RANCANG BANGUN MONITORING PERMUKAAN BAWAH TANAH MENGGUNAKAN METODA GEOLISTRIK BERBASIS MIKROKONTROLLER

John Adler[1], Adi Rahmansyah[2], Aldi Akhbar[3]
[1,2,3] Jurusan Teknik Komputer Unikom, Bandung
[1] john.adler@gmail.unikom.ac.id, [2]adiraa04@gmail.com,[3]themaskprince@gmail.com

ABSTRAK

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam permukaan bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di atas permukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran beda potensial dan arus yang terjadi akibat injeksi arus ke dalam bumi hal ini disebut dengan metoda resistivity. Metode resistivity terbagi menjadi dua yaitu metode sounding dan mapping, namun dalam studi kasus ini digunakan metode reisitivity sounding untuk melakukan pengukuran satu dimensi (1D). Konfigurasi elektroda yang digunakan adalah konfigurasi Wenner dimana jarak pemasangan elektroda pada permukaan tanah memiliki jarak yang sama. Alat ukur geolistrik yang digunakan adalah sebuah mikrokontroller dengan pengujian skala laboratorium menggunakan akuarium 100cm x 10cm x 40cm (p x l x t) yang berisi lempung, pasir dan air. Hasil pengujian menggunakan metode restivitas dengan konfigurasi Wenner didapatkan bahwa alat ukur menggunakan mikrokontroller bekerja dengan baik serta data pengukuran yang telah diproses menggunakan software IPI2Win dapat diketahui bahwa terdapat tiga lapisan yaitu lapisan pertama adalah lempung dengan ketebalan 4 cm, lapisan kedua adalah pasir dengan ketebalan 12 cm dan lapisan ketiga adalah air dengan ketebalan 8cm.

Kata kunci : Mikrokontroller, geolistrik, resistivitas, konfigurasi Wenner

1. PENDAHULUAN

Letak geografis di Indonesia menyebabkan wilayah Indonesia memiliki iklim muson atau disebut angin musim, yang berpengaruh terhadap perubahan musim. Karena terletak di daerah tropis, maka perubahan musim di Indonesia terjadi dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan sering mendatangkan bencana tanah longsor atau banjir atau Musim kemarau yang panjang sering merugikan penduduk, khususnya bagi para petani dimana banyak lahan pertanian menjadi kering, binatang ternak mati karena rumput menjadi kering. Air merupakan kebutuhan manusia yang mendasar, tanpa air manusia tidak dapat bertahan hidup. Ketersediaan air bersih cukup sulit di dapat apabila banjir datang, banjir tidak hanya air, tetapi juga membawa sampah, kotoran, limbah pabrik atau kimia, minyak (oli, bensin, solar, minyak tanah, dan sebagainya) yang dapat mencemari sumber air bersih. Namun Air bersih pun akan sulit di dapat apabila musim kemarau yang berkepanjangan terjadi seperti sumur yang kekeringan atau *volume* air hanya sedikit. Oleh karena itu perlu dilakukannya pencarian air tanah dengan mencari lokasi yang mempunyai kelayakan air tanah untuk dibuat sumur bor.

Dalam hal ini terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengetahui potensi air tanah. Salah satunya adalah metode geolistrik yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi. Keunggulan metode ini adalah dapat digunakan untuk mengadakan eksplorasi dangkal yang tidak bersifat merusak dalam pendeteksiannya. Pendeteksian di atas permukaan bumi meliputi pengukuran medan potensial arus dan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi. Geolistrik dengan menggunakan metode resistivitas adalah untuk menginformasikan struktur lapisan permukaan bawah tanah.

Pada dasarnya semua objek memiliki tahanan jenis (resistivitas) yaitu kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik yang bergantung terhadap besarnya medan istrik dan kerapatan arus. Semakin besar resistivitas suatu bahan maka semakin besar pula medan listrik yang dibutuhkan untuk

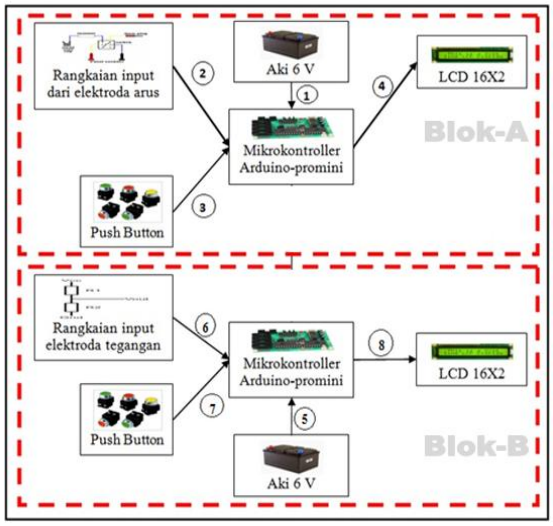
menimbulkan sebuah kerapatan arus. Satuan untuk resistivitas adalah ohm.meter (Ω.m). Setiap objek seperti tanah, air dan udara memiliki resistivitas yang berbeda. Dari perbedaan nilai tahanan tersebutlah setiap objek atau bahan dapat kita bedakan menggunakan sebuah metode geolistrik. Salah satu aplikasi dari metode geolistrik tahanan jenis ini adalah untuk mencari lokasi air tanah.

Dalam metode geofisika, data pengamatan merupakan respon dari kondisi geologi bawah permukaan. Respon tersebut timbul karena adanya variasi parameter fisika yakni sifat konduktifitas yang merefleksikan formasi atau struktur geologi bawah permukaan. Model adalah representasi keadaan geologi oleh besaran fisika agar permasalahan dapat disederhanakan dan responya dapat diperkirakan atau dihitung secara teoritis. Besaran atau variabel yang digunakan untuk mengkarakterisasi model disebut parameter model yang secara umum terdiri dari parameter fisika serta variasinya terhadap posisi. Maka dari itu metode tahanan jenis mampu dalam menentukan lokasi air tanah yang terletak pada permukaan bawah tanah, yang guna akan membantu pihak-pihak yang bekerja dalam pencarian lokasi titik mata air berada.

