

**LABORATORIUM GEODINAMIK, HIDROGEOLOGI, DAN
PLANOLOGI**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO**



**STANDARD OPERASIONAL PROSEDUR (SOP)
PENGUKURAN GEOLISTRIK**

PENGESAHAN		
Disiapkan Oleh:	Diperiksa Oleh:	Disahkan Oleh:
Dosen Laboratorium	Kepala Laboratorium	Ketua Departemen
Dr.rer.nat. Thomas Triadi Putranto, S.T., M.Eng. NIP. 197712112005011002	Dr.rer.nat. Thomas Triadi Putranto, S.T., M.Eng. NIP. 197712112005011002	Najib, ST., M.Eng, Ph.D. NIP.197710202005011001

No. Dokumen :	No./ Tanggal: 00 Revisi
Tanggal Terbit : 23 November 2020	Halaman : 1 dari 12
PERINGATAN <i>Dokumen ini adalah milik Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro dan TIDAK DIPERBOLEHKAN dengan cara dan alasan apapun membuat salinan tanpa seijin Ketua Departemen</i>	
Alamat: Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia, 50275 Telp: (024) 76480787; Fax: (024) 76480787 Email: geologi@ft.undip.ac.id ; Website: http://geologi.ft.undip.ac.id/	

	LABORATORIUM GEODINAMIK, HIDROGEOLOGI, DAN PLANOLOGI	No Dokumen	:	
		Tanggal Terbit	: 23 November 2020	
	STANDARD OPERASIONAL PROSEDUR (SOP) PUMPING TEST (UJI PEMOMPAAN)	No/ Tanggal Revisi	:	00
		Halaman	:	3 dari 12

1. TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Pengertian Geolistrik

Pada pelaksanaannya, metode geolistrik ini menghitung arus listrik yang merambat pada batuan dengan data berupa V (voltase) dan I (arus listrik) yang kemudian dihitung nilai resistivitas batumannya. Karena data yang dihitung berupa data resistivitas, metode geolistrik ini juga sering disebut sebagai metode *resistivity*.

Metode *resistivity* adalah metode geofisika untuk menyelidiki struktur bawah permukaan berdasarkan perbedaan resistivitas batuan. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengetahui sifat kelistrikan medium batuan di bawah permukaan yang berhubungan dengan kemampuannya untuk menghantarkan listrik atau resistivitas (Todd, 1980). Resistivitas suatu material ini menunjukkan tingkat hambatannya terhadap arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas maka makin sukar untuk menghantarkan arus listrik, dan juga sebaliknya. Semakin kecil nilai resistivitasnya maka semakin mudah untuk menghantarkan arus listrik. Arus listrik akan terhantarkan oleh air akibat adanya gerakan dari ion- ion elektronik. Untuk menentukan apakah material didalam reservoir bersifat menghantar arus listrik atau tidak maka digunakan parameter resistivitas (Prameswari, dkk 2012). Menurut Said (2009) aliran arus listrik di dalam batuan dan mineral dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu:


- Konduksi secara elektronik

Konduksi yang terjadi jika batuan atau mineral memiliki banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron-elektron bebas tersebut.

- Konduksi secara elektrolitik

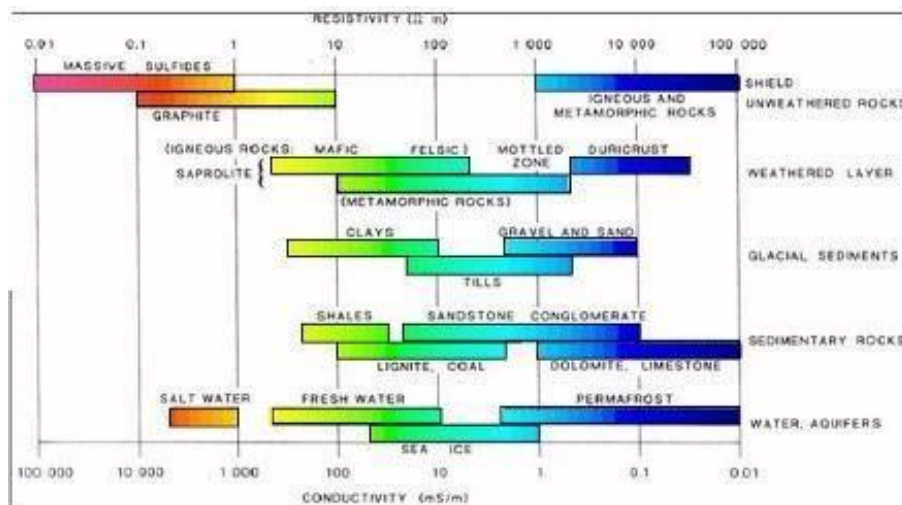
Konduksi yang terjadi apabila arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolitik dalam air. Konduktivitas akan semakin besar apabila kandungan air dalam batuan bertambah banyak, dan sebaliknya resistivitas akan semakin besar jika air dalam batuan berkurang.

