

Rancang Bangun Prototipe Alat Geolistrik Menggunakan Arduino Uno R3 dan *Transceiver* nRF24L01+

Fajrul Huda*, Harmadi, Ahmad Fauzi Pohan

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 15 September 2021
Direvisi: 25 September 2021
Diterima: 30 September 2021

Kata kunci:

geolistrik
sensor ACS712
sensor tegangan
Transceiver nRF24L01+

Keywords:

geoelectric
ACS712 sensor
voltage sensor
nRF24L01+ transceiver

Penulis Korespondensi:

Fajrul Huda
Email: fj.huda1@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan perancangan prototipe alat geolistrik menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 dan *transceiver* nRF24L01+. Sistem ini dirancang dari beberapa unit yaitu sensor ACS712 sebagai pendeteksi arus yang diinjeksikan dan sensor tegangan sebagai pengukur tegangan pada elektroda potensial. Data yang diperoleh kemudian dikirimkan melalui *transceiver* nRF24L01+ sebagai alat transmisi data. Karakterisasi sensor ACS712 dilakukan dengan memvariasikan arus terhadap tegangan. Karakterisasi keluaran sensor tegangan dilakukan dengan cara membandingkan dengan voltmeter. Jarak maksimum pengiriman data oleh *transceiver* nRF24L01+ adalah 480 m tanpa penghalang dan 260 m dengan penghalang. Hasil pengukuran alat geolistrik dibandingkan dengan alat *resistivity meter* dengan kesalahan rata-rata sebesar 9,53% untuk pengujian pasir, 18,80% untuk pengujian tanah humus, 14,10% untuk pengujian pada tanah liat dan 29,40% pada pengujian lapangan.

The design of a geoelectric device has been carried out using the Arduino Uno R3 microcontroller and the nRF24L01+ transceiver. This system is designed from several units, namely the ACS 712 sensor as a detector of the injected current and a voltage sensor as a voltage meter at the potential electrode, the data obtained is sent via the nRF24L01+ transceiver as a data transmission tool. The characterization of the ACS 712 sensor is done by varying the current against the voltage. The characterization of the voltage sensor is done by comparing it with a voltmeter. The maximum data transmission distance by the nRF24L01+ transceiver is 480 m without obstructions, 260 m with obstructions. The results of geoelectrical measurements obtained with the designed tool are compared with a resistivity meter with an average error of 9.53% for sand testing, 18.80% for humus soil testing, 14.10% for testing on clay and 29.40% for testing using a field scale.

Copyright © 2021 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

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). Sifat kelistrikan terbentuk karena adanya mineral-mineral yang saling menyusun dan berinteraksi membentuk suatu bagian tertentu dari suatu lapisan bumi. Pembentukan material ini terjadi karena adanya kegiatan magma, ion-ion yang terdapat dalam magma akan mengalami pendinginan dan membentuk pola-pola kristal yang dapat merespon aliran listrik (Azharudin *et al.*, 2013).

Metode yang digunakan untuk mengetahui struktur bawah permukaan bumi dengan menggunakan sifat kelistrikan yaitu resistivitas (Telford *et al.*, 1990). Banyak faktor yang mempengaruhi nilai resistivitas pada tanah antara lain yaitu homogenitas, kandungan mineral logam, kandungan *aquifer*, porositas, permeabilitas, suhu dan umur geologi tanah. Terdapat beberapa metode untuk mengetahui keadaan geologi bawah tanah dalam ilmu geofisika, diantaranya yaitu metode resistivitas, geomagnetik, dan seismik. (Muallifah, 2009) telah melakukan penelitian geolistrik menggunakan metode resistivitas dengan konfigurasi Wenner. Penelitian ini dilakukan dengan menginjeksikan arus ke dalam bumi melalui dua elektroda arus, dan dua elektroda potensial. Hasil pengukuran arus, beda potensial dan resistivitas yang didapatkan dari penelitian pada jarak tertentu dengan variasi hambatan jenis masing-masing lapisan titik ukur berbeda-beda. Semakin panjang jarak elektrodanya maka semakin dalam target pengukuran dan semakin besar resistivitasnya.