Permasalahan diatas mendorong penulis untuk membuat alat monitoring permukaan bawah tanah yang mampu mendeteksi serta memberi gambaran atau tampilan pada layar monitor PC atau laptop berupa tampilan satu dimensi (1D) menggunakan *software* IPI2Win mengenai struktur lapisan bawah permukaan bumi, serta objek yang akan di cari atau diteliti. Sehingga memudahkan *user* dalam mengidentifikasi dan menganalisa suatu lokasi pada permukaan bawah tanah (bumi).

2. PERANCANGAN

Pada tahap ini, terdapat beberapa diagram blok yang akan menerangkan perancangan peragkat keras.



Gambar 1 Diagram blok utama alat geolistrik menggunakan mikrokontroller

Keterangan:

1. Blok-A
   Pada bagian blok-A merupakan sub sistem untuk perancangan pengukuran arus yang di injeksikan pada permukaan tanah. Fungsi dari penekanan tombol *hold* ialah untuk menahan data sehingga tampilan pada lcd 16x2 akan memberikan *notification* berupa status tombol.
2. Blok-B
   Pada bagian blok-B merupakan sub sistem untuk perancangan pengukuran tegangan pada permukaan tanah fungsi penekanan tombol *hold* ialah untuk menahan data sehingga tampilan pada lcd 16x2 akan memberikan *notification* berupa status tombol.

2.1 Perancangan pada gambar-1 untuk nomor alur 3

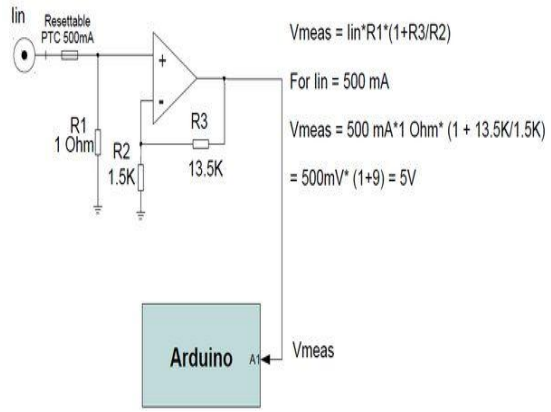
Pada gambar di bawah ini merupakan perancangan untuk konfigurasi injeksi arus menggunakan rangkaian elekronik sederhana sebagai pengganti sensor arus.

Gambar 2 Konfigurasi injeksi arus

Keterangan:

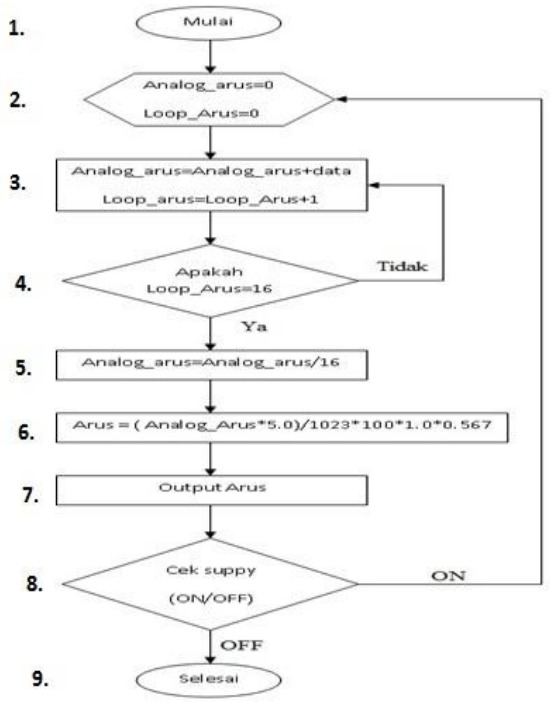
- Catu daya yang digunakan adalah aki 12 volt yang digunakan untuk menginjeksikan arus pada permukaan tanah, catu daya ini akan di integrasikan dengan rangkaian pengukur arus.
- Resistor digunakan untuk menghambat arus yang masuk.

- Rangkaian pengukur arus dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 3 *Rangkaian pengukuran arus*

Rangkaian diatas merupakan rangkaian yang akan mengukur arus dengan menggunakan IC LM358 dengan resistor sebagai penghambat arus yang masuk kemudian polyswitch atau *resettable* bekerja sebagai pemutus arus yang masuk apabila arus yang masuk lebih dari tahanan yang digunakan, sehingga pengukuran dibatasi hingga besar nilai dari *resettable* yaitu 500mA.



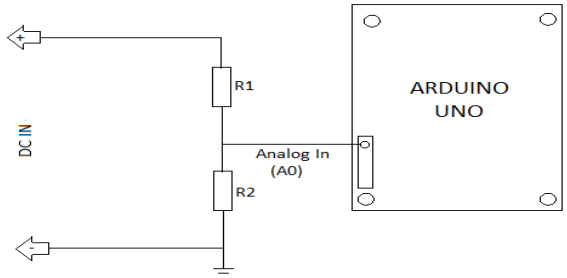
Gambar 4 *Flowchart proses perhitungan arus pada program*

Keterangan :

Ketika program dimulai maka dilanjutkan dengan inisialisasi variabel, kemudian melakukan pembacaan nilai analog sebanyak 16 kali untuk mengambil sample data, kemudian hasil sample data dibagi 16 untuk mendapatkan nilai rata-rata yang akan dimasukan pada rumus perhitungan pada mikrokontroller. Hasil perhitungan akan disimpan sementara pada variabel arus.

