

Rancang Bangun Alat Ukur Resistivitymeter Berbasis Arduino

Arif Rahman, Aryadi Nurfalaq, Rahma Hi. Manrulu

Program Studi Fisika Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

Email korespondensi : aryadinurfalaq@yahoo.co.id

ABSTRACT—This research aims to make an existing tool so that it can be used by students. Made consists of an ACS712 module as an amperemeter, ADS1115 as a voltmeter, power generator to increase voltage and arduino uno as a measurement system control center so as to get a resistance value based on the principle of ohm's law. From the measurement results using resistors 10 Ω , 20 Ω , 29 Ω , 39 Ω , 50 Ω , resistance values of 30.82 Ω , 26.8 Ω , 37 Ω , 35.83, 54.75 were obtained with an average error of 54%. Another test method is the geoelectric method with schlumberger configuration. Data processing is done by using Microsoft excel software, IP2WIN software to obtain 1D cross section model. Based on the results of the research, the distribution of groundwater aquifers on track 1 with a length of 1-7 meters obtained a resistivity value of 57.05-1069 Ω at a depth of 0.12-3.5 m and a thickness of 0.9024-29.54 while on track 2 with a length of 1-35 meters obtained a resistivity value of 13.23-424.9 Ω m at a depth of 3-14.39 m and a thickness of 3-14.39 m with error results of 0.18% and 0.06%. Programming is the process of writing instructions in a programming language to create software. There are 2 applications that are used, namely the arduino 1.8 software and CH34X, this programming connects modules with one another in the Programming download the arduino 1.8 application, the researcher declares the components that will be connected to the arduino as an example `#include<Wire.h>` is an lcd declaration to the arduino.

ABSTRAK—Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat yang ada sehingga dapat di gunakan oleh mahasiswa. Dibuat terdiri dari modul ACS712 sebagai amperemeter, ADS1115 sebagai voltmeter, pembangkit daya untuk menaikkan tegangan dan arduino uno sebagai pusat kontrol sistem pengukuran sehingga mendapatkan nilai resistansi berdasarkan prinsip hukum ohm. Dari hasil pengukuran menggunakan resistor 10 Ω , 20 Ω , 29 Ω , 39 Ω , 50 Ω didapatkan nilai resistansi 30.82 Ω , 26.8 Ω , 37 Ω , 35.83, 54.75. dengan rata rata error 54%. Metode pengujian lain adalah dengan metode geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi schlumberger. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software Microsoft excel, Software IP2WIN untuk memperoleh penampang model 1D. Berdasarkan hasil penelitian sebaran akuifer air tanah pada lintasan 1 Panjang lintasanya 1-7 meter diperoleh nilai resistivitas sebesar 57,05-1069 Ω pada kedalaman 0,12-3,5 m dan ketebalan 0,9024-29,54 sedangkan Pada lintasan 2 Panjang lintasanya 1-35 meter diperoleh nilai resistivitas sebesar 13.23-424.9 Ω m pada kedalaman 3-14.39 m dan ketebalan 3-14.39 m dengan hasil error 0,18% dan 0,06%. Pemrograman proses penulisan instruksi dalam bahasa pemrograman untuk menciptakan perangkat lunak. Ada 2 aplikasi yang di gunakan yaitu software arduino 1.8 dan CH34X pemrograman ini menghubungkan modul satu dengan yang lain pada Pemrograman mendownload aplikasi arduino 1.8 peneliti mendeklarasikan komponen yang akan di hubungkan ke arduino sebagai contoh `#include<Wire.h>` merupakan deklarasi lcd ke arduino.

Kata Kunci : Arduino, Resistivitymeter, Geolistrik.

PENDAHULUAN

Di era modern yang penuh dengan teknologi maka alat dan instrumen pengukuran geolistrik harus semakin maju untuk mempermudah dalam aspek pekerjaan. Lapisan bumi memiliki sifat fisik yang

terkandung dalam batuan sebagai komponen penyusun lapisan bumi. Sifat penyusun lapisan dalam kerak bumi yaitu sifat kelistrikan. Keragaman sifat listrik tanah dapat disebabkan oleh unsur organik atau

unsur anorganik dari sistem tanah (Cimpoiaşu et al., 2020).