Azharudin *et al.*, (2013) menggunakan alat geolistrik untuk menentukan jenis bahan yang ada di bawah permukaan bumi dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi yang kemudian direspon kembali sebagai tegangan yang terukur. Penelitian ini dilakukan pada skala lapangan menggunakan metode Wenner dan Schlumberger dengan jarak sampai 800 meter. Alat ini belum menggunakan pengiriman jarak jauh. Widodo *et al.*, (2018) juga telah melakukan penelitian dengan menggunakan alat geolistrik berbasis Arduino Mega 2560. Penelitian ini menggunakan alat geolistrik dengan penguat tegangan sampai 350 V dan juga dilengkapi dengan sistem injeksi arus otomatis. Alat ini belum menggunakan sistem pengiriman data jarak jauh sehingga masih membutuhkan banyak sumber daya manusia pada saat pengambilan data. Hasil penelitian didapatkan nilai *error* yang cukup besar, yaitu 13,95% dari alat ukur standar.

Berdasarkan permasalahan dan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya maka dilakukan penelitian dengan judul rancang bangun prototipe alat geolistrik menggunakan mikrokontroler arduino UNO R3 dan *transceiver* nRF24L01+. Penelitian ini dilakukan dengan menginjeksikan arus ke dalam bumi menggunakan 2 buah elektroda arus dan 2 buah elektroda potensial, hasil yang diperoleh dikirim melalui *transceiver* dan ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*) sehingga memudahkan pemantauan pada saat pengambilan data.

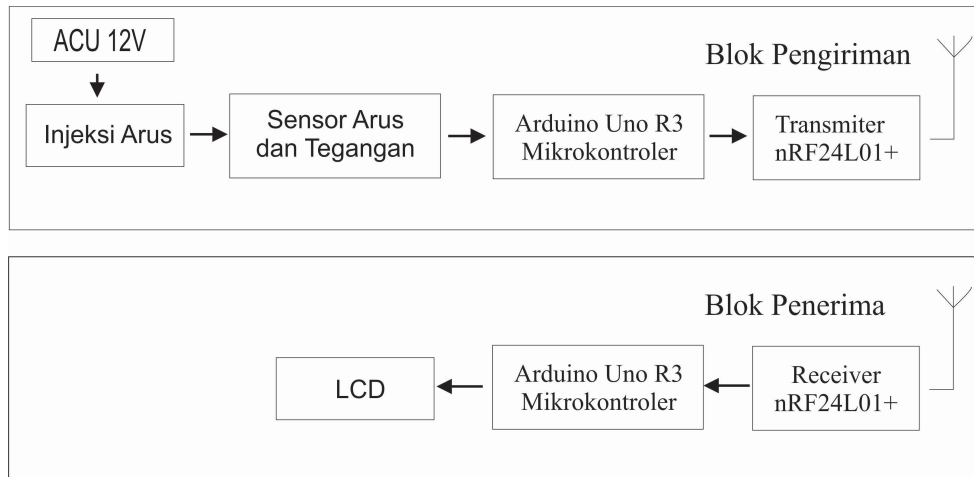
II. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam perancangan ini meliputi multimeter, solder, jumper dan voltmeter. Bahan yang digunakan sensor ACS712, sensor tegangan dan Arduino Uno.

