

PENENTUAN SUSUNAN LAPISAN TANAH DAN BATUAN DENGAN SISTEM WENNER

Bansyah Kironi¹⁾

Abstrak

PENENTUAN SUSUNAN LAPISAN TANAH DAN BATUAN DENGAN SISTEM WENNER. Dengan menggunakan metoda geolistrik sistem wenner dapat dilakukan penentuan pendugaan lapisan-lapisan tanah dan batuan dalam suatu daerah dan kedalaman maksimum dapat diketahui. Untuk memecahkan persoalan airtanah di beberapa tempat di Indonesia seperti daerah pantai, daerah batu gamping, daerah endapan gunung berapi dan lokasi PLTN, cara pengukuran tahanan jenis sudah banyak membantu.

Abstract

DETERMINATION OF STONE AND SOIL LAYERS BY WENNER SYSTEM. By applying Wenner's geoelectric method, the determination of stone and soil layer estimates at an area can be done, and the maximum depth can be known. In order to solve groundwater problems at several regions in Indonesia, such as coastal areas, limestone areas, volcano sediment areas, and NPP sites, the measurement of specific resistance has been quite helpful.

¹⁾ *Bidang Penerapan Sistem Energi, P2EN - BATAN*

I. PENDAHULUAN

Tujuan dari pengukuran geolistrik ialah untuk mengetahui tahanan jenis batuan didalam bumi, dengan memakai sistem empat elektroda yang dihubungkan dengan baik pada bumi. Adapun dua elektroda dipakai untuk memasukkan arus listrik kedalam bumi, disebut elektroda arus (*current electrode*) dan dua elektroda lainnya dipakai untuk mengukur voltage yang timbul karena arus tadi, elektroda ini disebut elektroda potensial (*potential electrode*).

Ada beberapa cara dalam menyusun ke empat elektroda tersebut, yang akan dibicarakan dalam tulisan ini adalah susunan elektroda Wenner. Dalam susunan elektroda Wenner pengaturan jarak ke empat elektroda dibuat tetap, jadi dalam setiap perpindahan elektroda diatur sedemikian rupa sehingga jarak keempat elektroda tersebut terletak sepanjang garis lurus yang dipindah-pindahkan, mula mula dekat lalu makin lama makin jauh sehingga arus sudah tidak dapat lagi mengalir dengan baik, pada tiap kedudukan dibaca langsung voltage yang terjadi dan dicatat, lalu dihitung besarnya tahanan jenis pada tiap kedudukan. Teknik pelaksanaan yang digunakan adalah *Vertical Electric Sounding* (VES).

Dengan tujuan mendapatkan perubahan tahanan jenis terhadap kedalaman dibawah suatu titik di bumi, yang menembus kedalaman tertentu bertambah besar dengan makin besarnya jarak antara elektroda arus.

Teknik interpretasi dua lapisan dipilih untuk digunakan dengan suatu keuntungan sangat mudah digunakan dilapangan. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas, maka dalam tulisan ini akan diberikan contoh cara menganalisa kurva lapangan Sigli, Aceh (Lampiran A) yang datanya diperoleh dari Suhardi (1978). Dari besarnya tahanan jenis yang diperoleh, dapat dipakai untuk pengenalan litologi, menentukan ketebalan dan batas lapisan satuan batuan secara tegak (vertikal).

II. LATAR BELAKANG TEORI

Kemudahan setiap batuan dilalui arus listrik adalah merupakan dasar penyelidikan geolistrik. Kulit bumi disusun oleh bermacam-macam batuan yang mempunyai tahanan jenis yang saling berbeda. Susunan kulit bumi tersebut dalam batas-batas tertentu dapat diketahui dari hasil penyelidikan geolistrik.

II.1. Resistivitas Semu

Yang dimaksud dengan resistivitas (tahanan jenis) batuan adalah tahanan jenis yang diberikan oleh massa batuan sepanjang 1 meter dengan luas penampang 1 meter persegi kalau dialiri listrik dari ujung ke ujung. Resistivitas listrik suatu bahan (material) di definisikan sebagai:

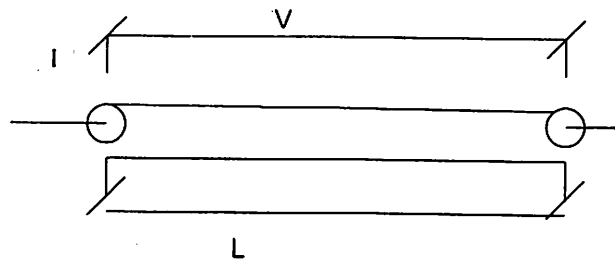
$$\rho = R \frac{A}{L} \quad (1)$$

Dimana : ρ = tahanan jenis material (Ω -m)
 R = tahanan yang diukur (Ω)
 A = luas penampang material (m^2)
 L = panjang (m)

