

# MONITORING SUHU BAWAH PERMUKAAN DENGAN SISTEM *MASTER SLAVE*

Rahman Arifuddin<sup>1,2</sup>, Ermanu Azizul Hakim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Jl. Terusan Dieng 62-64 Malang

<sup>2</sup>Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

Rahman Arifuddin

Jl. Terusan Dieng 62-64 Malang

E-mail: rahman.arifuddin@unmer.ac.id

## Abstrak

Meningkatnya kebutuhan akan energi di masa ini memberikan peluang untuk mengeksplorasi sumber energi terbarukan. Menipisnya persediaan energi tidak terbarukan seiring dengan meningkatnya permintaan dan penggunaannya, diperlukan sumber energi terbarukan. Sumber panas bumi dapat menjadi salah satu alternatif energi terbarukan, dengan melakukan eksplorasi terhadap daerah yang memiliki potensi. Pengukuran suhu bawah permukaan dapat menjadi langkah awal untuk mendapatkan data panas bumi, yang akan menjadi acuan daerah ukur memiliki potensi panas bumi yang bisa dijadikan energi alternatif. System ini dibangun dengan menggunakan system master slave, menggunakan radio frekuensi untuk sistem komunikasi dan monitoring hasil pengukuran suhu bawah permukaan berupa tabel serta bentuk kontur. Pengukuran suhu bawah permukaan didapatkan hasil suhu yang terdeteksi berkisar antara  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  pada sensor 1 masing-masing slave dan  $\pm 26^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$  pada sensor 4 pada masing-masing slave