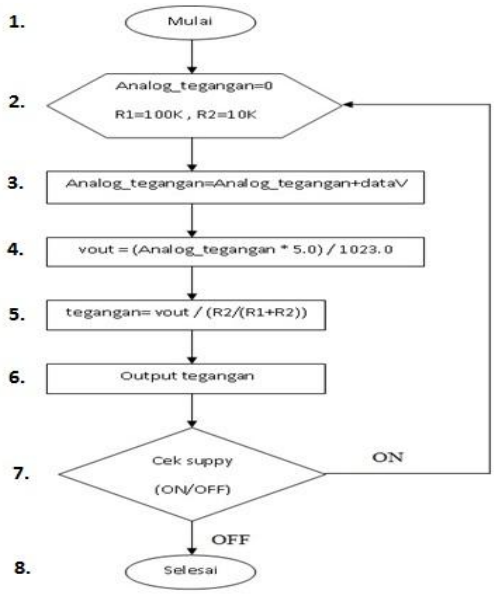
2.2 Perancangan pada gambar-1 untuk nomor alur 6

Pada gambar di bawah ini merupakan perancangan untuk pengukuran tegangan.



Gambar 5 *Rangkaian pengukuran tegangan*

Rangkaian diatas merupakan rangkaian yang akan mengukur tegangan dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan menggunakan resistor.



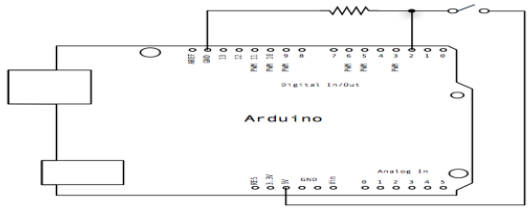
Gambar-6 Flowchart proses perhitungan tegangan pada program

Keterangan :

Ketika program dimulai maka dilanjutkan dengan inisialisasi variabel, kemudian melakukan pembacaan nilai analog setalah mendapatkan nilai pembacaan analog maka

nilai tersebut dimasukan pada rumus pembagi tegangan. Hasil perhitungan akan disimpan sementara pada variabel vout.

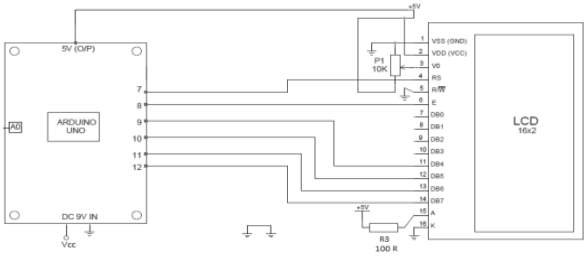
2.3 Perancangan pada gambar-1 untuk nomor alur 3 dan 7



Gambar-7 Konfigurasi pin push button pada mikrokontroller

Push button berfungsi sebagai *hold* (menahan) dan *save* (menyimpan) data pengukuran arus dan tegangan.

2.4 Perancangan pada gambar-1 untuk nomor alur 4 dan 8

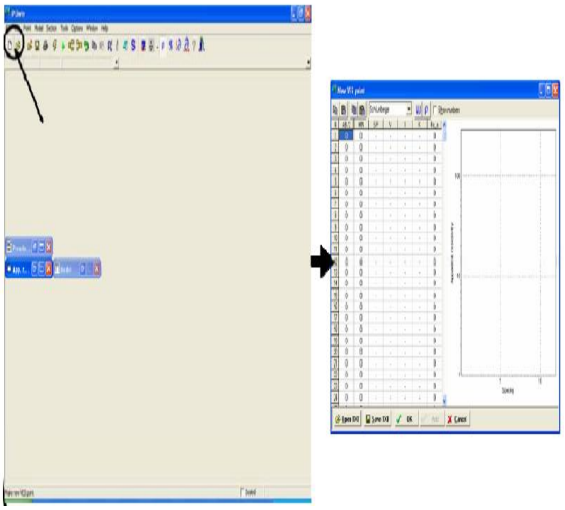


Gambar-8 Rangkaian Lcd 16x2 dengan mikrokontroller

Dari hasil pengukuran dan proses olah data pada mikrokontroller. Maka LCD 16x2 ini akan menampilkan keluaran berupa nilai tegangan dan arus pada setiap di pengukuran.

2.5 Pembuatan penampang satu dimensi (1D)

Setelah proses pengambilan data selesai maka data di pindahkan kedalam *Software* Ms.Excel untuk proses perhitungannya. Kemudian hasil yang diperoleh dari Ms.Excel akan di uji kembali menggunakan *software* IPI2Win, yaitu *software* yang khusus digunakan untuk pemrosesan data geolistrik satu dimensi (1D).



Gambar-9 Urutan langkah penampang satu dimensi (1D) IPI2Win

Pada gambar-9 merupakan langkah-langkah dalam pemrosesan data menggunakan aplikasi IPI2Win**.** Buka aplikasi kemudian pilih new ves point hingga keluar tampilan berupa tabel serta pemilihan konfigurasi yang digunakan, kemudian masukan data pengukuran dan secara otomatis hasil perhitungan akhir akan muncul serta kurva dari sebaran-sebaran titik uji.

3. HASIL PENGUJIAN

3.1 Data Pengukuran

Setelah melalui proses perancangan, bab ini akan memaparkan hasil pengujian alat geolistrik dengan media yang akan di uji adalah tanah lempung, pasir dan air. Pengujian ketepatan pengukuran alat geolistrik menggunakan mikrokontroller akan dibandingkan dengan alat geolistrik yang menggunakan dua buah multimeter dimana satu multimeter digital untuk mengukur tegangan dan satunya lagi untuk mengukur arus.

Sebelum melakukan pengukuran maka alat geolistrik dengan menggunakan mikrokontroller dikalibrasi untuk ketepatan pengukuran serta untuk mengetahui presentase kesalahan (*error*).

