalah perjalanan air ke dalam tanah sebagai akibat gaya kapiler (gerakan air ke arah lateral) dan gravitasi (gerakan air ke arah vertikal). Laju maksimal gerakan air masuk ke dalam tanah disebut kapasitas infiltrasi. Kapasitas infiltrasi terjadi ketika intensitas hujan melebihi kemampuan tanah dalam menyerap kelembaban tanah (Asdak, 2000). Apabila penambahan air terus berlangsung, maka air yang ditambahkan pada tanah tidak lagi masuk ke dalam tanah tetapi meluap ke permukaan (*surface run off*) (Bond and George, 1981).

Klasifikasi infiltrasi tanah ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi infiltrasi

Kelas	Klasifikasi Infiltrasi	Laju Infiltrasi (m/jam)
1	Sangat lambat	$< 0.1 \cdot 10^{-2}$
2	Lambat	$0.1 \cdot 10^{-2} - 0.5 \cdot 10^{-2}$
3	Agak lambat	$0.5 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-2}$
4	Sedang	$2 \cdot 10^{-2} - 6 \cdot 10^{-2}$
5	Agak cepat	$6 \cdot 10^{-2} - 12.5 \cdot 10^{-2}$
6	Cepat	$12.5 \cdot 10^{-2} - 25 \cdot 10^{-2}$
7	Sangat cepat	$> 25 \cdot 10^{-2}$

Sumber: Asdak,2000.

2.2 Mataair dan Daerah Resapan

2.2.1 Mataair

Mataair merupakan pemusatan pengeluaran air tanah yang muncul di permukaan tanah sebagai arus dari aliran air. Mataair dapat berupa rembesan yang keluar secara perlahan-lahan dan menyebar pada permukaan tanah. Faktor-faktor yang mempengaruhi debit mataair adalah (Raharjo,2007).

1. Curah hujan
2. Karakteristik hidrologi material permukaan tanah terutama kelulusannya

3. Topografi
4. Karakteristik hidrologi formasi akuifer
5. Struktur geologi

Terdapat beberapa penggolongan mata air, bisa berdasar sifat pengalirannya, tenaga penyebabnya, besarnya debit, tipe material pembawa air dan suhu air (Todd and Mays, 2005). Berdasarkan sifat pengalirannya, mataair dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

1. Mataair menahun (*perennial springs*), yaitu mataair yang mengeluarkan air sepanjang tahun dan tidak dipengaruhi oleh curah hujan
2. Mataair musiman (*intermitent springs*), yaitu mataair yang mengeluarkan air pada musim-musim tertentu dan sangat tergantung pada curah hujan
3. Mataair periodik (*periodic springs*), yaitu mataair yang mengeluarkan air pada periode tertentu, faktor penyebabnya adalah evapotranspirasi pada malam hari, perubahan tekanan udara, pasang surut, dan pemanasan air oleh batuan.

Apabila dilihat dari tenaga penyebabnya, mataair diklasifikasikan menjadi 2, yaitu.

1. Tenaga non gravitasi (biasanya merupakan mataair panas)
 - Mataair vulkanik
 - Mataair celah
2. Tenaga gravitasi
 - Mataair cekungan, biasanya disebabkan permukaan tanah yang memotong muka air tanah
 - Mataair kontak, muncul pada daerah kontak antara batuan lulus air dan kedap air
 - Mataair artesis, berasal dari air tanah tertekan
 - Mataair pada batuan kedap, terjadi pada saluran atau retakan di batuan kedap
 - Mataair retakan atau pipa, mataair yang terjadi dari pipa lava, pelarutan atau retakan batuan yang berhubungan dengan air tanah.

Berdasarkan debitnya, mataair dibagi dalam 8 kelas seperti pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Klasifikasi mataair berdasarkan debit

Kelas	Debit rata-Rata
I	$> 10 \text{ m}^3/\text{detik}$
II	$1 - 10 \text{ m}^3/\text{detik}$
III	$0,1 - 1 \text{ m}^3/\text{detik}$
IV	$10 - 100 \text{ l}^3/\text{detik}$
V	$1 - 10 \text{ l}^3/\text{detik}$
VI	$0,1 - 1 \text{ l}^3/\text{detik}$
VII	$10 - 100 \text{ ml}^3/\text{detik}$
VIII	$< 10 \text{ ml}^3/\text{detik}$

Sumber: (Todd and Mays, 2005).

Klasifikasi mataair berdasarkan tipe material pembawa air:

1. Mataair yang muncul dari material lulus air yang tipis
2. Mataair yang muncul dari material lulus air yang tebal
3. Mataair yang muncul pada perselingan batuan lulus dan kedap air
4. Mataair yang muncul dari saluran pelarutan
5. Mataair pada lava
6. Mataair yang muncul dari retakan batuan.

Jenis mataair berdasarkan suhu yaitu.

1. Mataair dingin, yaitu mataair yang suhu airnya rendah. Air berasal dari pencairan salju atau es.
2. Mataair normal, yaitu mataair yang suhu airnya hampir sama dengan suhu udara sekitarnya.
3. Mataair panas, yaitu mataair yang suhu airnya lebih tinggi dari suhu udara di sekitarnya.

2.2.2 Daerah resapan air

Daerah resapan air adalah daerah dimana air hujan mudah berinfiltrasi ke dalam lapisan tanah yang selanjutnya dapat menjadi air tanah. Lapisan tanah yang mempunyai sifat tersebut adalah lapisan tanah yang mempunyai permeabilitas tinggi. Sebaliknya

apabila sukar meloloskan air, maka dikatakan bahwa permeabilitasnya rendah atau disebut lapisan kedap air. Adanya lapisan tanah yang bersifat *permeable-impermeable* inilah maka daerah resapan kemungkinan dapat jauh dari *aquifer* setempat, misalnya di daerah lereng gunung atau dataran yang lebih tinggi (Wandowo,1993).

Daerah resapan air tanah (*recharge zone*) merupakan wilayah dimana air yang berada di permukaan tanah baik air hujan ataupun air permukaan mengalami proses penyusupan atau infiltrasi secara gravitasi melalui lubang pori tanah/batuan atau celah/rekahan pada tanah/batuan. Proses penyusupan ini akan berakumulasi pada satu titik dimana air tersebut menemui suatu lapisan batuan yang bersifat kedap air (*impermeable*). Titik akumulasi ini akan membentuk suatu zona jenuh air (*saturated zone*) yang merupakan zona air tanah. Perbedaan kondisi fisik secara alami akan mengakibatkan air dalam zonasi ini akan bergerak/mengalir baik secara gravitasi, perbedaan tekanan, kontrol struktur batuan dan parameter lainnya (Lubis, 2006).

Penentuan daerah aliran, daerah resapan (*recharge*), dan daerah luahan (*discharge*) memerlukan pengetahuan tentang pengaruh topografi, gravitasi, dan geologi. Metode fisika merupakan salah satu metode untuk merekonstruksi pola sebaran lapisan akuifer. Caraya melalui pengukuran geolistrik seperti pengukuran tanah, *induce polarization* atau polarisasi listrik pada permukaan mineral, dan pengukuran seismik dengan georadar. Metode lain yang bisa diterapkan ialah metode kimia dengan cara merunut pola pergerakan air tanah. Ketika air tanah melawati suatu media, air akan membawa mineral dari batuan atau tanah yang dilewatinya (Lubis, 2006).

Keberadaan air tanah dapat dideteksi dengan alat geolistrik. Survei geolistrik merupakan salah satu metode geofisika untuk menduga kondisi geologi di bawah permukaan tanah, terutama jenis dan sifat batuan berdasarkan sifat-sifat kelistrikan batuan. Data sifat kelistrikan batuan atau tahanan jenis dikelompokkan dan ditafsirkan dengan mempertimbangkan data kondisi geologi setempat. Sifat kelistrikan batuan dapat berbeda antara lain karena perbedaan mineral penyusunnya, porositas dan permeabilitas batuan, kandungan air dan suhu. Dengan mempertimbangkan beberapa faktor tersebut, kondisi air tanah dalam di suatu daerah dapat diinterpretasi dengan

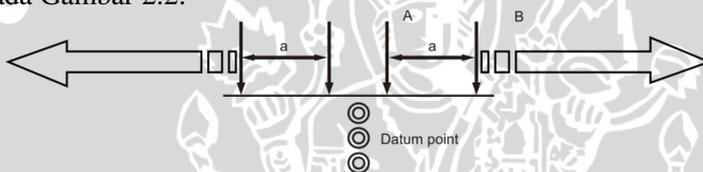
melokalisir lapisan batuan yang berpotensi air tanah (Rejekiningrum dan Ramadani, 2008).

2.3 Metode Geolistrik

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik bumi dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi. Berdasarkan tujuan pengukuran di lapangan, metode geolistrik dibagi menjadi dua (Telford, 1976), yaitu.

1. Metode resistivitas Jenis *Sounding*

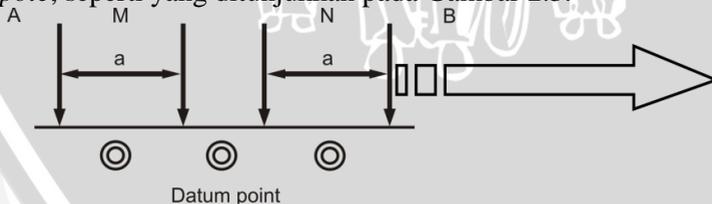
Metode ini bertujuan untuk menyelidiki perubahan tahanan jenis bawah permukaan ke arah vertikal yaitu dengan cara pada titik ukur tetap, jarak elektroda arus dan tegangan diubah-ubah sehingga semakin besar jarak antar elektroda maka akan tampak efek dari material yang lebih dalam, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Perpindahan elektroda secara *sounding*

2. Metode resistivitas Jenis *Mapping*

Metode ini bertujuan untuk menyelidiki perubahan tahanan jenis bawah permukaan ke arah lateral atau horisontal yaitu dengan cara menggeser titik ukur secara horisontal dengan jarak elektroda dan tegangan tetap. Pada metode ini kedalaman yang tersurvey akan sama karena pergeserannya ke arah horisontal. Konfigurasi yang sering digunakan adalah Wenner dan *Dipole-dipole*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Perpindahan elektroda secara *mapping*

(Hamid, 2010).

2.4 Geolistrik Resistivitas

Metode geolistrik resistivitas (hambatan jenis) merupakan suatu metode pendugaan kondisi bawah permukaan bumi dengan memanfaatkan arus listrik yang diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus, kemudian beda potensial yang dihasilkan diukur dengan menggunakan dua elektroda potensial. Hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda tertentu digunakan untuk menentukan variasi harga hambatan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur (titik *sounding*).

Metode geolistrik resistivitas didasarkan pada kenyataan bahwa sebagian dari arus listrik yang diberikan pada lapisan tanah, menjalar ke dalam tanah pada kedalaman tertentu dan bertambah besar dengan bertambahnya jarak antar elektroda. Dalam pengukuran geolistrik resistivitas jika sepasang elektroda diperbesar, distribusi potensial pada permukaan bumi akan semakin membesar dengan nilai resistivitas yang bervariasi (Vingoe, 1972).

Menurut Robinson (1988), terdapat beberapa asumsi dasar yang digunakan dalam metode geolistrik resistivitas, yaitu.

1. Bawah permukaan tanah terdiri dari beberapa lapisan yang dibatasi oleh bidang batas horisontal serta terdapat kontras resistivitas antara bidang batas perlapisan tersebut.
2. Tiap lapisan mempunyai ketebalan tertentu, kecuali untuk lapisan terbawah ketebalannya tak terhingga.
3. Tiap lapisan dianggap bersifat homogen isotropik.
4. Tidak ada sumber arus selain arus yang diinjeksikan di atas permukaan bumi.
5. Arus listrik yang diinjeksikan adalah arus listrik searah.

2.4.1 Sumber arus tunggal di kedalaman tertentu

Arus yang mengalir dalam bumi yang homogen isotropik seperti pada gambar 2.4 memenuhi hukum kekekalan muatan yang dapat dinyatakan dengan persamaan:

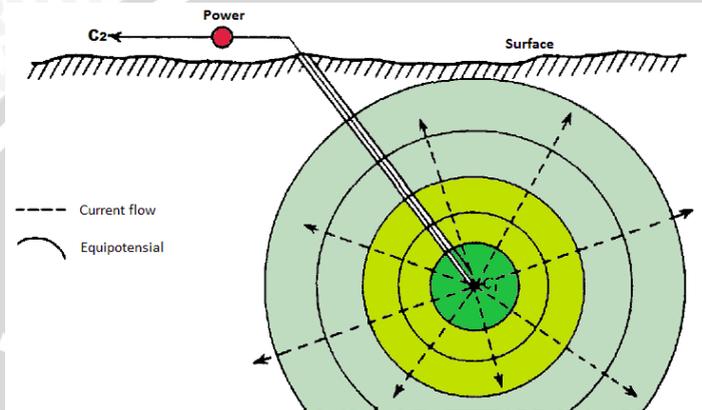
$$\nabla \cdot J = \frac{\partial q}{\partial t} \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana:

J = rapat arus (A/m²)

q = rapat muatan (C/m³)

t = waktu (detik)



Gambar 2.4 Titik arus di dalam bumi homogen isotropik

Dengan arus yang stasioner, maka persamaan 2.1 menjadi:

$$\nabla \cdot J = 0 \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

Hubungan antara J dengan medan listrik E dapat dinyatakan dengan hukum Ohm sebagai berikut:

$$J = \frac{1}{\rho} E = \sigma E = -\sigma \nabla V \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana:

ρ = resistivitas medium (Ohm-m)

$E = -\nabla V$ = medan listrik (Volt/m)

$\sigma = 1/\rho$ = konduktivitas (Ohm/m)

V = potensial listrik (Volt)

Arah J sama dengan arah E dan σ konstan bila medium homogen isotropik.

dari persamaan 2.2 dan 2.3 maka diperoleh:

$$\begin{aligned} \nabla \cdot (-\sigma \nabla V) &= 0 \\ \nabla \sigma \cdot \nabla V + \sigma \nabla^2 V &= 0 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

dengan medium homogen isotropik ρ konstan, maka σ konstanta atau $\nabla \sigma = 0$

sehingga

$$\nabla \sigma \cdot \nabla V = 0 \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

dan

$$\nabla^2 V = 0 \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana $\nabla^2 V = 0$ merupakan persamaan Laplace

Telford (1976) menyatakan, bila suatu elektroda arus pada suatu kedalaman tertentu di bawah permukaan bumi yang homogen isotropik, sehingga arus dititik C1 akan tersebar ke semua arah sama besar. Persamaan Laplace pada persamaan 2.6 dalam koordinat bola dapat ditulis:

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial}{\partial \varphi^2} = 0 \quad \dots(2.7)$$

Arus yang mengalir adalah simetris terhadap θ dan φ sebab sumber arusnya tunggal, maka potensial pada suatu jarak r dari C1 hanya merupakan fungsi dari r saja, sehingga persamaannya menjadi:

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial V}{\partial r} = 0 \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

bila diselesaikan menjadi:

$$V = -\frac{a}{r} + b \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

dimana a dan b tetapan, untuk r tak hingga maka $V=0$ sehingga $b=0$. maka persamaan menjadi

$$V = -\frac{a}{r} \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

Permukaan equipotensialnya merupakan bola dan garis medan listriknya atau garis arus merupakan arah radialnya seperti pada gambar 2.4. Rapat arus pada suatu jarak r dapat ditulis sebagai

$$J = -\sigma \frac{dV}{dr} = -\frac{1}{\rho} \frac{a}{r^2} \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

Total arus yang dimasukkan melalui C1 dan menembus permukaan bola adalah

$$I = 4\pi r^2 J = -\frac{4\pi}{\rho} a \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

sehingga

$$a = -\frac{I\rho}{4\pi} \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

jadi persamaan 2.11 menjadi

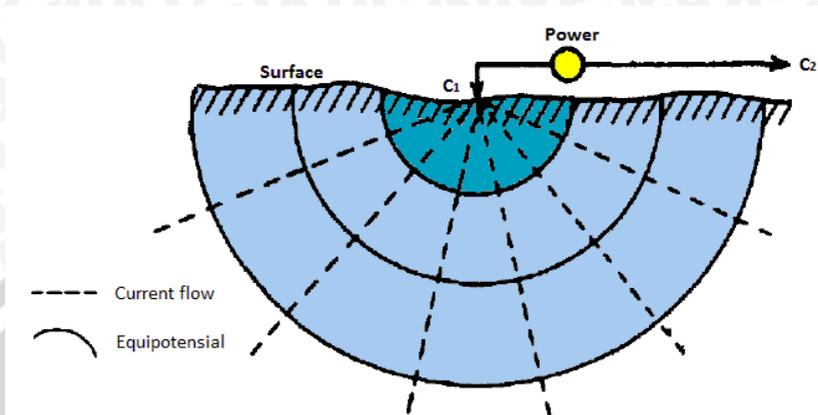
$$V = \frac{I\rho}{4\pi} \frac{1}{r} \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

dan

$$\rho = 4\pi r \frac{V}{I} \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

2.4.2 Sumber arus tunggal di permukaan bumi

Menurut Telford (1976), arus tunggal dialirkan ke dalam bumi yang homogeny isotropis pada permukaan bumi maka arus I di titik P akan tersebar ke semua arah sama besar seperti pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Aliran arus oleh satu titik sumber di permukaan bumi

Sesuai dengan persamaan Laplace pada persamaan 2.6 maka distribusi potensial listrik untuk aliran searah adalah

$$\nabla^2 V = 0 \quad \text{.....(2.17)}$$

Persamaan dalam koordinat bola dapat ditulis menjadi

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial}{\partial \phi^2} = 0 \quad \text{.....(2.18)}$$

Permukaan equipotensial merupakan setengah bola dan garis medan listrik atau garis arus merupakan arah radialnya seperti pada Gambar 2.6

Rapat arus pada suatu jarak R dapat ditulis sebagai:

$$J = -\sigma \frac{dV}{dr} = -\frac{1}{\rho} \frac{a}{r^2} \quad \text{.....(2.19)}$$

Arus total I yang menembus permukaan setengah bola adalah:

$$I = 2\pi r^2 J = -\frac{2\pi}{\rho} a \quad \text{.....(2.20)}$$

sehingga

$$\alpha = -\frac{I\rho}{2\pi} \dots\dots\dots(2.21)$$

Jadi potensial pada titik yang berhubungan dengan sumber arus di permukaan bumi yang homogen isotropis adalah:

$$V = \frac{I\rho}{2\pi} \frac{1}{r} \dots\dots\dots(2.22)$$

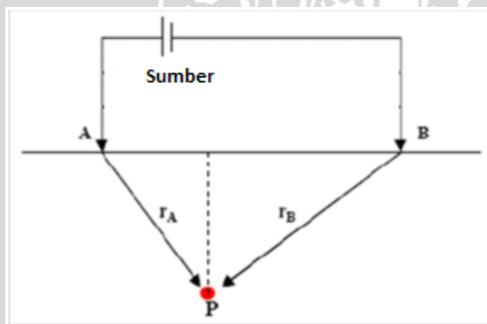
$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \dots\dots\dots(2.23)$$

2.4.3 Dua sumber arus di permukaan bumi

Pada dua elektroda arus, maka beda potensial yang terjadi pada titik P (Gambar 2.6) yang berjarak r_A dari titik A dan r_B dari titik B menurut persamaan (2.22) adalah:

$$V_A = \frac{I\rho}{2\pi r_A} \text{ dan } V_B = \frac{I\rho}{2\pi r_B} \dots\dots\dots(2.24)$$

$$\Delta V_p = V_A - V_B = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right) \dots\dots\dots(2.25)$$



Gambar 2.6 Sumber Arus Dua Titik pada Permukaan Homogen Isotropis

2.5 Konfigurasi Elektroda

Konfigurasi elektroda adalah model penyusunan elektroda-elektroda arus dan potensial yang diatur sedemikian rupa sehingga sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Beberapa jenis konfigurasi elektroda yang sering digunakan adalah.

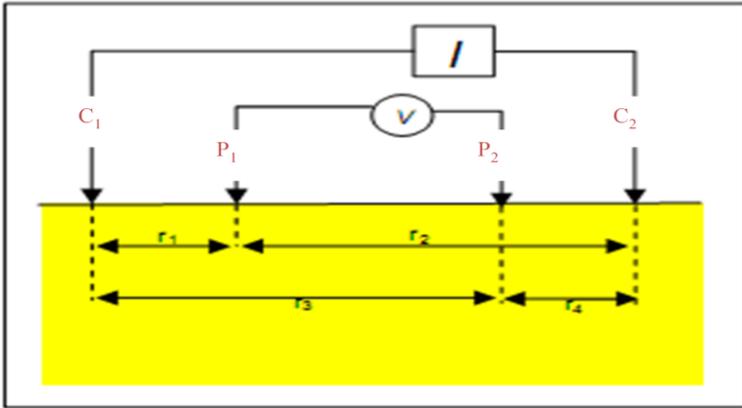
1. Konfigurasi Wenner
2. Konfigurasi Schlumberger
3. Konfigurasi Dipole-Dipole

Pengaturan letak elektroda-elektroda dapat bermacam-macam, tetapi pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi tiga macam berdasarkan kuantitas fisik yang diukur yaitu.

- a. Pengaturan yang bertujuan mencatat perbedaan potensial antara dua elektroda pengukur yang berjarak lebar, contoh: metode Wenner.
- b. Pengaturan yang bertujuan mencatat gradien potensial atau intensitas medan listrik dengan menggunakan pasangan elektrode pengukur yang berjarak rapat, contoh: metode Schlumberger.
- c. Pengaturan yang bertujuan mencatat kelengkungan fungsi-fungsi potensial dengan mempergunakan pasangan elektrode arus maupun pengukur yang dipasang berjarak rapat, contoh: metode dipole-dipole.

2.5.1 Konfigurasi Schlumberger

Pada konfigurasi Schlumberger, pengukuran dilakukan dengan cara mengubah jarak elektroda arus (elektroda C_1 dan C_2) sedangkan jarak dari elektroda potensial (elektroda P_1 dan P_2) relatif diam. Jika terdapat dua elektroda arus dan dua elektroda potensial, maka beda potensial pada P_1 dipengaruhi C_1 dan C_2 dengan jarak r_1 dan r_2 . Hal ini juga terjadi pada titik P_2 yang dipengaruhi arus pada elektroda C_1 dan C_2 dengan jarak r_3 dan r_4 seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Beda potensial pada dua elektroda

Beda potensial yang terjadi pada elektroda P₁ dan P₂ adalah:

$$V_{P_1} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots\dots\dots(2.26)$$

$$V_{P_2} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \dots\dots\dots(2.27)$$

Beda potensial antara P₁ dan P₂ adalah:

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \dots\dots\dots(2.28)$$

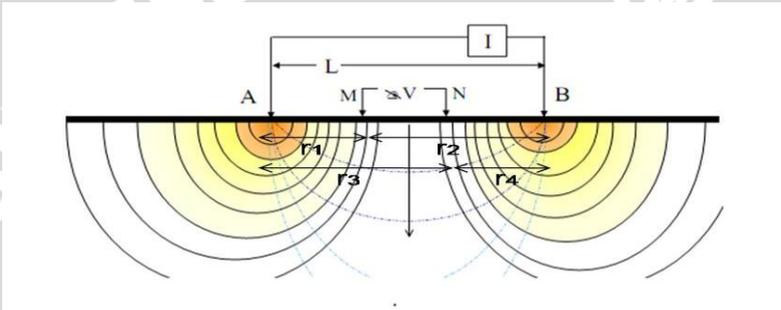
Maka resistivitas dapat ditulis menjadi

$$\rho = 2\pi \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\}^{-1} \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots(2.29)$$

dengan:

$$K = 2\pi \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\}^{-1} \dots\dots\dots(2.30)$$

Agar pembacaan pada konfigurasi Schlumberger lebih akurat, pada jarak elektroda arus yang relatif jauh sebaiknya jarak elektroda potensial ditambah dengan pertimbangan $AB/2 > 5MN/2$ atau ketika pembacaan MN sedemikian kecil. Kelemahan dari konfigurasi Schlumberger antara lain pembacaan tegangan pada elektroda potensial lebih kecil terutama pada jarak elektroda arus yang relatif jauh. Keunggulan dari konfigurasi ini adalah mampu mendeteksi adanya non-homogenitas lapisan batuan pada permukaan.



Gambar 2.8 Konfigurasi Schlumberger.

Berdasarkan Gambar 2.8 jarak elektroda arus dan potensial dapat disebutkan sebagai:

$$AM = r1 = BN = r4 = \frac{1}{2}(AB - MN) \quad \text{.....(2.31)}$$

$$AN = r3 = BM = r2 = \frac{1}{2}(AB + MN) \quad \text{.....(2.32)}$$

Substitusi dari persamaan 2.28 dengan persamaan 2.31 dan 2.32 menghasilkan:

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right] \quad \text{.....(2.33)}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{\frac{1}{2}(AB-MN)} - \frac{1}{\frac{1}{2}(AB+MN)} \right) - \left(\frac{1}{\frac{1}{2}(AB+MN)} - \frac{1}{\frac{1}{2}(AB-MN)} \right) \right] \\
&= \frac{I\rho}{2\pi} \left[\frac{2}{\frac{1}{2}(AB-MN)} - \frac{2}{\frac{1}{2}(AB+MN)} \right] \\
&= \frac{I\rho}{\pi} \left[\frac{4MN}{AB^2 - MN^2} \right] \dots\dots\dots(2.34)
\end{aligned}$$

Nilai resistivitas menjadi:

$$\rho = \pi \left[\frac{AB^2 - MN^2}{4MN} \right] \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots(2.35)$$

(Rakhmanto,2009).

Penempatan spasi elektroda pada konfigurasi Schlumberger yang benar berpengaruh pada kedalaman pendugaan, karenanya penempatan spasi elektroda telah diperhitungkan antara kedalaman pendugaan dengan kondisi di lapangan. Penelitian dengan metode ini tidak boleh dilakukan ketika daerah survey dalam kondisi basah, baik karena hujan maupun faktor lain. Sebab jika medium yang dilalui listrik basah maka aliran listrik akan melalui medium yang basah tersebut dan hal ini menyebabkan data yang diambil tidak akurat.

2.6 Resistivitas Batuan

Resistivitas batuan mempunyai nilai berbeda yang tergantung pada jenis materialnya, densitas, porositas, kandungan air, kualitas, suhu, ukuran dan bentuk pori-pori batuan. Survey resistivitas memberikan gambaran tentang distribusi resistivitas bawah permukaan. Untuk mengkonversi bentuk resistivitas ke dalam bentuk geologi diperlukan pengetahuan tentang tipikal dari harga resistivitas untuk setiap tipe material dan struktur geologi daerah survey. Adanya cairan atau air dalam sistem rekahan atau ruang antar butir batuan dapat menurunkan nilai resistivitas batuan.

Nilai resistivitas beberapa jenis batuan disajikan dalam tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kisaran nilai resistivitas batuan (Blaricom, 1988)

Rock Type	Resistivity Range (Ω)
Igneous and Metamorphic Rocks	
Granite	$3 \times 10^2 - 10^6$
Andesite	$1.7 \times 10^2 - 4.5 \times 10^4$
Lavas	$10^2 - 5 \times 10^4$
Basalt	$10 - 1.3 \times 10^7$
Tuffs	$2 \times 10^3 - 10^5$
Slates various	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
Marble	$10^2 - 2.5 \times 10^8$
Quartzites various	$10 - 2 \times 10^8$
Sediments Rocks	
Consolidates Shales	$20 - 2 \times 10^3$
Argilites	$10 - 8 \times 10^2$
Conglomerates	$2 \times 10^3 - 10^4$
Sandstones	$1 - 6.4 \times 10^8$
Limestones	$50 - 10^7$
Dolomite	$3.5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$
Unconsolidates wet clay	20
Marls	3 - 70
Clays	1 - 100
Alluvium and sands	10 - 800
Oil sands	4 - 800
Soils and water	
Groundwater	$0.1 - 10^3$
Brackish water	0.2 - 1
Sea water	0.3 - 0.2

2.6.1 Resistivitas Semu

Asumsi yang selalu digunakan dalam metode geolistrik resistivitas adalah bumi bersifat homogen isotropis. Ketika arus diinjeksikan ke dalam bumi, pengaruh dalam bentuk beda potensial yang diamati secara tidak langsung adalah hambatan jenis suatu lapisan bumi tertentu. Namun nilai ini bukanlah nilai hambatan jenis yang sesungguhnya. Hambatan jenis ini merupakan besaran yang nilainya tergantung pada spasi elektroda yang dipakai. Padahal kenyataannya bumi terdiri dari lapisan-lapisan dengan nilai

resistivitas yang berbeda-beda, sehingga potensial yang diukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Hambatan jenis ini disebut hambatan jenis (resistivitas) semu (Subchi, 2010).

Resistivitas semu dirumuskan dengan:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad \dots\dots(2.36)$$

dimana : ρ_a : Resistivitas semu (Ωm)

K : Faktor Geometris (m)

ΔV : Beda potensial (V)

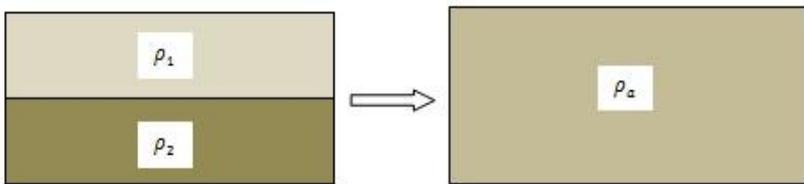
I : Kuat arus (A)

Faktor geometri dari konfigurasi elektroda potensial dan elektroda arus. Faktor geometri merupakan besaran penting dalam pendugaan tahanan jenis vertikal maupun horisontal.

Sesuai dengan persamaan 2.36, nilai K untuk konfigurasi Schlumberger adalah

$$K = \pi \left[\frac{AB^2 - MN^2}{4MN} \right] \quad \dots\dots(2.37)$$

Bumi merupakan medium berlapis dengan masing-masing lapisan mempunyai harga resistivitas yang berbeda-beda. Resistivitas semu merupakan suatu konsep abstrak yang di dalamnya terkandung keterangan tentang kedalaman dan sifat suatu lapisan tertentu. Sebagaimana disajikan dalam gambar 2.9, dimisalkan bahwa medium yang ditinjau terdiri dari 2 lapis dan mempunyai nilai resistivitas yang berbeda (ρ_1 dan ρ_2). Dalam pengukuran, medium ini akan dianggap sebagai 1 lapisan yang homogen dan mempunyai 1 harga resistivitas yaitu ρ_a (*Apparent Resistivity*) atau resistivitas semu.