**Kata kunci:** monitoring, master slave, suhu bawah permukaan

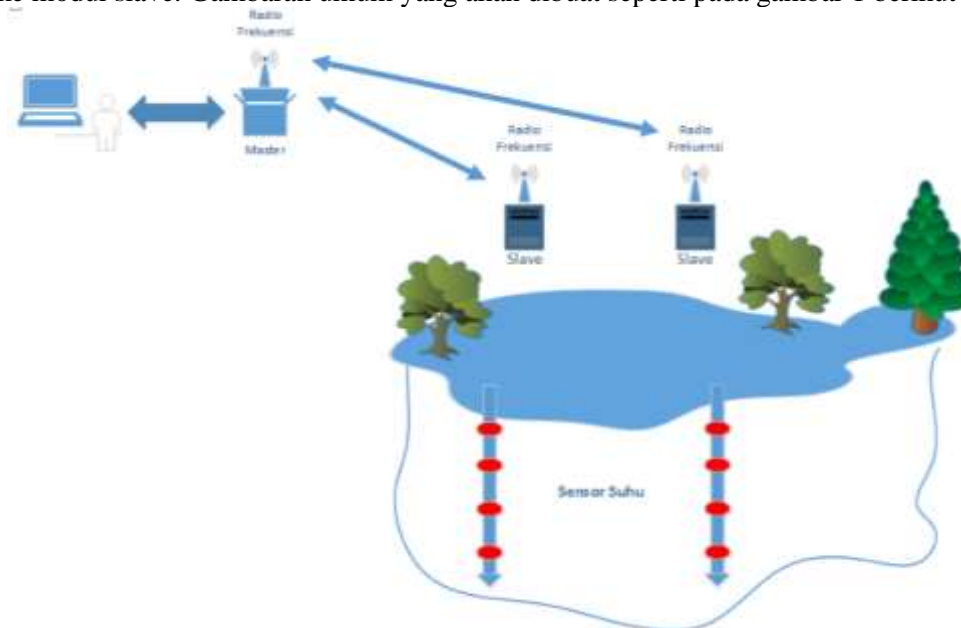
## 1. Pendahuluan

Kebutuhan akan energi pada saat ini dan akan datang semakin meningkat, kebutuhan yang meningkat itu tidak seimbang dengan ketersediaan energi yang ada. Energi tidak terbarukan semakin menipis seiring dengan permintaan dan penggunaan yang terus meningkat sedangkan energi terbarukan belum maksimal dalam proses pengadaannya. Energi terbarukan sudah banyak digunakan terutama di negara-negara maju dan berkembang seperti energi tenaga angin, energi tenaga air, energi tenaga uap dan pemanfaatan energi yang lainnya seperti memanfaatkan ombak sebagai sumber energi. Energi terbarukan dengan sumber panas bumi juga semakin diminati, dengan memanfaatkan uap panas yang berasal dari panas bumi. Indikasi awal panas bumi pada umumnya berupa munculnya air panas (hidrotermal) ke permukaan bumi melalui celah, patahan maupun zona permeabel yang sering disebut dengan akuifer. Sistem hidrotermal di bawah permukaan seringkali ditunjukkan oleh adanya manifestasi panas bumi di permukaan (geothermal surface manifestation), seperti mata air panas, kubangan lumpur panas (mud pools), dan geyser. Manifestasi ini diperkirakan terjadi karena adanya perambatan panas dari bawah permukaan atau karena adanya rekahan-rekahan yang memungkinkan fluida panas bumi (uap dan air panas) mengalir ke permukaan [1]. Eksplorasi sumber energi geothermal umumnya dimulai dari penentuan daerah potensi sumber geothermal. Parameter fisis yang umumnya digunakan pada tahap awal adalah adanya titik-titik sumber mata air panas [2]. Sistem yang dibangun terdiri atas dua unit utama, yaitu Remote Terminal Unit (RTU) dan Master Terminal Unit (MTU) [3, 4]. RTU ini merupakan penginderaan pada unit sensor yang dilengkapi dengan sistem akuisisi data berbasis mikrokontroler. MTU adalah sistem kontrol dan unit data logger. Selain itu juga dapat dilakukan monitoring selama proses pengambilan data dan ditampilkan dalam bentuk grafik hasil pengukuran. Untuk mendapatkan kontur hasil pengukuran menggunakan software surfer 9.

## 2. Metode Penelitian

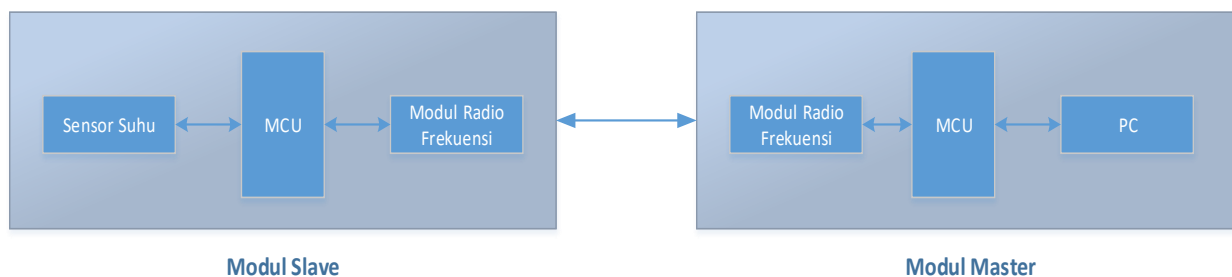
System yang akan dibuat berupa hardware yang terdiri dari pipa yang terbuat dari bahan plastic untuk tempat sensor, modul slave dan modul master. Software untuk mikrokontroler dalam perintah

untuk mengirim data dari modul slave ke modul master dan perintah untuk meminta data dari modul master ke modul slave. Gambaran umum yang akan dibuat seperti pada gambar 1 berikut :



**Gambar 1** Sistem Secara Umum

Modul master terdiri dari mikrokontroler untuk memproses data suhu bawah permukaan yang telah dikirim oleh modul slave, kemudian akan diproses di PC dan modul radio frekuensi sebagai media transmisi untuk mengirim data. Modul slave terdiri mikrokontroler untuk memproses data dari sensor suhu yang telah diletakkan dibawah permukaan dan modul radio frekuensi sebagai media transmisi untuk mengirim data pada modul master.