2.2 Perancangan Perangkat Keras Prototipe Alat Geolistrik

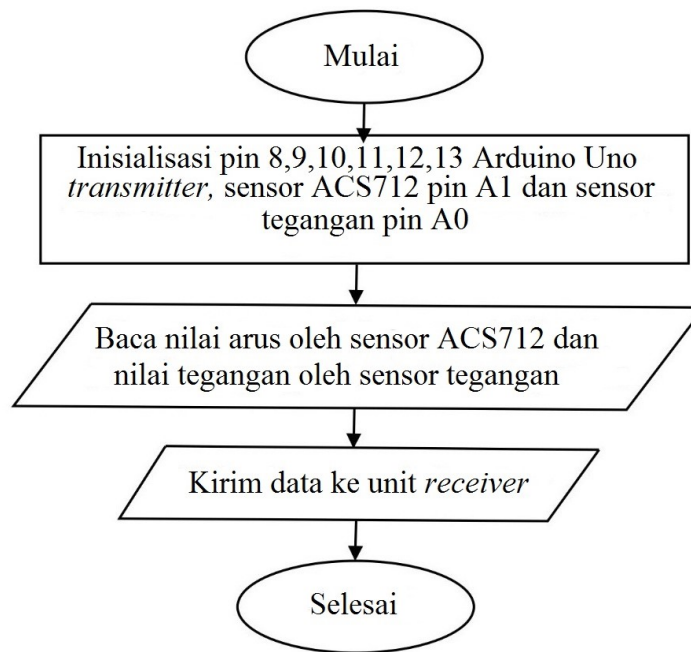
Perancangan perangkat keras prototipe alat geolistrik menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan *transceiver* nRF24L01+ terdiri dari sensor ACS712, sensor tegangan, nRF24L01+, Arduino Uno dan LCD. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 1. Proses diawali dengan merangkai sistem sensor yang nantinya akan diuji melalui elektroda. Arus diinjeksikan melalui elektroda arus dengan sumber aki 12 volt dan diukur oleh sensor ACS712, sedangkan sensor tegangan dipasang pada elektroda potensial. Arus dan tegangan yang terdeteksi akan diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno, selanjutnya dikirimkan melalui nRF24L01+ dan ditampilkan melalui LCD.



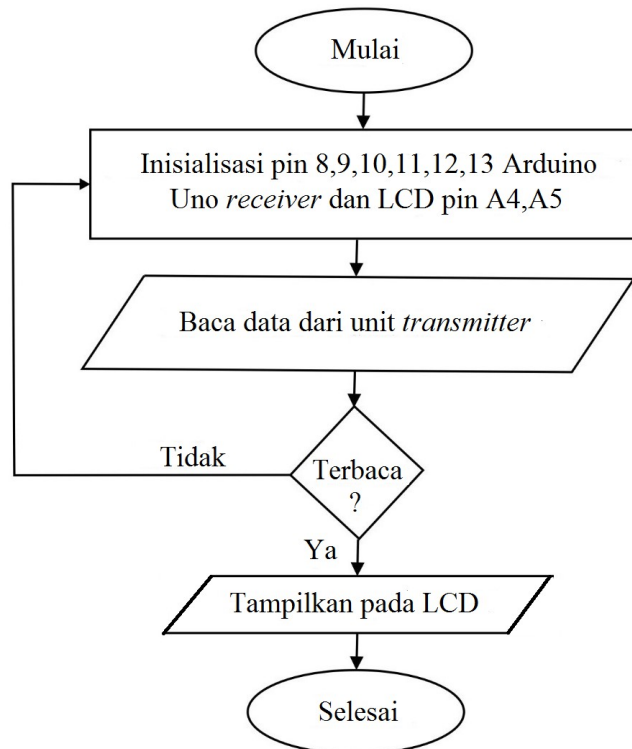
Gambar 1 Diagram blok sistem

2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak sistem ini adalah telemetri yang dibagi menjadi unit *transmitter* dan *receiver*. Diagram alir pemograman dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2(a) merupakan diagram alir unit *transmitter* dan Gambar 2(b) merupakan diagram alir unit *receiver*.