Karena : $R = \Delta V/I$, maka diperoleh persamaan dibawah ini

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \times \frac{A}{L} \quad (2)$$

Dimana : V = beda potensial (volt)
 I = kuat arus yang melalui material (ampere)

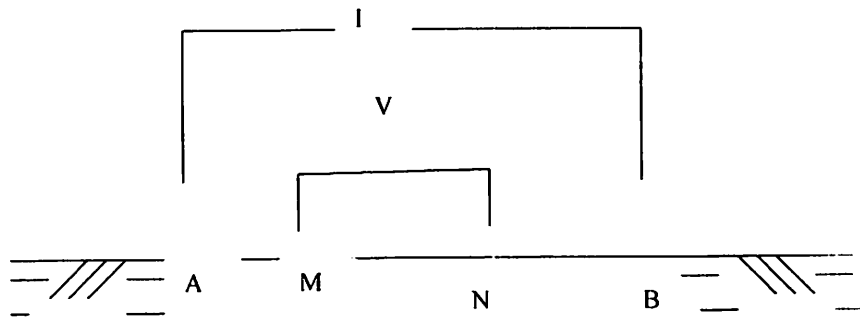


Gambar 1. Material yang dilalui arus listrik

Dalam eksplorasi dengan menggunakan metoda resistivitas bumi, besaran fisik yang diukur adalah arus I yang mengalir antara dua elektroda arus yang terletak dititik titik M dan N (gambar 2), perbedaan potensial V antara dua elektroda pengukur yang terletak dititik-titik A dan B, antara jarak-jarak elektroda-elektroda. Karena dipergunakan empat elektroda, maka resistivitas bumi yang diukur adalah:

$$\rho = K \frac{V}{I} \quad (3)$$

Dengan K sebagai faktor geometri, yang menyatakan efek jarak pisah elektroda. Persamaan diatas dipergunakan untuk model bumi yang serba sama, tetapi pada kenyataan bumi tidak serba sama, maka persamaan diatas digunakan sebagai definisi resistivitas semu bumi.



Gambar 2. Kedudukan elektroda

Suatu langkah yang paling sederhana dalam penyajian harga resistivitas adalah menganggap bahwa pengukuran dijalankan pada bumi sebagai media yang homogen penuh. Seperti diketahui bahwa bumi adalah suatu massa yang heterogen, keadaan ini menyebabkan harga resistivitas yang diperoleh selama pengukuran adalah harga-harga nisbi atau harga semu.

Harga resistivitas semu ini mungkin dapat lebih besar atau lebih kecil dari harga sebenarnya, tapi kadang-kadang dijumpai harga yang sama. Potensial gradien akan tak terhingga bila spasi elektroda mendekati nol. Akibatnya bila spasi elektroda mendekati nol maka resistivitas semu akan mendekati harga resistivitas sebenarnya bila spasi elektroda sangat kecil.

Harga tahanan jenis batuan ditentukan oleh masing-masing tahanan jenis unsur pembentuk batuan. Hantaran listrik pada batuan yang ada didekat permukaan tanah, sebagian besar ditentukan oleh distribusi elektrolit yang ada didalam pori-pori batuan tersebut.

Selain dari jenis batuan dan jumlah masing-masing unsur pembentuk batuan, tahanan jenis batuan ditentukan oleh faktor-faktor sebagai berikut:

1. Porositas batuan
2. Permeabilitas batuan
3. Hantaran/tahanan jenis cairan yang ada didalam pori-pori batuan
4. Temperatur

Jangkauan (*range*) harga tahanan jenis batuan dengan kandungan air dapat dilihat pada (lampiran A). Secara teoritis hubungan antara nilai tahanan jenis dengan macam-macam batuan adalah sebagai berikut :

1. Batuan sedimen lepas akan menunjukkan nilai tahanan jenis lebih rendah dibandingkan dengan batuan sedimen yang kompak. Batuan beku dan batuan metamorfosa umumnya mempunyai tahanan jenis yang tinggi.
2. Harga tahanan jenis batuan akan lebih rendah bilamana batuan itu mengandung air.
3. Tidak ada batas yang jelas antara besarnya nilai tahanan jenis batuan yang satu dengan yang lainnya (terdapat *over lapping*)
4. Tidak ada kesamaan umum antara macam batuan dengan nilai tahanan jenis.