Tabel 1 Persentase error Arus

ARUS		
No	**Mikrokontroller**	**Multimeter digital**
1	0.244	0.258
2	0.444	0.421
3	0.977	0.993
4	0.799	0.801
5	1.221	1.302
total	3.685	3.775
rata-rata	0.737	0.755
error	± 0.0244	
Persentase (%)	2.44 %	

Tabel 2 Persentase error tegangan

TEGANGAN		
No	**Mikrokontroller**	**Multimeter digital**
1	5.09	5.09
2	8.83	8.82
3	3.32	3.33
4	6.51	6.51
5	6.15	6.14
total	29.35	29.89
rata-rata	5.87	5.978
error	± 0.0183	
Persentase (%)	1.83 %	

Dari hasil kalibrasi menunjukan perbedaan pengukuran antara multimeter digital dengan mikrokontroller sebesar 0.2% untuk pengukuran tegangan dan 1.8% untuk pengukuran arus. Dapat disimpulkan bahwa hasil kalibrasi cukup baik karena tingkat *error* masih di bawah 5%. Sehingga alat ukur menggunakan mikrokontroller bisa digunakan dengan baik.

Tabel 3 Nilai rsesistivitas untuk beberapa jenis batuan sedimen

Rock Type	Resistivity range
Consolidated shales	$20 - 2 \times 10^3$
Argillites	$10 - 8 \times 10^2$
Conglomerates	$2 \times 10^3 - 10^4$
Sandstones	$1 - 6.4 \times 10^8$
Limestones	$50 - 10^7$
Dolomite	$3.5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$
Unconsolidated wet clay	20
Marls	3 – 70
Clays	1 – 100
Alluvium and sands	10 – 800

Tabel 4 Nilai resistivitas untuk mineral

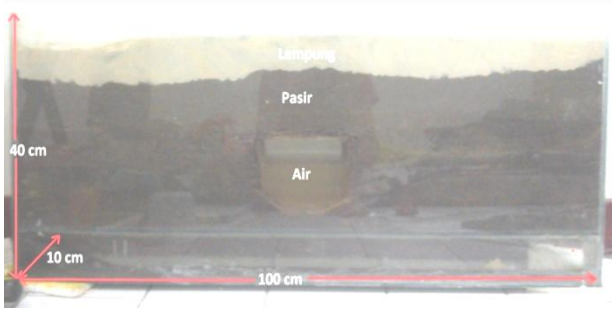
Mineral	Resistivity	
	Range	Average
Rock Salt	$30 - 10^{13}$	
Sylvite	$10^{11} - 10^{12}$	
Diamond	$10 - 10^{14}$	
Serpentine	$2 \times 10^2 - 3 \times 10^3$	
Hornblende	$2 \times 10^2 - 10^6$	
Mica	$9 \times 10^2 - 10^{14}$	
Biotite	$2 \times 10^2 - 10^6$	
Phlogopite	$10^{11} - 10^{12}$	
Bitum.Coal	$0.6 - 10^5$	
Coals	$10 - 10^{11}$	
Anthracite	$10^3 - 2 \times 10^5$	
Lignite	9 – 200	
Fire Clay		30
Meteoric water	$30 - 10^3$	
Surface water (ign.rock)	$0.1 - 3 \times 10^3$	
Surface water (sed.)	10 – 100	
Soil water		100
Natural water (ign.rock)	0.5 – 150	9
Natural water (sed.)	1 – 100	3
Sea water		0.2
Saline water, 3%		0.15
Saline water, 20%		0.05

3.2 Pengukuran menggunakan multimeter digital



Gambar-10 Geolistrik menggunakan multimeter digital

Gambar diatas merupakan alat geolistrik yang menggunakan dua buah multimeter dimana untuk multimeter pengukur tegangan tidak ada tambahan konfigurasi rangkaian, sedangkan untuk multimeter pengukur arus, probe positif dihubungkan pada supply 12V kutub positif dan kutub negatif menjadi supply untuk menginjeksi pada objek permukaan tanah.



Gambar-11 Susunan lapisan tanah pada pengujian

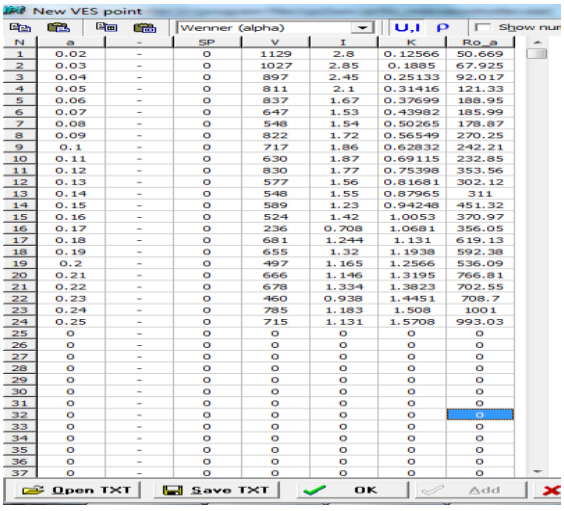
Tabel pengukuran dibawah ini menggunakan 2 lapis tanah yaitu lapis pertama atau lapisan paling atas adalah lempung dan lapisan dalam adalah pasir serta di dalam lapisan kedua terdapat ruang yang berisi air. Metode yang digunakan adalah metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi *Wenner*.