Gambar 2.9 Konsep resistivitas semu

Resistivitas semu yang dihasilkan oleh setiap konfigurasi akan berbeda walaupun jarak antar elektrodanya sama. Untuk medium berlapis, harga resistivitas semu ini akan merupakan fungsi jarak bentangan (jarak antar elektroda arus). Untuk jarak antar elektroda arus yang kecil akan memberikan ρ_a yang harganya mendekati ρ batuan di dekat permukaan. Sedang untuk jarak bentangan yang besar, ρ_a yang diperoleh akan mewakili harga ρ batuan yang lebih dalam.

2.7 Kondisi Umum Daerah Penelitian

a. Letak geografis

Kecamatan Ngantang merupakan salah satu wilayah yang dilalui Sub DAS Konto dan secara geografis terletak pada $7^{\circ}46'47''$ - $8^{\circ}17'18''$ LS dan $112^{\circ}18'18''$ - $112^{\circ}55'55''$ BT. Kecamatan ini dikelilingi lereng-lereng curam Gunung (G.) Kelud, G. Kawi dan G. Anjasmoro. Daerah penelitian terdiri dari tiga mataair, ketiga mataair tersebut adalah mataair Krisik, Complang dan Pusung-Pegat. Secara geografis mataair Krisik terletak pada $07^{\circ}49'29,8''$ LS dan $112^{\circ}21'58,2''$ BT dengan ketinggian 691 m dpl. Mataair Complang dengan koordinat $07^{\circ}50'07,3''$ LS dan $112^{\circ}22'32,6''$ BT mempunyai ketinggian 668 m dpl. Mataair Pusung-Pegat terletak pada koordinat $07^{\circ}51'20,5''$ LS dan $112^{\circ}22'57,4''$ BT dengan ketinggian 692 m dpl.

b. Iklim

Daerah ini termasuk beriklim muson tropis, yang dicirikan oleh adanya musim hujan dan musim kemarau yang tegas dan suhu udara yang selalu panas sepanjang tahun. Daerah penelitian ini termasuk kawasan basah dengan curah hujan tahunan berkisar antara 2.200 mm sampai 3.880 mm, dan rata-rata 3.000 mm per tahun. Suhu udara di kawasan ini termasuk sedang atau sejuk, dengan suhu harian rata-rata sebesar $23,0^{\circ}\text{C}$, yang hampir merata sepanjang tahun.

c. Topografi

Topografi daerah penelitian bervariasi dari landai (3-8%), bergelombang (8-15%) sampai curam (30-50%) dan cukup tertoreh. Secara morfologi, wilayah ini masuk dalam satuan morfologi pegunungan dengan ketinggian 600 m di atas muka laut.

Morfologinya kasar, lereng terjal, lembah sempit dan dalam, pola aliran sungai memancar keluar dengan beberapa jeram atau air terjun (Santosa,1992).

d. Geologi

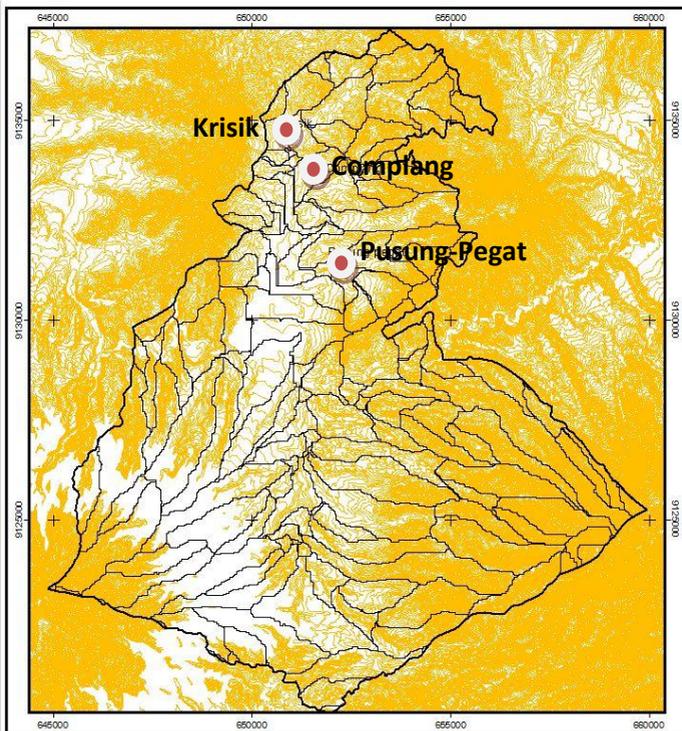
Berdasarkan informasi peta geologi lembar Kediri skala 1: 100.000, secara geologi Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang dipengaruhi oleh jenis geologi Qpat yang merupakan batuan gunung api Anjasmara tua yang sebarannya terdapat di sekitar Ngantang sampai Pujon. Tebal batuan gunung api ini diduga dari beberapa ratus m hingga lebih dari 1000m. Batuan gunung api anjasmara tua ini dianggap sebagai batuan gunung api Kuartir Tua di daerah ini dan sebagai alas (*basement*) yang tertindih oleh batuan gunungapi Anjasmara Muda, batuan gunungapi Panderman dan batuan gunung api Kawi-Butak (Santosa,1992).

Tatanan stratigrafi batuan gunung api anjasmara tua terdiri dari breksi gunungapi, lava, tuf dan retas. Breksi gunungapi tebalnya antara beberapa puluh centimeter dan puluhan meter yang berkomponen andesit, basal, kaca gunungapi, obsidian, batuapung, mineral mafik, kuarsa dan pasir gunungapi; Lava yang merupakan sisipan lidah dalam breksi, berwarna kelabu-hitam-kehijauan dan tebalnya antara 0.5 dan 3 m; Tuf berwarna kelabu-kuning, terdiri dari kuarsa, mineral terang, batuapung dan pecahan batuan dengan tebal puluhan m; Retas menerobos breksi dengan lebar antara 30 cm dan 80 cm dengan arah Baratdaya-Timurlaut. Beberapa retas terpencah dipegunungan Luksongo-Selotri yang berada di sebelah Barat Ngantang (Santosa,1992).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Data penelitian ini diambil di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang pada bulan Oktober-November 2009. Data penelitian yang diambil berada di tiga desa yaitu desa Waturejo, desa Jombok, dan desa Sumberagung. Mataair Complang di desa Waturejo diberi kode SNC, mataair Krisik di desa Jombok dengan kode SN dan mataair Pusung-Pegat di desa Sumberagung dengan kode SNP. Adapun lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian

3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada saat pengambilan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. *Resistivity* meter OYYO TIPE MCOHM-ELMODEL-2119D
2. Dua elektroda arus dan dua elektroda potensial
3. Kabel roll
4. Palu
5. Pasak
6. Alat tulis
7. Roll meter
8. GPS

Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak sebagai berikut.

1. Seperangkat komputer dengan Operating Sistem Microsoft Windows.
2. Perangkat lunak Microsoft Excel.
3. Perangkat lunak IP2WIN.
4. Perangkat lunak Progress.
5. Perangkat lunak Rockworks.

3.3 Pengambilan data

Tujuan pengukuran di lapangan adalah untuk mengetahui perubahan tahanan jenis bawah permukaan ke arah vertikal, sehingga metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode resistivitas jenis *sounding* dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger. Pengambilan data di lapangan dibantu dengan alat *Resistivity* meter OYYO TIPE MCOHM-ELMODEL-2119D.

Proses pengambilan data dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap pelaksanaan, yaitu.

1. Penentuan titik *sounding* di lapangan
Sebelum melakukan pengukuran di lapangan, perlu dilakukan orientasi lapangan terhadap daerah yang akan diambil datanya. Orientasi lapangan ini meliputi pengamatan kondisi geografis daerah berdasarkan peta topografi dan peta geologi,

perencanaan posisi titik *sounding*, jarak elektroda dan panjang lintasan.

2. Penempatan titik *sounding* di lapangan

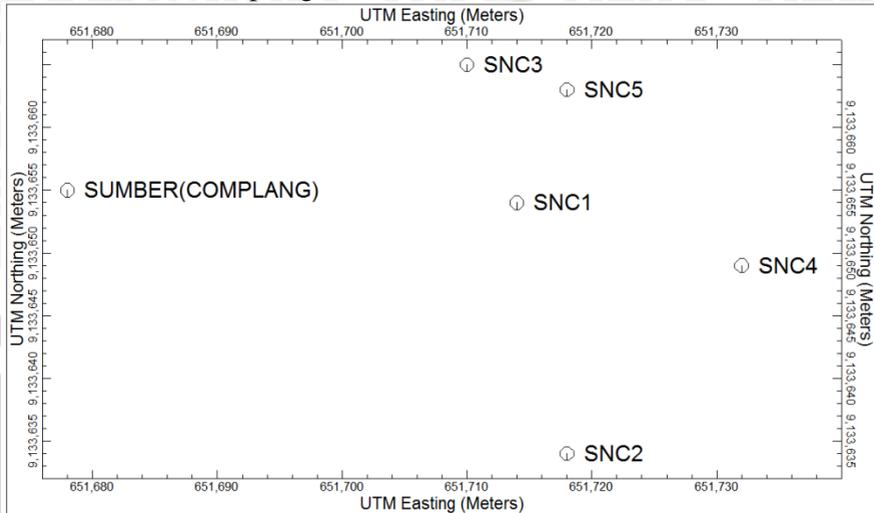
Setelah orientasi lapangan selesai dilakukan dan diperoleh posisi yang tepat untuk titik *sounding*, maka selanjutnya adalah mempersiapkan peralatan yang digunakan untuk pengambilan data.

3. Pengambilan data

Pada proses pengambilan data, konfigurasi yang digunakan adalah Schlumberger. Pengukuran dilakukan dengan mengubah-ubah jarak elektroda arus maupun elektroda potensial secara bertahap. Jarak elektroda bertambah seiring dengan kedalaman yang ingin dicapai. Semakin besar jarak elektroda maka akan semakin dalam jangkauan yang dihasilkan. Data yang diperoleh adalah nilai arus (I), hambatan yang terukur (R), jarak elektroda arus (AB) dan jarak elektroda potensial (MN).

Kondisi daerah penelitian termasuk dalam satuan morfologi pegunungan yang mempunyai ketinggian lebih dari 600 m di atas permukaan laut. Morfologinya kasar, lereng terjal, lembah sempit dan dalam. Dengan kondisi daerah yang demikian, maka diambil 5 titik *sounding* pada masing-masing mataair. Penentuan titik *sounding* diupayakan berada di atas mataair yang diperkirakan sebagai *recharge* dari mataair. Saat pengambilan data di lapangan, yang perlu di hindari adalah adanya gangguan *eksternal* yang dapat mempengaruhi nilai resistivitas yang terukur, misalnya terdapatnya pipa di dalam tanah. Adanya pipa tersebut akan mempengaruhi nilai resistivitas yang terbaca pada alat sehingga hasil yang di peroleh menjadi tidak akurat. Untuk menghindari pengaruh *eksternal* tersebut, maka ketika nilai resistivitas pada alat sangat jauh berbeda, atau tiba-tiba mengalami perubahan, sebaiknya pengukuran yang dilakukan digeser dengan cara menjauhi daerah tersebut hingga nilai yang terbaca tidak terpengaruh lagi. Posisi pengambilan data untuk masing-masing titik *sounding* terhadap mataair ditunjukkan pada gambar berikut.

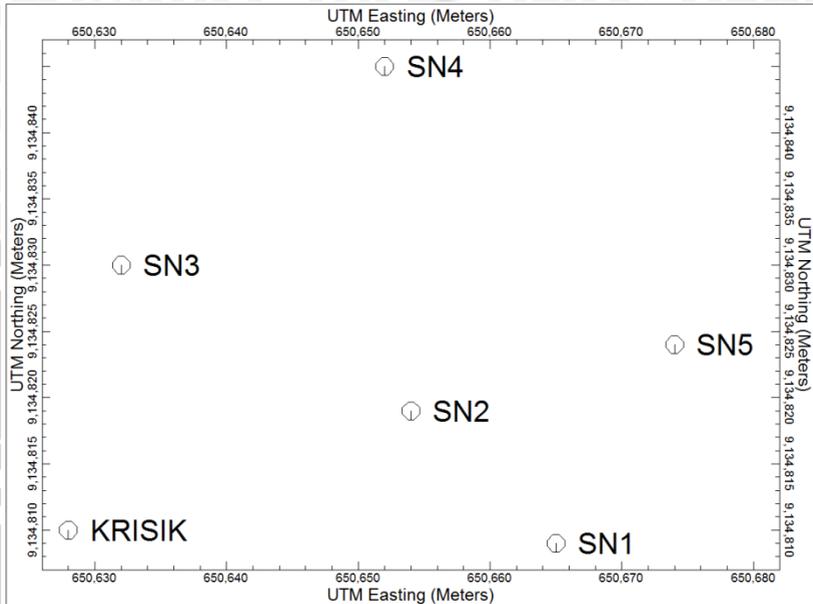
1. Mataair Complang (SNC)



Gambar 3.2 Letak titik *sounding* mataair Complang

Titik *sounding* SNC1 dalam koordinat UTM berada pada koordinat 49 M 0651714 mT 9133654 mU dengan ketinggian 674 m dpl. Titik SNC2 berada pada koordinat 49 M 0651718 mT 9133634 mU dengan ketinggian 674 m dpl. Titik SNC3 berada pada koordinat 49 M 0651710 mT 9133665 mU dengan ketinggian 675 m dpl. Titik SNC4 berada pada koordinat 49 M 651732 mT 9133649 mU dengan ketinggian 676 m dpl. Titik SNC5 berada pada koordinat 49 M 0651718 mT 9133663 mU dengan ketinggian 676 m dpl.

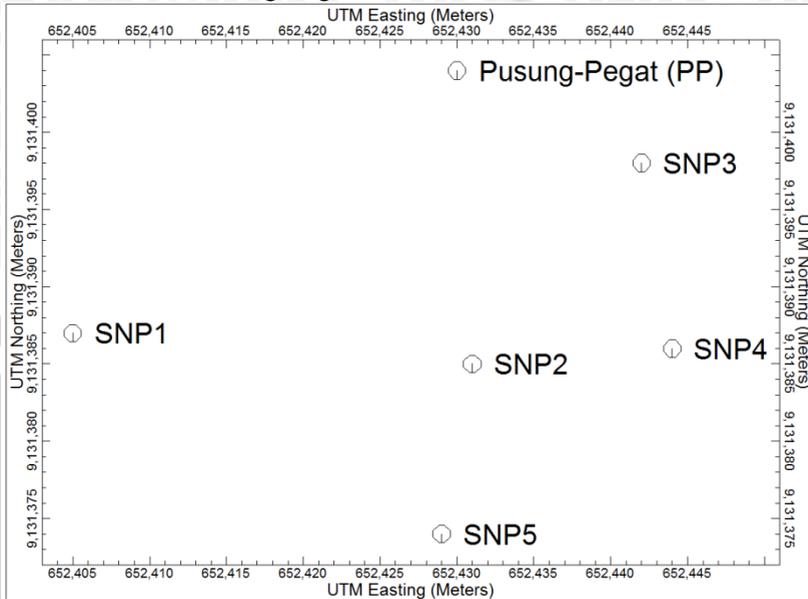
2. Mataair Krisik



Gambar 3.3 Letak titik *sounding* mataair Krisik

Titik *sounding* SN1 dalam koordinat UTM berada pada koordinat 49 M 0650665 mT 9134809 mU dengan ketinggian 699 m dpl. Titik SN2 berada pada koordinat 49 M 0650654 mT 9134819 mU dengan ketinggian 702 m dpl. Titik SN3 berada pada koordinat 49 M 0650632 mT 9134830 mU dengan ketinggian 702 m dpl. Titik SN4 berada pada koordinat 49 M 0650652 mT 9134845 mU dengan ketinggian 705 m dpl. Titik SN5 berada pada koordinat 49 M 0650674 mT 9134824 mU dengan ketinggian 706 m dpl.

3. Mataair Pusung-Pegat



Gambar 3.4 Letak titik *sounding* mataair Pusung-Pegat

Berdasarkan koordinat UTM, titik SNP1 berada pada koordinat 49 M 0652405 mT 9131387 mU dengan ketinggian 698 m dpl. Titik SNP2 berada pada koordinat 49 M 0652431 mT 9131385 mU dengan ketinggian 700 m dpl. Titik SNP3 berada pada koordinat 49 M 0652442 mT 9131398 mU dengan ketinggian 701 m dpl. Titik SNP4 berada pada koordinat 49 M 0652444 mT 9131386 mU dengan ketinggian 702 m dpl. Titik SNP5 berada pada koordinat 49 M 0652429 mT 9131374 mU dengan ketinggian 702 m dpl. Hasil pengambilan data dilapangan untuk masing-masing titik *sounding* ditunjukkan pada lampiran 1.

3.4 Pengolahan Data

Proses pengolahan data dilakukan dengan bantuan *software* Microsoft excel, IP2WIN, dan Rockworks. Pengukuran di lapangan yang menghasilkan nilai hambatan jenis yang terukur (R), arus (I), serta jarak elektroda (AB dan MN) dengan bantuan *software* Microsoft excel dihitung nilai resistivitas semu (ρ) yang diperoleh

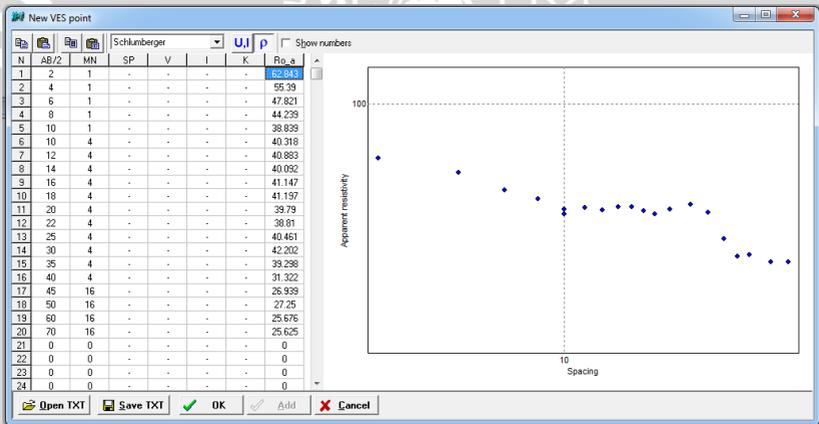
dengan mengalikan nilai R yang terukur dengan faktor konfigurasi (K), dimana

$$K = \pi \left[\frac{AB^2 - MN^2}{4MN} \right]$$

Nilai *resistivity* semu yang diperoleh dari perhitungan, selanjutnya diolah dengan menggunakan bantuan program IP2WIN.

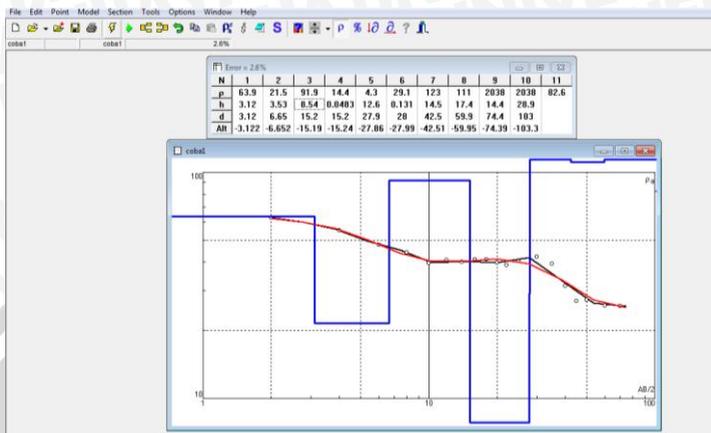
3.4.1 IP2WIN

Langkah-langkah dalam menggunakan program IP2WIN adalah dengan memasukkan nilai AB/2, MN serta Ro_a yang telah diketahui pada program sehingga akan muncul tampilan seperti Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Langkah awal penggunaan *software* IP2WIN

Data yang telah diisikan selanjutnya disimpan hingga mendapatkan hasil seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Tampilan hasil program IP2WIN

Program akan menampilkan nilai resistivitas, kedalaman, ketebalan serta persentase kesalahan (*error*). Nilai *error* diupayakan tidak melebihi 10% agar data yang dihasilkan menjadi bagus. Untuk mempermudah pembacaan, nilai ρ dan kedalaman (d) yang ada pada tabel selanjutnya dipindahkan dalam kolom data seperti pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Nilai resistivitas hasil pengolahan

Kedalaman	Ketebalan	Rho
0	0.635	119
0.635	1.185	30.8
1.82	0.68	126
2.5	7.31	25.2
9.81	5.29	8.42
15.1	9.3	112
24.4	12.9	1.57
37.3	10.9	0.43
48.2	6.5	0.43
54.7	9.9	0.43
64.6	2.1	12.2
66.7	1.3	11.2
68	2	11.2
70		0.999

Hasil yang diperoleh dari pengolahan IP2WIN selanjutnya diolah dengan menggunakan *software* Progress.

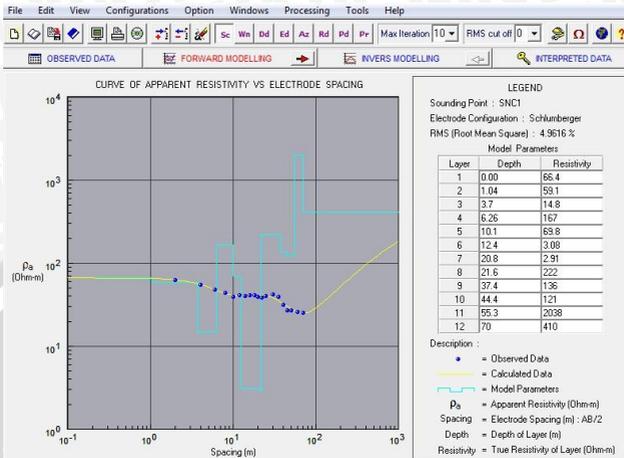
3.4.2 Progress

Software Progress digunakan untuk menunjukkan nilai resistivitas dari setiap lapisan. Langkah penggunaan program ini adalah dengan mengisikan *spacing* (jarak bentangan AB/2) dan *observed data* yang diperoleh dari program IP2WIN seperti pada Gambar 3.7.

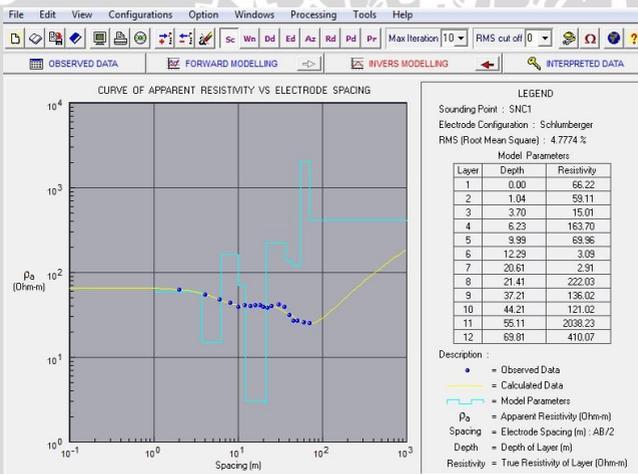
No	Spacing	Observed Data	No	Spacing	Observed Data
1	2	62.8	21		
2	4	55.4	22		
3	6	47.8	23		
4	8	44.2	24		
5	10	39.6	25		
6	12	40.9	26		
7	14	40.1	27		
8	16	41.1	28		
9	18	41.2	29		
10	20	39.8	30		
11	22	38.8	31		
12	25	40.5	32		
13	30	42.2	33		
14	35	39.3	34		
15	40	31.3	35		
16	45	26.9	36		
17	50	27.3	37		
18	60	25.7	38		
19	70	25.6	39		
20			40		

Gambar 3.7 Pengolahan data dengan *software* Progress tahap pertama

Setelah *observed data* diisi selanjutnya dengan menggunakan *forward modeling* hasil sebaran data akan terlihat. Pada kolom *legend* diisikan nilai *depth* dan *resistivity* yang diperoleh dari olahan IP2WIN. Pada Gambar 3.8 digunakan titik SNC1 sebagai contoh. *Invers modeling* pada program dapat digunakan ketika *forward modeling* telah diisi. Nilai RMS (*Root Mean Square*) dengan menggunakan *invers modeling* dapat lebih kecil dibandingkan nilai RMS pada *forward modeling* (Gambar 3.8).

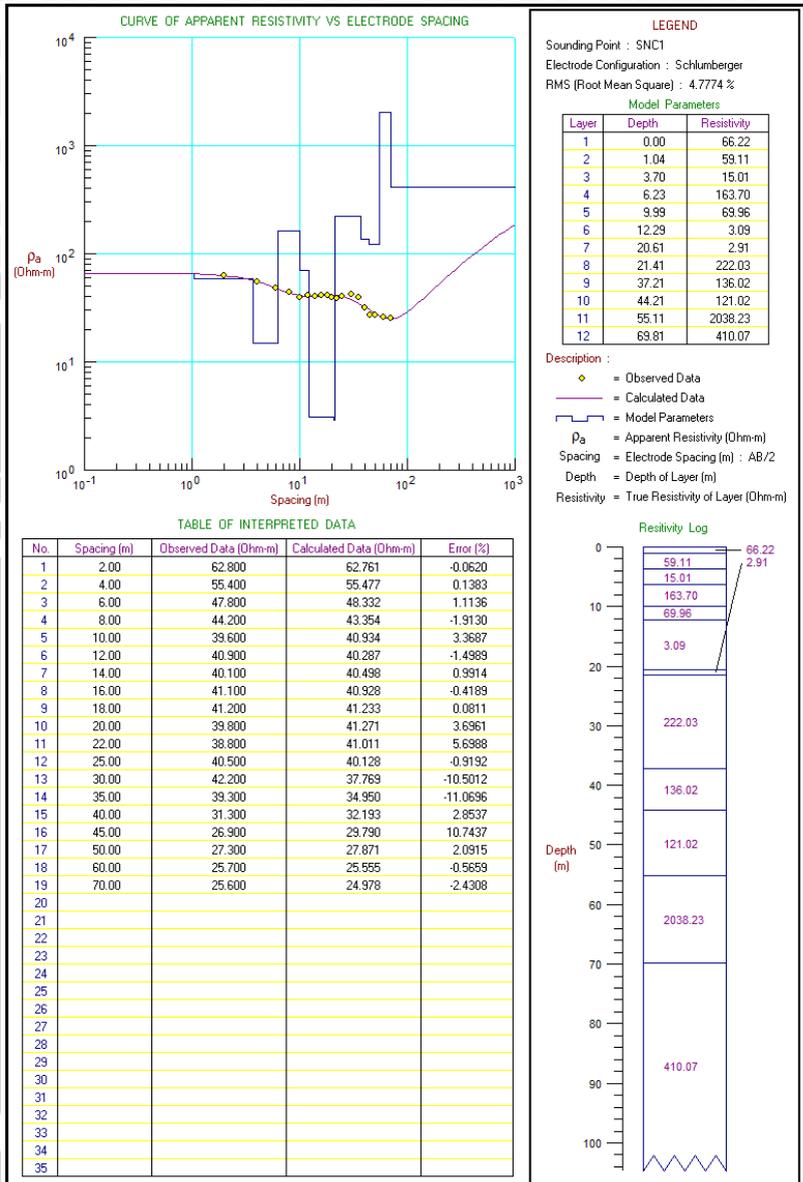


Gambar 3.8 Pengolahan data dengan Progress tahap kedua Hasil *invers modeling* ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Pengolahan data dengan Progress tahap ketiga

Langkah-langkah di atas akan menghasilkan interpretasi data yang menunjukkan nilai resistivitas pada kedalaman tertentu yang secara langsung dapat ditampilkan seperti pada Gambar 3.10. Pengolahan pada masing-masing titik pengukuran disajikan pada lampiran 2.

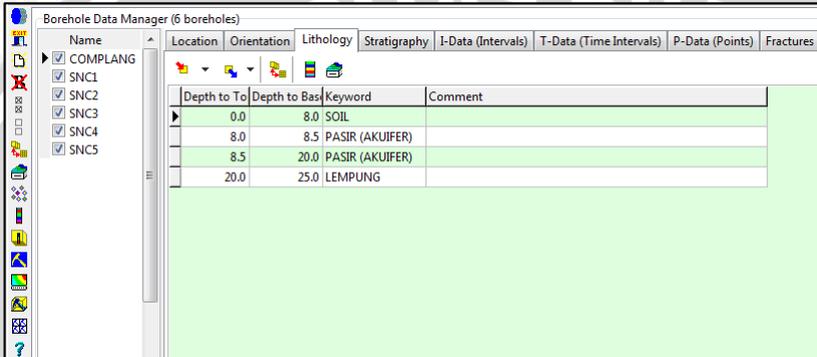


Gambar 3.10 hasil interpretasi data Progress

3.4.3 Rockworks

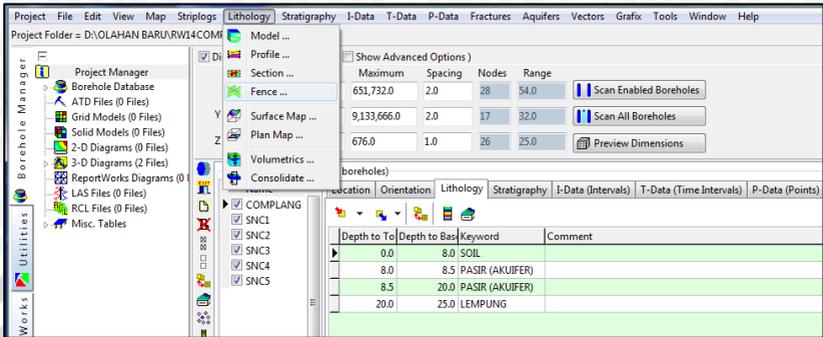
Perangkat lunak Rockworks merupakan suatu program pengolahan data yang bisa menghasilkan tampilan 2 dan 3 dimensi dengan input yang berasal dari IP2WIN dan Progress. Program ini dapat digunakan untuk memudahkan interpretasi agar hasil pengolahan data lebih mudah dipahami.

Langkah-langkah penggunaan *software* Rockworks adalah dengan mengisi menu *lithologi* seperti pada Gambar 3.11.