- Konduksi secara dieletrik

	LABORATORIUM GEODINAMIK, HIDROGEOLOGI, DAN PLANOLOGI	No Dokumen	:	
		Tanggal Terbit	: 23 November 2020	
	STANDARD OPERASIONAL PROSEDUR (SOP) PUMPING TEST (UJI PEMOMPAAN)	No/ Tanggal Revisi	:	00
		Halaman	:	4 dari 12

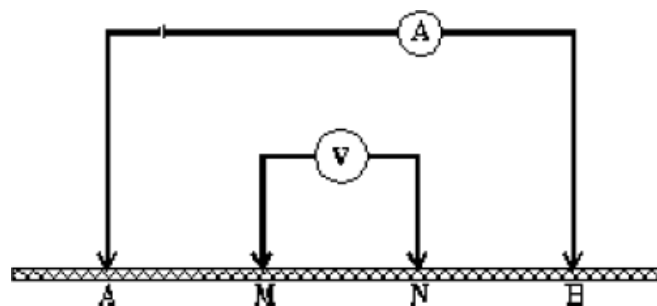
Konduksi yang terjadi jika batuan atau mineral tersebut mempunyai elektron bebas sedikit bahkan tidak ada sama sekali. Akan tapi karena adanya pengaruh medan listrik dari luar maka elektron dalam bahan berpindah dan berkumpul terpisah dari inti, sehingga terjadi polarisasi.

Setiap batuan memiliki nilai kelistrikan/resistivitas (Gambar 1) yang berbeda-beda. Hal inilah yang dapat membantu dalam penentuan jenis batuan. Nilai resistivitas ini tidak hanya bergantung pada jenis batuan saja tetapi bergantung juga pada pori batuan dan kandungan fluida pada pori tersebut.




Gambar 1. Harga resistivitas batuan (Palacky, 1987 dalam Prameswari, dkk, 2012)

Resistivitas batuan (di lapangan) dapat diukur secara tidak langsung dengan mengalirkan arus listrik kedalam tanah melalui dua titik (elektroda arus) di permukaan tanah dan mengukur beda potensial antara dua titik (elektroda potensial) yang lain dipermukaan tanah (Gambar 2)



Gambar 2. Elektroda arus dan potensial Konfigurasi Wenner- Schlumberger (Telford, 1990)

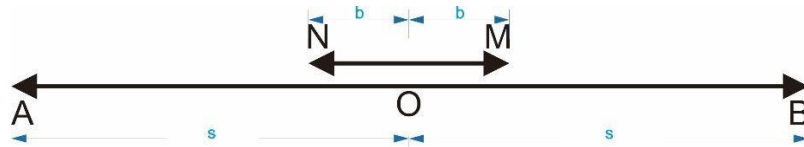
	LABORATORIUM GEODINAMIK, HIDROGEOLOGI, DAN PLANOLOGI	No Dokumen	:	
		Tanggal Terbit	: 23 November 2020	
	STANDARD OPERASIONAL PROSEDUR (SOP) PUMPING TEST (UJI PEMOMPAAN)	No/ Tanggal Revisi	:	00
		Halaman	:	5 dari 12

a. Konfigurasi Geolistrik

Geolistrik memiliki beberapa konfigurasi dimana setiap konfigurasi memiliki rangkaian elektroda dan perpindahan elektroda masing-masing. Selain memiliki rangkaian elektroda dan perpindahannya, masing-masing konfigurasi juga memiliki perhitungan dan hasil tersendiri. Konfigurasi geolistrik ini terdiri dari konfigurasi *schlumberger*, *wenner* dan *dipole-dipole*.

a. Konfigurasi *Schlumberger*


Konfigurasi *Schlumberger* dilakukan dengan memindahkan elektroda namun tidak semuanya dipindahkan, elektroda arus saja yang dipindahkan secara logaritmik, sedangkan elektroda potensial tetap (Todd, 1980). Konsep dari konfigurasi *Schlumberger* adalah sebagai berikut: Jarak $AO = BO = s$, $MO = NO = b$, Eksentrisitas $b/s < 1/3$ Titik O adalah pusat konfigurasi (Gambar 3).