Tabel 5 Hasil pengukuran menggunakan multimeter digital

NO	C1	P1	P2	C2	k	V (mV)	I (mA)	R	Rho (Ω.m)
1	0.02	0.006667	0.006667	0.02	0.083733	1129	2.8	403.2143	33.76248
2	0.03	0.01	0.01	0.03	0.1256	1027	2.85	360.3509	45.26007
3	0.04	0.013333	0.013333	0.04	0.167467	897	2.45	366.1224	61.31331
4	0.05	0.016667	0.016667	0.05	0.209333	811	2.1	386.1905	80.84254
5	0.06	0.02	0.02	0.06	0.2512	837	1.67	501.1976	125.9008
6	0.07	0.023333	0.023333	0.07	0.293067	647	1.53	422.8758	123.9308
7	0.08	0.026667	0.026667	0.08	0.334933	548	1.54	355.8442	119.1841
8	0.09	0.03	0.03	0.09	0.3768	822	1.72	477.907	180.0753
9	0.1	0.033333	0.033333	0.1	0.418667	717	1.86	385.4839	161.3892
10	0.11	0.036667	0.036667	0.11	0.460533	630	1.87	336.8984	155.1529
11	0.12	0.04	0.04	0.12	0.5024	830	1.77	468.9266	235.5887
12	0.13	0.043333	0.043333	0.13	0.544267	577	1.56	369.8718	201.3089
13	0.14	0.046667	0.046667	0.14	0.586133	548	1.55	353.5484	207.2265
14	0.15	0.05	0.05	0.15	0.628	589	1.23	478.8618	300.7252
15	0.16	0.053333	0.053333	0.16	0.669867	524	1.42	369.0141	247.1902
16	0.17	0.056667	0.056667	0.17	0.711733	236	0.708	333.3333	237.2444
17	0.18	0.06	0.06	0.18	0.7536	681	1.244	547.4277	412.5415
18	0.19	0.063333	0.063333	0.19	0.795467	655	1.32	496.2121	394.7202
19	0.2	0.066667	0.066667	0.2	0.837333	497	1.165	426.6094	357.2143
20	0.21	0.07	0.07	0.21	0.8792	666	1.146	581.1518	510.9487
21	0.22	0.073333	0.073333	0.22	0.921067	678	1.334	508.2459	468.1283
22	0.23	0.076667	0.076667	0.23	0.962933	460	0.938	490.4051	472.2274
23	0.24	0.08	0.08	0.24	1.0048	785	1.183	663.5672	666.7523
24	0.25	0.083333	0.083333	0.25	1.046667	715	1.131	632.1839	661.6858

Pada tabel diatas proses perhitungan untuk mendapatkan tahanan jenis dari data pengukuran yang telah didapatkan kemudian proses menggunakan Ms.Excel. Dengan titik pengukuran awal dihasilkan ρ = 33.76248 Ω.m hasil tersebut dapat dibandingkan dengan data acuan pada tabel-3 dimana untuk batuan jenis ini adalah termasuk dalam jenis *clays* (lempung) dan titik pengukuran akhir dihasilkan ρ = 661.6858 Ω.m tersebut dapat dibandingkan dengan data acuan pada tabel-4 dimana untuk batuan dengan nilai resistivitas ini adalah mineral jenis *surface water* (permukaan air).

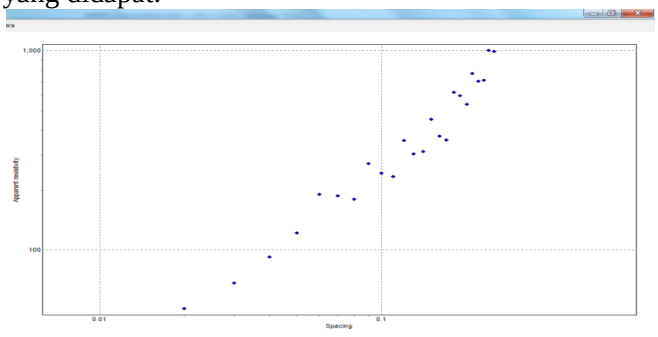
Kemudian data pengukuran yang didapat yaitu data tegangan juga data arus diproses menggunakan *software* IPI2Win.



Gambar-12 Hasil proses data IPI2Win (multimeter)

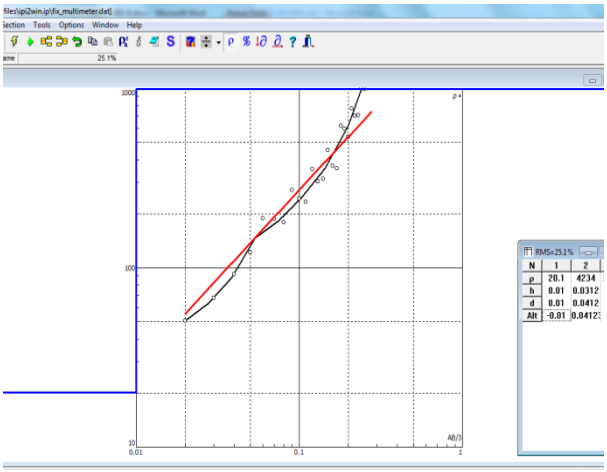
Pada gambar diatas adalah proses perhitungan menggunakan aplikasi yang memang untuk eksplorasi geolistrik yaitu IPI2Win. Hasil perhitungan disini diperoleh hasil dengan titik pengukuran awal dihasilkan ρ = 50.669 Ω.m hasil tersebut dapat dibandingkan dengan data acuan pada tabel-3 dimana untuk batuan jenis ini adalah termasuk dalam jenis *clays* (lempung) dan titik pengukuran akhir dihasilkan ρ = 993.03 Ω.m tersebut dapat dibandingkan dengan data acuan pada tabel-4 dimana untuk batuan dengan nilai resistivitas ini adalah mineral jenis *surface water* (permukaan air).

Pada gambar-13 ketika hasil resistivitas diperoleh maka dilanjutkan dengan sebaran-sebaran titik pengukuran menjadi sebuah grafik. Kemudian dari hasil grafik tersebut dapat diperoleh persentase *error* pengukuran yang didapat.



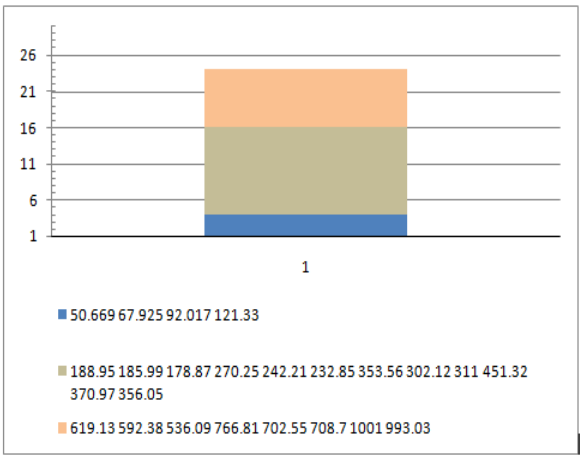
Gambar-13 Grafik titik pengukuran IPI2Win (multimeter)

Berdasarkan gambar-13 menunjukan titik sebaran pengujian, hasil ini didapatkan setelah data masukan telah selesai diproses.