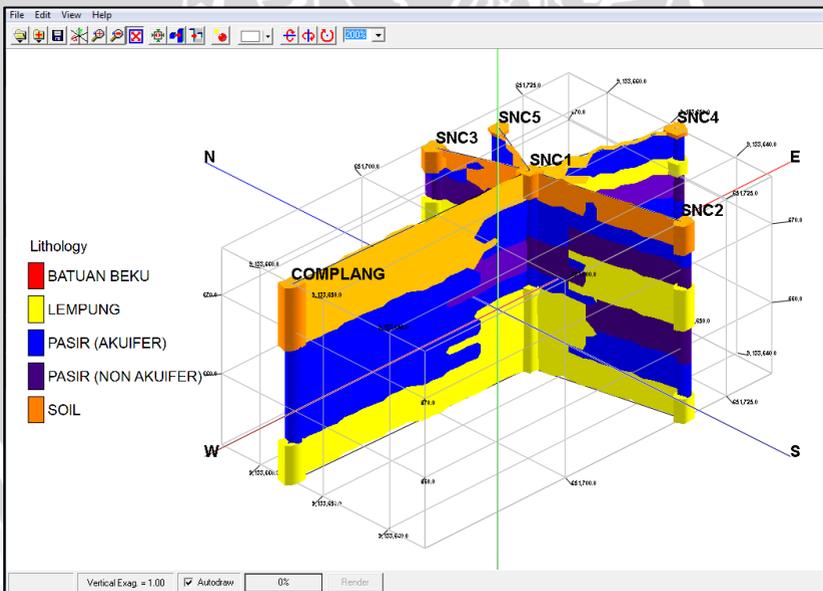
Gambar 3.11 pengolahan rockwork tahap 1

Lithologi dalam program (Gambar 3.11) terdiri dari ketebalan tiap lapisan yang menunjukkan nilai rho hasil dari IP2WIN. *Keyword* pada program menunjukkan jenis lapisan berdasarkan nilai rho yang ada. Dengan mengisi 5 titik *sounding* seperti pada bagian sebelah kiri Gambar 3.11, selanjutnya akan dapat dibuat tampilan 2 dimensi pada masing-masing titik *sounding* dengan menggunakan menu *lithologi-fence* seperti Gambar 3.12.

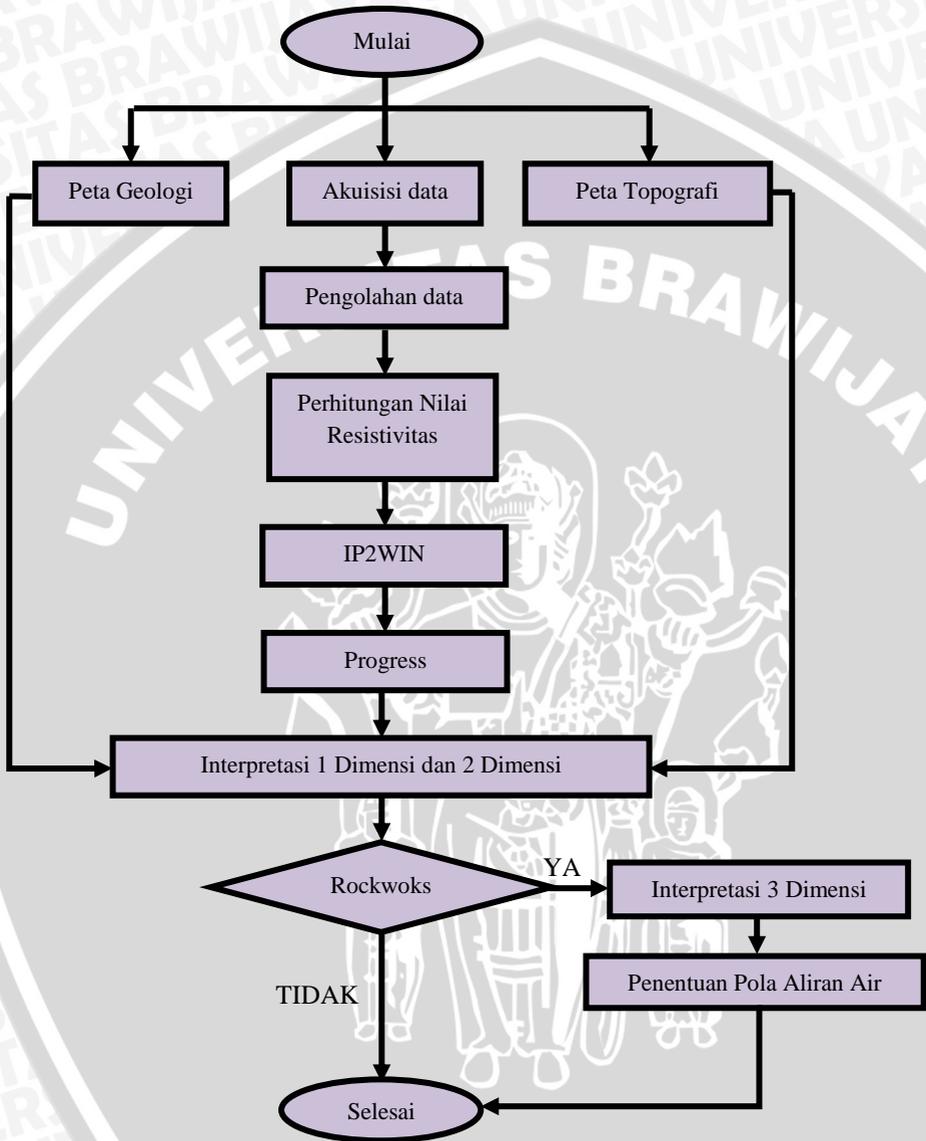


Gambar 3.12 Pengolahan Rockworks tahap 2

Perintah di atas merupakan perintah untuk menampilkan hasil penampang vertikal dan horisontal dari masing-masing titik *sounding* yang diinginkan. Bila diinginkan tampilan dari 2 titik *sounding* saja, maka input yang dimasukkan adalah titik yang akan ditampilkan saja. Pada Gambar 3.13 ditunjukkan hasil penampang 3 dimensi dari titik SNC1, SNC2, SNC3, SNC4, SNC5 dan mataair Complang.



Gambar 3.13 Pengolahan Rockworks tahap 3



Gambar 3.14 Diagram alir penelitian

Pengolahan dan interpretasi data dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara manual dan dengan bantuan *software*. Analisis data secara manual dilakukan dengan cara mencocokkan kurva (*matching curve*), yaitu mengplot data lapangan yang berupa nilai $AB/2$ dan ρ_a pada mika plastik. Hasil dari proses ini berupa kurva lapangan yang selanjutnya dianalisis dengan bantuan kurva bantu (tipe H, A, Q, K) dan perhitungan matematis untuk memperoleh ketebalan lapisan (h) dan harga ρ_a masing-masing lapisan. Setelah diperoleh nilai h dan ρ_a , maka struktur bawah permukaan dapat diketahui. Tahapan atau proses pengolahan data secara manual terdapat pada lampiran 4.

Pada penelitian ini, pengolahan data tidak dilakukan secara manual tetapi dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* IP2WIN dan Progress. *Software* ini merupakan program yang dibuat untuk menghitung serta menggambarkan harga resistivitas dari hasil pengambilan data di lapangan. Dengan memasukkan data berupa nilai arus, jarak elektroda dan nilai resistivitas hasil pengukuran dapat diketahui kondisi bawah permukaan yang meliputi nilai resistivitas batuan, kedalaman, ketebalan dan *error*nya. Informasi yang diperoleh dari hasil pengolahan data dapat digunakan sebagai bahan penunjang untuk interpretasi kondisi bawah permukaan. Hasil interpretasi kondisi bawah permukaan digunakan sebagai langkah untuk menentukan daerah resapan mataair.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Hasil

Pengambilan data geolistrik resistivitas dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengetahui gambaran bawah permukaan dengan mengalirkan arus listrik melalui permukaan tanah. Pada konfigurasi Schlumberger, kedalaman yang dihasilkan bergantung pada jarak bentangan, sehingga semakin jauh bentangan maka semakin jauh pula kedalaman yang dihasilkan. Bentangan elektroda arus ($AB/2$) yang digunakan dalam penelitian ini adalah 70 m dengan jarak elektroda potensial (MN) berubah hingga 8 m.

Daerah penelitian yang berada di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang, berdasarkan informasi peta geologi lembar Kediri termasuk dalam formasi yang dipengaruhi oleh jenis geologi Qpat yang merupakan batuan gunung api Anjasmara tua (breksi gunung api, lava, tuf dan retas). Batuan gunung api Anjasmara tua ini dianggap sebagai batuan gunung api kuartar tua dan sebagai alas (*basement*) dari batuan gunung api yang lebih muda. Sebarannya terdapat disekitar Ngantang hingga Pujon. Ke arah Timur sebarannya menerus pada lembar Malang.

Pengolahan data dengan bantuan *software* menghasilkan nilai resistivitas batuan yang selanjutnya dapat diinterpretasikan jenis lapisannya. Secara umum, *lithologi* daerah penelitian dibagi menjadi 4 jenis lapisan, yaitu lapisan pasir *aquifer*, pasir *non aquifer*, lempung dan batuan beku. Penentuan jenis lapisan didasari pada nilai resistivitas yang diperoleh dari pengolahan data geolistrik.

4.2. Interpretasi

Interpretasi data terdiri dari interpretasi 1 dimensi, 2 dimensi dan 3 dimensi yang diperoleh dari hasil pengolahan data. Penentuan jenis lapisan berdasarkan nilai resistivitas batuan mengacu pada tabel kisaran nilai resistivitas (Blaricom, 1988) dan tabel resistivitas (Milsom, 1987) pada lampiran 5.

4.2.1 Interpretasi data 1 dimensi

Informasi yang diperoleh dari hasil ID adalah berupa kedalaman, ketebalan dan pendugaan jenis lapisan. Berikut ini adalah hasil pengolahan data dalam bentuk 1 dimensi yang dibatasi pada kedalaman 25 m pada masing-masing mataair. Pendugaan jenis lapisan *aquifer* ditandai dengan warna biru.

1. Complang (SNC)

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SNC1	0 - 1,04	1,04	SOIL
	1,04 - 6,26	5,22	PASIR (AKUIFER)
	6,26 - 10,1	3,84	PASIR (NON AKUIFER)
	10,1 - 12,4	2,3	PASIR (AKUIFER)
	12,4 - 21,6	9,2	LEMPUNG
	21,6 - 25	15,8	BATUAN BEKU
Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SNC2	0 - 1,69	1,69	SOIL
	1,69 - 3,44	1,75	PASIR (AKUIFER)
	3,44 - 6,1	2,66	PASIR (NON AKUIFER)
	6,1 - 11,3	5,2	LEMPUNG
	11,3 - 15,7	4,4	PASIR (NON AKUIFER)
	15,7 - 19,9	4,2	PASIR (AKUIFER)
	19,9 - 25	50,1	LEMPUNG
Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SNC3	0 - 1,71	1,71	SOIL
	1,71 - 2,79	1,08	PASIR (AKUIFER)
	2,79 - 5,38	2,59	PASIR (NON AKUIFER)
	5,38 - 9,33	3,95	LEMPUNG
	9,33 - 15,6	6,27	PASIR (NON AKUIFER)
	15,6 - 20,8	5,2	PASIR (AKUIFER)
	20,8 - 25	49,2	LEMPUNG
Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SNC4	0 - 0,4743	0,4743	SOIL
	0,4743 - 3,743	3,268	PASIR (AKUIFER)
	3,743 - 5,338	1595	LEMPUNG
	5,338 - 8,929	3,591	PASIR (NON AKUIFER)
	8,929 - 12,05	3,121	PASIR (AKUIFER)
	12,05 - 18,61	6,56	LEMPUNG
	18,61 - 25	18,31	PASIR (AKUIFER)

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SNC5	0 - 0,379	0,379	SOIL
	0,379 - 6	5,621	PASIR (AKUIFER)
	6 - 6,22	0,22	LEMPUNG
	6,22 - 25	21,58	PASIR (AKUIFER)

■ = Pendugaan pasir akuifer

(Tabel lengkap terdapat pada lampiran 3)

Pendugaan 1 dimensi di atas menunjukkan jenis lapisan bawah permukaan pada setiap titik pengukuran. Interpretasi 1 dimensi dari mataair Complang ini lebih mengarah pada kedalaman dan ketebalan lapisan yang diduga sebagai lapisan pasir *aquifer*.

Berikut ini adalah perkiraan letak akuifer untuk masing-masing titik pengukuran:

- Titik SNC1 terdapat lapisan yang diduga sebagai pasir *aquifer* pada kedalaman 1,04 m dengan ketebalan 5,22 m. Lapisan *aquifer* ditemukan lagi pada kedalaman 10,1 m dengan ketebalan 2,3 m.
- Titik SNC2 lapisan pasir *aquifer* diduga berada pada kedalaman 1,69 m dengan ketebalan 1,75 m. Selanjutnya pada kedalaman 15,7 m, diduga terdapat pasir *aquifer* lagi dengan ketebalan 4,2 m.
- Titik SNC3 terdapat lapisan pasir *aquifer* pada kedalaman 1,71 m dengan ketebalan 1,08 m. Lapisan *aquifer* ditemukan lagi pada kedalaman 15,6 m dengan ketebalan 5,2 m.
- Titik SNC4 terdapat lapisan pasir *aquifer* yang lebih beragam. Lapisan *aquifer* pertama berada pada kedalaman 0,47 m dengan ketebalan 3,26 m. Lapisan *aquifer* kedua terdapat pada kedalaman 8,9 m dengan ketebalan 3,1 m. Lapisan pasir *aquifer* dijumpai lagi pada kedalaman 18,6 m dengan ketebalan 18,21 m.
- Titik SNC5 diduga mempunyai lapisan *aquifer* pada kedalaman 0,3 m dengan ketebalan 5,6 m. Lapisan pasir *aquifer* ditemukan lagi pada kedalaman 6,22 m dengan ketebalan 21,58 m.

2. Krisik (SN)

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SN1	0 - 0,882	0,882	SOIL
	0,882 - 1,74	0,858	PASIR (NON AKUIFER)
	1,74 - 2,38	0,64	BATUAN BEKU
	2,38 - 14,9	12,52	PASIR (AKUIFER)
	14,9 - 25	10,8	PASIR (NON AKUIFER)
Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SN2	0 - 0,9342	0,9342	SOIL
	0,9342 - 13,52	12,5858	PASIR (AKUIFER)
	13,52 - 23,38	9,86	LEMPUNG
	23,38 - 25	46,62	BATUAN BEKU
Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SN3	0 - 0,4941	0,4941	SOIL
	0,4941 - 2,19	16,959	BATUAN BEKU
	2,19 - 2,383	0,193	LEMPUNG
	2,383 - 19	16,617	PASIR (AKUIFER)
	19 - 25	15,41	LEMPUNG
Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SN4	0 - 1,37	1,37	SOIL
	1,37 - 3,45	2,08	BATUAN BEKU
	3,45 - 9,55	6,1	PASIR (AKUIFER)
	9,55 - 19,3	9,75	LEMPUNG
	19,3 - 25	50,7	BATUAN BEKU
Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SN5	0 - 0,583	0,583	SOIL
	0,583 - 1,47	0,887	BATUAN BEKU
	1,47 - 4,2	2,73	PASIR (NON AKUIFER)
	4,2 - 10,8	6,6	PASIR (AKUIFER)
	10,8 - 17,3	6,5	LEMPUNG
	17,3 - 17,9	0,6	PASIR (AKUIFER)
	17,9 - 25	11,8	BATUAN BEKU

■ = Pendugaan pasir akuifer

(Tabel lengkap terdapat pada lampiran 3)

Interpretasi 1 dimensi dari mataair Krisik ini didasarkan pada data kedalaman dan ketebalan lapisan yang diduga sebagai lapisan pasir akuifer. Berikut ini adalah perkiraan letak akuifer untuk masing-masing titik pengukuran.

- Titik SN1 terdapat lapisan yang diduga sebagai pasir *aquifer* pada kedalaman 2,38 m dengan ketebalan 12,52 m.

- Titik SN2 lapisan pasir *aquifer* diduga berada pada kedalaman 0,93 m dengan ketebalan 12,5 m.
- Titik SN3 terdapat lapisan pasir *aquifer* pada kedalaman 2,38 m. dengan ketebalan 16,6 m.
- Titik SN4 terdapat lapisan pasir *aquifer* pada kedalaman 3,45 m dengan ketebalan 6,1 m.
- Titik SN5 mempunyai lapisan *aquifer* pada kedalaman 4,2 m dengan ketebalan 6,6 m. Lapisan pasir *aquifer* ditemukan lagi pada kedalaman 17,3 m dengan ketebalan 0,6 m.

3. Pusung-Pegat (SNP)

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SNP1	0 - 0,476	0,476	SOIL
	0,476 - 1,23	0,754	PASIR (NON AKUIFER)
	1.23-2.24	1,01	LEMPUNG
	2,24 - 5,54	3,3	PASIR (AKUIFER)
	5,54 - 10,9	5,36	LEMPUNG
	10,9 - 18,1	7,2	PASIR (AKUIFER)
	18,1 - 25	9,4	PASIR (NON AKUIFER)
Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SNP2	0 - 0,315	0,315	SOIL
	0,315 - 3,45	3,135	PASIR (AKUIFER)
	3,45 - 5,09	1,64	PASIR (NON AKUIFER)
	5,09 - 9,74	4,65	PASIR (AKUIFER)
	9,74 - 11,4	1,66	BATUAN BEKU
	11,4 - 19,4	8	PASIR (AKUIFER)
	19,4 - 21,5	2,1	LEMPUNG
21,5 - 25	45,6	PASIR (AKUIFER)	
Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SNP3	0 - 0,679	0,679	SOIL
	0,679 -1,52	0,841	PASIR (AKUIFER)
	1,52 - 5,24	3,72	PASIR (NON AKUIFER)
	5,24 -25	29,66	PASIR (AKUIFER)
Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SNP4	0 - 0,953	0,953	SOIL
	0,953 - 4,37	3,417	BATUAN BEKU
	4,37 - 5,36	0,99	PASIR (AKUIFER)
	5,36 - 11,8	6,44	BATUAN BEKU
	11,8 - 14,7	2,9	PASIR (AKUIFER)
	14,7 - 15,7	1	LEMPUNG
15,7 - 25	21,1	BATUAN BEKU	

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Pendugaan litologi
SNP5	0 - 1,491	1,491	SOIL
	1,491 - 4,429	2,938	PASIR (AKUIFER)
	4,429 - 7,588	3,159	LEMPUNG
	7,588 – 25	33,462	PASIR (AKUIFER)

■ = Pendugaan pasir akuifer

(Tabel lengkap terdapat pada lampiran 3)

Interpretasi 1 dimensi dari mataair Pusung-Pegat dibuat berdasarkan nilai kedalaman dan ketebalan lapisan yang diduga sebagai akuifer. Berikut ini adalah pendugaan letak akuifer untuk masing-masing titik pengukuran :

- Titik SNP1 terdapat lapisan yang diduga sebagai pasir *aquifer* pada kedalaman 2,24 m dengan ketebalan 3,3 m. Lapisan akuifer ditemukan lagi pada kedalaman 10,9 m dengan ketebalan 7,2 m.
- Titik SNP2 lapisan pasir *aquifer* diduga berada pada kedalaman 0,3 m dengan ketebalan 3,1 m. Selanjutnya pada kedalaman 5,09 m, diduga terdapat pasir akuifer lagi dengan ketebalan 4,65 m. Lapisan *aquifer* terlihat lagi pada kedalaman 11,4 m dengan ketebalan 8 m. Kedalaman 21,5 m terdapat lapisan akuifer lagi dengan ketebalan 45,6 m.
- Titik SNP3 terdapat lapisan pasir *aquifer* pada kedalaman 0,67 m dengan ketebalan 0,84 m. Pada kedalaman 5,2 m, diduga terdapat lapisan pasir akuifer lagi dengan ketebalan 29,6 m.
- Titik SNP4 lapisan pasir *aquifer* diduga berada pada kedalaman 4,37 m dengan ketebalan 0,9 m. Pada kedalaman 11,8 m ditemukan lagi pasir *aquifer* dengan ketebalan 2,9 m.
- Titik SNP5 diduga mempunyai lapisan *aquifer* pada kedalaman 1,4 m dengan ketebalan 2,9 m. Lapisan pasir *aquifer* ditemukan lagi pada kedalaman 7,5 m dengan ketebalan 33,4 m.

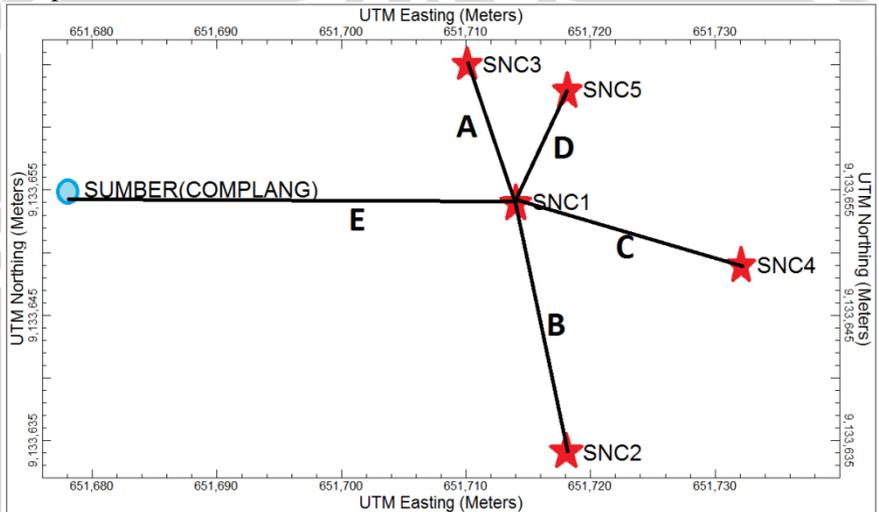
4.2.2 Interpretasi data 2 dimensi

Interpretasi data dalam bentuk 2 dimensi disajikan dengan menggunakan bantuan *software* Rockwork. Untuk menghasilkan tampilan 2 dimensi maka dibutuhkan minimal 2 titik *sounding* yang

saling terhubung. Berikut ini adalah hasil tampilan 2 dimensi pada tiap mataair.

1. Complang

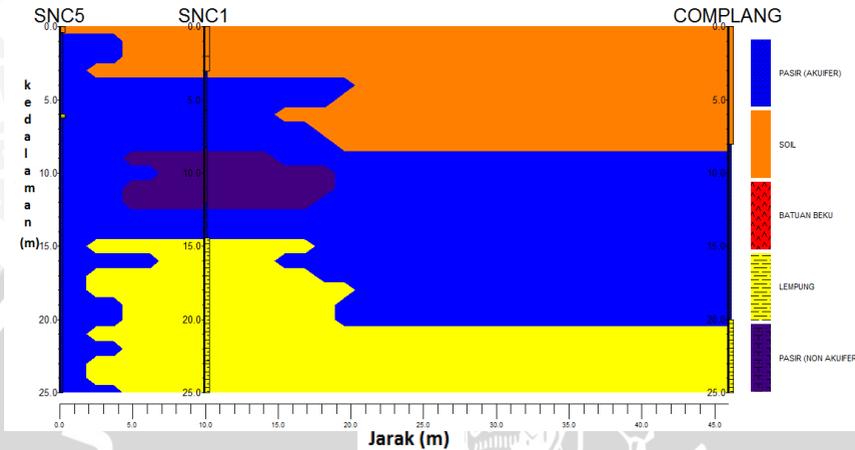
Untuk memudahkan pembacaan, maka dibuat garis penghubung antara titik *sounding* dengan mataair. Gambar 4.1 memperlihatkan posisi mataair Complang terhadap titik *sounding*. Pemberian nama garis bertujuan memudahkan pembacaan untuk interpretasi 2 dimensi.



Gambar 4.1 Garis hubungan mataair Complang dengan titik *sounding*

Garis A pada Gambar menghubungkan antara titik SNC1 dengan SNC3. Garis B menghubungkan antara SNC1 dengan SNC2. Garis C menunjukkan hubungan antara titik SNC1 dan SNC4. Garis D menghubungkan antara titik SNC1 dan CNS5. Garis E menghubungkan titik SNC1 dengan mataair Complang.

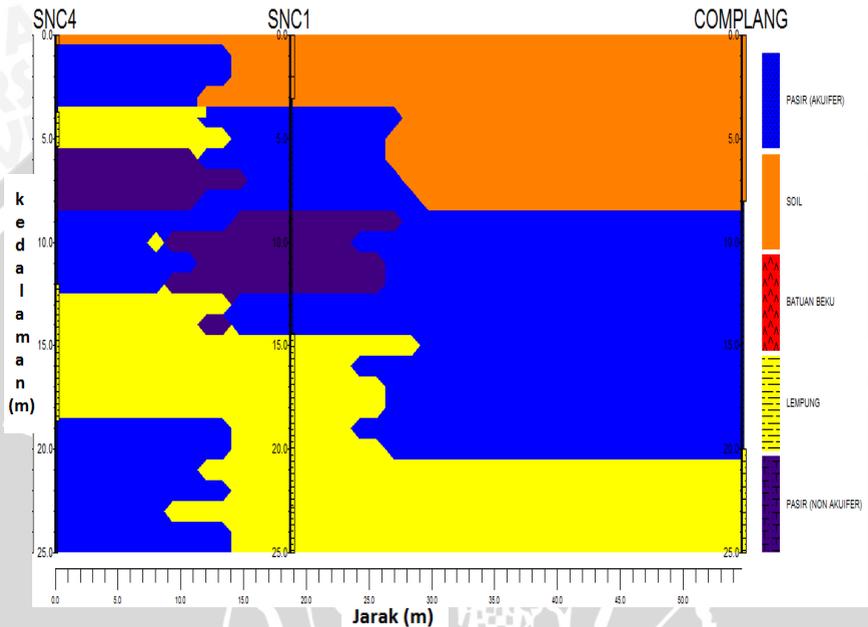
Garis D bila dihubungkan dengan garis E akan menghasilkan tampilan bawah permukaan seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hubungan antara titik SNC1, SNC5 dan mataair Complang

Informasi yang diperoleh dari Gambar 4.2 adalah bahwa pada masing-masing titik pengukuran mempunyai gambaran bawah permukaan yang berbeda. Lapisan bawah permukaan setelah lapisan soil adalah lapisan *aquifer* dengan posisi SNC5 lebih tinggi dibandingkan SNC1 dan mata air Complang. Pada titik SNC1 terdapat sisipan pasir *non aquifer* pada kedalaman 10 m dengan ketebalan 3 m yang lapisan selanjutnya berupa lapisan lempung. Pada titik SNC5 lapisan pasir *aquifer* menerus hingga kedalaman lebih dari 20 m. Titik SNC5 didominasi oleh jenis lapisan pasir *aquifer*. Berbeda dengan titik SNC5, titik SNC1 mempunyai lithologi yang berbeda yang terdiri dari lapisan pasir *aquifer*, *non aquifer*, dan lempung.

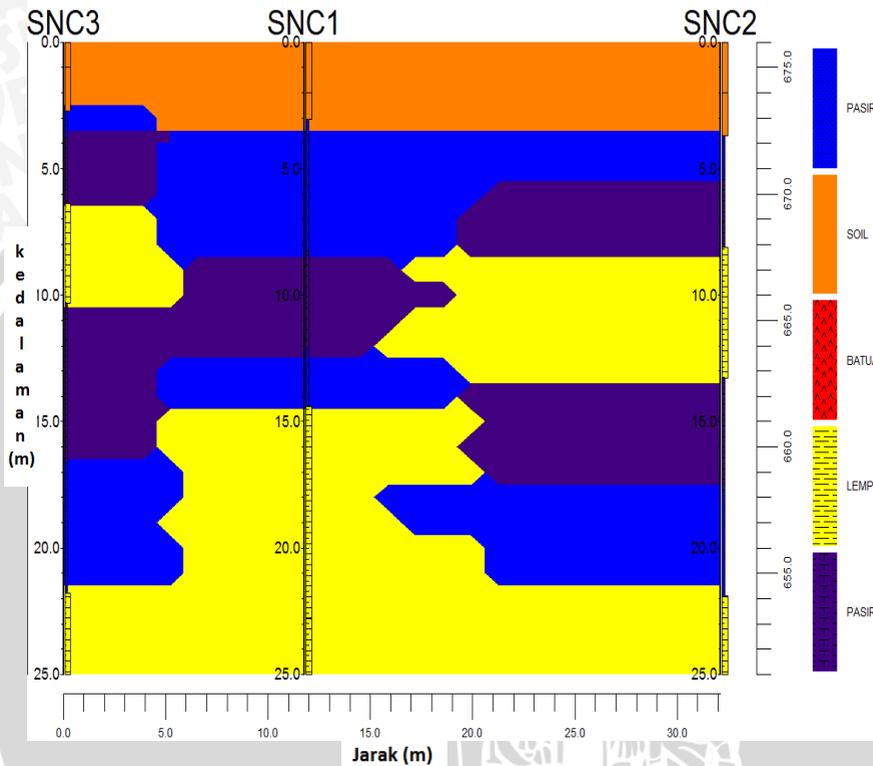
Gambar 4.3 di bawah ini menunjukkan hasil gambaran bawah permukaan antara garis C dan E yang menghubungkan antara titik SNC4, SNC1 dan mataair Complang.



Gambar 4.3 Hubungan titik SNC1, SNC4 dan Complang

Warna kuning pada gambar menunjukkan lithologi jenis lempung, warna biru muda untuk pasir *aquifer*, biru lebih tua menunjukkan jenis pasir *non aquifer*, warna merah merupakan jenis batuan beku dan warna coklat-orange menunjukkan soil. Pada titik SNC4 lapisan pasir *aquifer* berada pada lapisan di bawah soil. Lapisan selanjutnya berupa lapisan lempung. Lapisan *non aquifer* berada di bawah lapisan lempung, selanjutnya lapisan *aquifer* ditemukan lagi di atas lapisan lempung. Pada titik SNC1 lapisan pasir *aquifer* berada setelah lapisan soil dengan kondisi lapisan *aquifer* yang lebih tebal dibandingkan lapisan *aquifer* pada titik SNC4. Setelah lapisan pasir *aquifer* terdapat lapisan pasir *non aquifer* yang hampir sama dengan kondisi pada titik SNC4. Lapisan pasir *aquifer* ditemukan lagi di atas lapisan lempung.

Garis A dan B pada Gambar 4.1 yang menghubungkan antara titik SNC3, SNC1 dan SNC2 menghasilkan tampilan seperti pada Gambar 4.4.