Gambar 3. Rangkaian elektroda konfigurasi *Schlumberger* (Telford, 1990)

Elektroda arus A dan B selalu dipindahkan sesuai dengan jarak yang telah ditentukan, sedangkan elektroda potensial M dan N hanya dipindahkan pada jarak-jarak tertentu dengan syarat jarak $MN \leq 1/3$ (jarak $AB/2$). Pada prinsip konfigurasi *Schlumberger* idealnya jarak MN dibuat sekecil-kecilnya, sehingga jarak MN secara teoritis tidak berubah. Tetapi karena keterbatasan kepekaan alat ukur, maka ketika jarak AB sudah relatif besar maka jarak MN hendaknya dirubah. Perubahan jarak MN hendaknya tidak lebih besar dari $1/5$ jarak AB (Broto dan Afifah, 2008).

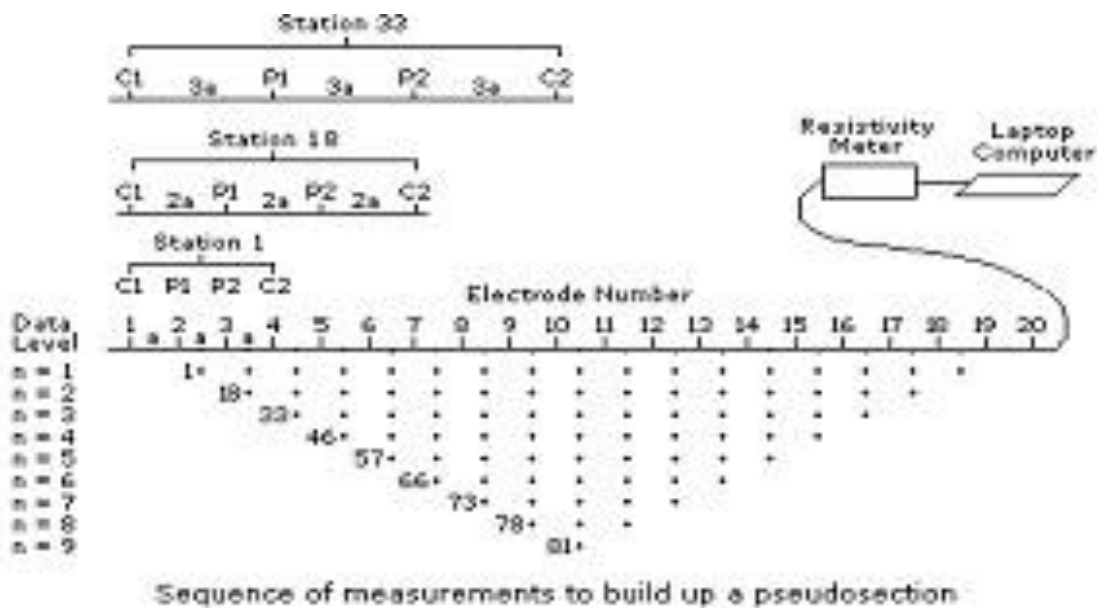
Kelemahan dari konfigurasi *Schlumberger* adalah pembacaan tegangan pada elektroda MN adalah lebih kecil terutama ketika jarak AB yang relatif jauh, sehingga diperlukan alat ukur multimeter yang mempunyai karakteristik *high impedance* (pengukuran hambatan total akurasi tinggi) dengan mengatur tegangan minimal empat digit atau dua digit di

	LABORATORIUM GEODINAMIK, HIDROGEOLOGI, DAN PLANOLOGI	No Dokumen	:	
		Tanggal Terbit	: 23 November 2020	
	STANDARD OPERASIONAL PROSEDUR (SOP) PUMPING TEST (UJI PEMOMPAAN)	No/ Tanggal Revisi	:	00
		Halaman	:	6 dari 12

belakang koma atau dengan cara menggunakan peralatan arus yang mempunyai tegangan listrik DC yang sangat tinggi. Keunggulan konfigurasi *Schlumberger* adalah kemampuan untuk mendeteksi adanya sifat tidak homogen lapisan batuan pada permukaan, yaitu dengan membandingkan nilai resistivitas semu ketika terjadi perubahan jarak elektroda $MN/2$ (Anonim, 2007 dalam Broto dan Afifah, 2008).


b. Konfigurasi Wenner

Konfigurasi ini dilakukan dengan cara meletakkan titik-titik elektroda dengan beda jarak satu sama lain yang sama. Elektroda yang bersebelahan akan berjarak sama ($AM = MN = NB = a$) (Gambar 4).