Prinsip kerja metode geolistrik ini adalah arus listrik yang diinjeksikan ke dalam permukaan bumi melalui dua buah elektroda arus dan dua elektroda potensial sehingga diperoleh perbedaan nilai resistivitas masing-masing lapisan di bawah titik pengukuran yang dapat ditentukan. Sedangkan penggunaan konfigurasi schlumberger sebaiknya memungkinkan distribusi nilai resistivitas dapat diidentifikasi dengan bunyi sehingga dapat memperkirakan letak keberadaan air tanah pada akuifer tertekan (Muhardi et al, 2019).

Selain itu komponen dalam perancangan kali ini menggunakan arduino. Mikrokontroler ini sendiri adalah sebuah perangkat prototipe bersifat open source. Pembahasan tentang arduino mulai dari pengertian, kegunaan, komponen, perbandingan dengan perangkat prototype sejenis, hingga kelebihan serta kekurangannya. Jadi, simak artikel ini dengan baik ya agar tidak ada informasi yang terlewatkan. Selain Arduino, ada juga perangkat prototype sejenis dengan fungsi yang serupa di luar sana, yaitu Raspberry Pi atau lebih familier disebut dengan Raspi. Raspi memiliki fungsi dan ukuran yang sama dengan Arduino. Raspi memiliki harga yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan Arduino. Namun, dengan harga yang berbeda jauh itu. Raspi dapat digunakan sebagai komputer pribadi. Pasalnya raspi dapat diinstal beberapa OS seperti linux dan raspberry Pi OS (Setiawan, 2022).

Alat ukur resistivitas umumnya digunakan adalah Naniura NRD-300 yang terdiri dari untuk membaca nilai arus dan voltmeter untuk membaca nilai tegangan. Hal ini dikarenakan pada saat pengukuran tidak mendapatkan nilai resistivitas secara langsung. Alat resistivitas yang akan dibuat menggunakan 2 modul ADS1115 sebagai pengukur nilai tegangan dan modul ACS712 sebagai pengukur nilai arus. Untuk mendapatkan nilai bacaan sensor yang sesuai perlu dilakukan kalibrasi menggunakan

multimeter. Selain itu harga komponen yang relatif murah dan dimensi yang kecil menghasilkan alat yang kecil serta dapat dihubungkan menggunakan mikrokontroler seperti arduino sehingga dapat dilakukan pengukuran secara digital.

Resistivitymeter ini merupakan suatu rancangan yang menggunakan sumber berupa arus listrik yang dimasukan kedalam tanah melalui elektroda untuk mengetahui sifat resistivitas dibawah permukaan. Arus listrik dapat mengalir karena adanya beda potensial antara dua titik pada suatu medium penghantar. Sehingga didapatkan hubungan antara kuat listrik dengan beda potensial suatu penghantar yang kemudian dikenal sebagai hukum ohm.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Baso (2018) dengan penelitian rancang bangun alat geolistrik sebagai Pendeteksi bawah Permukaan, masih terdapat kekurangan alat Inverter DC To AC sehingga alat tersebut masih kurang efektif untuk digunakan dalam mendeteksi bawah permukaan karena masih memiliki tegangan yang tidak terkontrol hingga dapat merusak instrumen. Maka itu penulis melakukan penelitian dengan judul "Rancang Bangun Alat Ukur Resistivitymeter Berbasis Arduino". Penelitian ini dilakukan dengan menginjeksikan arus ke bawah permukaan menggunakan 2 buah elektroda arus dan 2 buah elektroda potensial. Hasil yang diperoleh akan dikirim melalui dan ditampilkan pada layar.

METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian rancangan ini adalah merancang instrumen geolistrik berbasis arduino.

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan diLaboratorium pengukuran Fisika Fakultas Sains Kampus II Universitas Cokroaminoto Palopo pada Juni-November 2024.