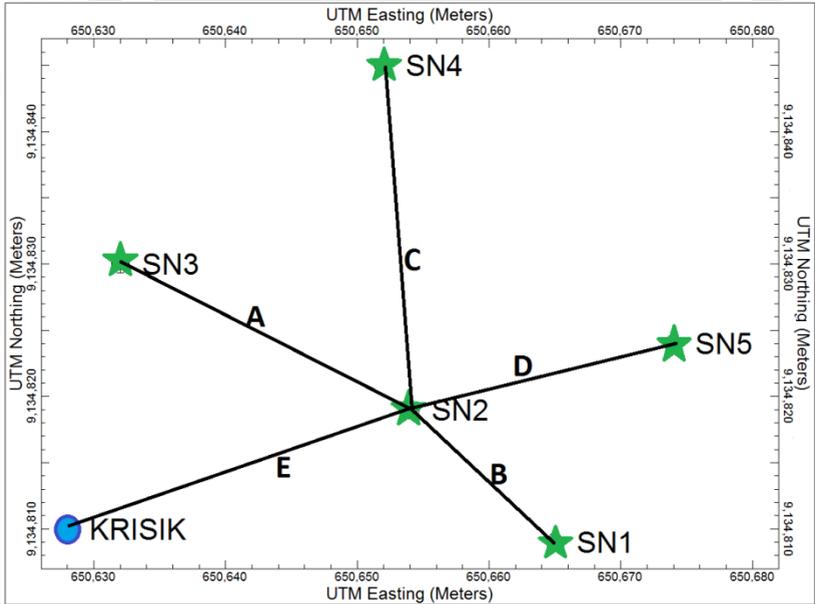


Gambar 4.4 Hubungan titik SNC1, SNC2 dan SNC3

Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa titik SNC3 lebih tinggi dari pada titik SNC1 dan SNC2 yang ditunjukkan oleh warna orange yang menunjukkan lapisan *soil*. Lapisan pasir akuifer ditemukan pada ketiga titik di bawah lapisan *soil*. Titik SNC2 mempunyai lapisan pasir *aquifer* lebih tipis dibandingkan lapisan *aquifer* pada titik SNC1. Pada titik SNC2 dan SNC3 terdapat sisipan lapisan lempung diantara lapisan pasir *non aquifer*. Lapisan pasir *aquifer* ditemukan lagi setelah lapisan pasir *non aquifer*. Lapisan lempung terdapat di bawahnya.

2. Krisik

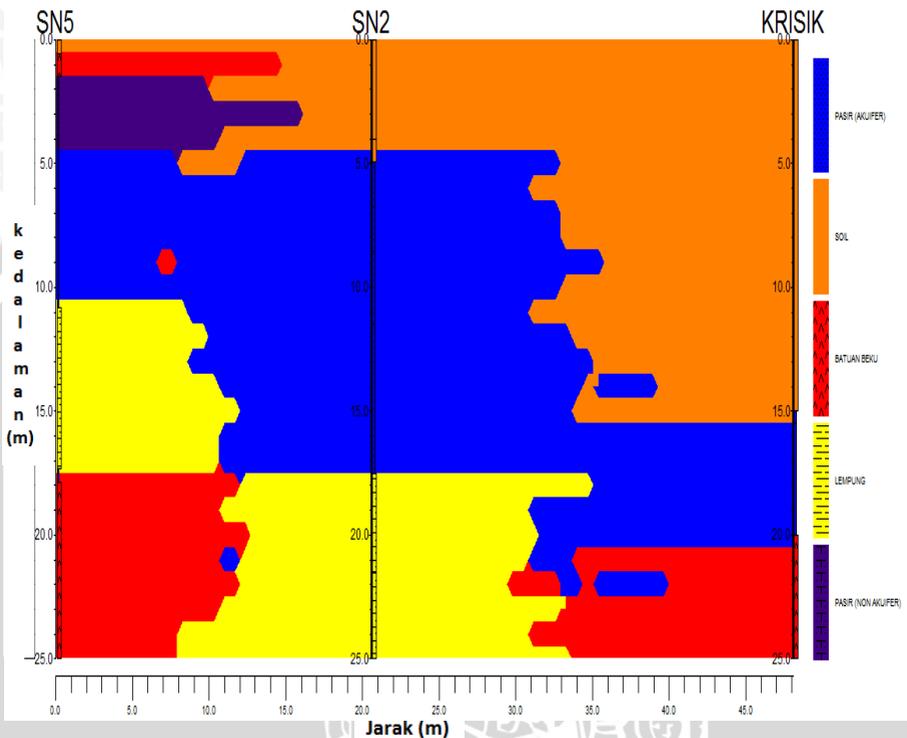
Interpretasi pada mataair Krisik, dengan tujuan untuk memudahkan pembacaan, maka dibuat garis penghubung yang menunjukkan posisi titik *sounding* yang dibentuk dalam 2 dimensi seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Garis hubungan mataair Krisik dengan titik *sounding*

Posisi mataair Krisik terhadap titik-titik pengukuran seperti pada Gambar 4.5 menunjukkan garis-garis yang menghubungkan antara titik *sounding* dengan garis A, B, C, D dan E. Garis A pada gambar menghubungkan titik SN3 dan SN2. Garis B menghubungkan titik SN1 dan SN2. Garis C menghubungkan titik SN4 dan SN2. Garis D menghubungkan titik SN2 dan SN5. Garis E menghubungkan titik SN2 dengan mataair Krisik.

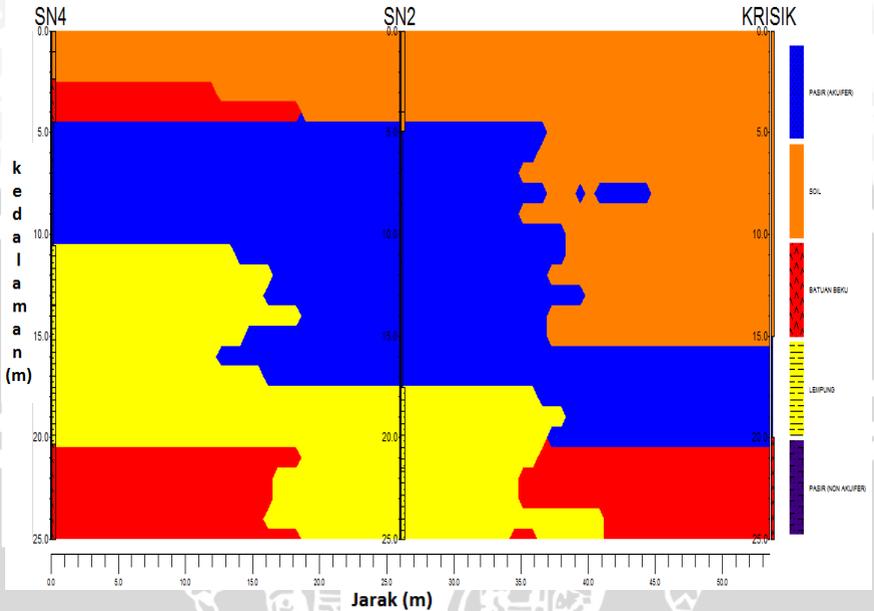
Garis E dan D yang menghubungkan antara mataair Krisik dengan titik SN2 dan SN5 menghasilkan tampilan bawah permukaan seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Hasil tampilan 2D garis D-E

Gambar 4.6 memperlihatkan titik SN5 yang berada di posisi lebih tinggi daripada titik SN2 dan mata air Krisik. Hal tersebut ditunjukkan oleh tebal tipisnya lapisan *soil*. Pada titik SN5 lapisan pasir *aquifer* berada setelah lapisan pasir *non aquifer*. Setelah lapisan *soil* pada titik SN2, terdapat lapisan pasir *aquifer* yang lebih tebal dibandingkan titik SN5. Lapisan lempung berada setelah lapisan pasir *aquifer* pada titik SN2 dan SN5.

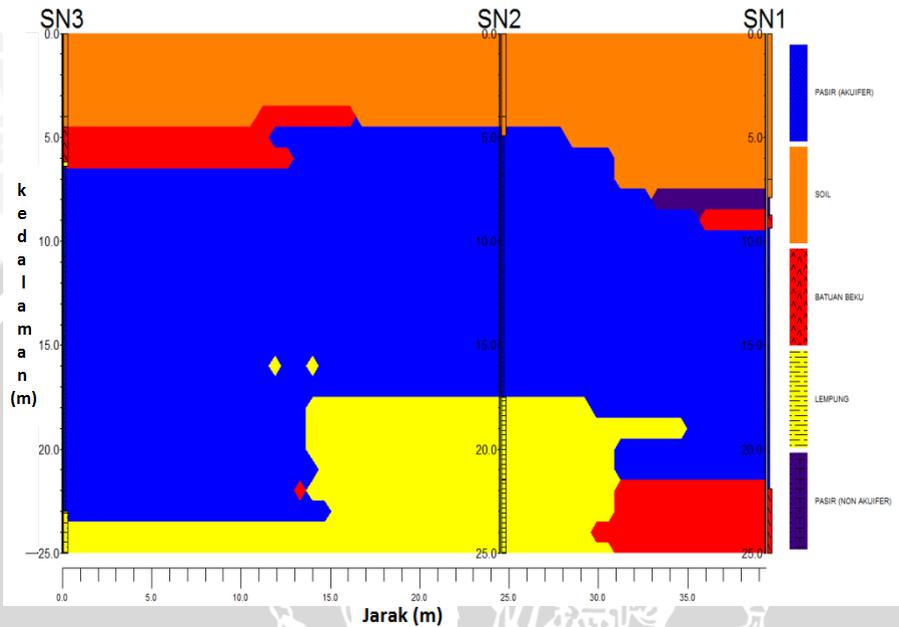
Garis C dan E yang menghubungkan antara titik SN4, SN2 dan mataair Krisik menghasilkan tampilan seperti Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Hasil tampilan 2D garis C-E

Interpretasi dari Gambar 4.7 menunjukkan bahwa terdapat lapisan batuan beku pada titik SN4 yang terletak setelah lapisan soil. Berbeda dengan lapisan pada titik SN4, titik SN2 tidak mempunyai lapisan batuan beku di bagian atas, namun langsung berupa lapisan pasir *aquifer* setelah lapisan soil. Kondisi pasir *aquifer* pada titik SN2 lebih tebal dibandingkan lapisan pasir *aquifer* pada titik SN4. Pada titik SN4 dan SN2, lapisan lempung berada setelah lapisan pasir *aquifer*.

Garis A dan B yang menghubungkan antara titik SN1, SN2, dan SN3 menghasilkan tampilan bawah permukaan seperti Gambar 4.8.

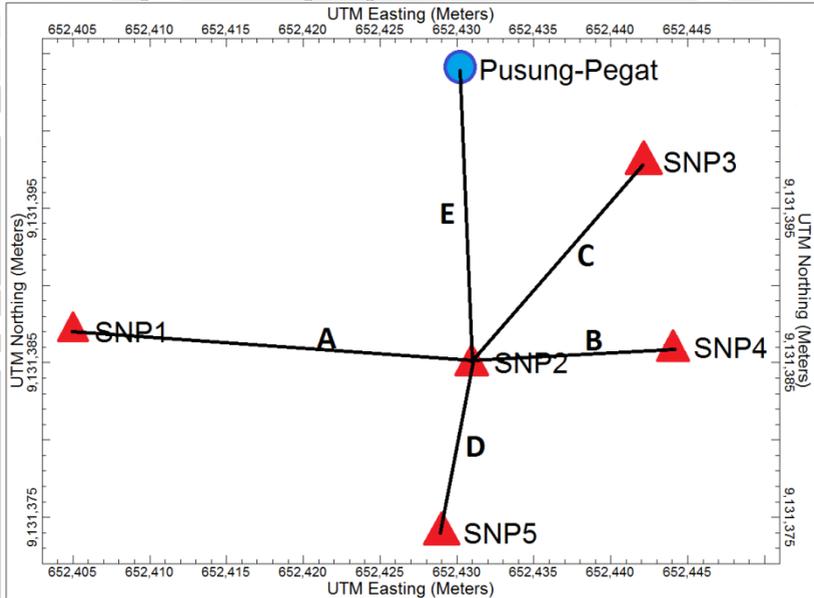


Gambar 4.8 Hasil tampilan 2D garis A-B

Gambar 4.8 menampilkan posisi SN1 yang lebih rendah dibandingkan titik SN2 dan SN3. Lapisan pertama di bawah lapisan soil pada masing-masing titik berbeda. Titik SN3 berupa lapisan batuan beku, titik SN1 berupa lapisan pasir *non aquifer*, sedangkan pada titik SN2 berupa lapisan pasir *aquifer*. Lapisan lempung pada titik SN2 dan SN3 berada setelah lapisan pasir *aquifer*, sedangkan pada titik SN1 terdapat lapisan batuan beku setelah lapisan akuifer.

3. Pusung-Pegat

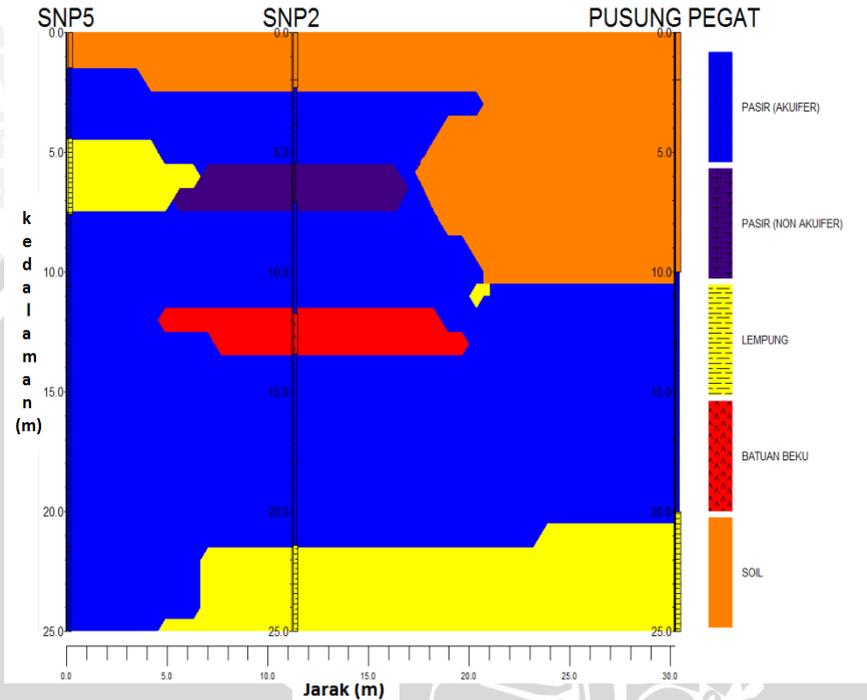
MataairPusung-Pegat, dengan tujuan sama seperti pada mataair Complang dan Krisik dibuat garis antar titik yang digunakan untuk mempermudah membaca hasil. Garis yang menghubungkan antar titik diperlihatkan seperti pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Garis hubungan mataair Pusung-Pegat dengan titik *sounding*

Titik-titik pengambilan data seperti ditunjukkan pada Gambar 4.9 saling terhubung untuk memudahkan interpretasi. Garis A menghubungkan titik SNP1 dan SNP2, garis B menghubungkan antara titik SNP2 dan SNP4. Titik SNP3 dan SNP2 dihubungkan dengan garis C, titik SNP5 dan SNP2 dihubungkan dengan garis D. Garis E menghubungkan antara mataair Pusung-Pegat dengan titik SNP2. Berikut ini terdapat tiga gambar yang menghubungkan antara garis D-E, garis A-B dan garis B-E.

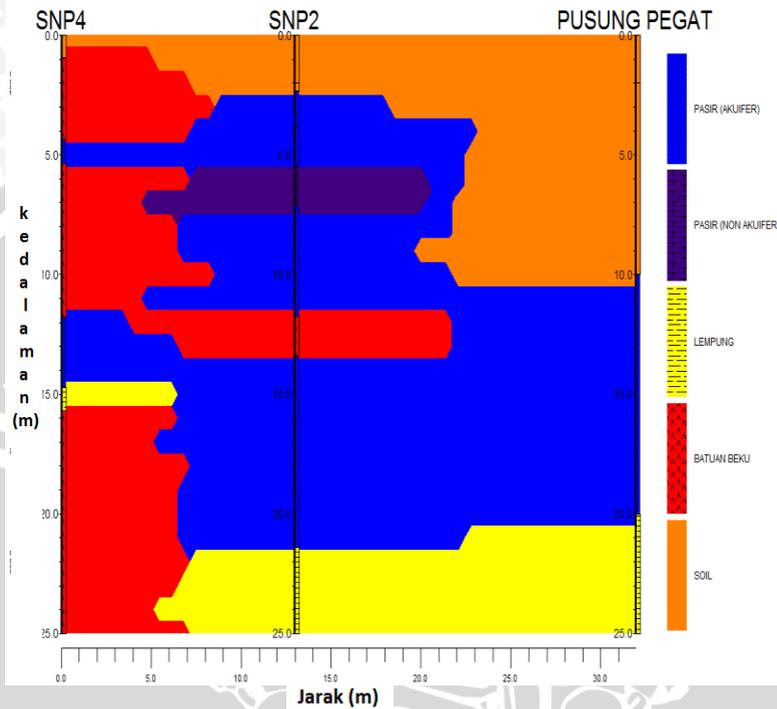
Gambaran bawah permukaan yang menghubungkan garis D-E ditunjukkan oleh Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Hasil tampilan 2D garis D-E

Gambar 4.10 menunjukkan hubungan antara titik SNP5, SNP2 dan mata air Pusung-Pegat. Titik SNP5 terlihat lebih tinggi dibandingkan titik SNP2 dan mata air Pusung-Pegat. Lapisan pasir *aquifer* pada masing-masing titik berada di bawah lapisan soil, namun terdapat lapisan yang berbeda setelah lapisan pasir *aquifer*. Pada titik SNP5 terdapat sedikit lapisan lempung yang selanjutnya kembali di isi lapisan pasir *aquifer*. Titik SNP2 terdapat lapisan pasir *non aquifer* yang posisinya sejajar dengan lapisan lempung pada titik SNP5. Lapisan batuan beku tampak terlihat berada ditengah lapisan pasir *aquifer*.

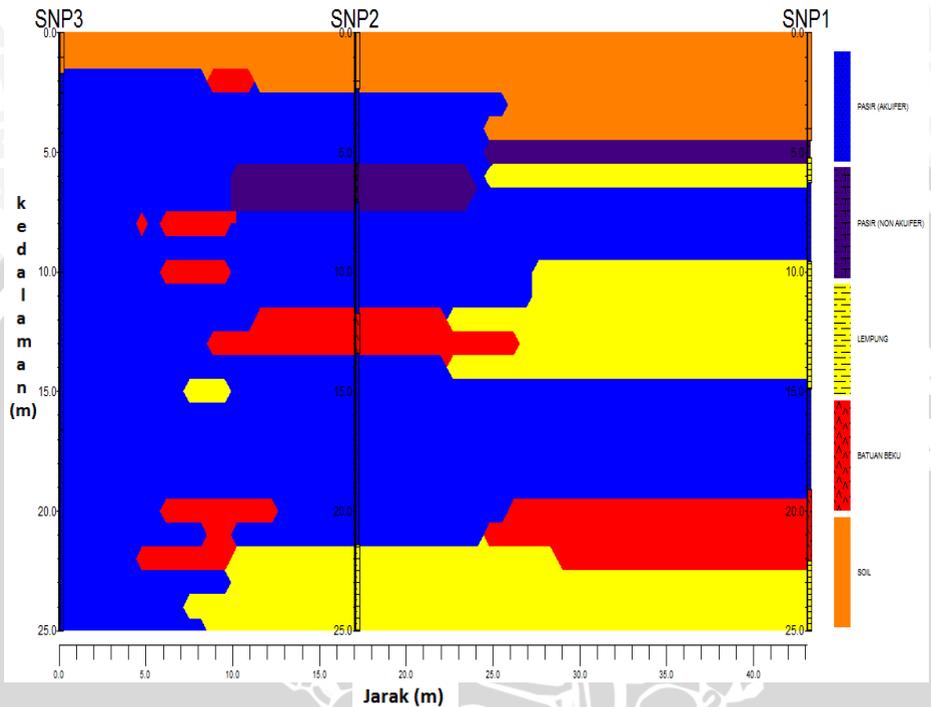
Hasil tampilan bawah permukaan yang menghubungkan antara garis B-E ditunjukkan oleh Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Hasil tampilan 2D garis B-E

Gambar 4.11 yang menunjukkan hubungan antara titik SNP4, SNP2 dan mata air Pusung-Pegat memperlihatkan tampilan bawah permukaan tanah. Titik SNP4 tampak lebih tinggi dibandingkan titik SNP2 dan mata air Pusung-Pegat. Terdapat lapisan batuan beku yang tebal pada titik SNP4, sedangkan pada titik SNP2 lapisan pasir *aquifer* lebih mendominasi. Lapisan pasir *non aquifer* ditemukan menyisip pada titik SNP2 yang diikuti pula oleh batuan beku dan lempung.

Hasil tampilan bawah permukaan yang menghubungkan antara garis A-C ditunjukkan oleh Gambar 4.12.



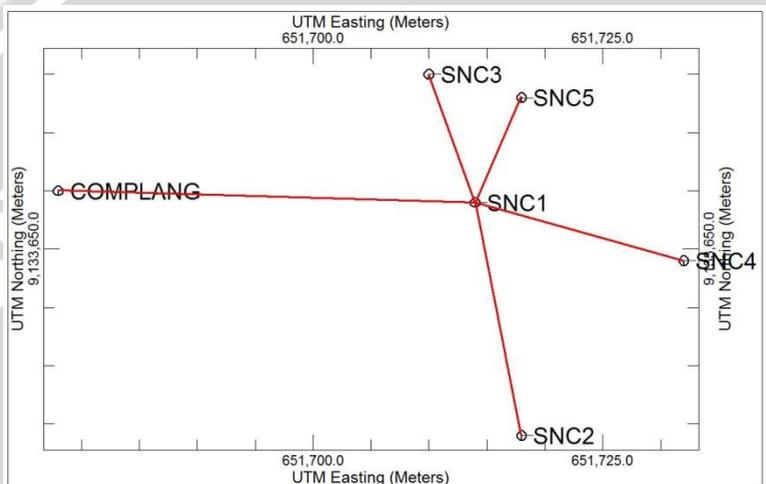
Gambar 4.12 Hasil tampilan 2D garis A-C

Tampilan bawah permukaan tanah seperti pada Gambar 4.12 menunjukkan hubungan antara titik SNP3, SNP2 dan SNP1. Posisi paling tinggi ditunjukkan oleh titik SNP3 dengan lapisan soil yang tipis. Titik SNP3 dan SNP2 sama-sama mempunyai lapisan *aquifer* di bawah lapisan soil. Berbeda dengan kedua titik tersebut, titik SNP1 mempunyai jenis lapisan berbeda yaitu lapisan pasir *non aquifer* dan lempung. Secara keseluruhan, lapisan bawah permukaan pada ketiga titik tersebut di dominasi oleh lapisan pasir *aquifer*.

4.2.3 Interpretasi data 3 dimensi

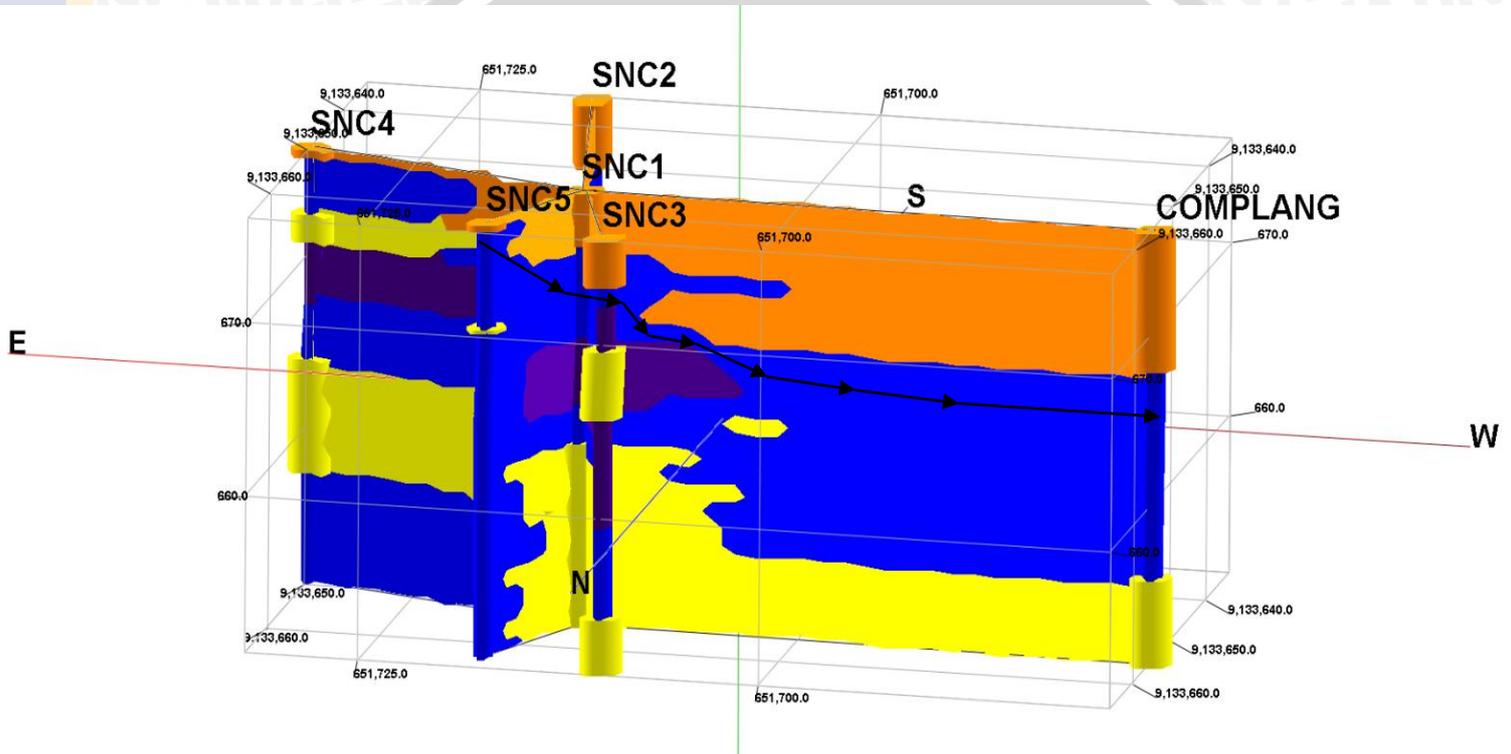
Interpretasi 3 dimensi meliputi pendugaan daerah resapan serta pola aliran air yang dianggap mempengaruhi aliran mataair. Berikut ini adalah interpretasi dari setiap mataair.

1. Complang



Gambar 4.13 Posisi mataair Complang terhadap titik pengukuran

Mataair Complang berada pada ketinggian 668 m dpl. Bagian atas mataair terdapat banyak tumbuhan karena termasuk dalam daerah perkebunan. Beberapa jenis tumbuhan yang terdapat di sekitar mataair adalah tumbuhan jenis kayu-kayuan. Titik SNC4 dan SNC5 pada Gambar 4.13 berada pada posisi yang paling tinggi, yaitu 676 m dpl. Titik SNC1 dan SNC2 mempunyai ketinggian yang sama yaitu 674 m dpl, sedangkan titik SNC3 lebih tinggi 1 m dibandingkan titik SNC1. Berdasarkan gambar 4.14, posisi tinggi rendah suatu titik pengukuran dilihat dari tebal tipisnya lapisan soil yang diberi warna coklat-orange. Semakin tebal lapisannya maka permukaan pada titik tersebut menjadi lebih rendah. Gambar 4.14 menunjukkan pola aliran air yang ditandai dengan garis penghubung warna hitam.

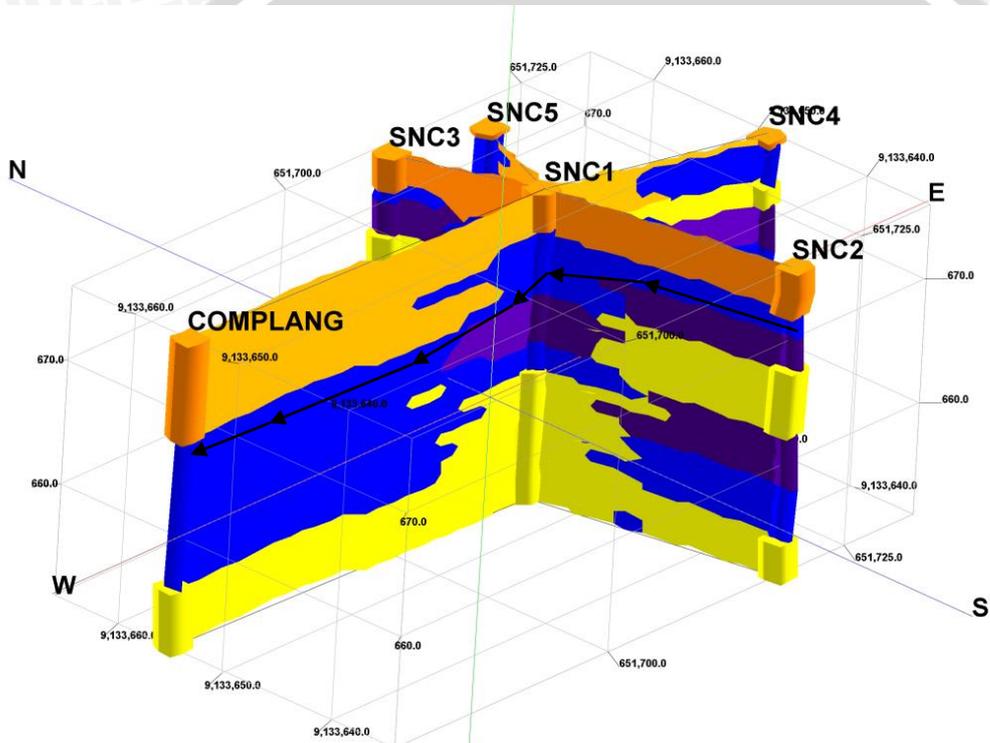


Gambar 4.14 Gambaran bawah permukaan mataair Complang dari arah Utara

Garis penghubung hitam pada gambar 4.14 menunjukkan arah aliran air yang berasal dari titik SNC5 menuju ke arah SNC1 dan selanjutnya menuju ke arah mataair Complang. Posisi titik SNC5 yang lebih tinggi memungkinkan air akan mengalir menuju ke tempat yang lebih rendah yang ditunjukkan oleh posisi mataair Complang. Gambar 4.14 adalah gambaran bawah permukaan yang di lihat dari arah Utara, sehingga pola aliran air yang terbentuk adalah menuju ke Barat. Gambaran bawah permukaan mataair Complang bila dilihat dari arah Barat ditunjukkan oleh Gambar 4.15.