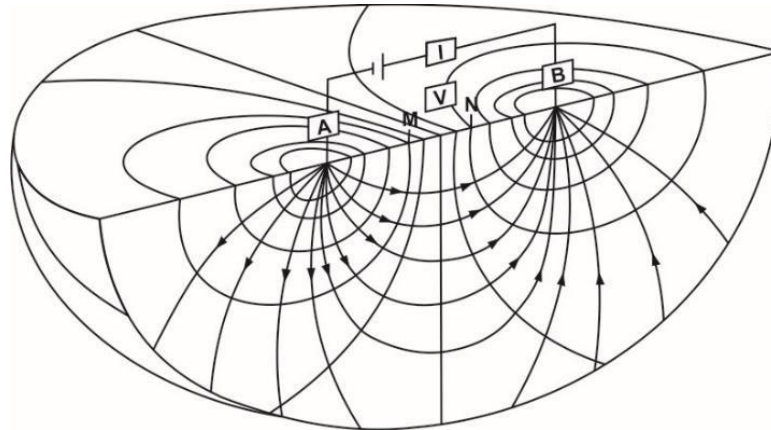


Gambar 4. Rangkaian elektroda konfigurasi Wenner (Karanth, K.R., 1987)

Konfigurasi ini memiliki kelebihan dalam ketelitian pembacaan karena memiliki nilai eksentrisitas yang tidak terlalu besar atau bernilai sebesar $1/3$. metode ini juga salah satu metode dengan sinyal yang bagus. Kelemahan dari metode ini adalah tidak bisa mendeteksi homogenitas batuan di dekat permukaan yang bisa berpengaruh terhadap hasil perhitungan (Gambar 5). selain itu, metode ini membutuhkan biaya yang lebih mahal

	LABORATORIUM GEODINAMIK, HIDROGEOLOGI, DAN PLANOLOGI	No Dokumen	:	
		Tanggal Terbit	: 23 November 2020	
	STANDARD OPERASIONAL PROSEDUR (SOP) PUMPING TEST (UJI PEMOMPAAN)	No/ Tanggal Revisi	:	00
		Halaman	:	7 dari 12

jika dibandingkan dengan konfigurasi yang lain karena setiap berpindah, maka kabel harus diganti dengan yang lebih panjang.



Gambar 5. Siklus Elektik Determinasi Resistivitas Dan Lapangan Elektrik Untuk Stratum Homogenous Permukaan Bawah Tanah (Todd, 1980)

c. Konfigurasi *Dipole-dipole*


Pengukuran ini dilakukan dengan cara yang sangat berbeda dengan dua konfigurasi diatas. Elektroda potensial diletakkan berjauhan dengan jarak NA dari elektroda arus (Gambar 6).



$$\rho_A = \frac{V}{I} \pi a n(n+1)(n+2).$$

Gambar 6. Rangkaian elektroda konfigurasi *dipole-dipole* (Looke, 2000)

Kelebihan dari konfigurasi ini adalah biaya yang dikeluarkan tidaklah mahal jika dibandingkan dengan wenner dan schlumberger. konfigurasi ini juga dapat digunakan untuk *mapping*, yaitu pengukuran yang memfokuskan hasil secara lateral. untuk kekurangannya adalah konfigurasi ini memiliki kualitas sinyal yang jelek jika dibandingkan


	LABORATORIUM GEODINAMIK, HIDROGEOLOGI, DAN PLANOLOGI	No Dokumen	:	
		Tanggal Terbit	: 23 November 2020	
	STANDARD OPERASIONAL PROSEDUR (SOP) PUMPING TEST (UJI PEMOMPAAN)	No/ Revisi	Tanggal	: 00
		Halaman		: 8 dari 12

wenner dan schlumberger. Selain dipole-dipole juga dapat dilakukan pengurangan elektroda. Pengurangan elektroda satu akan menjadi *pole-dipole* dan pengukuran dengan pengurangan dua elektroda menjadi *pole-pole*.