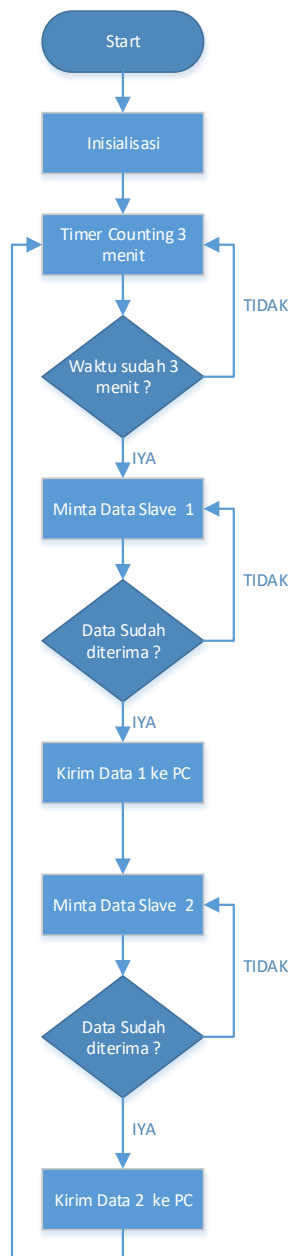


**Gambar 2** Diagram Blok

Berdasarkan blok diagram pada gambar 2 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. MCU sebagai pengontrol data dari sensor suhu pada modul slave yang akan dikirim ke modul master dan pengontrol data yang akan dikirim ke modul master pada setiap modul slave dan kemudian akan ditampilkan pada PC
2. Modul slave sebagai penerima data dari setiap sensor yang kemudian akan dikirim ke modul master melalui transmisi radio frekuensi
3. Modul master sebagai pengontrol setiap slave yang akan mengirim data dan kemudian ditampilkan pada PC

Perancangan software dilakukan dengan menggambarkan flowchart system, seperti pada gambar 3 berikut :



**Gambar 3** Flowchart Sistem

Berdasarkan gambar 3, dari setiap proses yang dijalankan modul master akan meminta data pada setiap modul. Urutan permintaan data pada modul slave dimulai dari modul slave 1 ke modul slave 2, modul master diberikan waktu kurang lebih tiga menit untuk meminta data ke setiap modul slave. Modul slave sendiri harus sudah menyiapkan data sesuai dengan pembacaan sensor.

Setiap modul slave akan diletakkan dengan jarak yang berbeda pada kedalaman injeksi sensor yang telah ditentukan. Proses perhitungan jarak antar slave dapat dihitung menggunakan formula Haversin dengan memanfaatkan latitude, longitude dan radius bumi [5-7]. Data dari latitude dan longitude didapatkan dari hasil pembacaan GPS.

Formula Haversin sebagai berikut :