(a)

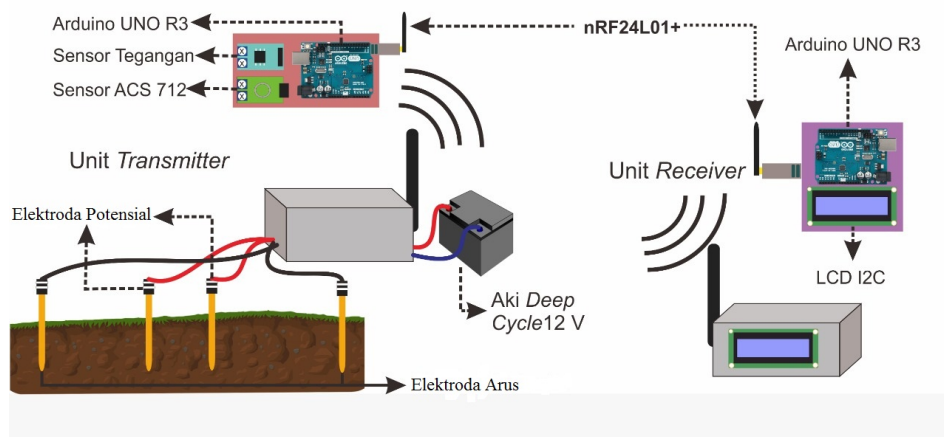


(b)

Gambar 2 Diagram alir keseluruhan (a) *transmitter* dan (b) *receiver*

2.4 Karakterisasi Prototipe Alat Geolistrik

Sistem pengukuran prototipe alat geolistrik terdiri dari sensor ACS712, sensor tegangan, Arduino Uno, nRF24L01+ dan LCD yang ditunjukkan pada Gambar 3. Karakterisasi dilakukan agar dapat mengetahui kemampuan setiap komponen agar bekerja dengan baik. Proses pengukuran diawali dengan injeksi arus ke elektroda arus yang dideteksi oleh sensor ACS712, kemudian sensor tegangan terhubung ke elektroda potensial. Data yang diperoleh kemudian diproses mikrokontroler Arduino Uno dan dikirimkan melalui *transceiver* nRF24L01+ dan ditampilkan pada LCD.



Gambar 3 Skema rangkaian alat

2.5 Pengujian Sistem dan Pengambilan Data

Pengujian dan pengambilan data dilakukan dengan cara membandingkan hasil yang didapatkan oleh alat yang dirancang dengan alat pembanding yaitu *resistivity meter IP-4100*. Alat ini digunakan untuk menentukan tingkat ketelitian pada alat yang dirancang. Proses pengujian dan pengambilan data ini dilakukan di Laboratorium Fisika Instrumentasi, Jurusan Fisika Universitas Andalas.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Karakterisasi Tegangan

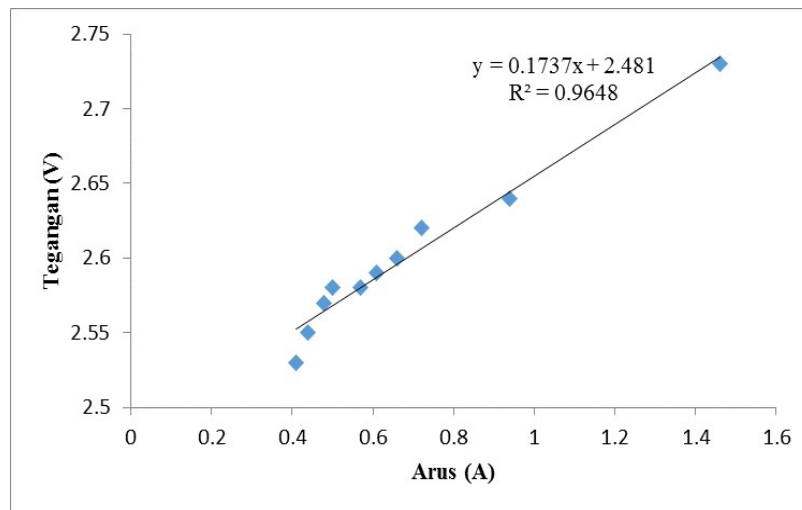
Pengujian sensor tegangan bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor dengan melakukan perbandingan menggunakan voltmeter. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan nilai tegangan dari rentang 1 V sampai 20 V. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Persen *error* yang didapat sangat kecil yaitu 0,569 % yang menunjukkan bahwa sensor tegangan dapat bekerja dengan sangat baik.