5. Tahanan jenis batuan dapat berbeda secara mencolok tidak saja pada batuan yang berbeda juga pada batuan yang sama.

Hubungan antara harga tahanan jenis, porositas dan kadar air dari batuan dapat dilihat pada persamaan Archi sebagai berikut:

$$\rho = a \cdot \rho_w \cdot \phi^{-m} \quad (4)$$

dimana : ρ = tahanan jenis batuan
 ρ_w = tahanan jenis air didalam pori
 ϕ = porositas
 a, m = parameter

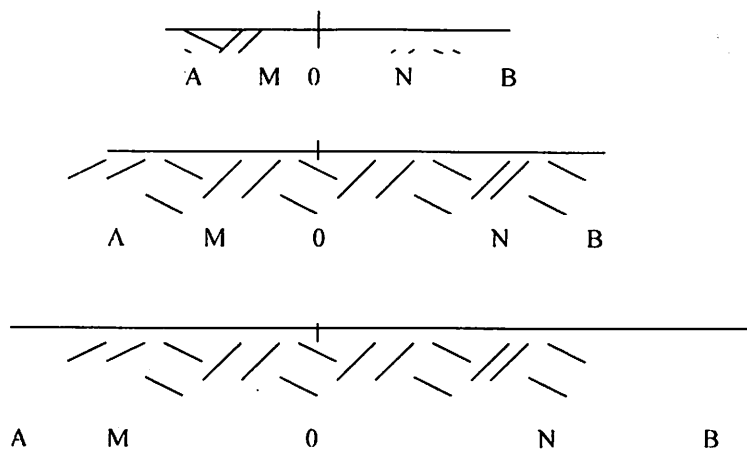
Dari persamaan diatas dapat dilihat bahwa makin besar porositas batuan yang jenuh air, makin kecil harga tahanan jenisnya. Untuk lempung atau batu pasir yang jenuh air garam, harga tahanan jenisnya kecil dari 10 Ω -meter.

Tahanan jenis pasir, kerikil yang jenuh air tawar berkisar dari 15 Ω -meter sampai 600 Ω -meter. Batuan beku dan pasir kering mempunyai tahanan jenis sampai beberapa ribu ohm meter.

II.2. Vertical Electric Sounding

Tujuan dari pada *vertical electric sounding* adalah mempelajari perubahan tahanan jenis terhadap kedalaman dibawah suatu titik dipermukaan dan mengkorelasikan dengan data geologi agar diketahui struktur atau gambaran bawah bumi lebih lengkap.

Prosedur ini didasarkan pada kenyataan bahwa bagian dari arus listrik yang dimasukkan ke bumi menembus kedalaman tertentu bertambah besar dengan makin besarnya jarak antara elektroda arus.



Gambar 3. Letak Elektroda pada VES

Meskipun demikian arus listrik yang menembus medium homogen ini tidak dapat digunakan sebagai pegangan yang berlaku untuk bumi yang berlapis tidak homogen. Untuk

bumi atau media yang tidak homogen dimana arus yang menembus sampai kedalaman tertentu tergantung pada geometri susunan lapisan bumi.

Dalam penyelidikan vertical electric sounding dengan susunan Wenner, elektroda potensial dibuat tetap pada tengah-tengah garis lurus, sedangkan elektroda arus dipindah-pindahkan secara sistimatis keluar.

III. PERALATAN DAN METODA LAPANGAN

Alat-alat yang digunakan untuk penyelidikan, ini berkisar dari yang sederhana, *portable* dan murah harganya sampai kepada yang agak rumit, berat dan mahal.

Untuk penyelidikan-penyelidikan geologi teknik yang tidak memerlukan data-data bawah permukaan yang dalam seperti pada penyelidikan susunan tanah dan batuan, biasanya tidak memerlukan alat yang rumit.

III.1. Peralatan

Alat pengukur resistivitas bumi yang portable dan sederhana bentuknya ada bermacam-macam tipe seperti Yokogawa dan Abem terameter, pada umumnya prinsip kerja alatnya terdiri dari :

III.1.1. Elektroda

Yang didasarkan fungsinya elektroda arus dan elektroda potensial.

a. elektroda arus

Alat ini berfungsi menentukan arus listrik kedalam tanah. Bentuknya seperti tongkat, dibuat dari logam yang mudah dilalui arus listrik. Salah satu ujungnya dibuat runcing agar mudah ditancapkan dalam tanah. Pada waktu dipergunakan elektroda ini dihubungkan dengan sumber listrik. Elektroda ini ditanamkan pada jarak yang telah direncanakan sesuai dengan harga faktor K. Jarak-jarak ini dapat diukur dengan tali atau kabel pengukur, masing-masing dengan arah yang berlawanan.