3. Rancangan dan Prosedur Penelitian

a. Bahan dan alat pendukung

1) Avo meter

Berfungsi untuk mengukur hambatan, mengukur tekanan DC/AC, arus listrik, pada saat perakitan alat.

2) Solder

Berfungsi untuk menyambungkan komponen elektronik.

3) Acu 12 volt

Sebagai penyangga baterai utama bertegangan tinggi.

4) Push on

Berfungsi saklar pada saat injeksi

5) Inverter DC to AC

Adalah rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk mengubah listrik DC menjadi listrik AC baik satu maupun tiga fasa dengan tegangan dan frekuensi yang dapat diatur.

6) Sensor ACS712

Sensor arus merupakan perangkat yang mendeteksi arus listrik (AC atau DC) di kawat, dan menghasilkan sinyal sebanding dengan itu.

7) Arduino uno R3

Berfungsi sebagai kontrol pembaca sinyal dari sensor analog (seperti sensor tegangan) dan mengkonversinya kedalam nilai digital yang dapat kita baca.

8) LCD 20×4 12 C

Berfungsi untuk menampilkan gambar dan informasi visual.

b. Prosedur kerja

1) Studi Literatur

Penulis telah mereview beberapa jurnal nasional, jurnal internasional dan buku untuk dapat memperoleh informasi tentang perancangan resistivitas berbasis Arduino.

2) Perancang ini terdiri dari beberapa komponen seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya yaitu ada Arduino UNO R3, sensor tegangan, convert DC to AC, Sensor ACS712, Receiver Untuk perancangan rangkaian komponen dapat diringkas dengan menggunakan salah satu komponen pendukung berupa breadboard dan kabel jumper yang sangat memudahkan dalam proses perangkaian komponen.

3) Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik ini nantinya menggunakan akrilik berwarna putih dan bentuknya seperti ukurannya sendiri akan dibuat seefisien mungkin sehingga dapat mempermudah dalam proses perawatan alat ini.

4. Pengujian Alat

a. Pengujian Teknis

Pengujian teknis pada alat ini yaitu dengan menguji komponen komponen pembentuk alat ini. Ini diperlukan agar tidak terjadi error pada alat, sehingga harus diuji kondisi komponen baik ataupun tidak dalam pengujianya. Pengujian ini menggunakan avo meter untuk menentukan bagus tidaknya komponen.

b. Pengujian Fungsi Kerja Alat

Pengujian fungsi kinerja alat ini bertujuan untuk mengetahui perancangan dari awal sampai akhir berhasil atau tidaknya. Selain itu juga bertujuan untuk mengetahui cara kerja alat ini. Berikut ini merupakan langkah langkah dalam melakukan pengujian alat baru ini:

- 1) Memastikan Komponen terhubung/pemasangan aki dan lain-lain.
- 2) Hubungkan Batrey 9 volt atau USB di laptop ke arduino untuk memberi power 5 volt ke alat baru .
- 3) Lakukan pengecekan *output* dengan munculnya angka pada lcd.
- 4) Lakukan kalibrasi/perbandingan alat dengan menggunakan alat resistivitas hasil rancangan.
- 5) Gunakan medium pasir atau tanah humus untuk pengujian hasil lapangan.
- 6) Lakukan pencatatan pada hasil pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Perancangan

a. Perancangan Alat

Dari hasil rancangan menggunakan arduino sebagai komponen utama maka resistivitas meter yang baru telah berfungsi. Setelah memastikan modul serta komponen sesuai maka penulis merakit rancanganya sesuai tahapan-tahapannya. Perancangan alat tugas akhir ini menghasilkan dua bagian

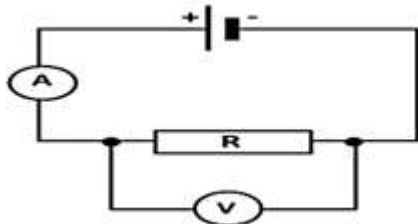
perangkat keras dan perangkat lunak yaitu bagian mekanik alat dan aplikasi codingan arduino.