Tabel 1 Hasil Pengujian sensor tegangan dengan voltmeter

No	Tegangan (<i>V</i>)		Error (%)
	Voltmeter	Sensor tegangan	
1	1	0,95	5,000
2	2	1,98	1,000
3	3	3,05	1,667
4	4	3,98	0,500
5	5	5,00	0,000
6	6	6,01	0,167
7	7	6,98	0,286
8	8	8,03	0,375
9	9	9,02	0,222
10	10	10,02	0,200
11	11	10,98	0,182
12	12	12,02	0,167
13	13	13,04	0,308
14	14	13,98	0,143
15	15	15,05	0,333
16	16	16,03	0,188
17	17	16,98	0,118
18	18	18,02	0,111
19	19	19,05	0,263
20	20	20,03	0,150
Rata-rata (%)			0,569

3.2 Karakterisasi Sensor ACS712

Pengujian sensor ACS712 bertujuan untuk mengetahui respon sensor terhadap arus yang diberikan. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan arus yang dialirkan melalui kedua pin masukan arus eksternal, dan mengukur tegangan keluaran pada sensor untuk setiap arus yang diberikan. Gambar 4 memperlihatkan hubungan antara tegangan keluaran sensor terhadap arus. Grafik menunjukkan korelasi linier yang cukup baik yaitu sebesar $R^2 = 0,9648$. Fungsi transfer yang diperoleh dari data pengukuran adalah $y = 0,1737x + 2,481$. Sensitivitas yang diperoleh dari fungsi transfer yaitu sebesar 0,1737 V/A, dan tegangan *offset* sebesar 2,481 V.



Gambar 4 Grafik hubungan tegangan keluaran sensor terhadap arus

3.3 Karakterisasi nRF24L01+

Pengujian *transceiver* nRF24L01+ dilakukan untuk melihat jarak terjauh pengiriman data dari unit *transmitter* ke *receiver*. Data yang akan dikirim berupa kode decimal yaitu “2022”. Pengukuran jarak dari unit *transceiver* ke unit *receiver* menggunakan fitur aplikasi *Google Maps* di Android. Karakterisasi dilakukan di Universitas Andalas. Hasil pengujian karakterisasi *transceiver* nRF24L01+ dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian karakterisasi transceiver nRF24L01+

Kondisi lapangan	Kode pengiriman data		Jarak maksimum pengiriman (m)
	Unit <i>transmitter</i>	Unit <i>receiver</i>	
Tanpa penghalang	2022	2022	480
Berpenghalang	2022	2022	260

Jarak maksimum yang didapat pada pengujian *transceiver* nRF24L01+ tanpa penghalang adalah sejauh 480 m dan 260 m jika ada penghalang. Data yang didapat tidak sesuai dengan *datasheet transceiver* nRF24L01+ yang jangkauan maksimumnya 1 km. Hal ini terjadi karena kondisi di sekitar tempat pengambilan data terdapat banyak variabel yang dapat mempengaruhi tranmisi seperti. Jarak pengiriman data berkurang dikarenakan gelombang radio yang dipancarkan oleh *transceiver* nRF24L01+ mengalami penyerapan, pemantulan, dan hamburan ketika terhalang oleh pepohonan.

3.4 Hasil Pengujian Alat Geolistrik dengan Alat Pemanding

Pengujian alat yang dirancang dengan alat pembanding dilakukan dalam beberapa kali percobaan yaitu menggunakan medium pasir, medium tanah liat, medium tanah humus dan pada lapangan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3 sampai Tabel 6.