b. Elektroda potensial

Arus listrik yang dimasukkan kedalam tanah akan mengalir ke elektroda potensial. Melalui elektroda ini dapat diukur beda potensialnya, dengan demikian alat ini berfungsi untuk menerima arus listrik yang dimasukkan kedalam tanah. Adanya polarisasi yaitu terjadi didalam tanah akan dapat ditangkap oleh elektroda ini beda potensial yang tercatat pada alat tidak menunjukkan harga semestinya karena telah dipengaruhi oleh adanya polarisasi. Untuk menghindari pengaruh polarisasi maka elektroda potensial dibuat dengan bentuk yang berbeda terhadap elektroda arus. Bentuknya seperti periuk, dibuat dari porselin yang berpori halus didalamnya diisi dengan cairan prusi (CuSO_4), didalam prusi dimasukkan logam yang pada

ujungnya tidak sampai menyentuh dasar periuk, ujung lainnya tidak tercelup prusi. merupakan yang dipakai untuk menghubungkan dengan alat pengukur beda potensial. Apabila elektroda yang berbentuk periuk tidak ada maka elektroda yang berbentuk seperti elektroda arus dapat dipakai sebagai pengganti elektroda potensial.

III.1.2. Sumber Arus Listrik

Sumber arus listrik yang digunakan tergantung daripada alat resistivitas yang dipakai. Untuk alat yang memakai alat arus searah, sumber arus listrik yang digunakan biasanya adalah baterai atau aki, yang dipakai umumnya dari aki 12 volt atau 24 volt. Sumber listrik yang berasal dari generator umumnya dipergunakan untuk alat yang memerlukan arus listrik bolak-balik.

III.1.3. Kabel

Kabel dipergunakan untuk menghubungkan elektroda arus dengan sumber arus maupun untuk menghubungkan elektroda potensial dengan alat pengukur beda potensial. Biasanya kabel yang dibutuhkan agak panjang, bahkan satu gulungan sampai mencapai 500 meter maka praktisnya kabel ditempatkan pada gulungan kabel yang dapat diputar. Kabel ini dibutuhkan lebih kurang 4 gulungan.

III.1.4. Pesawat Pengukur Arus Listrik

Pesawat ini fungsinya untuk mengukur kuat arus listrik yang dimasukkan kedalam tanah lewat elektroda arus, untuk mengukur beda potensial pada 2 kutub elektroda potensial. Arus listrik yang dimasukkan kedalam tanah diukur kuat arusnya pada ampere meter, beda potensialnya diukur pada volt meter. dengan diketahuinya jarak antara elektroda-elektroda maka besarnya tahanan jenis dapat ditentukan.

III.1.5. Pita ukur

Alat ini dipergunakan untuk mengukur jarak antara elektroda satu terhadap lainnya, panjangnya tergantung jarak lintasan elektroda yang dilaluinya. Untuk itu praktis dipakai 2 jalur pita ukur yang ditempatkan pada sebelah kanan dan kiri dari titik pertengahan 2 buah elektroda potensial.

III.1.6. Lembar catatan data

Untuk mencatat dan menghitung hasil pengamatan alat disiapkan kertas dan grafik log-log yang transparan dengan skala tertentu.

III.2. Teknik Pelaksanaan Pengukuran

Berhasil tidaknya dengan baik penyelidikan ini sangat tergantung kepada:

1. Teknik pelaksanaan dilapangan

Penerapan cara ini sangat tergantung oleh keadaan medan, syarat yang ideal untuk melakukan pengukuran adalah:

- a. Permukaan tempat pengukran harus hampir rata (datar).
- b. Tidak terdapat benda-benda yang dapat mengganggu jalanya arus listrik. seperti tiang-tiang besi kabel listrik bawah tanah, pondasi, jalan kereta api dan sebagainya. Umumnya syarat seperti disebutkan diatas seluruhnya tidak dapat dipenuhi, seringkali keadaan medan yang curam harus dihadapi. dalam keadaan seperti ini yang paling utama harus diperhatikan adalah menentukan atau meletakkan tempat pengukuran. Paling sedikitnya harus diusahakan agar letak bentangan kabel berada dalam posisi hampir datar, umpamanya denga cara meletakkan secara sejajar dengan garis kontur topografi. Terhadap pipa besi, rel dan lainnya diusahakan tidak memotong tetapi sejajar dengan konturnya.

2. Tahap-tahap operasi penyelidikan dilapangan

dalam melakukan pengkuran dengan metoda resistivitas maka beberapa hal yang perlu mendapat perhatian:

- a. Tentukan terlebih dahulu tempat dimana pengukuran akan dilaksanakan. Usahakan agar letak dari titik duga dapat memberikan data yang diperlukan tetapi juga tidak akan terganggu oleh adanya faktor-faktor pada waktu pengukuran. Hendaknya harus diperhatikan juga letak dari pada titik itu harus memungkinkan untuk merencanakan kabel arus sejauh kedalaman yang di inginkan dan dengan posisi yang hampir datar. juga arah lintasan hendaknya dipilih sejajar strike, untuk mengurangi kesalahan geometris.
- b. Untuk memperoleh informasi sampai kedalaman , misal lebih kurang t meter maka diperlukan rentangan paling sedikit $3t$ meter sampai $4t$ meter.
- c. Sebelum pengamatan dimulai, diperiksa terlebih dahulu apakah keadaan alat yang digunakan berfungsi dengan baik, antara lain apakah baterainya masih menunjukkan voltage yang ditentukan, sambungan pada elektroda keadaanya bersih tidak terganggu. semua hal-hal tersebut diatas bertujuan untuk mengurangi gangguan pada hasil pengukuran sehingga koreksi yang seharusnya dilakukan bisa dipermudah.