Gambar-14 Grafik pengukuran dan koreksi error (multimeter)

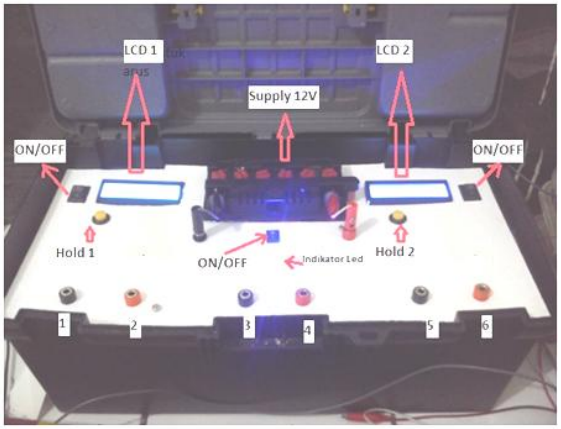
Pada gambar-14 dapat diketahui bahwa tingkat error yang didapatkan program IPI2Win adalah 25.1%.



Gambar-15 Grafik lapisan bawah permukaan (multimeter)

Pada gambar-15 dimana lapisan pertama adalah lempung, lapisan kedua adalah pasir, dan lapisan ketiga adalah air.

3.3 Pengukuran menggunakan mikrokontroller



Gambar-16 Alat geolistrik menggunakan mikrokontroller

Gambar di atas merupakan alat geolistrik menggunakan mikrokontroller, adapaun keterangan gambar di atas yaitu :

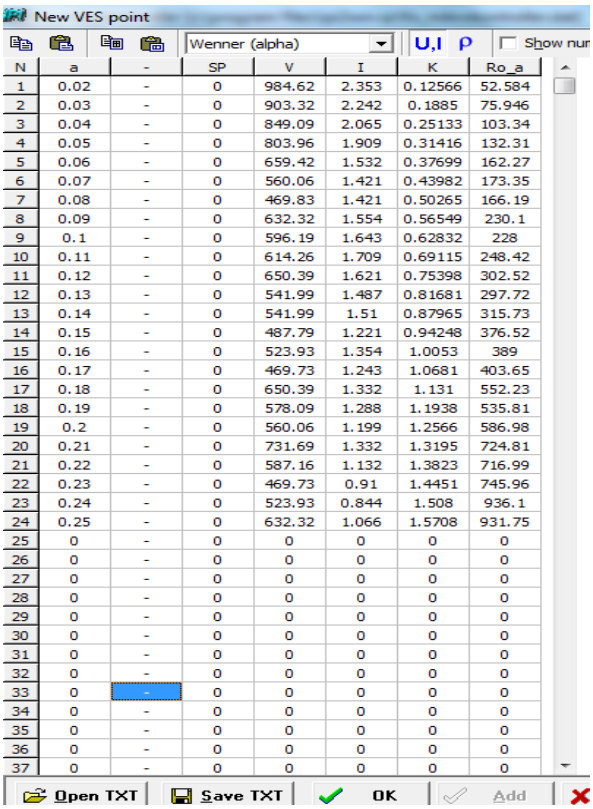
- LCD 1 : menampilkan nilai pengukuran arus.
- LCD 2 : menampilkan nilai pengukuran tegangan.
- ON/OFF : saklar untuk menyalurkan atau memutuskan *supply* pada sistem.
- *HOLD* 1 : untuk menahan data pengukuran arus yang tampil pada lcd.
- *HOLD* 2 : untuk menahan data pengukuran tegangan yang tampil pada lcd.
- Angka 1 dan 2 : merupakan probe positif juga probe negatif untuk mengukur arus.
- Angka 3 dan 4 : merupakan probe positif juga probe negatif untuk injeksi arus pada objek permukaan tanah. Dengan konfigurasi probe arus positif di hubungkan pada probe negatif supply 12V kemudian probe negatif dari supply akan digunakan sebagai injeksi arus pada permukaan tanah.
- Angka 5 dan 6 : merupakan probe positif juga probe negatif untuk mengukur tegangan.

Tabel 6 Hasil pengukuran menggunakan multimeter digital

NO	C1 (m)	P1	P2	C2	k	V (mA)	I (mA)	R	Rho (Ω.m)
1	0.02	0.006667	0.006667	0.02	0.083733	984.62	2.353	418.453	35.03847
2	0.03	0.01	0.01	0.03	0.1256	903.32	2.242	402.9081	50.60526
3	0.04	0.013333	0.013333	0.04	0.167467	849.09	2.065	411.1816	68.85921
4	0.05	0.016667	0.016667	0.05	0.209333	803.96	1.909	421.142	88.15905
5	0.06	0.02	0.02	0.06	0.2512	659.42	1.532	430.4308	108.1242
6	0.07	0.023333	0.023333	0.07	0.293067	560.06	1.421	394.1309	115.5066
7	0.08	0.026667	0.026667	0.08	0.334933	469.83	1.421	330.6334	110.7401
8	0.09	0.03	0.03	0.09	0.3768	632.32	1.554	406.8983	153.3193
9	0.1	0.033333	0.033333	0.1	0.418667	596.19	1.643	362.8667	151.9202
10	0.11	0.036667	0.036667	0.11	0.460533	614.26	1.709	359.4266	165.5279
11	0.12	0.04	0.04	0.12	0.5024	650.39	1.621	401.2276	201.5768
12	0.13	0.043333	0.043333	0.13	0.544267	541.99	1.487	364.4855	198.3773
13	0.14	0.046667	0.046667	0.14	0.586133	541.99	1.51	358.9338	210.3831
14	0.15	0.05	0.05	0.15	0.628	487.79	1.221	399.5004	250.8863
15	0.16	0.053333	0.053333	0.16	0.669867	523.93	1.354	386.9498	259.2048
16	0.17	0.056667	0.056667	0.17	0.711733	469.73	1.243	377.9002	268.9642
17	0.18	0.06	0.06	0.18	0.7536	650.39	1.332	488.2808	367.9684
18	0.19	0.063333	0.063333	0.19	0.795467	578.09	1.288	448.8276	357.0274
19	0.2	0.066667	0.066667	0.2	0.837333	560.06	1.199	467.1059	391.1234
20	0.21	0.07	0.07	0.21	0.8792	731.69	1.332	549.3168	482.9593
21	0.22	0.073333	0.073333	0.22	0.921067	587.16	1.132	518.6926	477.7504
22	0.23	0.076667	0.076667	0.23	0.962933	469.73	0.91	516.1868	497.0535
23	0.24	0.08	0.08	0.24	1.0048	523.93	0.844	620.7701	623.7498
24	0.25	0.083333	0.083333	0.25	1.046667	632.32	1.066	593.1707	620.852