b. Pengujian Alat

1) Hasil pengujian teknis

a) Pengujian dengan Resistor/Kalibrasi

Pengujian menggunakan 5 resistor dengan tahanan yang berbeda (10 Ω, 20Ω, 29Ω, 39Ω, 50Ω) dari hasil tabel 4 dihasilkan nilai akhir 30.82Ω, 26.8Ω, 26.8 Ω, 37Ω, 17 35.83Ω, 54.75Ω maka hasil pengujian dengan resistor ada satu data yang memiliki selisih data yang jauh yaitu 30,82Ω -10Ω sehingga selisih pembacaanya 20,82Ω dari data bisa simpulkan alat ini belum terlalu akurat. Untuk mendapatkan nilai bacaan sensor yang sesuai perlu dilakukan kalibrasi menggunakan multimeter. Arus listrik dapat mengalir karena adanya beda potensial antara dua titik pada suatu medium penghantar Sehingga didapatkan hubungan antara kuat listrik dengan beda potensial suatu penghantar yang kemudian dikenal sebagai hukum ohm. Berikut merupakan rangkaian dan rumusnya:



Gambar 1. Rangkaian hukum Ohm

$$R = \Delta V / I$$

Dimana R = Hambatan Jenis(Ω)

V = Beda Potensial(V)

I = Kuat Arus

Tabel 1. Data Pengujian Resistor

No.	Resistor	Nilai bacaan alat dengan hambatan (Resistor)						Hasil (Ω)
		Sebelum (mV)	Sesudah (mV)	Selisih (mV)	Sebelum (mA)	Sesudah (mA)	Selisih (mA)	
1	10	0.01	21.59	21.58	9.82	10.52	0.7	30.82
2	20	0.2	12.26	12.06	8.31	8.76	0.45	26.8
3	29	0.01	2.23	2.22	10.06	10.12	0.06	37
4	39	0.02	2.17	2.15	10.25	10.31	0.06	35.83
5	50	0.01	21.64	21.63	9.86	9.9	0.04	54.75

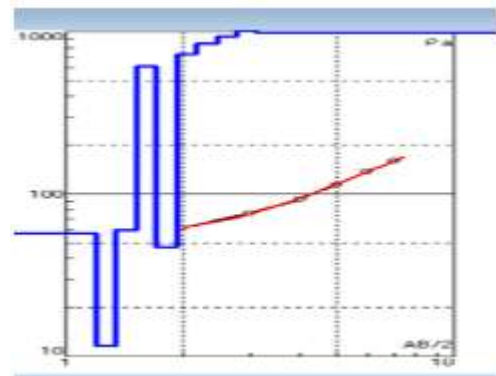
Sumber: Data Primer Setelah diolah 2024

b) Pengujian dengan Alat Ukur resistivitas meter baru

Penelitian ini dilakukan di area kampus 2 Cokroaminoto Palopo Jl. Sungai Rongkong, Salobulo, Kec.Wara Utara, Kota Palopo, Sulawesi Selatan. Dalam penelitian ini metode geolistrik konfigurasi schlumberger digunakan. data primer yang digunakan termasuk beda potensial (V) dan kuat arus (I) yang diinjeksikan ke dalam bumi melalui empat buah elektroda masing-masing dengan dua elektroda arus dan dua elektroda potensial. Nilai faktor geometri (K) dan nilai 18 resistivitas semu (ρa) juga diperoleh dari data primer yang diolah menggunakan Microsoft Excel. Nilai AB/2 dan nilai resistivitas semu di inversi menggunakan software IP2WIN untuk menghasilkan penampang 1D.

• Lintasan 1

Pada lintasan ini Panjang lintasanya 1-7m diperoleh nilai resistivitas sebesar 57,05-1069 m pada kedalaman 01.2-3.5m dan ketebalan 0.9024-29.54m. Hasil inversi dapat terlihat pada Tabel 2.