III.3. Kesalahan Yang Mungkin Timbul

Kesalahan ini terlihat pada titik-titik (harga resistivitas semu) dari grafik yang tiba-tiba meloncat (naik atau jatuh sebelumnya) sehingga tidak dapat di plot pada grafik arsirannya (*smooth*).

Adapun sebab-sebab timbulnya kesalahan :

1. Meletakkan elektroda arus yang tidak simetris terhadap titik tengah.
2. Bila salah satu elektroda arus diletakkan dekat pagar kawat akan kontak dengan tanah. yang membujur sepanjang garis bentangan elektroda arus.
3. bocoran arus pada kabel elektroda arus, terutama bila dekat dengan letak AB dan akan menyebabkan bertambahnya harga rapat arus dibawah AB. Akibatnya resistivitas semu melonjak naik, pengecekan tempat yang bocor dapat ditemukan tahap demi tahap tergantung pada arus sepanjang kabel yang telah terpakai tadi. hal ini diperiksa untuk kedua arah kabel.

IV. TEKNIK INTERPRETASI

Dalam pendugaan resistivitas beberapa macam konfigurasi elektroda digunakan orang. dengan demikian interpretasi data juga berbeda-beda tergantung macam konfigurasi elektroda digunakan. Dalam tulisan ini hanya akan dibahas interpretasi pendugaan Wenner.

Dari hasil pengamatan dilapangan, maka dapat dihitung harga tahanan jenis semu yang terukur, untuk susunan elektroda Wenner tahanan jenis untuk setiap jarak "a" tertentu dapat dihitung dengan rumus:

$$\rho = 2 \pi a. R \Omega/m \quad (5)$$

Harga tahanan jenis dihitung satu persatu untuk setiap jarak "a" yang diamati, hasil perhitungan dicantumkan pada kertas logaritma ganda yang transparan. Dengan menghubungkan titik hasil plotting akan diperoleh kurva-kurva lapangan tersebut, maka kurva harus dihaluskan terlebih dahulu.

Tahapan berikutnya setelah memperoleh kurva lapangan sesudah dihaluskan adalah menganalisa kurva tersebut. Cara pemakaian dalam menganalisa kurva tersebut. Cara pemakaian dalam menganalisa adalah *partial curve matching* (Lampiran B).

Partial curve matching merupakan cara kualitatif dalam menganalisa kurva tahanan jenis. Pada cara ini kurva tahanan jenis diperoleh dibandingkan dengan grafik baku yang telah dihitung secara matematis. Dengan menghimpitkan lengkung-lengkung duga kurva lapangan pada grafik baku bagian per bagian, maka diperoleh nilai tahanan jenis sebenarnya dan ketebalan dari tiap lapisan batuan pada titik duga.

Ketebalan dan tahanan jenis lapisan ini ditunjukkan oleh koordinat dari suatu titik bantu yang biasanya disebut titik silang kedua (*the second cross*). Posisi dari titik bantu tersebut

diperoleh dari proses *curve matching* kurva lapangan terhadap kurva baku (standar, Gambar 1) dan kurva bantu (Gambar 2).

Berdasarkan ketebalan dan tahanan jenis berikutnya dapat dicari, dengan menganalisa bagian per bagian dari kurva lapangan akan diperoleh nilai tahanan jenis dan ketebalan lapisan batuan (Gambar 3) yang terdapat dibawah titik duga *resistivity sounding* itu sendiri.

Untuk lebih jelasnya dibawah ini akan diuraikan cara menganalisa kurva lapangan tersebut sebagai berikut:

1. Data lapangan di plotkan pada kertas bilogaritma transparan, jarak "a" sebagai ordinat ρa sebagai absisnya. Pelajari bentuk bagian kiri kurva lapangan, tentukan tipe bagian kurva tersebut.
2. Himpitkan bagian kurva lapangan dengan kurva standar dua lapisan. Koordinat titik asal kurva standar yang dibaca pada kurva lapangan merupakan tahanan jenis dan ketebalan dari lapisan pertama (Lampiran C. $\rho_1 = 879,2 \Omega m$ dan $a = 1 m$). Kurva standar yang sesuai tadi menunjukkan harga perbandingan tahanan jenis antara lapisan kedua dan pertama.
 $\rho_2/\rho_1 = 1/3$. Jadi $\rho_2 = 1/3 \times 879,2 \Omega m = 293,1 \Omega m$
3. Titik asal pertama (I) diletakkan tepat pada titik asal kurva lapangan. Kemudian pada kertas bilogaritma dibuat kurva pembantu dari jenis yang sesuai dengan tipe kurva lapangan. Kemudian pada kertas bilogaritma dibuat kurva pembantu dengan harga $\rho_2/\rho_1 = 1/3$. Kurva pembantu ini merupakan tempat kedudukan titik asal selanjutnya (II), maka akan menentukan harga tahanan jenis lapisan ketiga dan ketebalan lapisan kedua. Tahanan jenis lapisan ketiga merupakan perkalian ordinat titik asal II dengan perbandingan $\rho_2/\rho_1 =$ yang didapat, lihat gambar 4. $\rho_3 = 2 \times 293,1 \Omega m = 586,2 \Omega m$. Ketebalan lapisan kedua ditunjukkan oleh titik asal II.
4. Untuk bagian kurva lapangan dengan spasi yang lebih besar ulangi langkah tersebut diatas.

Dengan mengkorelasikan keadaan geologi setempat dengan hasil analisa, maka harga-harga tahanan jenis sebenarnya dapat dikelompokkan dan ditafsirkan sebagai jenis batuan tertentu (Lampiran A).

V. KESIMPULAN

Dari uraian di muka, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan metoda geolistrik sistem Wenner dapat dilakukan penentuan pendugaan lapisan tanah dan batuan dalam suatu daerah, demikian pula kedalaman maksimum suatu lapisan dapat diketahui.
2. Peta geologi sangat membantu untuk penetapan lapisan mengandung air.
3. Perlu adanya parameter data, berupa lubang pemboran, sumur uji dan singkapan-singkapan untuk mencocokkan penyelidikan resistivitas yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. BRAJA.S., "Diktat Pengantar Geofisika eksplorasi", Laboratorium & Vulkanologi. Departemen teknik Geologi ITB, Bandung, 1980.
2. BROJONEGORO. A., "Metoda Pengukuran tahanan jenis bawah permukaan", Lembaga Fisika Nasional, LIPI, 1981.
3. DOBRIN, M.B., "Introduction to Geophysical Prospecting", Mc Graw-hill Book Company, Inc., New York, 1974.
4. SEARS, F.W., "Modern University Physics", D.Van Nostran Company, Inc., 1963

Lampiran A

Tabel 1. Data lapangan

No	a (m)	V (mV)	I (mA)	R (Ω)	$K = 2 \eta a$	$\rho a = 2 \eta a R$
1	1	1400,00	10	140,00	6,28	879,20
2	2	360,00	10	36,00	12,56	452,16
3	3	216,00	10	21,60	18,84	405,06
4	4	200,00	10	20,00	25,12	502,40
5	5	100,00	10	10,00	31,40	314,00
6	6	68,00	10	6,80	37,68	256,22
7	7	32,00	10	3,20	43,96	140,64
8	8	18,00	10	1,80	50,24	90,43
9	9	11,50	10	1,15	56,52	64,99
10	10	7,80	10	0,78	62,80	48,98
11	15	3,00	10	0,30	94,20	28,26
12	20	1,40	10	0,14	125,60	17,58
13	25	1,00	10	0,10	157,00	15,70
14	30	0,75	10	0,075	188,40	14,13
15	40	0,55	10	0,055	251,20	13,81
16	50	0,40	10	0,40	314,00	12,56

Tabel 2. Hasil plotting tahanan jenis lapisan data lapangan dengan kurva *matching*