Pada tabel diatas proses perhitungan untuk mendapatkan tahanan jenis dari data pengukuran yang telah didapatkan, di proses menggunakan Ms.Excel. Dengan titik pengukuran awal dihasilkan ρ = 35.03847 Ω.m hasil tersebut dapat dibandingkan dengan data acuan pada tabel-3 dimana untuk batuan jenis ini adalah termasuk dalam jenis *clays* (lempung) dan titik pengukuran akhir dihasilkan ρ = 620.852 Ω.m tersebut dapat dibandingkan dengan data acuan pada tabel-4 dimana untuk batuan dengan nilai resistivitas ini adalah mineral jenis *surface water* (permukaan air).

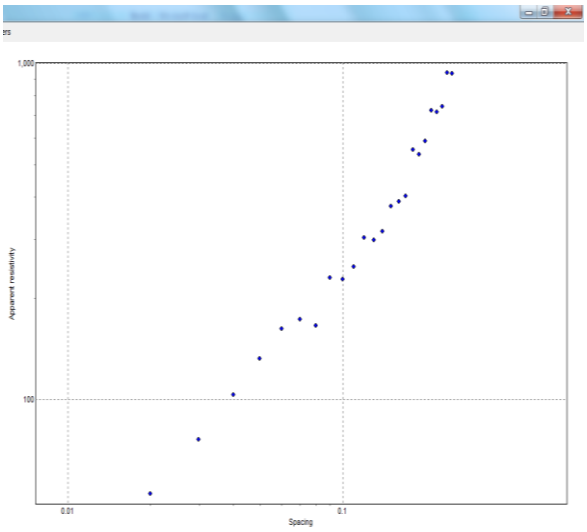
Kemudian data pengukuran yang didapat yaitu data tegangan juga data arus diproses menggunakan *software* IPI2Win.



Gambar-17 Hasil proses data IPI2Win (mikrokontroller)

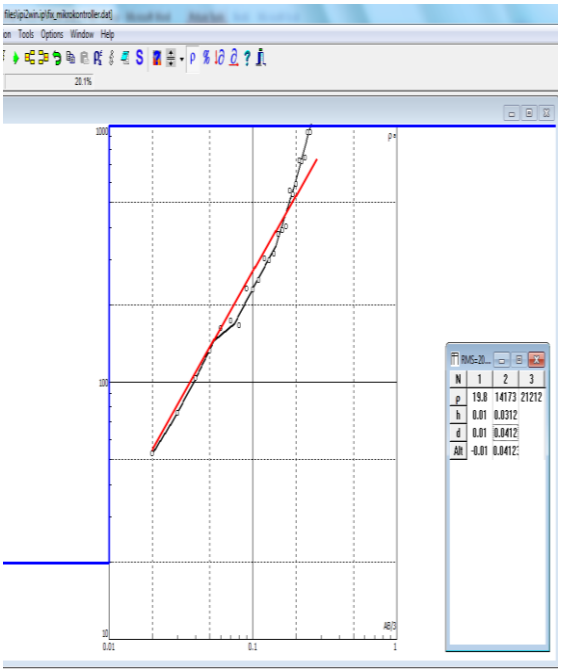
Pada gambar diatas adalah proses perhitungan menggunakan aplikasi yang memang untuk eksplorasi geolistrik yaitu IPI2Win. Hasil perhitungan disini diperoleh hasil dengan titik pengukuran awal dihasilkan ρ = 52.584 Ω.m hasil tersebut dapat dibandingkan dengan data acuan pada tabel-3 dimana untuk batuan jenis ini adalah termasuk dalam jenis *clays* (lempung) dan titik pengukuran akhir dihasilkan ρ = 931.75 Ω.m tersebut dapat dibandingkan dengan data acuan pada tabel-4 dimana untuk batuan dengan nilai resistivitas ini adalah mineral jenis *surface water* (permukaan air).

Pada gambar-18 ketika hasil resistivitas diperoleh maka dilanjutkan dengan sebaran-sebaran titik pengukuran menjadi sebuah grafik. Kemudian dari hasil grafik tersebut dapat diperoleh persentase *error* pengukuran yang didapat.



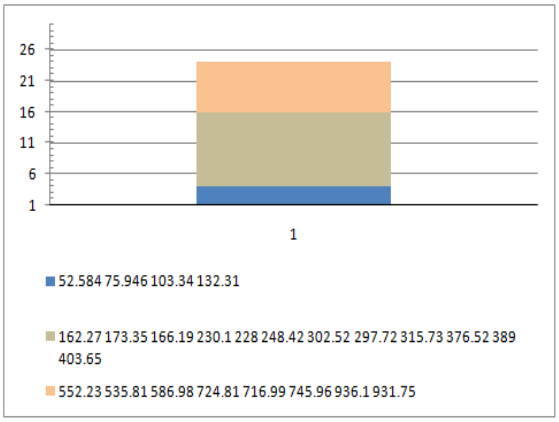
Gambar-18 Grafik titik pengukuran IPI2Win (mikrokontroller)

Berdasarkan gambar-18 menunjukan titik sebaran pengujian, hasil ini didapatkan setelah data masukan telah selesai diproses.