Untuk tujuan tertentu, elektroda-elektroda arus dan tegangan dipasang menurut konfigurasi tertentu. Salah satu konfigurasi yang paling umum adalah konfigurasi *Schlumberger*. Pada pengukuran *sounding*, yaitu pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui lapisan bawah permukaan secara vertikal, konfigurasi yang cocok digunakan adalah konfigurasi *Schlumberger*.

Dalam eksplorasi geolistrik, diasumsikan bahwa medium homogen setengah tak berhingga. Karena jarak elektroda jauh lebih kecil daripada jejari bumi, maka bumi dapat dianggap sebagai medium setengah tak berhingga. Akan tetapi karena sifat bumi yang pada umumnya berlapis (terutama di dekat permukaan) asumsi tersebut tidak terpenuhi, oleh karena itu, resistivitas yang diperoleh di lapangan bukan merupakan resistivitas sebenarnya. Biasanya resistivitas yang terukur dikenal sebagai resistivitas semu atau *apparent resistivity*, yang biasa dituliskan dengan simbol ρ_a .

Resistivitas semu yang dihasilkan oleh setiap konfigurasi akan berbeda walaupun jarak antar elektrodanya sama, maka akan dikenal ρ_{aw} yaitu resistivitas semu untuk konfigurasi *Wenner* dan ρ_{as} yaitu resistivitas semu untuk konfigurasi *Schlumberger*. Pada umumnya $\rho_{as} \neq \rho_{aw}$.

	LABORATORIUM GEODINAMIK, HIDROGEOLOGI, DAN PLANOLOGI	No Dokumen	:	
		Tanggal Terbit	: 23 November 2020	
	STANDARD OPERASIONAL PROSEDUR (SOP) PUMPING TEST (UJI PEMOMPAAN)	No/ Tanggal Revisi	:	00
		Halaman	:	9 dari 12


2. ALAT DAN BAHAN

Alat lapangan yang digunakan dalam kerja praktik ini adalah seperangkat dari alat *Bawono resistivity* yang terdiri dari:

- *Resistivity meter* (Bawono)
- elektroda arus
- 2 elektroda potensial
- 2 rol kabel potensial
- 2 rol kabel arus
- 2 kabel penghubung alat dan roll kabel potensial
- 2 kabel penghubung alat dan roll kabel arus
- Sumber arus (aki)
- 2 kabel penghubung aki dan *Bawono resistivity* (kabel + dan kabel -)
- 2 meteran 50 M
- 4 palu yang digunakan untuk menancapkan elektroda
- 4 capit buaya yang digunakan untuk menghubungkan kabel roll dengan elektroda.

Selain alat-alat diatas yang merupakan seperangkat dari alat *Bawono resistivity*, juga terdapat alat-alat pendukung seperti:

- GPS yang digunakan untuk menentukan koordinat titik pengambilan data dan penentuan bentangan yang digunakan.
- *Clipboard* digunakan untuk landasan lembar pengambilan data.
- Alat tulis digunakan untuk mencatat data yang terekam pada saat pengambilan data.
- Kamera digunakan untuk merekam kegiatan yang dilakukan dan gambaran umum wilayah.
- *Handytalkie* yang digunakan untuk komunikasi saat pembentangan kabel arus.

	LABORATORIUM GEODINAMIK, HIDROGEOLOGI, DAN PLANOLOGI	No Dokumen	:	
		Tanggal Terbit	: 23 November 2020	
	STANDARD OPERASIONAL PROSEDUR (SOP) PUMPING TEST (UJI PEMOMPAAN)	No/ Revisi	Tanggal	: 00
		Halaman	:	: 10 dari 12

- Tabel pengukuran yang digunakan untuk menuliskan data yang terekam oleh alat (Gambar 7).