Mataair Complang terletak disebelah Barat titik pengukuran. Titik SNC2 berada di sebelah Selatan titik SNC1. Pola aliran air pada mataair Complang, apabila dilihat dari arah Barat (Gambar 4.15) akan menunjukkan arah aliran yang berasal dari titik SNC2 menuju ke titik SNC1 dan selanjutnya menuju ke mataair Complang. Pemilihan titik SNC2 sebagai daerah resapan adalah berdasarkan pada kondisi bawah permukaan pada titik SNC2 yang berupa pasir akuifer. Kondisi bawah permukaan titik SNC2 setelah lapisan pasir aquifer adalah pasir *non aquifer* sehingga air yang meresap pada titik SNC2 akan menuju ke titik SNC1 yang mempunyai lapisan pasir akuifer lebih tebal. Berdasarkan gambaran bawah permukaan yang dilihat dari bentuk 3 dimensi, maka mataair Complang dipengaruhi oleh kondisi bawah permukaan titik SNC2 dan titik SNC5 dengan arah aliran air menuju ke Barat.

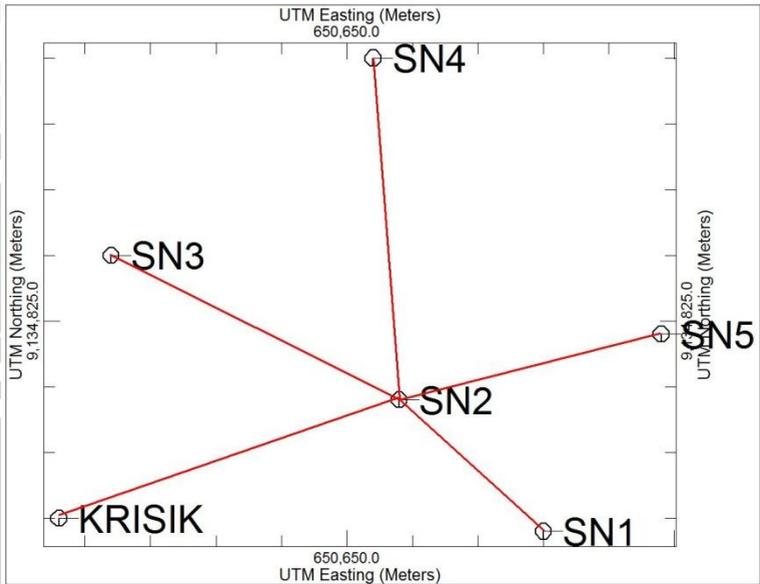




Gambar 4.15 Gambaran bawah permukaan mataair Complang dilihat dari arah Barat

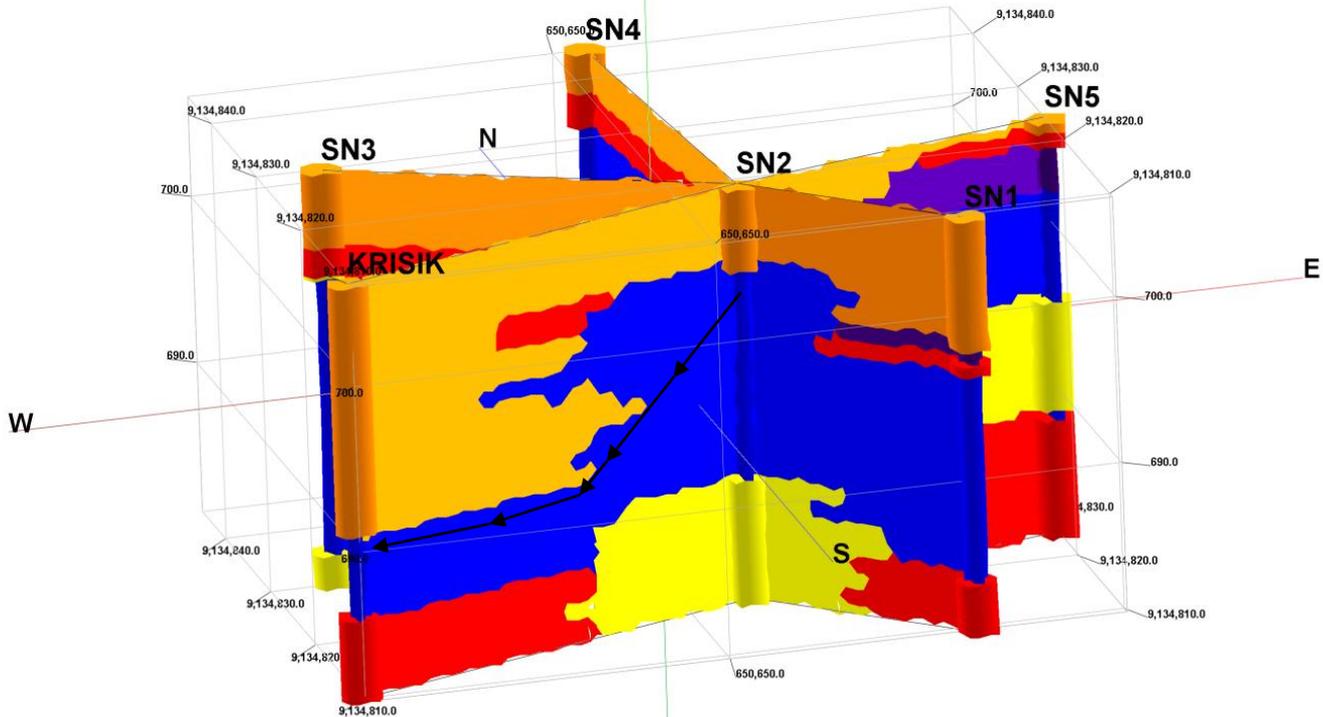
2. Krisik

Posisi mataair Krisik terhadap titik-titik pengukuran diperlihatkan seperti pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Posisi mataair Krisik terhadap titik pengukuran

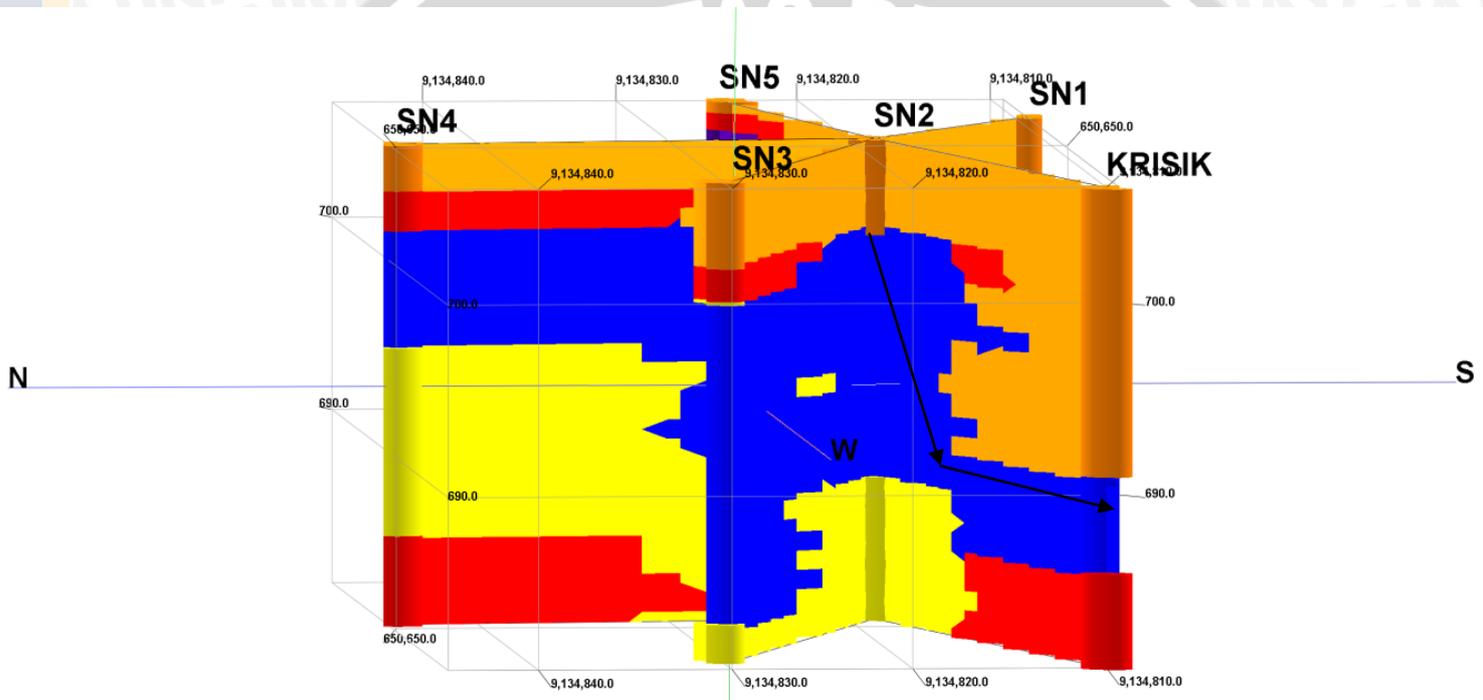
Pengolahan data dan interpretasi secara 3 dimensi bertujuan untuk membuat gambaran bawah permukaan menjadi mudah dipahami. Gambaran bawah permukaan secara 3 dimensi dapat memberikan informasi yang lebih banyak mengenai hubungan antar titik *sounding*. Hasil tampilan 3 dimensi akan memberikan informasi berupa posisi titik *sounding* terhadap mataair, kondisi bawah permukaan yang menunjukkan ketebalan lapisan dan jenis *lithologi* pada masing-masing titik pengukuran.



Gambar 4.17 Gambaran bawah permukaan mataair Krisik dilihat dari arah Selatan

Gambar 4.17 menunjukkan gambaran bawah permukaan mataair Krisik yang dilihat dari arah Selatan. Pada arah tersebut, posisi semua titik pengukuran menjadi terlihat jelas. Pola aliran air yang paling mungkin adalah berasal dari titik SN2 yang ditunjukkan oleh garis hitam. Titik SN2 yang mempunyai lapisan pasir akuifer di bawah soil, mendukung untuk terjadinya infiltrasi pada titik tersebut. Pada titik-titik pengukuran lainnya, kondisi bawah permukaan tidak mendukung terjadinya infiltrasi karena lapisan bawah permukaan yang bersifat *impermeable*. Mataair Krisik bila dilihat dari arah yang berbeda akan menunjukkan kondisi bawah permukaan yang berbeda juga. Gambaran bawah permukaan mataair Krisik dilihat dari arah Barat ditunjukkan oleh Gambar 4.18



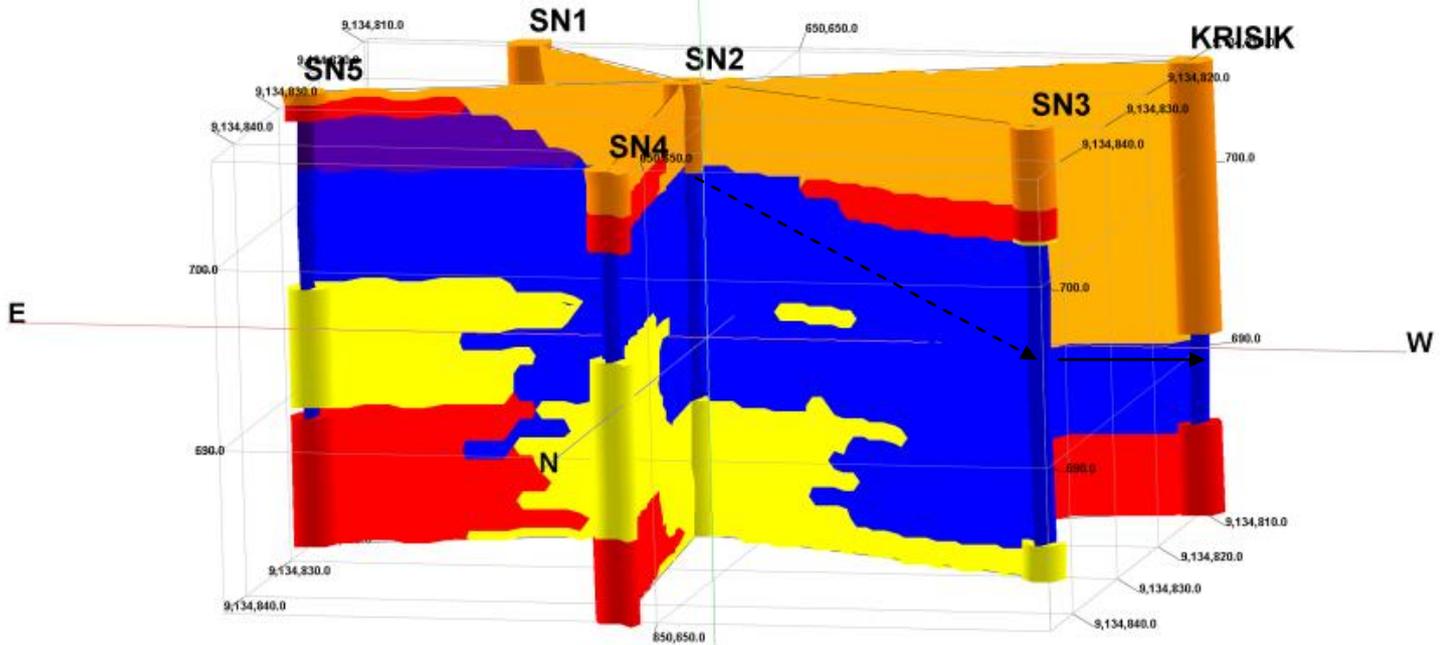


Gambar 4.18 Gambaran bawah permukaan mataair Krisik dari arah Barat

Gambaran bawah permukaan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4.18 memperlihatkan kondisi bawah permukaan pada titik SN3 dan SN4 yang terlihat jelas. Pada titik tersebut, lapisan bagian atas adalah berupa lapisan batuan beku yang bersifat *impermeable*, sehingga pada titik tersebut lapisan tanahnya tidak mebdukung terjadinya infiltrasi. Oleh sebab itu, arah aliran yang mungkin terjadi adalah berasal dari titik SN2 menuju ke mataair Krisik. Dilihat dari arah Utara, gambaran bawah permukaan ditunjukkan oleh Gambar 4.19

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

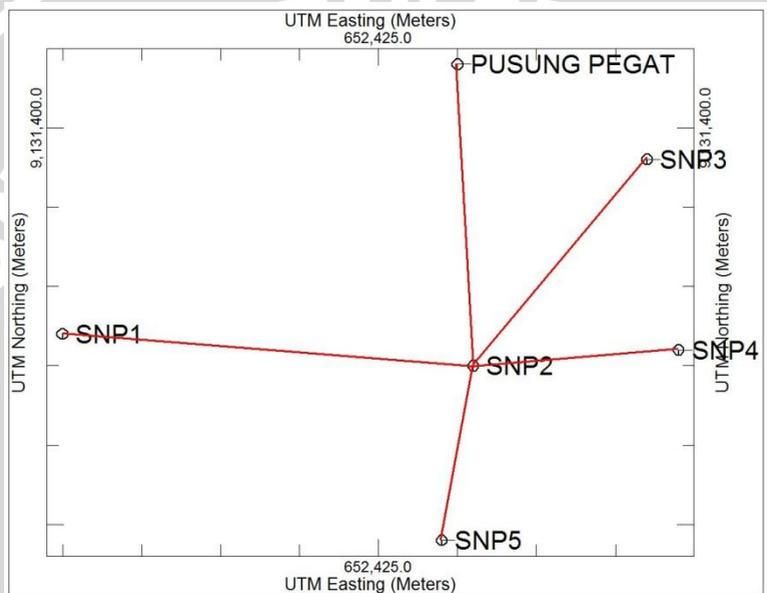




Gambar 4.19 Gambaran bawah permukaan mataair Krisik dari arah Utara

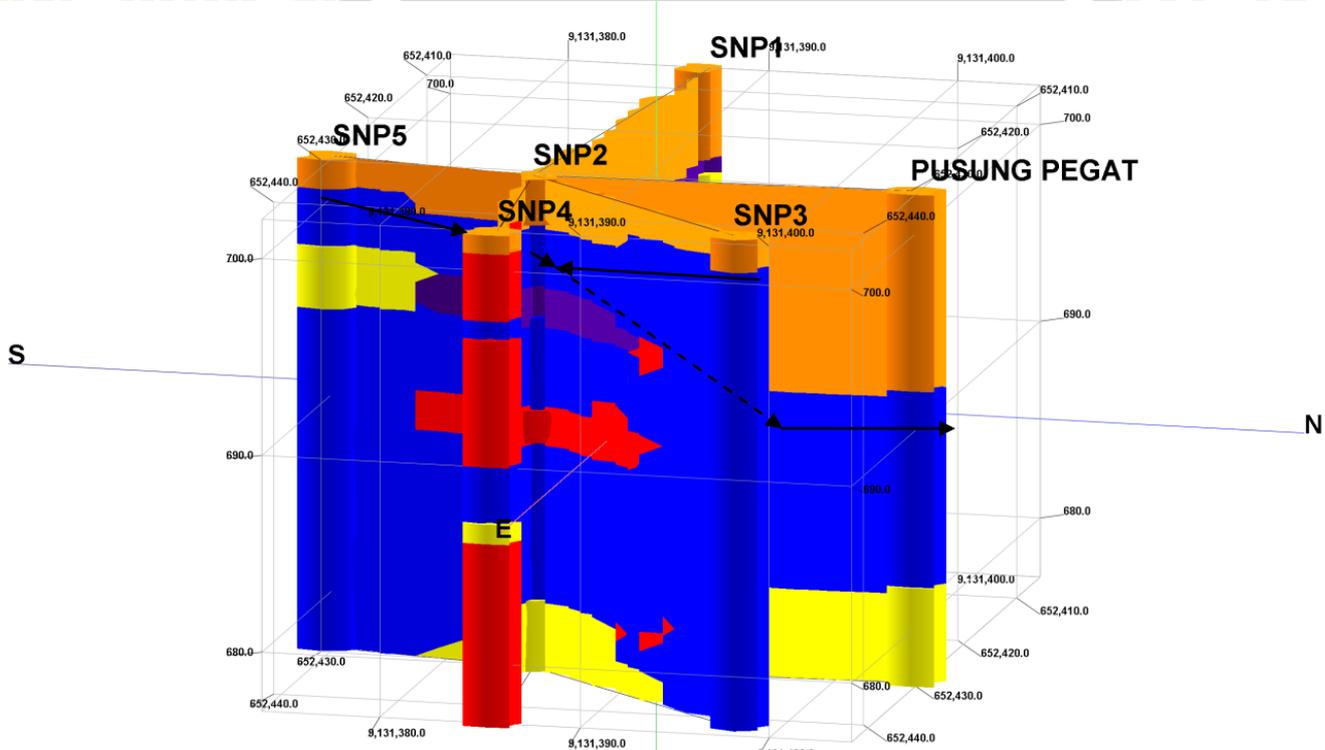
Dilihat dari arah Utara, kondisi bawah permukaan pada titik SN5 terlihat jelas. Pada titik tersebut, kondisi bawah permukaan adalah berupa lapisan batuan beku yang bersifat *impermeable*, sehingga pola aliran air yang mungkin pada mataair Krisik adalah berasal dari titik SN2 yang menuju ke Barat.

3. Pusung-Pegat



Gambar 4.20 Posisi mataair Pusung-Pegat terhadap titik pengukuran

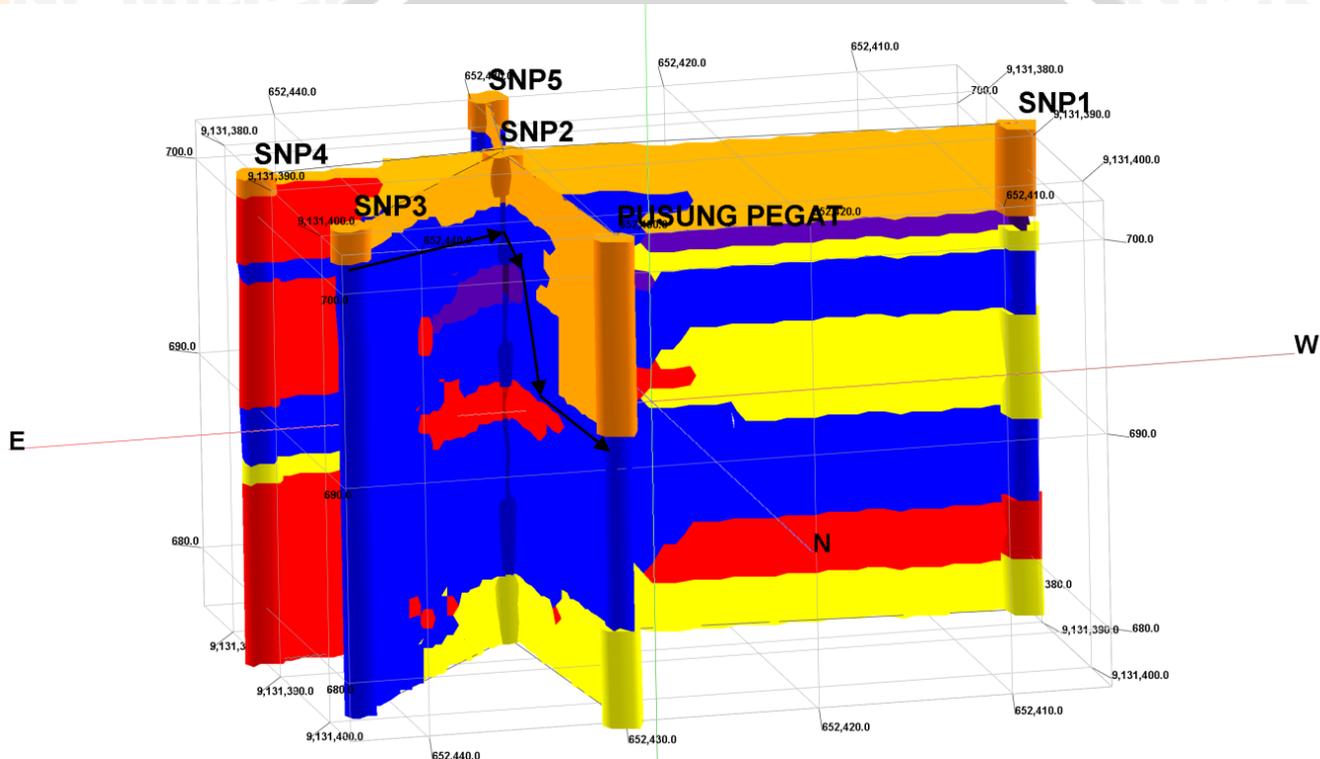
Kondisi bawah permukaan pada mataair Pusung-pegat akan terlihat jelas dengan menggunakan tampilan 3 dimensi. Tampilan 3 dimensi akan membuat interpretasi menjadi mudah dipahami karena memperlihatkan posisi masing-masing titik pengukuran terhadap mataair. Gambaran bawah permukaan secara 3 dimensi pada mataair Pusung-Pegat dapat dilihat dari beberapa arah. Dilihat dari arah Timur, kondisi bawah permukaan mataair Pusung-Pegat ditunjukkan oleh Gambar 4.21



Gambar 4.21 Gambaran bawah permukaan mataair Pusung-Pegat dilihat dari arah Timur

Kondisi bawah permukaan seperti ditunjukkan gambar 4.21 memperlihatkan posisi titik SNP5, SNP4 dan SNP3 secara jelas. Garis hitam pada gambar menunjukkan pola aliran air yang mungkin terjadi, garis putus-putus menunjukkan arah aliran di balik titik SNP3. Arah aliran air yang terjadi adalah berasal dari titik SNP 5 dan SNP3. Titik SNP2 merupakan titik yang menghubungkan arah aliran air sebelum menuju ke mataair Pusung-Pegat. Dilihat dari arah Utara, kondisi bawah permukaan mataair Pusung-Pegat diperlihatkan oleh Gambar 4.22



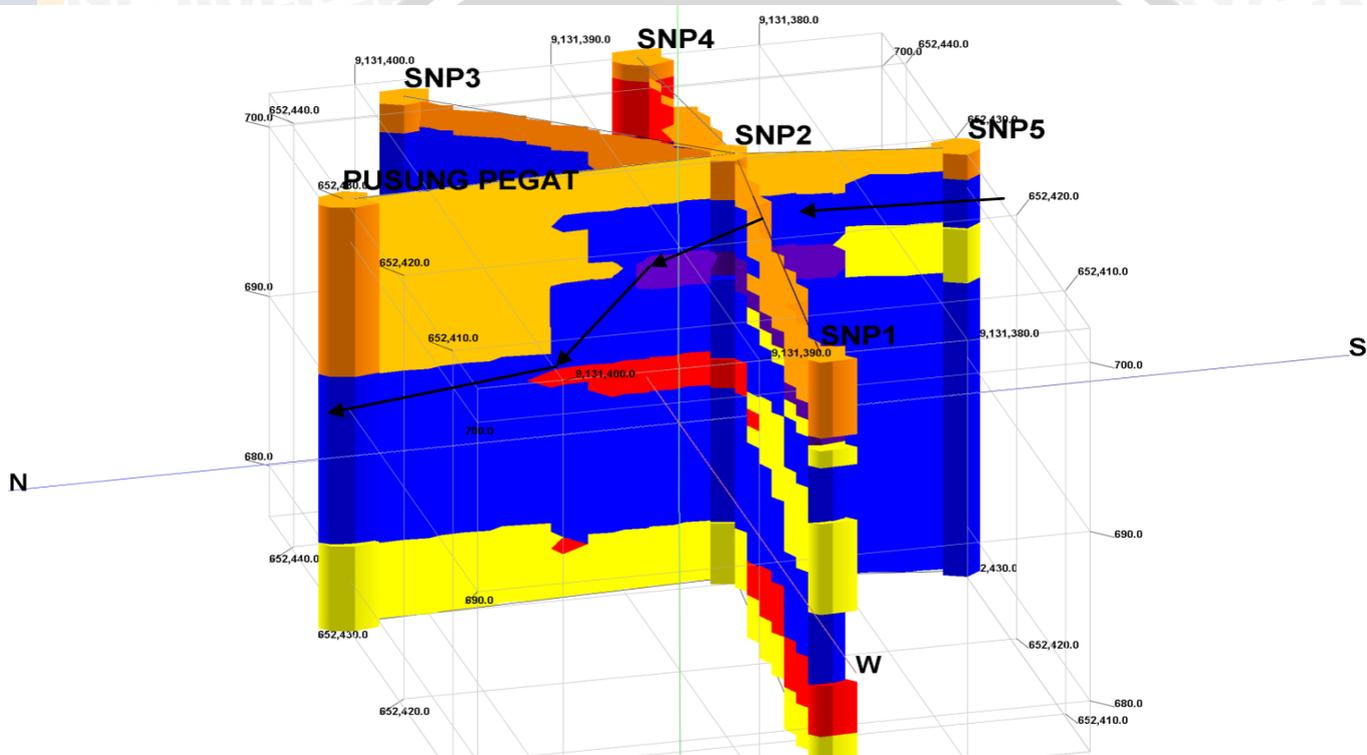


Gambar 4.22 Gambaran bawah permukaan mataair Pusung-Pegat dilihat dari arah Utara

Gambar 4.22 menunjukkan pola aliran air yang berasal dari titik SNP3 menuju titik SNP2 yang selanjutnya menuju ke arah mataair Pusung-Pegat. Gambar 4.22 juga menunjukkan kondisi bawah permukaan pada titik SNP1 yang terlihat jelas. Kondisi bawah permukaan pada titik tersebut adalah berupa pasir *non aquifer* sehingga arah aliran air bukan berasal dari titik tersebut. Dilihat dari arah Barat, kondisi bawah permukaan diperlihatkan pada Gambar 4.23

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





Gambar 4.23 Gambaran bawah permukaan mataair Pusung-Pegat dilihat dari arah Barat

Mataair Pusung-Pegat seperti yang terlihat pada gambar 4.23 berada pada posisi sebelah kiri gambar atau terdapat pada arah Utara yang ditunjukkan oleh huruf N. Pada bagian Selatan, terdapat titik SNP5 yang posisinya lebih tinggi dibandingkan titik-titik pengukuran yang lain. Ketinggian titik pengukuran terhadap mataair dapat dilihat berdasarkan warna orange yang menunjukkan *soil*. Pola aliran air yang terbentuk berdasarkan gambar tersebut adalah berasal dari titik SNP5 yang menuju ke titik SNP2 dan selanjutnya menuju ke mataair Pusung-Pegat. Pola aliran air yang berasal dari titik SNP5 mengarah ke Utara menuju mataair Pusung-Pegat.

4.3. Pembahasan

Kondisi bawah permukaan sangat mempengaruhi pola aliran dan jumlah air tanah yang tersimpan. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian akan tertahan oleh partikel tanah, sebagian lagi diserap oleh tumbuhan dan yang lainnya akan meresap ke bawah menjadi air tanah. Air tanah yang berada pada formasi geologi yang bersifat *permeable* disebut sebagai akuifer. Berdasarkan susunan lapisan geologi dan kelulusan air, jenis akuifer pada daerah penelitian adalah berupa akuifer bebas dimana muka air tanahnya merupakan bidang batas sebelah atas dari daerah jenuh air dan bagian bawahnya dibatasi oleh lapisan kedap air.

Air tanah yang muncul di permukaan karena dapat menembus lapisan yang *permeable* disebut sebagai mataair. Keadaan mataair dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah curah hujan, karakteristik hidrologi, topografi, serta struktur geologi daerah. Berdasarkan sifat pengalirannya, karakteristik mataair pada daerah penelitian telah berubah dari mataair menahun menjadi mataair musiman. Semula, mataair di daerah penelitian mengeluarkan air tanpa dipengaruhi oleh curah hujan, namun akhirnya ini, mataair menjadi tergantung pada musim. Saat musim kemarau, mataair menjadi berkurang debitnya sedangkan saat musim penghujan, debit airnya bertambah. Jenis mataair di daerah penelitian berdasarkan suhunya termasuk jenis mataair normal karena suhu airnya hampir sama dengan suhu udara disekitarnya. Berdasarkan debitnya, mataair di daerah penelitian masuk dalam klasifikasi kelas VI dengan debit rata-rata 0,1 hingga 1 l/detik.