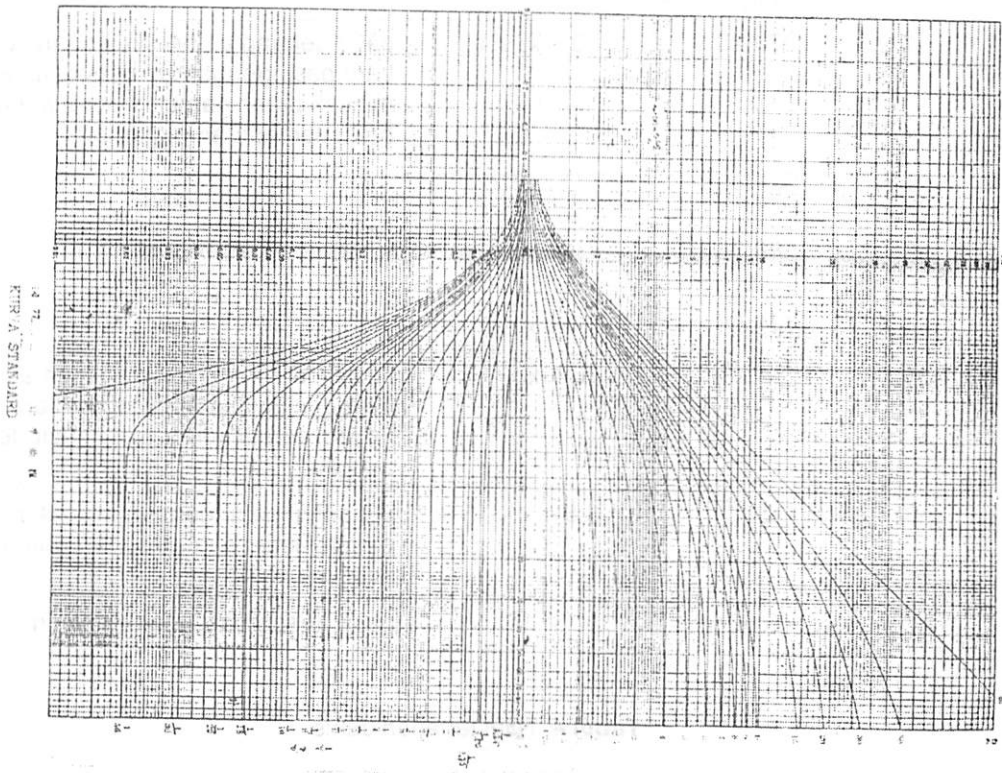
No.	ρ_n	plotting ρ_n/ρ_{n-1}		Tahanan Jenis Ωm
1	ρ_1	-	-	879.20
2	ρ_2	1/3	$\rho_1 / 3$	293.10
3	ρ_3	2	$2 \rho_2$	586.20
4	ρ_4	1/4	$\rho_3 / 4$	146.55
5	ρ_5	1/9	$\rho_4 / 9$	16.28
6	ρ_6	1/6	$\rho_5 / 6$	2.71
7	ρ_7	1/4	$\rho_6 / 4$	0.68

Tabel 3. Hasil Analisa Kurva Lapangan

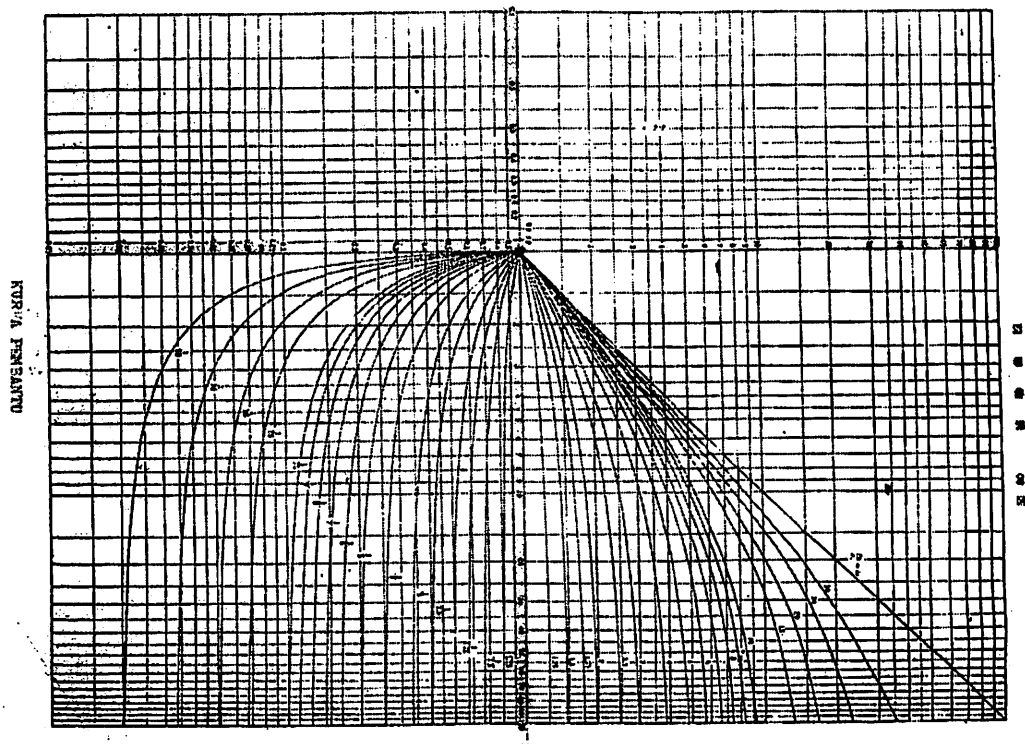
No	ρ_n	Tahanan Jenis (Ωm)	Kedalaman x (m)	Litologi (perkiraan)
1.	ρ_1	879,20	$0 < x \leq 1$	pasir dengan air bersih, serpih keras, batu pasir dengan air bersih, air asin, minyak bumi, gamping porous, batuan beku dan batuan metamorf
2	ρ_2	293,10	$1 < x \leq 2$	idem
3	ρ_3	586,20	$2 < x \leq 4$	idem
4	ρ_4	146,55	$4 < x \leq 6$	idem
5	ρ_5	16,28	$6 < x \leq 8,5$	sedikit lempung, pasir dengan air payau, minyak bumi, sedikit serpih lunak, serpih keras, batu pasir dengan air asin
6	ρ_6	2,71	$8,5 < x \leq 15$	lempung, pasir dengan minyak bumi, serpih lunak, batu pasir dengan air asin, minyak bumi
7	ρ_7	0,68	> 15	pasir dengan air asin, lempung