Gambar 2. Hasil model 1D Lintasan 1

Dimana

Garis Merah = Kurva Modelin

Garis Biru = Kurva Konversi

Garis titik hitam = Kurva Lapangan

Prinsip kerja saat data lapangan AB/2, MN, dan Ro_a di upload ke IP2win maka akan muncul grafik seperti gambar 9,10,11 kemudian kurva lapangan dimodelin untuk mendekati kurva merah sehingga keduanya saling mendekati untuk memperoleh data kedalaman (m), nilai resistivitas (Ωm), ketebalan lapisan

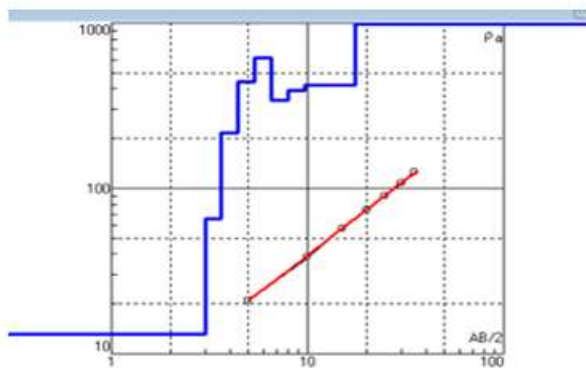
(m), jumlah lapisan, dan elevasi (m) yang sesuai.

Tabel 2. Hasil analisis data VES Lintasan 1 Error 1.18%

No	Nilai Resistivitas (ρ)	Ketebalan (h)	Kedalaman (d)	Alt
1	57.05	1.2	01.2	-1.2
2	11.65	0.1516	1.352	-1.3516
3	60.05	0.1707	1.522	-1.5223
4	609.1	0.1923	1.715	-1.7145
5	47.23	0.2165	1.931	-1.9311
6	724.28	0.2439	2.175	-2.175
7	842.5	0.2747	2.45	-2.4497
8	923.2	0.3094	2.759	-2.7591
9	1011	0.3485	3.108	-3.1075
10	1069	0.3925	3.5	-3.5

• Lintasan 2

Pada lintasan ini Panjang lintasanya 35m diperoleh nilai resistivitas sebesar 13.23-424.9 Ω pada kedalaman 3-14.39m dan ketebalan 3-14.39m. hasil inversi dapat dilihat pada tabel 3.



Gambar 3. Hasil model 1D lintasan 2

Tabel 3. Hasil Analisis Data VES Lintasan 2 Error 0.6%

N	Nilai Resistivitas (ρ)	Ketebalan (h)	Kedalaman (d)	Alt
1	13.23	3	3	-3
2	65.9	0.6494	3.649	-3.6494
3	217.4	0.79	4.439	-4.4394
4	438.4	0.961	5.4	-5.4004
5	619.1	1.169	6.569	-6.56944
6	338.4	1.422	7.992	-7.9915
7	388.8	1.73	9.721	-9.72115
8	423.4	2.104	11.83	-11.826
9	424.9	2.56	14.39	-14.386
10	2550	3.114	17.5	-17.5

Sumber: Data primer setelah diolah(2024)

Keterangan:

N : Jumlah lapisan

ρ : Nilai Resistivitas (Ω m)

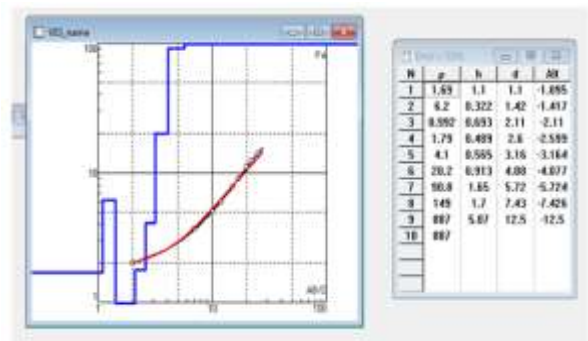
h : Ketebalan lapisan (m)

d : Kedalaman lapisan batuan (m), dan

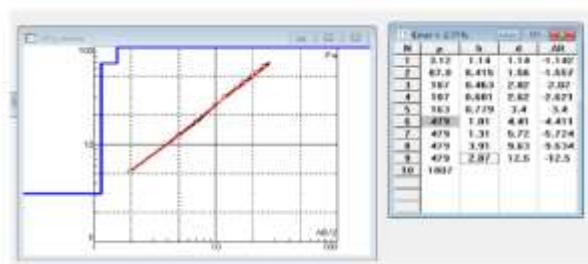
Alt : Elevasi (m)