Ciri daerah resapan yang baik adalah mampu menginfiltrasi air. Air yang berada di permukaan akan menguap dan mengalami kondensasi yang selanjutnya jatuh lagi sebagai air hujan. Proses utama dalam daur hidrologi salah satunya dipengaruhi oleh infiltrasi. Infiltrasi dipengaruhi oleh penggunaan lahan, hal ini berkaitan dengan vegetasi yang berada di permukaan. Adanya tutupan lahan oleh vegetasi dapat mempengaruhi aliran air yang masuk ke dalam tanah. Saat hujan, vegetasi akan membantu melindungi permukaan tanah dari pukulan air hujan yang dapat memadatkan tanah. Penyumbatan pori tanah akan mempengaruhi laju infiltrasi. Vegetasi juga turut membantu menyerap air pada lapisan tanah yang digunakan untuk proses evaporasi, dengan demikian akan membantu kelancaran proses infiltrasi. Sedangkan lapisan yang mampu meresapkan air adalah yang mempunyai permeabilitas tinggi. Contohnya adalah pasir dan kerikil. Dengan melihat nilai resistivitas yang diperoleh saat pengolahan data, maka lapisan yang berupa pasir *aquifer* dapat diperkirakan keberadaannya. Lapisan yang dianggap sebagai lapisan pasir akuifer ditaksirkan dengan nilai resistivitas antara 10 hingga 100 Ω m. Lapisan lempung mempunyai nilai resistivitas yang lebih kecil dengan nilai kurang dari 10 Ω m. Lapisan batuan beku mempunyai nilai resistivitas yang lebih besar yang bernilai lebih dari 200 Ω m.

Jenis lapisan yang terdapat di daerah Ngantang adalah berupa lapisan pasir *aquifer*, lapisan pasir *non aquifer*, lapisan batuan beku, dan lapisan lempung. Masing-masing jenis lapisan mempunyai ketebalan dan kedalaman yang berbeda pada setiap titik pengukuran. Daerah resapan mataair pada ketiga mataair mempunyai jenis lapisan lempung yang bersifat *impermeable*. Terdapatnya lapisan lempung pada beberapa titik pengukuran membuat air menjadi tidak diteruskan menuju ke bawah dan mengalir menuju ke mataair yang posisinya lebih rendah. Selain lapisan lempung, lapisan yang bersifat *impermeable* adalah lapisan batuan beku. Batuan beku mempunyai porositas yang kecil karena tersusun dari variasi ukuran butir yang saling mengikat dan membuatnya sulit untuk dilalui air.

Metode geolistrik resistivitas dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger dapat digunakan untuk mengetahui gambaran distribusi resistivitas bawah permukaan. Metode tersebut

mempelajari sifat aliran listrik yang diinjeksikan ke dalam tanah sehingga gambaran bawah permukaan daerah penelitian dapat diketahui. Hasil interpretasi dari masing-masing mataair di tabelkan seperti pada tabel 4.1 berikut

Tabel 4.1 Hasil interpretasi daerah resapan mataair

	Mataair Complang	Mataair Krisik	Mataair Pusung-Pegat
Letak geografis	07°50'07,3" LS dan 112°22'32,6" BT	07°49'29,8" LS dan 112°21'58,2" BT	07°51'20,5" LS dan 112°22'57,4" BT
Ketinggian	668 m dpl	691 m dpl	692 m dpl
Klasifikasi mataair	Mataair bersuhu normal, debit rata-rata kelas IV, mataair kontak, mataair musiman	Mataair bersuhu normal, debit rata-rata kelas IV, mataair kontak, mataair musiman	Mataair bersuhu normal, debit rata-rata kelas IV, mataair kontak, mataair musiman
Daerah resapan mataair	Titik SNC5 dan titik SNC2	Titik SN2	Titik SNP3 dan titik SNP5
Arah aliran air	Ke Barat	Ke Barat	Ke Utara

Tabel 4.1 menunjukkan hasil interpretasi daerah resapan mataair. Ketiga mataair mempunyai klasifikasi yang sama yaitu bersuhu normal dengan debit rata-rata masuk dalam klasifikasi kelas IV, merupakan mataair kontak muncul pada daerah kontak antara batuan lulus air dan kedap air dan merupakan mataair musiman yang tergantung pada curah hujan. Hasil dari survey geolistrik resistivitas menunjukkan bahwa mataair Complang dipengaruhi oleh daerah resapan mataair yang aliran airnya berasal dari titik SNC5 dan titik SNC2 dengan arah aliran menuju ke Barat. Mataair Krisik dipengaruhi oleh resapan air pada titik SN2 yang menuju ke Barat. Mataair Pusung-Pegat dipengaruhi oleh aliran air yang berasal dari titik SNP5 dan SNP3 yang mengarah ke Utara.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Jenis lapisan yang terdapat di daerah Ngantang adalah berupa lapisan pasir aquifer, lapisan pasir *non aquifer*, lapisan batuan beku dan lapisan lempung. Masing-masing jenis lapisan mempunyai ketebalan dan kedalaman yang berbeda pada setiap titik pengukuran. Interpretasi data dari model 1 dimensi, 2 dimensi dan 3 dimensi menunjukkan gambaran bawah permukaan daerah penelitian berdasarkan jenis lapisan. Daerah resapan mataair pada ketiga mataair mempunyai jenis lapisan lempung dan batuan beku yang bersifat menahan air sehingga air yang tidak dapat melewati lapisan tersebut akan menuju ke mataair.

Hasil gambaran bawah permukaan digunakan untuk memperkirakan pola aliran air dengan menggunakan gambaran 3 dimensi hasil olahan data. Pola aliran air pada masing-masing mataair berdasarkan gambaran 3 dimensi menunjukkan bahwa

1. Mataair Complang dipengaruhi oleh resapan air yang berasal dari titik SNC5 dan titik SNC2 dengan arah aliran menuju ke Barat
2. Mataair Krisik dipengaruhi oleh resapan air yang berasal dari titik SN2 yang mengarah ke Barat
3. Mataair Pusung-Pegat dipengaruhi oleh resapan air yang berasal dari titik SNP5 dan SNP3 yang mengarah menuju ke Utara.

5.2 Saran

Hasil dari pengolahan dan interpretasi data ini bersifat menduga dalam memperkirakan pola aliran air, untuk mengetahui gambaran bawah permukaan secara detail sebaiknya interpretasi data dipadukan dengan data bor di daerah survey. Sebaiknya dilakukan penelitian pada dua musim yaitu pada musim kemarau dan penghujan untuk mengetahui perbedaan debit mataair. Hasil interpretasi ini sebaiknya digunakan untuk konservasi daerah resapan agar mataair tetap terjaga.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



LAMPIRAN 1

DATA PENGUKURAN

1. Complang

Titik SNC1

Koordinat : 07 50.122' S 112 22.563' E

Alt : 674m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	5.337	11.775	62.843175
4	1	2	1.12	49.455	55.3896
6	1	2	0.426	112.255	47.82063
8	1	2	0.221	200.175	44.238675
10	1	2	0.124	313.215	38.83866
10	4	2	0.535	75.36	40.3176
12	4	2	0.372	109.9	40.8828
14	4	2	0.266	150.72	40.09152
16	4	2	0.208	197.82	41.14656
18	4	2	0.164	251.2	41.1968
20	4	2	0.128	310.86	39.79008
22	4	2	0.103	376.8	38.8104
25	4	2	0.083	487.485	40.461255
30	4	20	0.06	703.36	42.2016
35	4	20	0.041	958.485	39.297885
40	4	20	0.025	1252.86	31.3215
45	16	60	0.07	384.84625	26.9392375
50	16	60	0.057	478.065	27.249705
60	16	120	0.037	693.94	25.67578
70	16	120	0.027	949.065	25.624755

Titik SNC2

Koordinat : 07 50.133' S 112 22.565' E

Alt : 674 m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	3.75	11.775	44.15625
4	1	2	0.0712	49.455	3.521196
6	1	2	0.301	112.255	33.78876
8	1	2	0.153	200.175	30.62678
10	1	2	0.092	313.215	28.81578
10	4	2	0.417	75.36	31.42512
12	4	2	0.283	109.9	31.1017
14	4	20	0.221	150.72	33.30912
16	4	20	0.157	197.82	31.05774
18	4	20	0.114	251.2	28.6368
20	4	20	0.082	310.86	25.49052
22	4	20	0.063	376.8	23.7384
25	4	60	0.047	487.485	22.9118
30	4	60	0.033	703.36	23.21088
35	4	60	0.021	958.485	20.12819
40	4	60	0.015	1252.86	18.7929
40	16	60	0.079	301.44	23.81376
45	16	120	0.063	384.8463	24.24531
50	16	120	0.028	478.065	13.38582
60	16	120	0.038	693.94	26.36972
70	16	120	0.026	949.065	24.67569

Titik SNC3

Koordinat : 07 50.116' S 112 22.561' E

Alt : 675 m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	3.351	11.775	39.45803
4	1	2	0.669	49.455	33.0854
6	1	2	0.28	112.255	31.4314
8	1	2	0.153	200.175	30.62678
10	1	2	0.097	313.215	30.38186
10	4	2	0.508	75.36	38.28288
12	4	2	0.331	109.9	36.3769
14	4	2	0.238	150.72	35.87136
16	4	2	0.165	197.82	32.6403
18	4	2	0.122	251.2	30.6464
20	4	2	0.109	310.86	33.88374
22	4	2	0.056	376.8	21.1008
25	4	20	0.043	487.485	20.96186
30	4	20	0.025	703.36	17.584
35	4	60	0.017	958.485	16.29425
40	4	60	0.013	1252.86	16.28718
40	16	120	0.063	301.44	18.99072
45	16	120	0.049	384.8463	18.85747
50	16	120	0.038	478.065	18.16647
60	16	120	0.032	693.94	22.20608
70	16	120	0.018	949.065	17.08317

Titik SNC4

Koordinat : 07 50.125' S 112 22.573' E

Alt : 676 m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	3.998	11.775	47.07645
4	1	2	0.693	49.455	34.27232
6	1	2	0.271	112.255	30.42111
8	1	2	0.134	200.175	26.82345
10	1	2	0.081	313.215	25.37042
12	4	2	0.257	109.9	28.2443
14	4	2	0.179	150.72	26.97888
16	4	2	0.138	197.82	27.29916
18	4	2	0.106	251.2	26.6272
20	4	20	0.093	310.86	28.90998
22	4	20	0.076	376.8	28.6368
25	4	20	0.062	487.485	30.22407
30	4	20	0.036	703.36	25.32096
35	4	60	0.026	958.485	24.92061
40	4	60	0.018	1252.86	22.55148
40	16	60	0.079	301.44	23.81376
45	16	60	0.059	384.8463	22.70593
50	16	120	0.045	478.065	21.51293
60	16	120	0.03	693.94	20.8182
70	16	120	0.021	949.065	19.93037

Titik SNC5

Koordinat : 07 50.117' S 112 22.565' E

Alt : 676 m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	4.646	11.775	54.70665
4	1	2	0.0937	49.455	4.633934
6	1	2	0.374	112.255	41.98337
8	1	2	0.179	200.175	35.83133
10	1	2	0.099	313.215	31.00829
10	4	2	0.423	75.36	31.87728
12	4	2	0.273	109.9	30.0027
14	4	2	0.175	150.72	26.376
16	4	2	0.124	197.82	24.52968
18	4	20	0.098	251.2	24.6176
20	4	20	0.08	310.86	24.8688
22	4	20	0.065	376.8	24.492
25	4	20	0.037	487.485	18.03695
30	4	20	0.033	703.36	23.21088
35	4	60	0.022	958.485	21.08667
40	4	60	0.017	1252.86	21.29862
40	16	60	0.089	301.44	26.82816
45	16	60	0.065	384.8463	25.01501
50	16	120	0.049	478.065	23.42519
60	16	120	0.031	693.94	21.51214
70	16	120	0.02	949.065	18.9813

2. Krisik

Titik SN1

Koordinat : S7.82496 E112.36651

Alt : 699 m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	22.416	11.775	263.9484
4	1	2	3.43	49.455	169.6307
6	1	2	1.086	112.255	121.9089
8	1	2	0.453	200.175	90.67928
10	1	2	0.218	313.215	68.28087
10	4	2	0.869	75.36	65.48784
12	4	20	0.461	109.9	50.6639
14	4	20	0.322	150.72	48.53184
16	4	20	0.25	197.82	49.455
18	4	20	0.189	251.2	47.4768
20	4	20	0.147	310.86	45.69642
22	4	20	0.124	376.8	46.7232
25	4	20	0.087	487.485	42.4112
30	4	60	0.05	703.36	35.168
35	4	60	0.036	958.485	34.50546
40	4	60	0.024	1252.86	30.06864
40	16	60	0.154	301.44	46.42176
45	16	120	0.108	384.8463	41.5634
50	16	120	0.081	478.065	38.72327
60	16	120	0.051	693.94	35.39094
70	16	120	0.033	949.065	31.31915

Titik SN2

Koordinat : 07 49.492' S 112 21.984' E

Alt : 702 m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	10.047	11.775	118.3034
4	1	2	0.953	49.455	47.13062
6	1	2	0.341	112.255	38.27896
8	1	2	0.197	200.175	39.43448
10	1	2	0.123	313.215	38.52545
10	4	2	0.464	75.36	34.96704
12	4	2	0.299	109.9	32.8601
14	4	2	0.208	150.72	31.34976
16	4	2	0.164	197.82	32.44248
18	4	2	0.114	251.2	28.6368
20	4	2	0.086	310.86	26.73396
22	4	2	0.078	376.8	29.3904
25	4	60	0.055	487.485	26.81168
30	4	60	0.034	703.36	23.91424
35	4	60	0.022	958.485	21.08667
40	4	60	0.015	1252.86	18.7929
40	16	120	7.633	301.44	2300.892
45	16	120	8.238	384.8463	3170.363
50	16	120	14.338	478.065	6854.496
60	16	120	14.113	693.94	9793.575
70	16	120	26.507	949.065	25156.87

Titik SN3

Koordinat : 07.49.486' S 112.21.972' E

Alt : 702 m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	4.616	11.775	54.3534
4	1	2	0.599	49.455	29.62355
6	1	2	0.229	112.255	25.7064
8	1	2	0.121	200.175	24.22118
10	1	2	0.086	313.215	26.93649
10	4	2	0.436	75.36	32.85696
12	4	2	0.241	109.9	26.4859
14	4	2	0.174	150.72	26.22528
16	4	2	0.128	197.82	25.32096
18	4	20	0.104	251.2	26.1248
20	4	20	0.081	310.86	25.17966
22	4	20	0.066	376.8	24.8688
25	4	20	0.047	487.485	22.9118
30	4	20	0.032	703.36	22.50752
35	4	20	0.023	958.485	22.04516
40	4	60	0.014	1252.86	17.54004
40	16	60	0.077	301.44	23.21088
45	16	60	0.059	384.8463	22.70593
50	16	60	0.046	478.065	21.99099
60	16	120	0.028	693.94	19.43032
70	16	120	0.021	949.065	19.93037

Titik SN4

Koordinat : 07 49.478' S 112 21.983' E

Alt : 705 m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	19.341	11.775	227.7403
4	1	2	4.433	49.455	219.234
6	1	2	1.4	112.255	157.157
8	1	2	0.558	200.175	111.6977
10	1	2	0.255	313.215	79.86983
10	4	2	1.129	75.36	85.08144
12	4	20	0.593	109.9	65.1707
14	4	20	0.365	150.72	55.0128
16	4	20	0.249	197.82	49.25718
18	4	20	0.173	251.2	43.4576
20	4	20	0.128	310.86	39.79008
22	4	20	0.1	376.8	37.68
25	4	60	0.071	487.485	34.61144
30	4	60	0.04	703.36	28.1344
35	4	60	0.027	958.485	25.8791
40	4	60	0.019	1252.86	23.80434
40	16	60	0.08	301.44	24.1152
45	16	120	0.065	384.8463	25.01501
50	16	120	0.044	478.065	21.03486
60	16	120	0.031	693.94	21.51214
70	16	120	0.031	949.065	29.42102

Titik SN5

Koordinat : 07 49.489' S 112 21.995' E

Alt : 706 m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	15.66	11.775	184.3965
4	1	2	3.257	49.455	161.0749
6	1	2	1.106	112.255	124.154
8	1	2	0.0492	200.175	9.84861
10	1	2	0.266	313.215	83.31519
10	4	2	1.235	75.36	93.0696
12	4	2	0.573	109.9	62.9727
14	4	20	0.352	150.72	53.05344
16	4	20	0.221	197.82	43.71822
18	4	20	0.164	251.2	41.1968
20	4	20	0.122	310.86	37.92492
22	4	20	0.097	376.8	36.5496
25	4	20	0.068	487.485	33.14898
30	4	20	0.043	703.36	30.24448
35	4	60	0.028	958.485	26.83758
40	4	60	0.017	1252.86	21.29862
40	16	60	0.085	301.44	25.6224
45	16	120	0.107	384.8463	41.17855
50	16	120	4.194	478.065	2005.005
60	16	120	4.044	693.94	2806.293
70	16	120	2.864	949.065	2718.122

3. Pusung Pegat

Titik SNP1

Koordinat : 07 51.351' S 112 22.943' E

Alt : 698 m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	4.297	11.775	50.59718
4	1	2	0.612	49.455	30.26646
6	1	2	0.209	112.255	23.4613
8	1	2	0.098	200.175	19.61715
10	1	2	0.06	313.215	18.7929
10	4	2	0.304	75.36	22.90944
12	4	2	0.215	109.9	23.6285
14	4	20	0.17	150.72	25.6224
16	4	20	0.128	197.82	25.32096
18	4	20	0.092	251.2	23.1104
20	4	20	0.069	310.86	21.44934
22	4	20	0.055	376.8	20.724
25	4	20	0.04	487.485	19.4994
30	4	20	0.026	703.36	18.28736
35	4	20	0.018	958.485	17.25273
40	4	60	0.015	1252.86	18.7929
40	16	60	0.059	301.44	17.78496
45	16	60	0.045	384.8463	17.31808
50	16	120	0.039	478.065	18.64454
60	16	120	0.027	693.94	18.73638
70	16	120	0.019	949.065	18.03224

Titik SNP2

Koordinat : 07 51.352' S 112 22.957' E

Alt : 700 m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	4.571	11.775	53.82353
4	1	2	0.975	49.455	48.21863
6	1	2	0.249	112.255	27.9515
8	1	2	0.123	200.175	24.62153
10	1	2	0.071	313.215	22.23827
10	4	2	0.321	75.36	24.19056
12	4	2	0.215	109.9	23.6285
14	4	2	0.144	150.72	21.70368
16	4	20	0.104	197.82	20.57328
18	4	20	0.078	251.2	19.5936
20	4	20	0.061	310.86	18.96246
22	4	20	0.051	376.8	19.2168
25	4	20	0.037	487.485	18.03695
30	4	20	0.027	703.36	18.99072
35	4	60	0.017	958.485	16.29425
40	4	60	0.012	1252.86	15.03432
40	16	120	0.055	301.44	16.5792
45	16	120	0.054	384.8463	20.7817
50	16	120	0.048	478.065	22.94712
60	16	120	0.031	693.94	21.51214
70	16	120	0.024	949.065	22.77756

Titik SNP3

Koordinat : 07 51.345' S 112 22.963' E

Alt : 701 m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	4.739	11.775	55.80173
4	1	2	0.79	49.455	39.06945
6	1	2	0.284	112.255	31.88042
8	1	2	0.015	200.175	3.002625
10	1	2	0.088	313.215	27.56292
10	4	2	0.467	75.36	35.19312
12	4	2	0.295	109.9	32.4205
14	4	2	0.191	150.72	28.78752
16	4	20	0.14	197.82	27.6948
18	4	20	0.108	251.2	27.1296
20	4	20	0.086	310.86	26.73396
22	4	20	0.068	376.8	25.6224
25	4	20	0.052	487.485	25.34922
30	4	60	0.039	703.36	27.43104
35	4	60	0.033	958.485	31.63001
40	4	60	0.022	1252.86	27.56292
40	16	60	0.12	301.44	36.1728
45	16	120	0.088	384.8463	33.86647
50	16	120	0.071	478.065	33.94262
60	16	120	0.045	693.94	31.2273
70	16	120	0.031	949.065	29.42102

Titik SNP4

Koordinat : 07.85586 S 112.38274 E

Alt : 702 m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	5.671	11.775	66.77603
4	1	2	0.689	49.455	34.0745
6	1	2	0.482	112.255	54.10691
8	1	2	0.187	200.175	37.43273
10	1	2	0.114	313.215	35.70651
10	4	2	0.445	75.36	33.5352
12	4	2	0.285	109.9	31.3215
14	4	2	0.19	150.72	28.6368
16	4	2	0.161	197.82	31.84902
18	4	20	0.116	251.2	29.1392
20	4	20	0.092	310.86	28.59912
22	4	20	0.074	376.8	27.8832
25	4	20	0.055	487.485	26.81168
30	4	20	0.039	703.36	27.43104
35	4	60	0.024	958.485	23.00364
40	4	60	0.017	1252.86	21.29862
40	16	60	0.083	301.44	25.01952
45	16	120	0.067	384.8463	25.7847
50	16	120	0.05	478.065	23.90325
60	16	120	0.033	693.94	22.90002
70	16	120	0.013	949.065	12.33785

Titik SNP5

Koordinat : 07 51.358' S 112 22.956' E

Alt : 702 m

Konfigurasi : Schlumberger

AB/2 (m)	MN(m)	I (mA)	R	K	ρ (Ω m)
2	1	2	5.183	11.775	61.02983
4	1	2	0.808	49.455	39.95964
6	1	2	0.279	112.255	31.31915
8	1	2	126	200.175	25222.05
10	1	2	0.083	313.215	25.99685
10	4	2	0.346	75.36	26.07456
12	4	2	0.241	109.9	26.4859
14	4	20	0.155	150.72	23.3616
16	4	20	0.117	197.82	23.14494
18	4	20	0.084	251.2	21.1008
20	4	20	0.07	310.86	21.7602
22	4	20	0.061	376.8	22.9848
25	4	20	0.047	487.485	22.9118
30	4	20	0.032	703.36	22.50752
35	4	60	0.023	958.485	22.04516
40	4	60	0.016	1252.86	20.04576
40	16	60	0.958	301.44	288.7795
45	16	120	0.059	384.8463	22.70593
50	16	120	0.048	478.065	22.94712
60	16	120	0.03	693.94	20.8182
70	16	120	0.02	949.065	18.9813