DATA LAPANGAN PENGUKURAN GEOLISTRIK							
Konfigurasi: SCHLUMBERGER							
Lokasi	: Ds. Kaliputih, Limbangan			Koordinat	: 411624/9211532		
No. Titik	: GL- 1			Elevasi	: 260 mdpl		
Alat	: Resistivity Meter			M. Airtana	:		
Cuaca	: Berawan			Tanggal	:		
MN/2	AB/2	K	V (Mv)	I (Ma)	R (Ohm)	Rho (Ohm-m)	
0,5	1,5	6,3	993	567	1,751323	11,03333	
0,5	2,5	18,8	615	554	1,110108	20,87004	
0,5	4	49,5	104,5	452	0,231195	11,44414	
0,5	6	112,3	55,4	537	0,103166	11,58551	
0,5	8	200,3	30	492	0,060976	12,21341	
0,5	10	313,3	32,5	606	0,05363	16,80239	
0,5	12	451,8	17,8	604	0,02947	13,31464	
0,5	15	706,1	33,4	643	0,051944	36,67767	

Gambar 7. Tabel pengambilan data

3. PROSEDUR PELAKSANAAN

Prosedur pengukuran geolistrik konfigurasi *Schlumberger* pada umumnya sama dengan konfigurasi lain, akan tetapi diperlukan prosedur- prosedur khusus agar data yang diperoleh lebih baik dan mudah diinterpretasi. Prosedur *sounding* dengan konfigurasi *Schlumberger* tersebut adalah sebagai berikut:


- Persiapkan alat dengan memasang seperangkat alat bawono. Pemasangan dilakukan dengan menghubungkan alat Bawono ke aki sebagai daya, kabel arus kanan dan kiri, kabel potensial kanan dan kiri serta menghubungkan kabel arus dan potensial ke masing- masing elektrodanya.
- Tanamkan elektroda arus dan elektroda potensial ke dalam tanah.
- Pastikan jarum potensial bergerak dan jarum *current loop* juga bergerak naik.
- Atur output lebih dari 0, untuk tanah kering biasanya menggunakan output yang tinggi untuk meninggikan arus yang diinjeksikan.
- Putar tuas *coarse/fine* untuk mengatur nilai potensial agar menunjukkan nilai 0 mV sehingga data yang didapatkan valid.

	LABORATORIUM GEODINAMIK, HIDROGEOLOGI, DAN PLANOLOGI	No Dokumen	:	
		Tanggal Terbit	: 23 November 2020	
	STANDARD OPERASIONAL PROSEDUR (SOP) PUMPING TEST (UJI PEMOMPAAN)	No/ Tanggal Revisi	:	00
		Halaman	:	11 dari 12

- f. Tekan tombol *start* untuk menginjeksikan arus dan perhatikan nilai arus.
- g. Setelah nilai arus stabil, angka stabilnya diingat kemudian tekan *hold* untuk menahan nilai potensial agar tidak berubah.
- h. Catat nilai arus dan potensial yang terbaca (nilai arus merupakan nilai stabil sebelum penekanan tombol *hold*, nilai potensial merupakan nilai yang tertera setelah penekanan tombol *hold*).
- i. Setelah melakukan pencatatan, lakukan perpindahan dengan jarak mengikuti jarak yang ditentukan ditebel pengukuran.
- j. Pembacaan data selanjutnya sama dengan cara sebelumnya hingga perpindahan sesuai dengan bentangan maksimal yang diinginkan.

Sebagai catatan, loncatan harga pa pada saat perpindahan elektroda potensial terjadi apabila ada ketidak homogenan secara lateral terutama di sekitar elektroda potensial. Oleh karena itu apabila perpindahan elektroda arus selalu dibarengi dengan perpindahan elektroda potensial, dan yang dihasilkan akan mempunyai kemungkinan tidak *smooth* mengingat ketidakhomogenan (Gambar 3.5) secara lateral dekat permukaan hampir selalu ada (walaupun kecil). Ketidakhomogenan lateral yang cukup besar dapat terjadi bila arah *strike* perlapisan tanah berbeda dengan arah bentangan.

Hal-hal lain yang perlu dihindari pada saat pengukuran di lapangan adalah: mengukur dengan bentangan sejajar kabel listrik PLN atau pipa-pipa (baik dibawah maupun diatas permukaan), mengukur pada saat hujan dan sebagainya.

	LABORATORIUM GEODINAMIK, HIDROGEOLOGI, DAN PLANOLOGI	No Dokumen	:	
		Tanggal Terbit	: 23 November 2020	
	STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR (SOP) PUMPING TEST (UJI PEMOMPAAN)	No/ Tanggal Revisi	:	00
		Halaman	:	12 dari 12

4. DIAGRAM ALIR PENGUKURAN GEOLISTRIK