c) Pengujian dengan Menggunakan alat Pemanding

Pengujian Resistivitas Meter Berbasis Arduino Dengan Metode schlumberger, pengujian ini menggunakan alat yang dirancang dengan alat sebelumnya yang dilakukan area kampus 2 Cokroaminoto dengan panjang lintasanya 1-50 meter dengan metode schlumberger. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan alat baru dan alat sebelumnya memperoleh resistivitas 1.69-807 Ω m, dengan kedalaman 1.42m untuk alat baru dan resistivitas 3.12-479 Ω m dengan kedalaman 1.56 m.



Gambar 4. Hasil model 1D lintasan alat baru

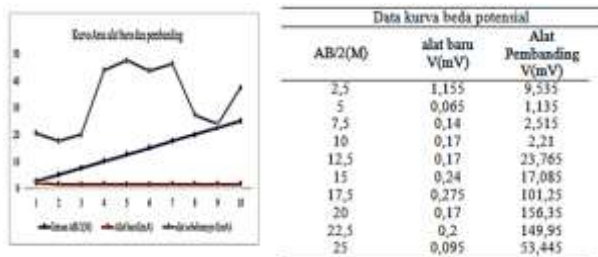


Gambar 5. Hasil model 1D lintasan dengan alat sebelumnya

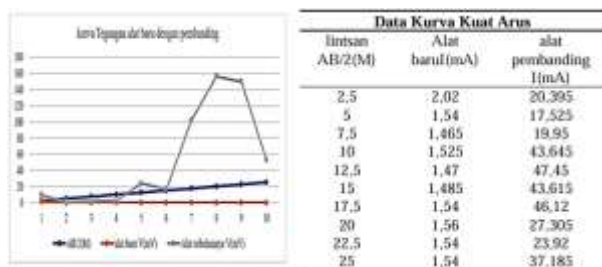
d) Pengujian Pemanding Beda Potensial dan Kuat Arus

Untuk pengujian ini menggunakan alat resistivitas meter berbasis arduino dengan pemanding alat sebelumnya. Dengan kurva perbandingan beda potensial dan kuat arus memiliki selisih yang cukup signifikan yaitu kurva arus 0,17 156,21=156,21 (dengan rumus kurva alat

baru-kurva alat lama) lihat tabel pada gambar 6 kolom 8 dan $1,47-47,45=45,98$ (dengan rumus kurva tegangan alat baru-kurva alat lama), lihat gambar 7 kolom 5. Nilai terendah dan tertinggi alat baru dan lama alat yaitu alat baru antara $0,2-1,155\text{mV}$ dan alat pembanding kisaran $2,21-149,95\text{mV}$ sedangkan untuk kurva kuat arus dengan nilai alat baru antara $0,2-1,55\text{mA}$ dan alat pembanding $2,21-43,61\text{mA}$. Dari hasil data maka perlu dilakukan pengambilan data lebih banyak dengan lintasan yang berbeda. Berikut hasil data dan kurvanya:



Gambar 6. Kurva arus alat baru dan pembanding



Gambar 7. Kurva tegangan alat baru dengan pembanding

2. Pembahasan

Pada penelitian yang dilakukan penulis di laboratorium fisika instrumen Kampus II setelah merancang instrumen mulai dari menghubungkan semua komponen, modul (arduino uno, I2C, LCD, ADS1115, ACS712, relay, converter, resistor) serta melakukan codingan dan alat telah berfungsi dibuktikan dengan lcd telah menyala. Uji coba dilakukan dengan menggunakan tahanan resistor 10Ω , 20Ω , 29Ω , 39Ω , 50Ω dan memperoleh hasil $30,82\Omega$, $26,8\Omega$, 37Ω , $35,83\Omega$, $35,833\Omega$, $54,75\Omega$. Selain itu penelitian ini di uji coba dengan menggunakan alat sebelumnya perbandingan arus dan tegangan memiliki selisih yang

cukup signifikan dengan nilai arus alat baru antara $1,47-2,02\text{mA}$ dan alat sebelumnya kisaran $17,525-47,45\text{mA}$ sedangkan untuk tegangan dengan nilai alat baru antara $0,2-1,155\text{mV}$ dan alat sebelumnya $2,21-149,95\text{mV}$.