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

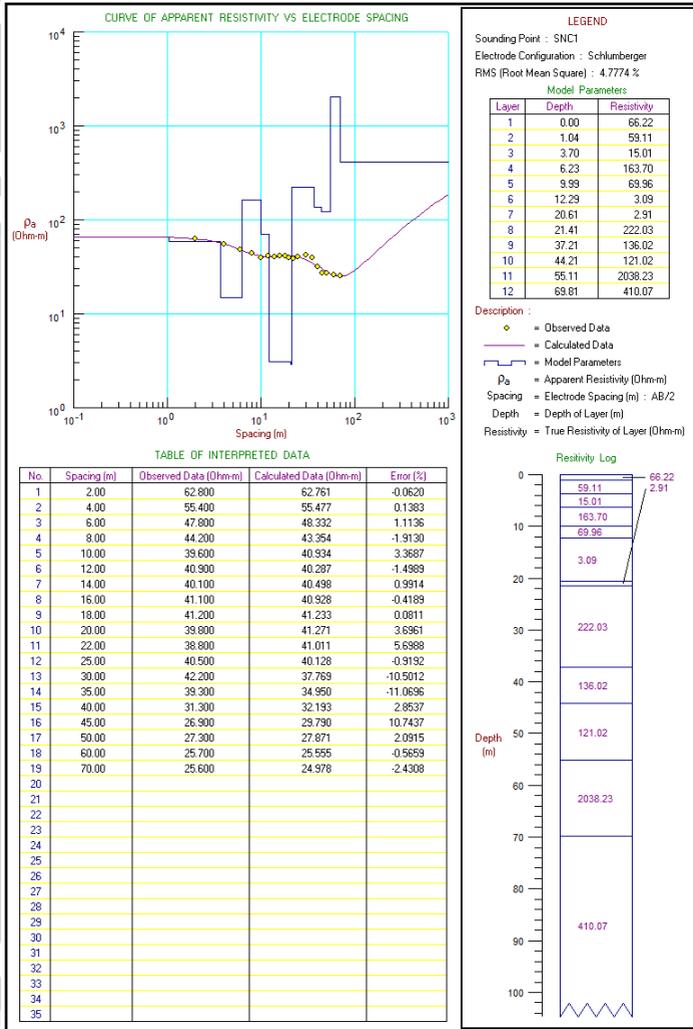


LAMPIRAN 2

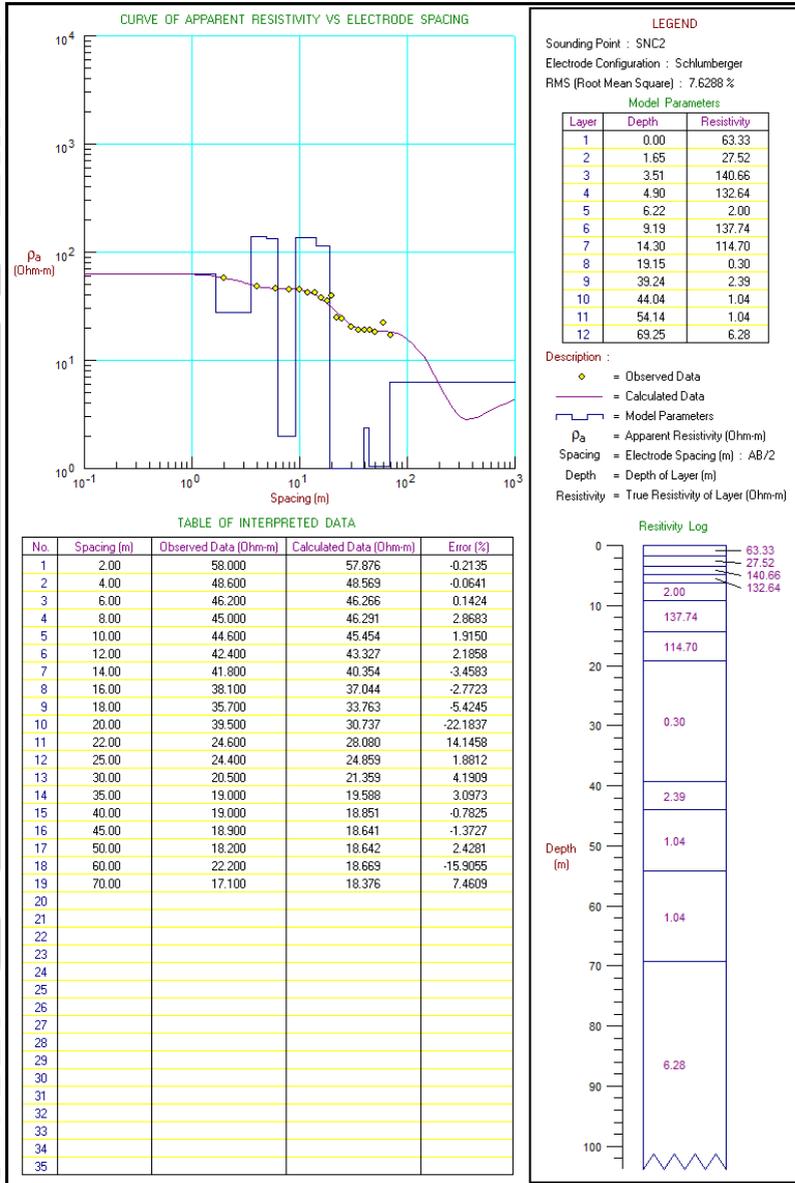
Hasil Pengolahan Software Progress

1. Complang

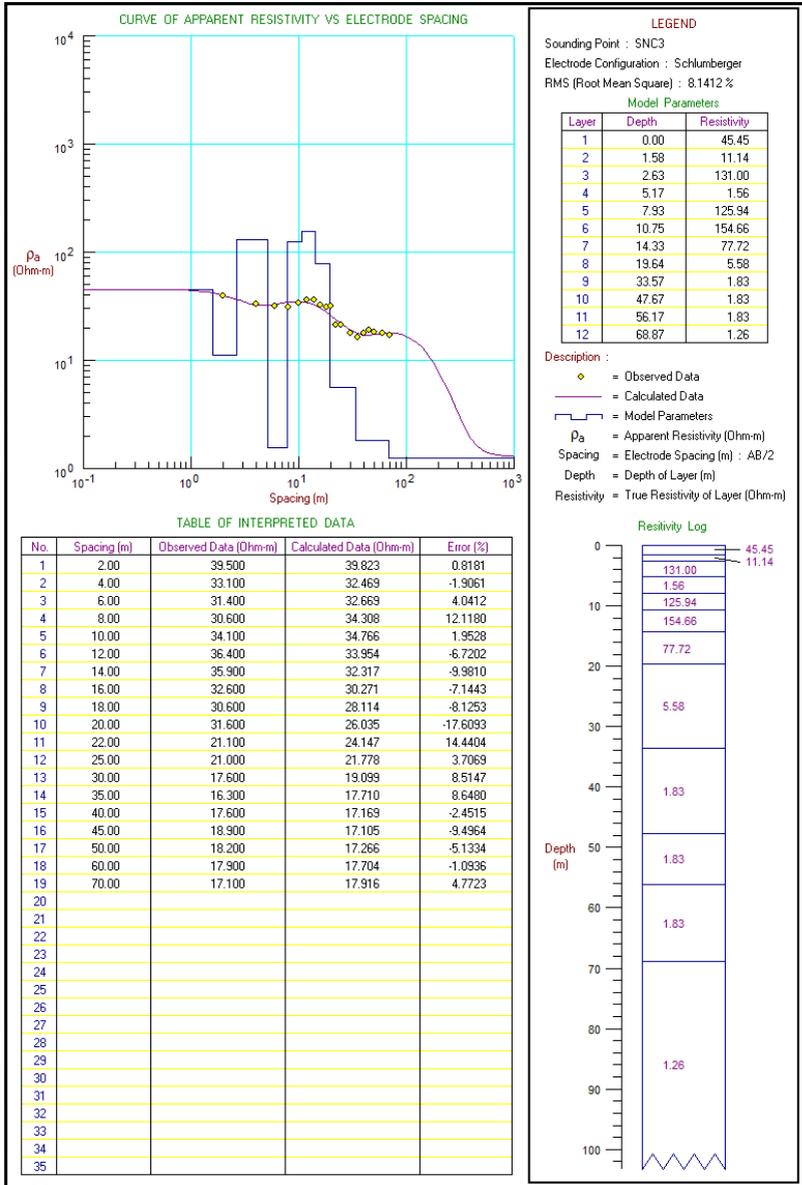
Titik SNC1



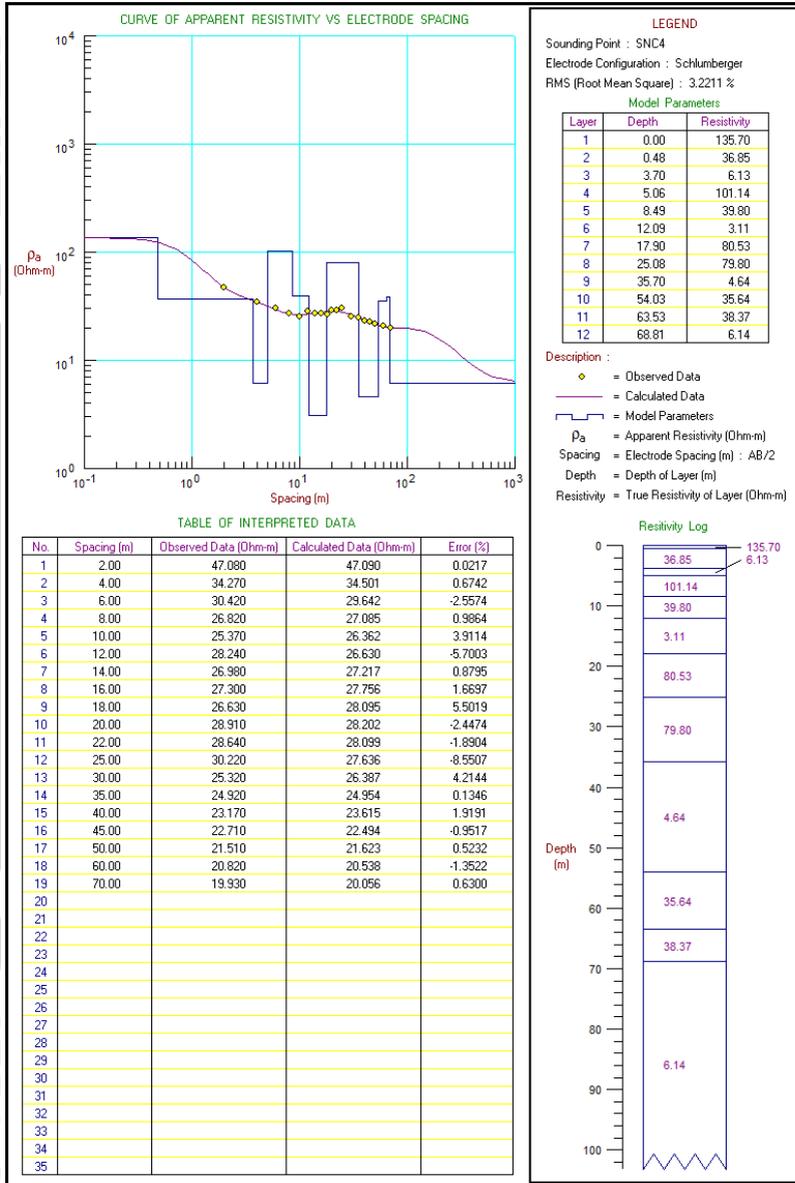
Titik SNC2



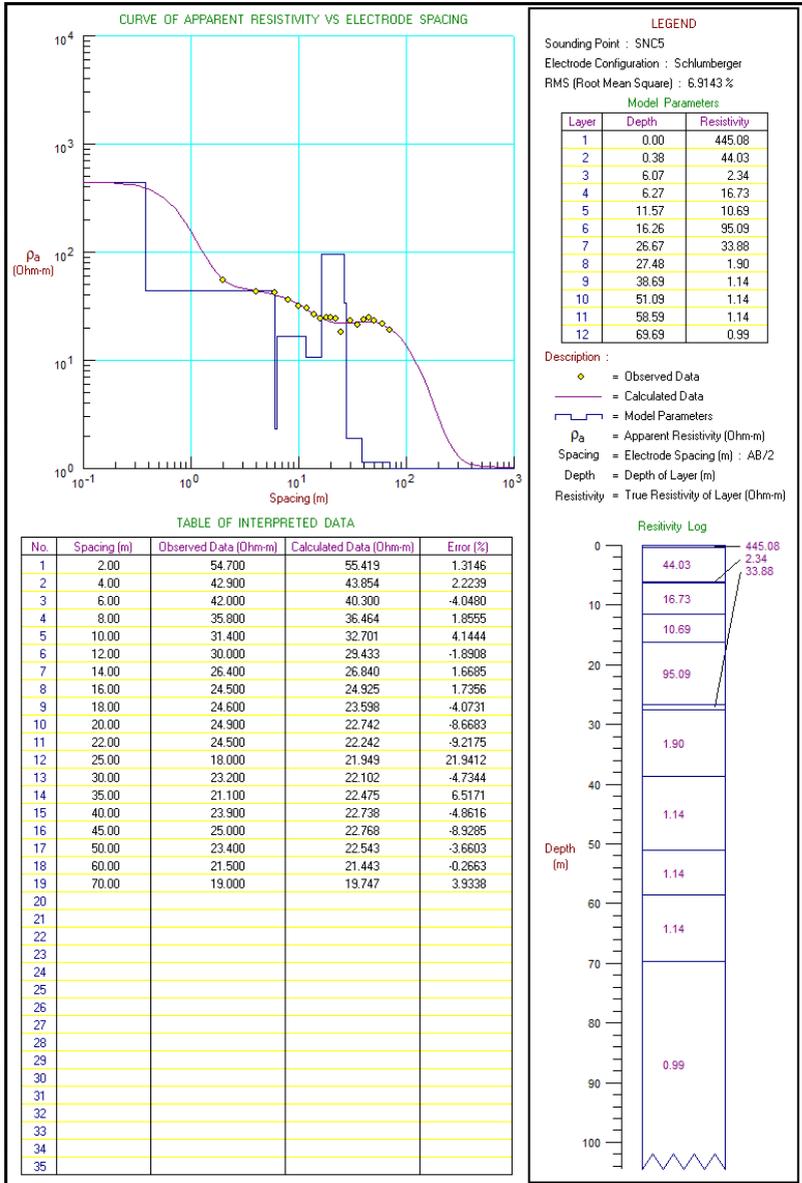
Titik SNC3



Titik SNC4

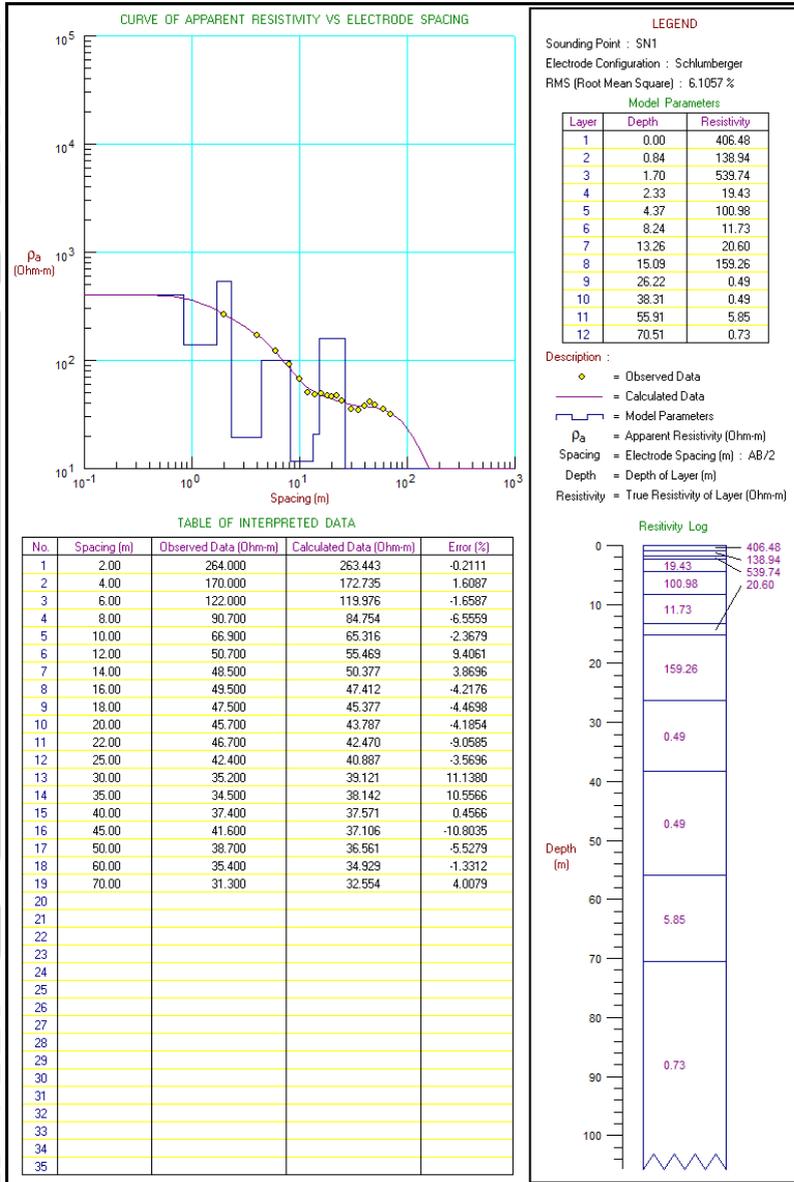


Titik SNC5

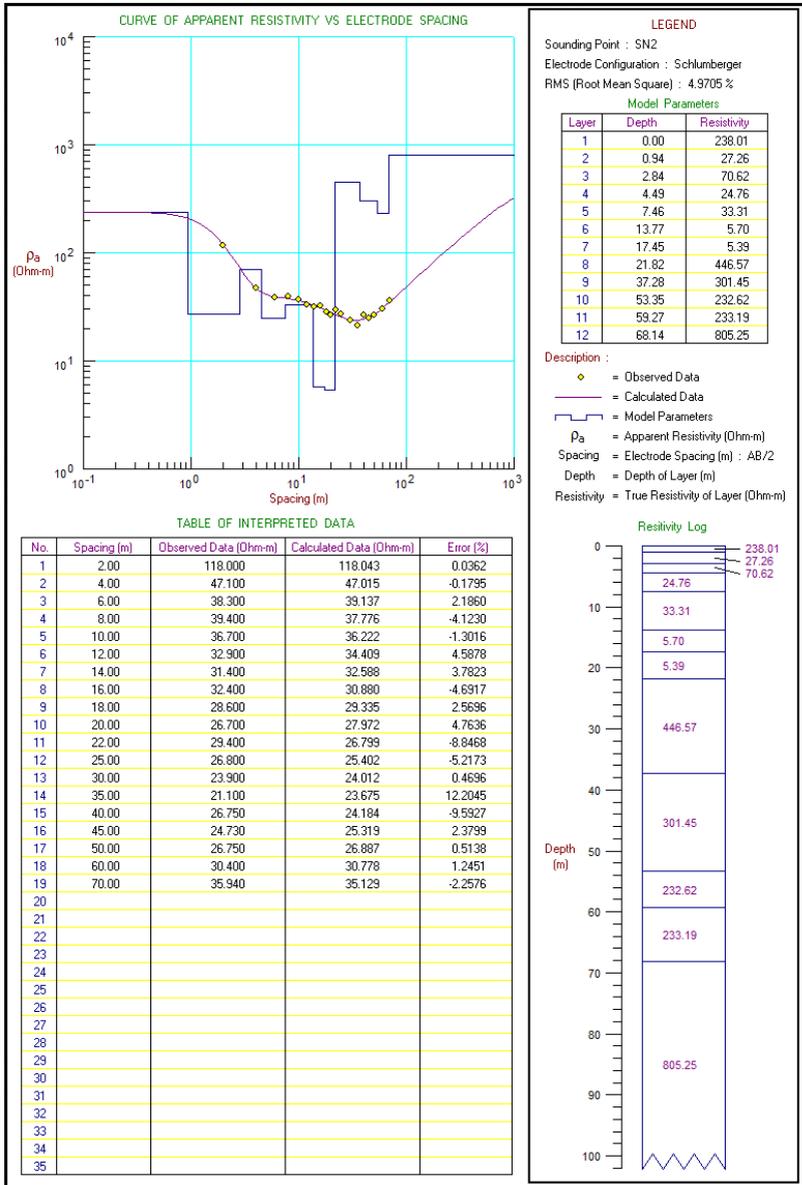


2. Krisik

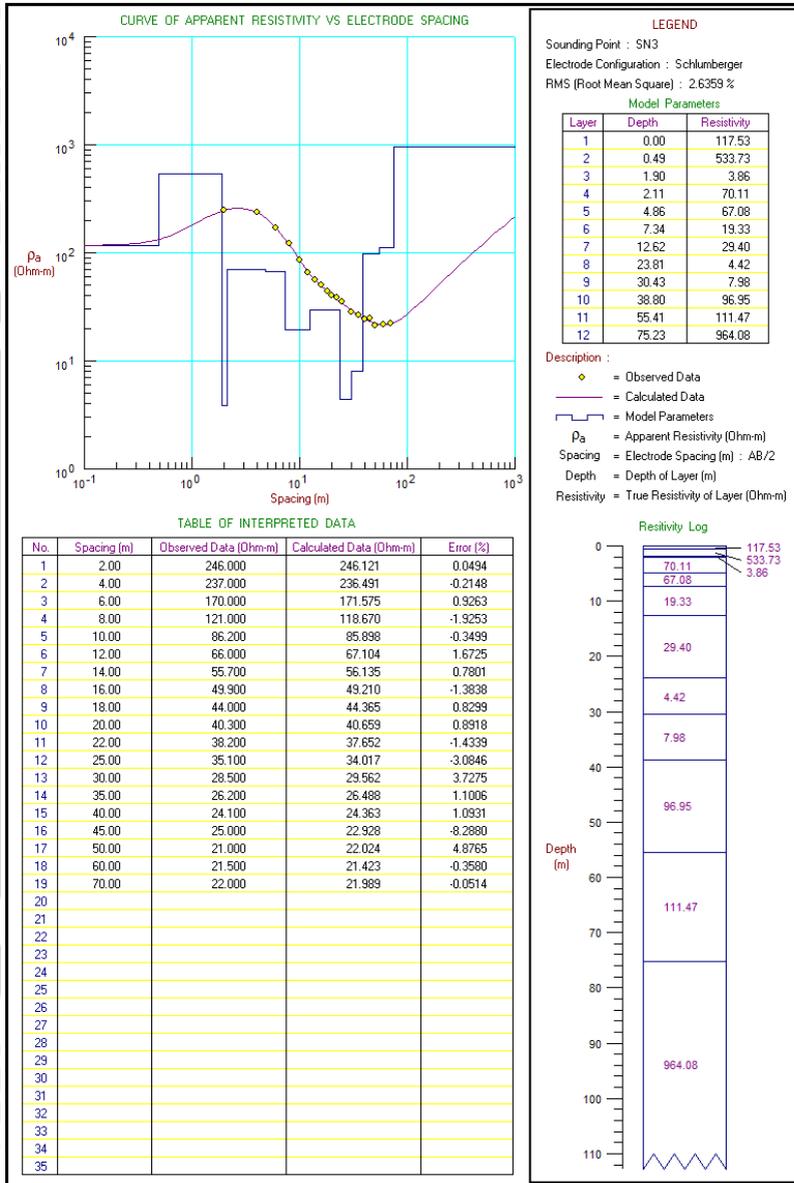
Titik SN1



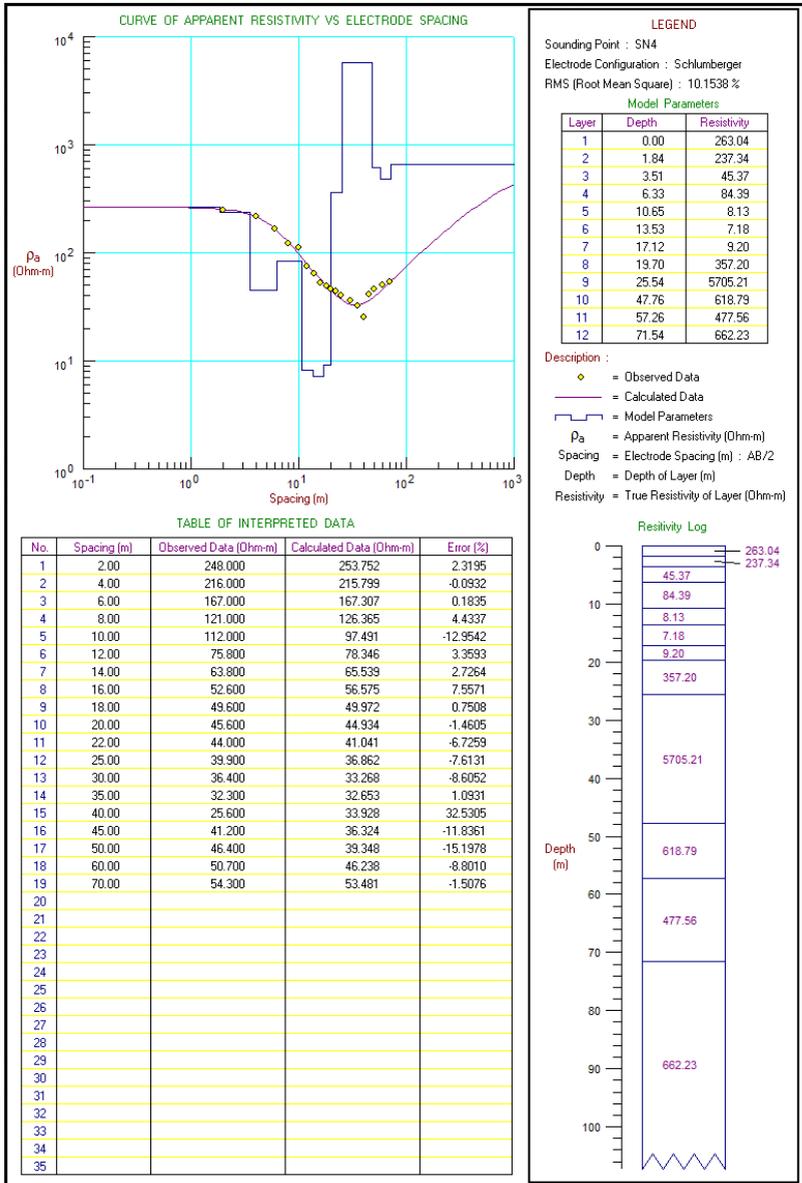
Titik SN2



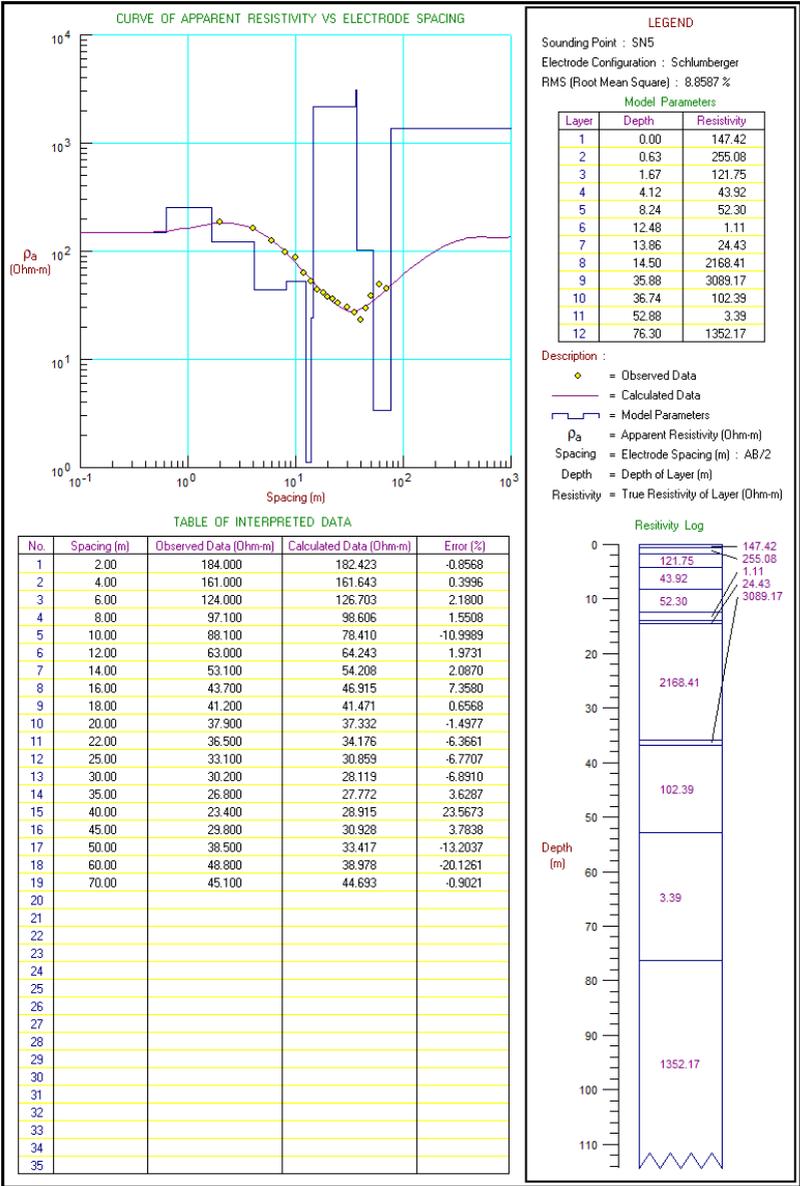
Titik SN3



Titik SN4

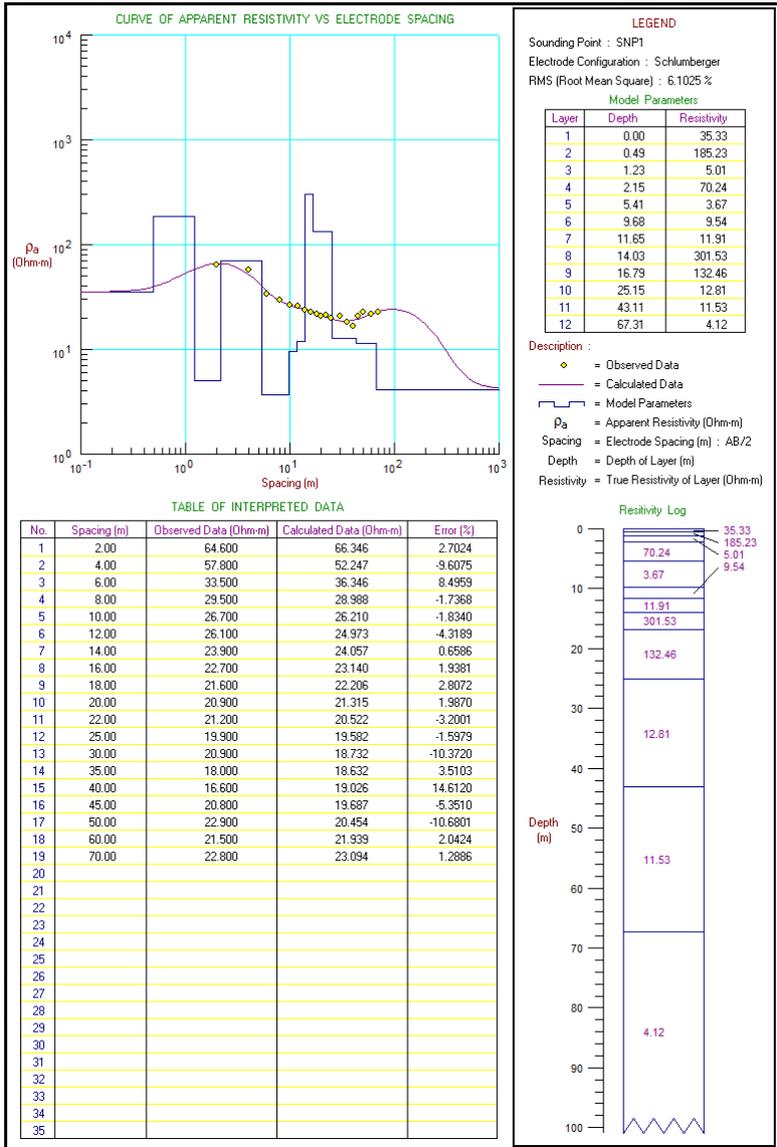


Titik SN5

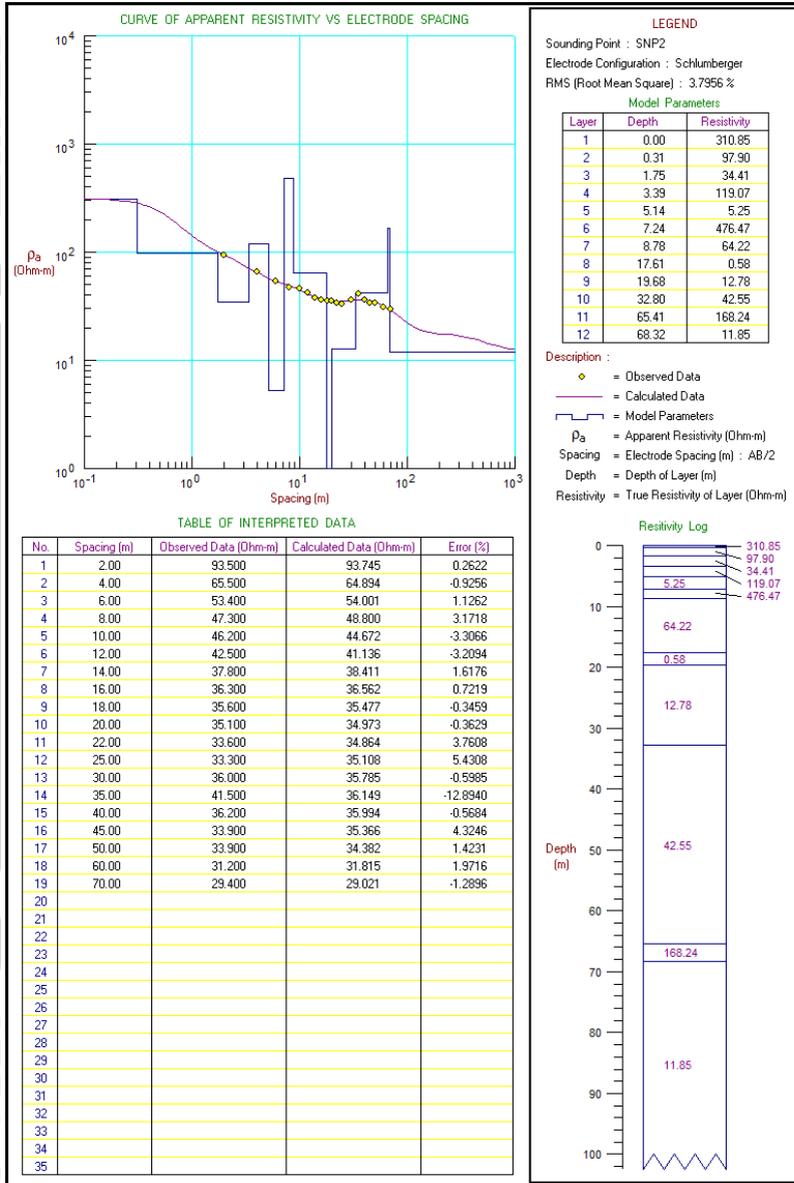


3. Pusung-Pegat

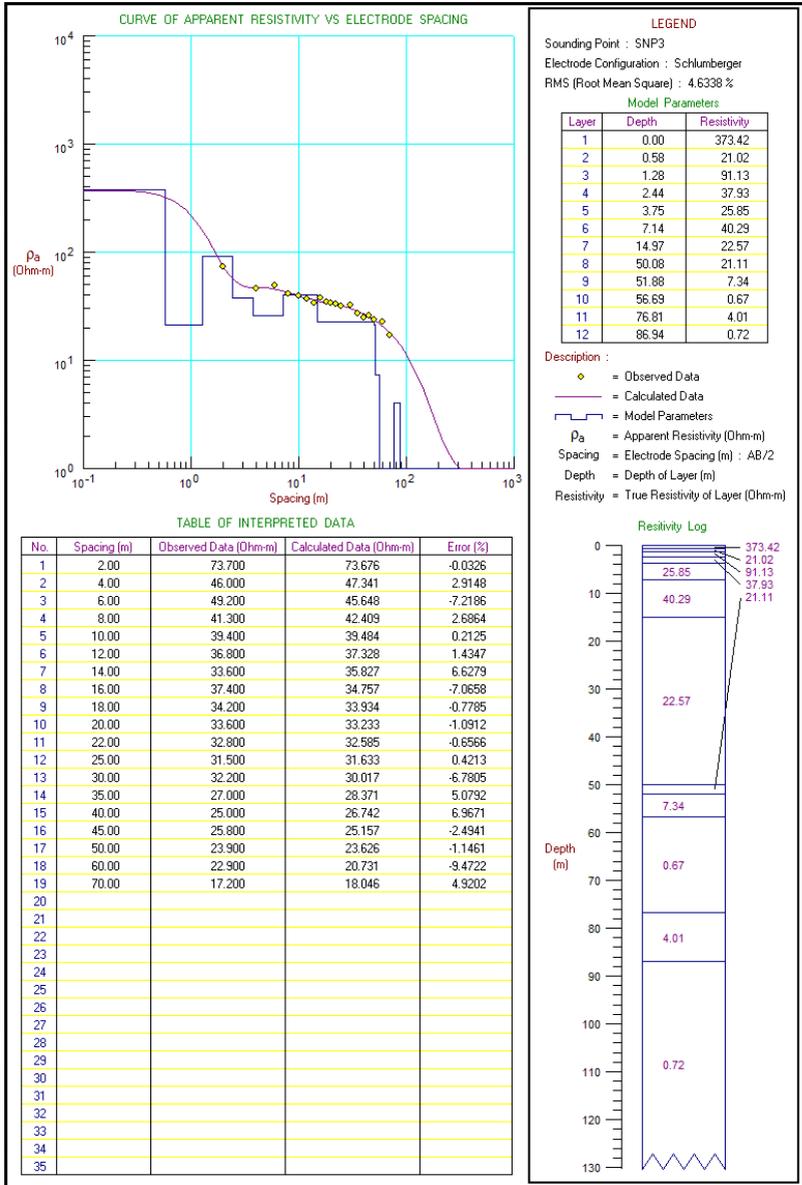
Titik SNP1



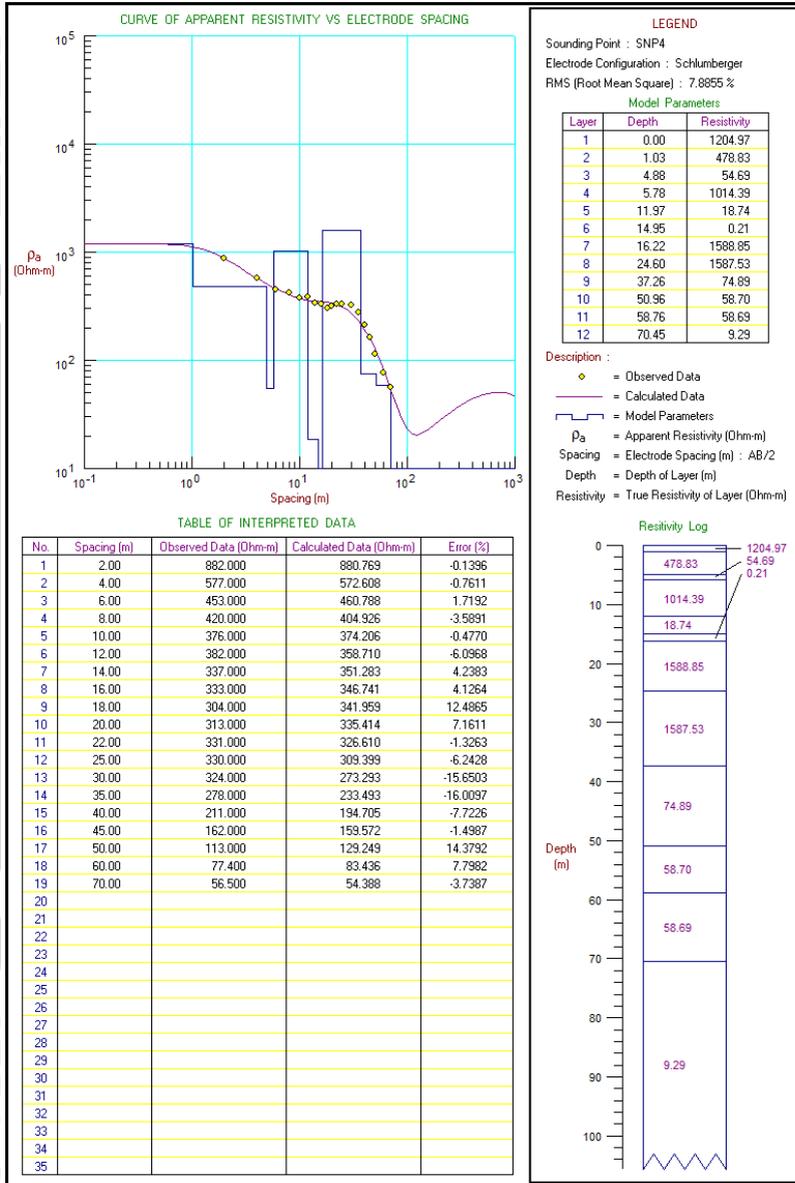
Titik SNP2



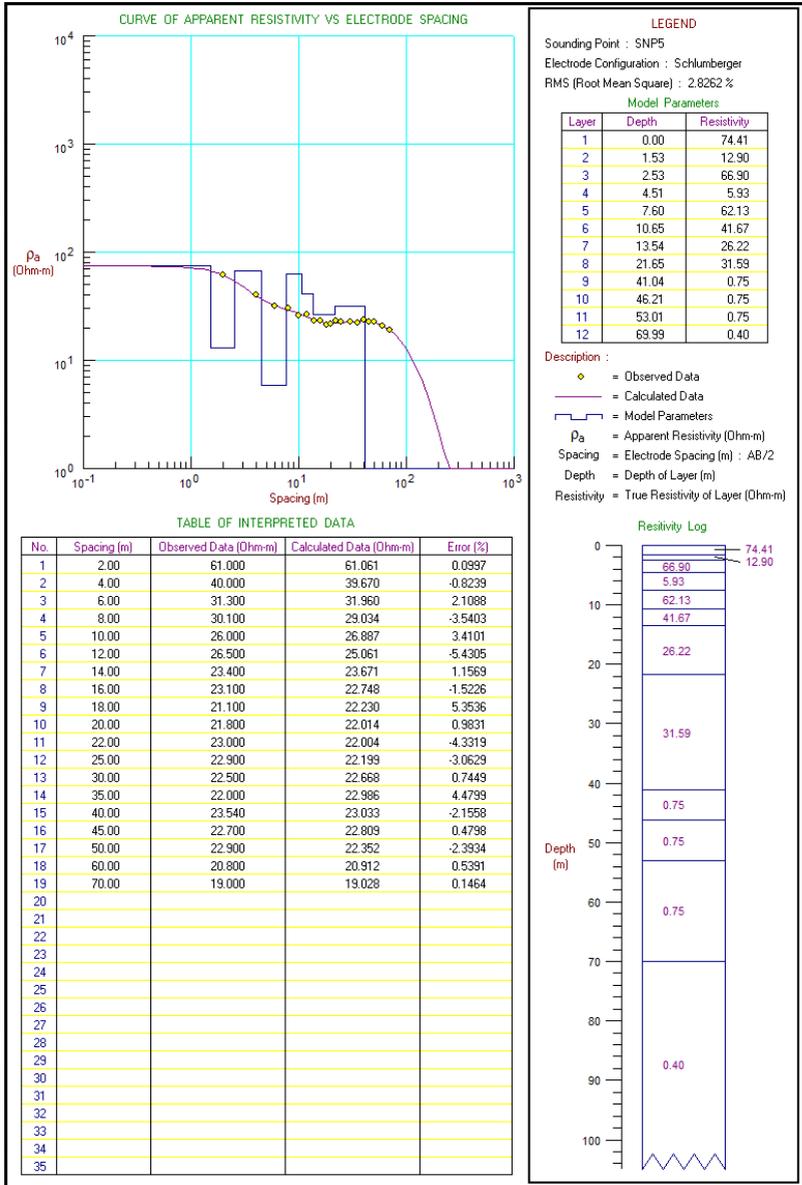
Titik SNP3



Titik SNP4



Titik SNP5



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



LAMPIRAN 3

1. Complang (SNC)

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SNC1	0	1.04	66.4	SOIL
	1.04	2.66	59.1	PASIR (AKUIFER)
	3.7	2.56	14.8	PASIR (AKUIFER)
	6.26	3.84	167	PASIR (NON AKUIFER)
	10.1	2.3	69.8	PASIR (AKUIFER)
	12.4	8.4	3.08	LEMPUNG
	20.8	0.8	2.91	LEMPUNG
	21.6	15.8	222	BATUAN BEKU
	37.4	7	136	PASIR (NON AKUIFER)
	44.4	10.9	121	PASIR (NON AKUIFER)
	55.3	14.7	2038	BATUAN BEKU
	70		410	BATUAN BEKU

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SNC2	0	1.69	63.2	SOIL
	1.69	1.75	25.5	PASIR (AKUIFER)
	3.44	1.61	162	PASIR (NON AKUIFER)
	5.05	1.05	108	PASIR (NON AKUIFER)
	6.1	5.2	4.16	LEMPUNG
	11.3	4.4	124	PASIR (NON AKUIFER)
	15.7	4.2	99.9	PASIR (AKUIFER)
	19.9	20.1	0.298	LEMPUNG
	40	4.8	2.39	LEMPUNG
	44.8	10.1	1.04	LEMPUNG
	54.9	15.1	1.04	LEMPUNG
	70		6.28	LEMPUNG

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SNC3	0	1.71	44.3	SOIL
	1.71	1.08	10.7	PASIR (AKUIFER)
	2.79	2.59	135	PASIR (NON AKUIFER)
	5.38	3.95	2.11	LEMPUNG
	9.33	2.77	125	PASIR (NON AKUIFER)
	12.1	3.5	152	PASIR (NON AKUIFER)
	15.6	5.2	76.2	PASIR (AKUIFER)
	20.8	13.9	5.55	LEMPUNG
	34.7	14.1	1.83	LEMPUNG
	48.8	8.5	1.83	LEMPUNG
	57.3	12.7	1.83	LEMPUNG
	70		1.26	LEMPUNG

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SNC4	0	0.4743	136.6	SOIL
	0.4743	3.2687	37.06	PASIR (AKUIFER)
	3.743	1.595	6.797	LEMPUNG
	5.338	3.591	111.8	PASIR (NON AKUIFER)
	8.929	3.121	34.4	PASIR (AKUIFER)
	12.05	6.56	3.183	LEMPUNG
	18.61	7.32	82.97	PASIR (AKUIFER)
	25.93	10.99	82.97	PASIR (AKUIFER)
	36.92	18.29	4.666	LEMPUNG
	55.21	9.5	35.68	PASIR (AKUIFER)
	64.71	5.29	38.39	PASIR (AKUIFER)
	70		6.147	LEMPUNG

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SNC5	0	0.379	444	SOIL
	0.379	5.621	44.1	PASIR (AKUIFER)
	6	0.22	2.17	LEMPUNG
	6.22	5.78	18.4	PASIR (AKUIFER)
	12	4.9	11.6	PASIR (AKUIFER)
	16.9	10.1	94	PASIR (AKUIFER)
	27	0.8	33.5	PASIR (AKUIFER)
	27.8	11.2	1.88	LEMPUNG
	39	12.4	1.14	LEMPUNG
	51.4	7.5	1.14	LEMPUNG
	58.9	11.1	1.14	LEMPUNG
	70		0.999	LEMPUNG

2. Krisik (SN)

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SN1	0	0.882	427	SOIL
	0.882	0.858	136	PASIR (NON AKUIFER)
	1.74	0.64	542	BATUAN BEKU
	2.38	2.02	19.5	PASIR (AKUIFER)
	4.4	3.7	99.2	PASIR (AKUIFER)
	8.1	5	12.3	PASIR (AKUIFER)
	13.1	1.8	20.9	PASIR (AKUIFER)
	14.9	10.8	157	PASIR (NON AKUIFER)
	25.7	12.1	0.489	LEMPUNG
	37.8	17.6	0.489	LEMPUNG
	55.4	14.6	5.85	LEMPUNG
	70		0.73	LEMPUNG

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SN2	0	0.9342	243	SOIL
	0.9342	1.8348	25.81	PASIR (AKUIFER)
	2.769	1.746	84.31	PASIR (AKUIFER)
	4.515	2.946	17.61	PASIR (AKUIFER)
	7.461	6.059	35.38	PASIR (AKUIFER)
	13.52	3.95	6.989	LEMPUNG
	17.47	5.91	7.015	LEMPUNG
	23.38	15.52	450.5	BATUAN BEKU
	38.9	16.22	296.3	BATUAN BEKU
	55.12	5.95	231	BATUAN BEKU
	61.07	8.93	231	BATUAN BEKU
	70		781.7	BATUAN BEKU

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SN3	0	0.4941	129.9	SOIL
	0.4941	1.6959	445.1	BATUAN BEKU
	2.19	0.193	4.27	LEMPUNG
	2.383	2.347	69.56	PASIR (AKUIFER)
	4.73	1.98	56.33	PASIR (AKUIFER)
	6.71	3.88	26.9	PASIR (AKUIFER)
	10.59	8.41	38.5	PASIR (AKUIFER)
	19	7.22	4.416	LEMPUNG
	26.22	8.19	8.431	LEMPUNG
	34.41	16.23	99.17	PASIR (AKUIFER)
	50.64	19.36	114.5	PASIR (NON AKUIFER)
	70		977.3	BATUAN BEKU

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SN4	0	1.37	256	SOIL
	1.37	2.08	253	BATUAN BEKU
	3.45	1.92	36.9	PASIR (AKUIFER)
	5.37	4.18	98.9	PASIR (AKUIFER)
	9.55	2.95	8.16	LEMPUNG
	12.5	4.3	8.16	LEMPUNG
	16.8	2.5	10.3	LEMPUNG
	19.3	5.8	360	BATUAN BEKU
	25.1	21.1	5406	BATUAN BEKU
	46.2	9.5	616	BATUAN BEKU
	55.7	14.3	475	BATUAN BEKU
	70		646	BATUAN BEKU

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SN5	0	0.583	149	SOIL
	0.583	0.887	256	BATUAN BEKU
	1.47	2.73	128	PASIR (NON AKUIFER)
	4.2	2.91	42.9	PASIR (AKUIFER)
	7.11	3.69	64.6	PASIR (AKUIFER)
	10.8	6.5	5.59	LEMPUNG
	17.3	0.6	26	PASIR (AKUIFER)
	17.9	11	1131	BATUAN BEKU
	28.9	0.8	2853	BATUAN BEKU
	29.7	15.4	97.2	PASIR (AKUIFER)
	45.1	24.9	3.18	LEMPUNG
	70		1350	BATUAN BEKU

3. Pusung-Pegat (SNP)

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SNP1	0	0.476	35.8	SOIL
	0.476	0.754	192	PASIR (NON AKUIFER)
	1.23	1.01	5.03	LEMPUNG
	2.24	3.3	74.9	PASIR (AKUIFER)
	5.54	5.36	4.12	LEMPUNG
	10.9	1.9	10	PASIR (AKUIFER)
	12.8	2.3	12.5	PASIR (AKUIFER)
	15.1	3	330	BATUAN BEKU
	18.1	9.4	150	PASIR (NON AKUIFER)
	27.5	18.1	13.1	PASIR (AKUIFER)
	45.6	24.4	11.7	PASIR (AKUIFER)
	70		4.16	LEMPUNG

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SNP2	0	0.315	317	SOIL
	0.315	1.525	95.7	PASIR (AKUIFER)
	1.84	1.61	32.6	PASIR (AKUIFER)
	3.45	1.64	122	PASIR (NON AKUIFER)
	5.09	4.65	11	PASIR (AKUIFER)
	9.74	1.66	520	BATUAN BEKU
	11.4	8	57.4	PASIR (AKUIFER)
	19.4	2.1	0.582	LEMPUNG
	21.5	13.1	12.8	PASIR (AKUIFER)
	34.6	32.5	42.4	PASIR (AKUIFER)
	67.1	2.9	168	PASIR (NON AKUIFER)
	70		11.8	PASIR (AKUIFER)

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SNP3	0	0.679	227	SOIL
	0.679	0.841	22.4	PASIR (AKUIFER)
	1.52	1.65	102	PASIR (NON AKUIFER)
	3.17	2.07	117	PASIR (NON AKUIFER)
	5.24	3.78	73.4	PASIR (AKUIFER)
	9.02	6.58	19.2	PASIR (AKUIFER)
	15.6	17.8	36.6	PASIR (AKUIFER)
	33.4	1.5	17.5	PASIR (AKUIFER)
	34.9	4.1	6.17	LEMPUNG
	39	20.9	0.614	LEMPUNG
	59.9	10.1	3.99	LEMPUNG
	70		0.722	LEMPUNG

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SNP4	0	0.953	1251	SOIL
	0.953	3.417	512	BATUAN BEKU
	4.37	0.99	63.3	PASIR (AKUIFER)
	5.36	6.44	999	BATUAN BEKU
	11.8	2.9	18.6	PASIR (AKUIFER)
	14.7	1	0.273	LEMPUNG
	15.7	8.4	1593	BATUAN BEKU
	24.1	12.7	1593	BATUAN BEKU
	36.8	13.7	74.9	PASIR (AKUIFER)
	50.5	7.8	58.7	PASIR (AKUIFER)
	58.3	11.7	58.7	PASIR (AKUIFER)
	70		9.29	LEMPUNG

Titik	Kedalaman	Ketebalan	Rho	pendugaan litologi
SNP5	0	1.491	75.3	SOIL
	1.491	0.969	13.15	PASIR (AKUIFER)
	2.46	1.969	67.31	PASIR (AKUIFER)
	4.429	3.159	6.043	LEMPUNG
	7.588	3.032	62.41	PASIR (AKUIFER)
	10.62	2.87	41.62	PASIR (AKUIFER)
	13.49	7.99	26.35	PASIR (AKUIFER)
	21.48	19.57	32.34	PASIR (AKUIFER)
	41.05	5.17	0.7535	LEMPUNG
	46.22	6.8	0.7535	LEMPUNG
	53.02	16.98	0.7535	LEMPUNG
	70		0.4016	LEMPUNG



LAMPIRAN 4

Pengolahan data secara manual

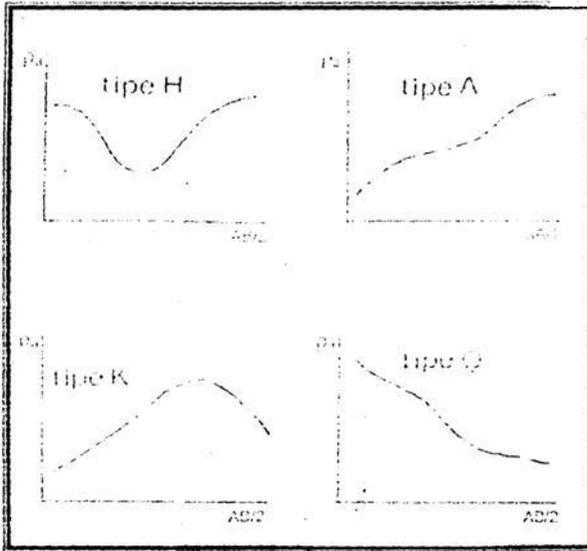
Cara interpretasi *Schlumberger* adalah dengan metode penyamaan kurva (kurva *matching*). Ada 3 (tiga) macam kurva yang perlu diperhatikan dalam interpretasi *Schlumberger* dengan metode penyamaan kurva, yaitu :

- Kurva Baku
- Kurva Bantu, terdiri dari tipe H, A, K dan Q
- Kurva Lapangan

Untuk mengetahui jenis kurva bantu yang akan dipakai, perlu diketahui bentuk umum masing-masing kurva lapangannya.