Tabel 3 Data pengujian menggunakan pasir

Jarak elektroda (cm)	Resistivitas ($\Omega.m$)		Error (%)
	Alat pembanding	Alat yang dibuat	
6	108,23	90,43	16,44
10	163,03	145,72	10,61
14	174,66	159,60	8,62
18	175,36	160,56	8,44
22	190,70	185,29	2,83
26	222,50	210,07	5,58
30	243,21	208,73	14,15
	Rata-rata(%)		9,53

Tabel 4 Data pengujian menggunakan tanah liat

Jarak elektroda (cm)	Resistivitas ($\Omega.m$)		Error (%)
	Alat pembanding	Alat yang dibuat	
4	75,60	51,33	32,10
6	62,90	46,36	26,29
8	60,75	54,97	9,52
10	69,61	57,78	16,98
12	69,84	60,04	14,03
14	63,56	58,39	8,12
16	72,21	54,45	24,59
Rata-rata(%)			18,80

Tabel 5 Data pengujian menggunakan tanah humus

Jarak elektroda (cm)	Resistivitas ($\Omega.m$)		Error (%)
	Alat pembanding	Alat yang dibuat	
4	57,60	40,49	29,70
6	45,41	44,09	2,91
8	57,98	36,74	36,62
10	47,60	39,53	16,95
12	48,39	48,62	0,47
14	52,05	51,21	1,62
16	54,44	48,75	10,44
Rata-rata(%)			14,10

Tabel 6 Data pengujian pada lapangan

Jarak elektroda (m)	Resistivitas ($\Omega.m$)		Error (%)
	Alat pembanding	Alat yang dibuat	
2	1,57	1,41	10,08
4	2,90	1,88	34,96
6	4,63	3,26	29,56
8	7,42	4,41	40,56
10	8,16	5,41	33,59
12	9,01	6,68	25,88
14	11,32	8,42	25,64
16	12,97	9,36	27,80
18	15,43	10,51	31,89
20	18,02	11,89	34,03
Rata-rata(%)			29,40

Tabel 3 menampilkan hasil data resistivitas menggunakan *resistivity meter* dan alat yang dirancang bangun. Pengujian dilakukan dengan skala labor dengan variasi jarak konfigurasi Wenner. Hasil pengujian tersebut didapatkan kesalahan rata-rata yaitu sebesar 9,53 %. Tabel 4 menampilkan hasil data resistivitas dengan medium tanah liat. Hasil pengujian tersebut didapatkan kesalahan rata-rata yaitu sebesar 18,80 %. Tabel 5 menampilkan hasil data resistivitas dengan medium tanah humus. Hasil pengujian tersebut didapatkan kesalahan rata-rata yaitu sebesar 14,10 %. Tabel 6 menampilkan hasil data resistivitas dengan pengujian skala lapangan. Hasil pengujian tersebut didapatkan kesalahan rata-rata yaitu sebesar 29,40 %. Kesalahan rata-rata yang diperoleh relatif besar karena pada saat pengambilan data pembanding, pengaruh dari injeksi arus masih ada sehingga terdapat perbedaan antara nilai yang terbaca pada sensor tegangan dan pada *resistivity meter*.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa prototipe alat geolistrik menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan *transceiver* nRF24L01+ dapat digunakan dengan baik. Hasil pengukuran dapat dikirim secara langsung menggunakan nRF24L01+ dan ditampilkan pada LCD. Resistivitas pada alat yang dirancang memiliki kesalahan rata-rata 9,53%

untuk pengujian pasir, 18,80 % untuk pengujian tanah humus, 14,10 % untuk pengujian tanah liat dan 29,40 % pada pengujian lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azharudin, I., Imaddudin, I. and Nuryadin, B.W. (2013), “Rancang Bangun Alat Geolistrik Untuk Menentukan Jenis Bahan Di Bawah Permukaan Bumi”, *Issn 1979-8911*, Vol. VII No. 1, pp. 33–52.
- 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.
- Muallifah, F. (2009), “Perancangan dan Pembuatan Alat Ukur Resistivitas Tanah”, *Jurnal Neutrino*, Vol. 1 No. 2, pp. 179–197.
- Telford, W.M., Geldart, L. and Sheriff, R.E. (1990), *Applied Geophysics*, 2nd ed., Cambridge University, London.
- Widodo, Lapanoro, B.P. and Jumarang, M.I. (2018), “Rancang Bangun Alat Geolistrik Berbasis Arduino Mega2560”, *Jurnal Physics Communication*, Vol. 2 No. 1, pp. 52–62.