Gambar-19 Grafik pengukuran dan error (mikrokontroller)

Pada gambar-19 dapat diketahui bahwa tingkat error yang didapatkan program IPI2Win adalah 20.1%.



Gambar-20 Grafik lapisan bawah permukaan (mikrokontroller)

Pada gambar-20 dimana lapisan pertama adalah lempung, lapisan kedua adalah pasir, dan lapisan ketiga adalah air.

3.4 Analisa

Berdasarkan data pengukuran yang telah didapatkan dari 24 titik pengujian yaitu mulai dari jarak titik uji 2 cm sampai dengan 25 cm, memberikan hasil yang cukup baik karena mampu memberikan informasi mengenai struktur lapisan bawah permukaan tanah.

- Berdasarkan tabel-1 mengenai kalibrasi alat ukur arus antara multimeter digital dengan mikrokontroller memiliki selisih *error* sebesar 2.44 %. Dan untuk tabel-2 mengenai kalibrasi alat ukur tegangan antara multimeter digital dengan mikrokontroller memiliki selisih *error* sebesar 1.83 %. Oleh karena itu alat ukur dengan menggunakan mikrokontroller menghasilkan pengukuran mendekati nilai pengukuran menggunakan multimeter digital.
- Berdasarkan gambar-14 mengenai grafik pengukuran dan koreksi *error* yang di dapatkan adalah 25.01 % jika dibandingkan dengan gambar-19 mengenai grafik dan koreksi *error* yang di dapatkan sebesar 20.1%. Maka pengukuran menggunakan multimeter digital juga mikrokontroller memiliki error yang cukup mendekati. Namun dapat kita lihat tingkat error menggunakan mikrokontroller lebih kecil dibandingkan dengan multimeter digital. Mengenai

lapisan bawah tanah dapat diketahui tingkat ketebalan lapisan pada gambar-20. Untuk lempung memiliki ketebalan lapisan sebesar 4 cm, untuk pasir memiliki ketebalan 12 cm, dan untuk air memiliki ketebalan lapisan sebesar 8 cm.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari 24 titik pengujian, dapat disimpulkan bahwa pengukuran beda potensial serta arus yang didapatkan oleh alat geolistrik dengan mikrokontroller memberikan hasil yang cukup baik namun masih terdapat error pada alat.

- Berdasarkan tabel IV-1 dan tabel IV-2 mengenai hasil kalibrasi alat ukur memiliki selisih *error* yang kecil dengan multimeter digital sehingga hasil pengukuran dengan menggunakan mikrokontroller mendekati nilai pengukuran menggunakan multimeter digital.
- Berdasarkan hasil percobaan dapat diketahui bahwa terdapat tiga lapisan pada bawah permukaan, yaitu lapisan pertama adalah lempung (ketebalan 4cm), lapisan kedua adalah pasir (ketebalan 12cm) dan lapisan ketiga adalah air (ketebalan 8cm) degan total ketebalan 24 cm.
- Berdasarkan hasil data pengukuran yang dibandingkan dengan data acuan pada tabel-1 dan tabel-2 menunjukan hasil yang tidak sesuai, yaitu untuk lapisan air memiliki nilai resistivitas sangat tinggi (700 Ω.m) jika dibandingkan dengan nilai acuan untuk air (natural water) dengan *range* nilai resistivitas 1-100 Ω.m.

Dari *point* di atas maka tujuan yang ingin dicapai dari pembuatan alat geolistrik menggunakan mikrokontroller hanya mampu mendeteksi jumlah lapisan permukaan bawah tanah serta kedalaman atau ketebalan lapisan. Namun alat ini masih belum sempurna karena terjadi kegagalan dalam menentukan perbedaan dari tahanan jenis yang terdeteksi. Untuk proses pengembangan dan mengatasi beberapa masalah yang terjadi diberikan saran berupa.

.

- Berikan tambahan sensor untuk mengetahui status dari supply sehingga ketika supply dalam keadaan daya lemah maka bisa di antisipasi untuk terlebih dahulu di *charger* . Hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan pengukuran data.
- Alat ukur masih terbatas pada *range* pengukuran arus dan rendah maka dari itu untuk pengembangan-nya diharapkan dapat melakukan pengukuran dengan *range* pengukuran arus juga tengangan yang besar.

5 DAFTAR PUSTAKA

[1] Hendrajaya Lilik dan Idam Arif, 1990, *Geolistrik Tahanan Jenis*. Monograf : Metoda Eksplorasi. Tidak dipublikasikan. Bandung: Institute Teknologi Bandung.

[2] Santoso, D, *Pengantar Teknik Geofisika*, ITB, 2002.

[3] Grandis, H, *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*, Himpunan ahli geofisika Indonesia (HAGI), 2009.

[4] Deba, *Arduino energy meter*, diakses pada tanggal 18 Januari 2015, dari world wide web : http://www.instructables.com/id/ARDUINO-ENERGY-METER/step3/Voltage- Measurement/

[5] Milen, *Digital multimeter shield for arduino*, diakses pada tanggal 18 Januari 2015, dari world wide web : http://www.instructables.com/id/Digital-multimeter-shield-for-Arduino/

[6] Milen, *Digital multimeter shield for arduino*, diakses pada tanggal 18 Januari 2015, dari world wide web : http://www.instructables.com/id/Digital-multimeter-shield-for-Arduino/

[7] Hartantyo Eddy, *Praktikum geolistrik dan EM*, diakses pada tanggal 7 Desember 2014, dari world wide web : http://hartantyo.staff.ugm.ac.id/myweb/?My_Class:Odd_Semester:Praktikum_Geolistrik_dan_EM

[8] Asmaranto Runi, *Identifikasi air tanah menggunakan geolistrik (IPI2Win)*, diakses pada tanggal 21 Mei 2015, dari world wide web : http://www.academia.edu/6998448/identifikasi_AirTanah_menggunakan_geolistrik_IPI2WIN_