- Kurva bantu H, menunjukkan harga ρ minimum dan adanya variasi 3 lapisan dengan $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$.
- Kurva bantu A, menunjukkan pertambahan harga ρ dan variasi lapisan dengan $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$.
- Kurva bantu, K menunjukkan harga ρ maksimum dan variasi lapisan dengan $\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$.
- Kurva bantu Q, menunjukkan penurunan harga ρ yang seragam

$$\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$$



Kurva-Kurva Bantu Dalam Metode Penyeamaan Kurva Schlumberger
 Alat-alat yang digunakan : kertas kalkir/mika plastik, kertas *double log*, marker OHP.

- Plot nilai $AB/2$ vs ρ pada mika plastik diatas *double log*. $AB/2$ sebagai absis dan ρ sebagai ordinat.
- Buat kurva lapangan dari titik-titik tersebut secara *smooth* (tidak selalu harus melalui titik-titik tersebut, untuk itu perlu dilihat penyebaran titik-titiknya secara keseluruhan).
- Pilih kurva Bantu apa saja yang sesuai dengan setiap bentukan kurva lapangan.
- Letakkan kurva lapangan diatas kurva baku, cari nilai P_1 merupakan kedudukan :
- d_1', ρ_1' (kedalaman terukur, tahanan jenis terukur)
- d_1' = kedalaman lapisan perama = sebagai absis
- ρ_1' = tahanan jenis lapisan pertama = sebagai ordinat
- Pindahlah kurva lapangan dan letakkan diatas tipe kurva Bantu pertama yang telah ditentukan. Tarik garis putus-putus sesuai dengan harga ρ_1/ρ_2 pada kurva Bantu tersebut. Garis putus-putus sebagai kurva Bantu ini merupakan tempat kedudukan P_2 .

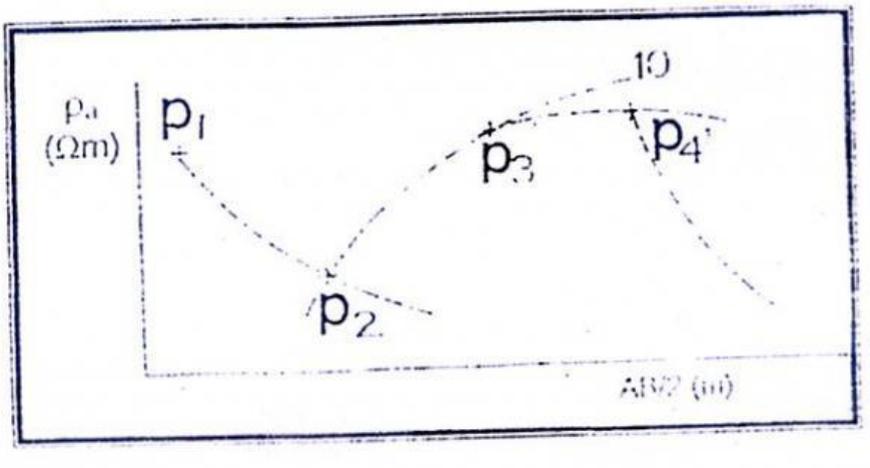
- Kembalikan kurva lapangan diatas kurva baku, geser kurva lapangan berikutnya sedemikian sehingga kurva baku pertama melalui pusat kurva baku. Tentukan nilai ρ_3/ρ_2 serta plot titik P_2 . (catatan : posisi sumbu-sumbunya harus sejajar dengan sumbu-sumbu pada kurva Bantu)
- Dari P_2 dapat ditentukan d_2' , ρ_2'
- Titik pusat P_3 , koordinat d_3' , ρ_3' dan nilai kurva Bantu selanjutnya dapat dicari dengan jalan yang sama.

Koreksi Kedalaman

Untuk titik-titik pusat (P_n) yang terletak pada kurva bantu tipe H, tidak perlu dikoreksi.

Titik P pada kurva Bantu tipe A, K dan Q perlu dikoreksi.

Titik P_1 apapun kurvanya tidak perlu dikoreksi.



Contoh Kurva Bantu

Titik P_1 , tidak perlu dikoreksi

Titik P_2 , tidak perlu dikoreksi karena terletak pada kurva Bantu tipe H

Titik P_3 dan P_4 , perlu dikoreksi nilai d (kedalaman), karena terletak pada kurva Bantu selain tipe H.

Cara Koreksi Kedalaman

Untuk titik P_3 :

Letakkan/impitkan kembali mika plastik diatas kurva Bantu tipe A (dengan nilai $\rho_4/\rho_3 = 10$) dengan pusat P_2 . baca nilai koreksi (sebagai

n) tepat pada titik P_3 (nilai absis dari kurva Bantu tersebut ditandai dengan garis putus-putus). Kemudian dapat dicari ketebalan lapisan ke-3 dengan rumus :

$$H_3 = n \cdot d_2$$

Sehingga kedalaman lapisan ke-3 dapat dihitung dengan rumus:

$$D_3 = h_3 + d_2$$

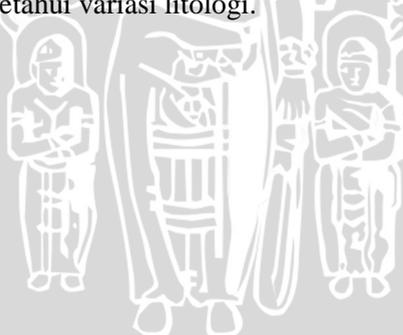
Demikian juga untuk titik P_4 , dan seterusnya.

Jadi, dari hasil penyamaan kurva (*curve matching*) akan diperoleh data sebagai berikut :

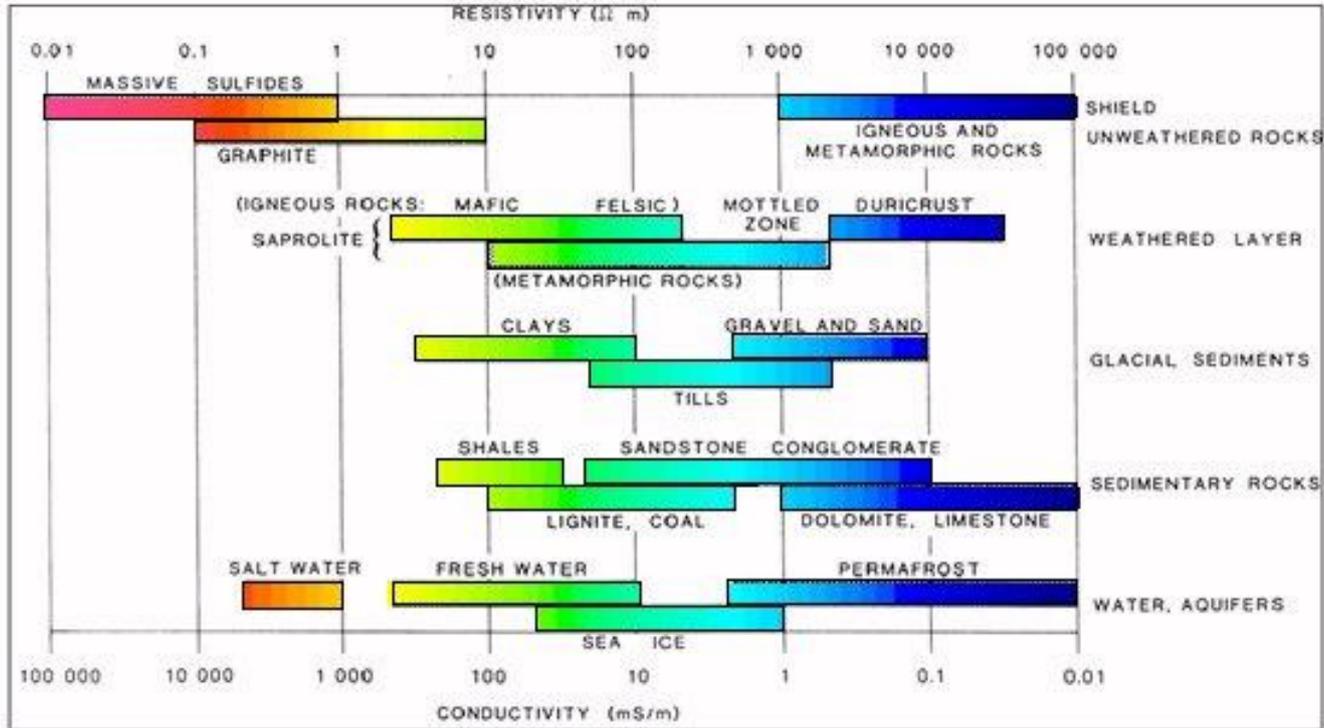
1. Koordinat $P_n = (d_n', \rho_n)$
2. $K_n = \rho_{n+1} / \rho_n$
3. Jenis Kurva Bantu
4. Nilai Koreksi Kedalaman (n)

Setelah diperoleh nilai-nilai ρ dan d , kemudian dibuat penampang tegaknya (berupa kolom) sesuai harga d -nya (menggunakan skala). Selanjutnya dilakukan pendugaan untuk interpretasi litologi penyusun pada masing-masing lapisan berdasarkan nilai ρ .

Penafsiran litologi ini akan semakin mendekati kebenaran apabila memiliki data bawah permukaan seperti data dari sumur. Jika tidak ada sumur, maka kita sebaiknya mengetahui geologi regional daerah penelitian tersebut atau data yang diperoleh dari pengamatan geologi daerah sekitar untuk mengetahui variasi litologi.



LAMPIRAN 5
 Nilai Resistivitas batuan (Milsom, 1987)



DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2007. *Laporan Inventarisasi Sumber-sumber Air Kabupaten Malang*. Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Kabupaten Malang. (tidak dipublikasikan).
- Asdak, Chay. 2000. *Hidrologi dan Pengelolaan DAS*. UGM Press. Yogyakarta.
- Blaricom, Richard Van. 1988. *Practical Geophysics for The Exploration Geologist*. Northwest Mining Association. USA.
- Bond, W.J., and N.C. George. 1981. *Ponded Infiltration Into Simple Soil System*. Soil. Sci. J: 131 94:202-209.
- Dobrin, Milton B. 1998. *Introduction to Geophysical Prospecting*, edisi ke-4. Mc Graw Hill Book. Co. Singapore.
- Hamid, M. Ikhsan. 2010. *Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger Untuk Menentukan Letak Dan Kedalaman Akuifer Air Tanah di Desa Labulewa Kecamatan Boawae Kabupaten Nagekeo Nusa Tenggara Timur*. Skripsi. Jurusan Fisika UB. Malang.
- Lubis, R.F. 2006. *I Bagaimana Menentukan Daerah Resapan Air Tanah ?* INOVASI Vol.6/XVIII/Maret. PPI Jepang.
- Munir, M. 2003. *Geologi Lingkungan*. Bayumedia. Malang.
- Raharjo, Puguh D. 2007. *Ekstraksi Informasi Hidrologi dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh*. (http://mayong.staff.ugm.ac.id/site/?page_id=110)
- Rakhmanto, Fajar. 2009. *Studi Akuifer Bawah Permukaan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi*

Schlumberger di Desa Natanage Kecamatan Boawae Kabupaten nagekeo Flores Nusa Tenggara Timur. Skripsi. Jurusan Fisika UB. Malang.

Rejekiingrum, P. dan F. Ramadani. 2008. *Cara mudah, cepat dan akurat mendekteksi air tanah dalam.* Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Vol. 30 No.3.

Robinson, C. 1988. *Basic Exploration Geophysics.* John Willey and Son Inc. Canada.

Santosa, S., S. Atmawinata. 1992. *Geologi Lembar Kediri, Jawa.* Pusat Penelitian dan Pengembangan geologi. Bandung.

Sosrodarsono, Suyono., 1983. *Hidrologi Untuk Pengairan.* PT. Pradya Paramita. Edisi ketiga. Erlangga. Jakarta.

Seyhan, E. 1990. *Dasar-Dasar Hidrologi.* Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Soemartono, CD. 1987. *Hidrologi Teknik.* Usaha Nasional. Surabaya.

Subchi, Cahyo T. 2010. *Pendugaan Daerah Discharge Air Desa Nangadoro Dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus Zona Panasbumi Hu'u, Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat).* Skripsi. Jurusan Fisika UB. Malang.

Telford, Geldart and Sheriff. 1976. *Applied Geophysics*, 2nd edition. Cambridge University Press. New York.

Todd, D.K. and L.W. Mays. 2005. *Groundwater Hydrology.* John Willey & Son Inc. Singapore.

- Uchron, Affan. 2006. *Studi Efektifitas Hutan Kota Malabar Sebagai Daerah Resapan Air Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas, Skripsi*. Jurusan Fisika UB. Malang.
- Vingoe,P. 1972. *Electrical Resistivity Surveying*. Geophysical Memorandum.
- Wandowo,1993. *Teknik isotop untuk studi aspek hidrologi suatu kawasan fasilitas nuklir*. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi-Badan Tenaga Atom Nasional. Prosiding seminar teknologi dan keselamatan PLTN serta fasilitas nuklir. Serpong, 9-10 Februari 1993.
- Yulistyarini, T. dan S. Sofiah. 2010. *The quality of vegetation and characteristics of biophysical soil in the recharge area of Krisik Spring, Jombok Valley, Ngantang Subdistrict, Malang Regency*. dibawakan dalam Seminar International Climate Change. Pascasarjana. Universitas Brawijaya. Malang (belum dipublikasikan).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