Tabel 4. Nilai tahanan Jenis

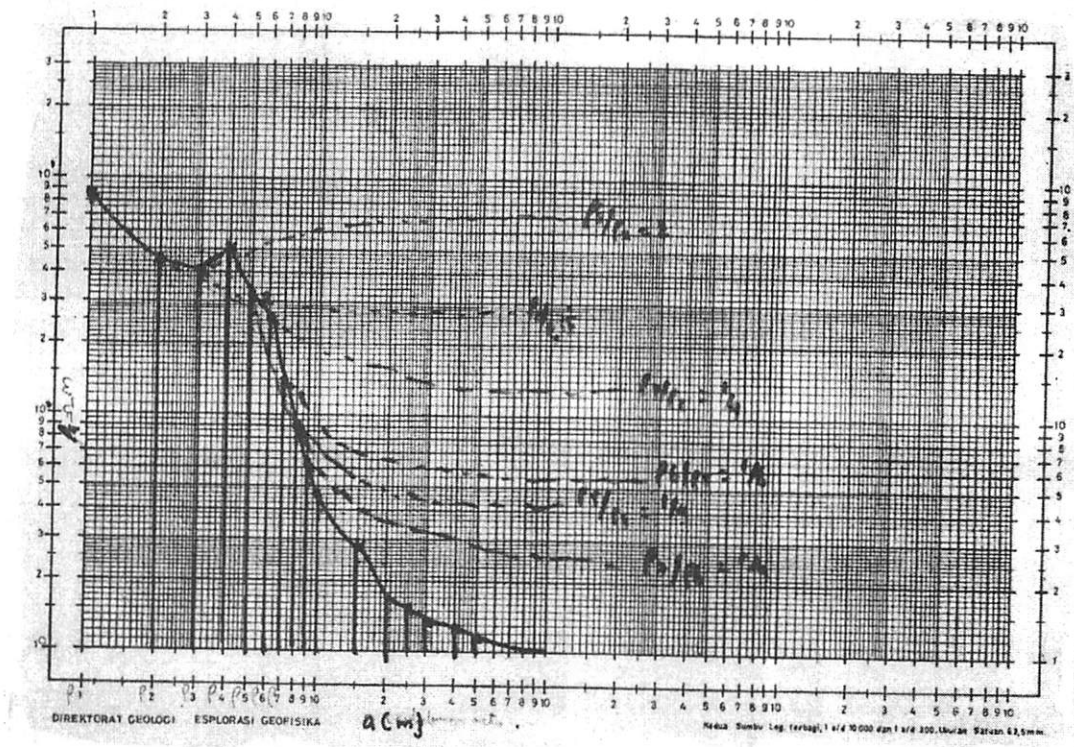
Batuan	Tahanan jenis (Ωm)						
	0,1	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6
Lempung	[Horizontal bar spanning from 0,1 to 10]						
Pasir dengan	Air bersih	[Horizontal bar spanning from 10 to 1000]					
	Air payau	[Horizontal bar spanning from 10 to 100]					
	Air asin	[Horizontal bar spanning from 0,1 to 10]					
	Minyak bumi	[Horizontal bar spanning from 0,1 to 100]					
Serpih lunak	[Horizontal bar spanning from 0,1 to 100]						
Serpih keras	[Horizontal bar spanning from 10 to 1000]						
Batu pasir dengan	Air bersih	[Horizontal bar spanning from 100 to 10000]					
	Air asin	[Horizontal bar spanning from 0,1 to 1000]					
	Minyak bumi	[Horizontal bar spanning from 10 to 10000]					
Gamping porous	[Horizontal bar spanning from 1000 to 10000]						
Gamping padat	[Horizontal bar spanning from 10000 to 100000]						
Batuan beku	[Horizontal bar spanning from 1000 to 10000]						
Batuan metamorf	[Horizontal bar spanning from 100 to 10000]						



Gambar 1. Kurva Standar



Gambar 2. Kurva Pembantu



Gambar 3. Kurva Hasil Analisis