Peneliti juga menguji penelitiannya dengan metode schlumberger yaitu dengan menggunakan aplikasi 1p2win di lintasan 1-7m diperoleh nilai resistivitas sebesar $57,05-1069\Omega\text{m}$ pada kedalaman $01,2-3,5\text{m}$ dan ketebalan $0,9024-29,54\text{m}$ dan lintasan 1-50 m menggunakan alat baru dan alat lama dengan metode schlumberger. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan alat baru dan alat sebelumnya memperoleh resistivitas $1,69-807\Omega\text{m}$, dengan kedalaman $1,42\Omega\text{m}$ untuk alat baru dan resistivitas $3,12-479\Omega\text{m}$ dengan kedalaman $1,56\text{m}$.

Berdasarkan hasil penelitian (Wantika dkk, Institut Teknologi Sumatra) telah dilakukan rancang bangun alat resistivitas guna menambah jumlah alat yang ada. Komponen yang sudah ada seperti sensor Arus adalah sebagai amperemeter, ADS1115 sebagai voltmeter, pembangkit daya untuk menaikkan tegangan dan arduino uno sebagai pusat kontrol sistem pengukuran sehingga mendapatkan nilai resistansi berdasarkan prinsip hukum ohm. Dari hasil pengukuran menggunakan beban resistor 20Ω , 10Ω , 4Ω , 1Ω , didapatkan nilai resistansi sebesar $15,30\Omega$, $6,26\Omega$, $3,98\Omega$, $0,93\Omega$.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah yang telah dilakukan di lab pengukuran fisika dan uji lapangan di area kampus 2 Cokroaminorto Palopo maka dapat di tarik beberapa kesimpulan :

1. Alat ini telah diuji coba dengan menggunakan resistor dan pengujian dengan alat pembanding namun masih memiliki perbedaan pembacaan hal ini bisa dilihat di kurva gambar 6 dan 7.
2. Hasil pengujian teknis dengan resistor $30,82\Omega$, $26,8\Omega$, 37Ω , $35,83\Omega$, $54,75\Omega$ maka hasil pengujian dengan resistor ada satu data yang memiliki selisih data yang jauh yaitu $30,82\Omega$ - 10Ω sehingga selisih

pembacaanya $20,82\Omega$ dari data bisa disimpulkan alat ini belum terlalu akurat. Untuk kurva perbandingan kurva Arus dan tegangan memiliki selisih yang cukup signifikan dengan nilai kurva arus alat baru antara $1,47-2,02\text{mA}$ dan alat pembanding kisaran $17,525-47,45\text{mA}$ sedangkan untuk kurva beda potensial dengan nilai alat baru antara $0,2-1,155\text{ mV}$ dan alat sebelumnya $2,21-149,95\text{mV}$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada pihak yang telah membantu dalam penelitian ini terkhusus kepada pimpinan Fakultas Sains.

DAFTAR PUSTAKA

- Cimpoiaşu. M.O, Kuras. O, Pridmore, T. and Mooney. S.J. (2020), "Potential of geoelectrical methods to monitor root zone processes and structure: A review", *Geoderma*, Elsevier, Vol.365, p. 114232.
- Muhardi, R., Nasharuddin. (2019). Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus: Desa Clapar Kabupaten Banjarnegara). *Prisma Fisika*. Vol. 7 No. 3. Hal 331-336.
- Setiawan, P. R. (2022). Pengembangan Alat Percobaan Induksi Magnetik Pada Kawat Melingkar Berarus dengan Hall Effect Sensor UGN3503. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, 12, 44-50.
- Usman, B. (2018). Rancang Bangun Alat Geolistrik sebagai pendeteksi bawah permukaan. Palopo: Universitas Cokroaminoto Palopo.