$$a = \sin\left(\frac{\Delta lat}{2}\right)^2 \quad (1)$$

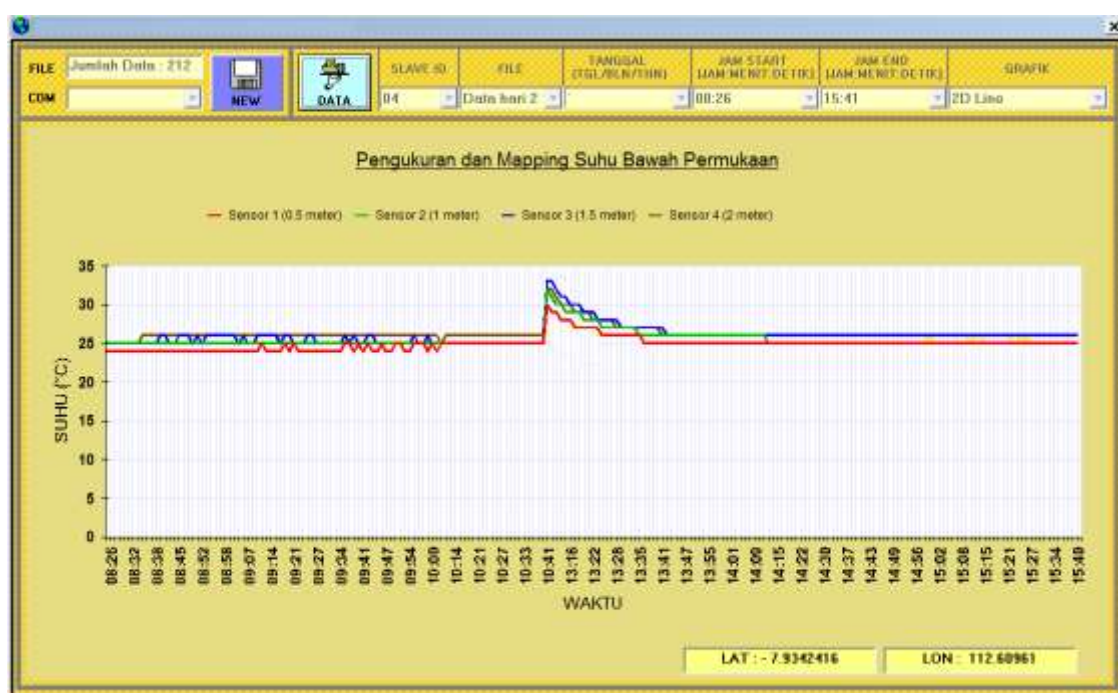
$$c = \cos \cos (lat1) * \cos \cos (lat2) * \sin\left(\frac{\Delta long}{2}\right) \quad (2)$$

$$d = R \cdot 2 \cdot \text{asin}(\sqrt{a + c}) \quad (3)$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

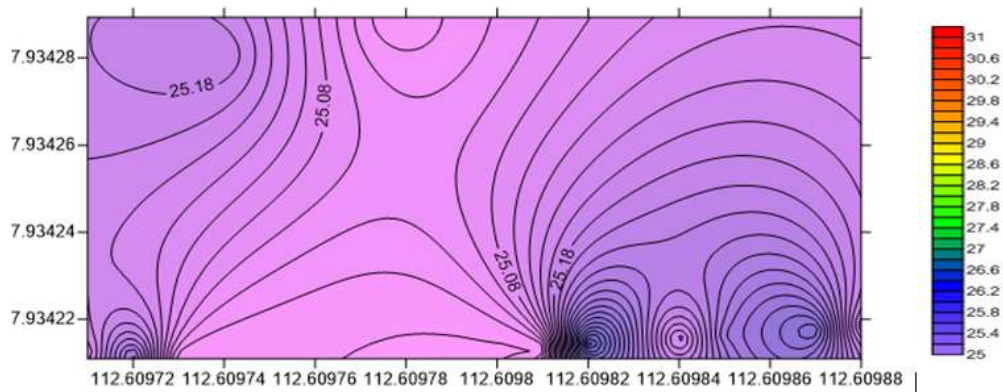
Hasil pada penelitian ini merupakan hasil pengujian yang dilakukan pada saat semua sensor sudah terpasang pada pipa dan sudah dalam keadaan diinjeksikan kedalam tanah.

Pengambilan data pada lokasi dengan kondisi tanah agak basah dan di permukaan tanah terdapat rumput yang agak tebal. Dari kondisi tersebut suhu yang terdeteksi pada setiap slave  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  pada posisi sensor 1 dengan kedalaman 0,5 meter dan  $\pm 26^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$  pada sensor 4 dengan kedalaman 2 meter. Pengambilan data dilakukan selama 3 hari, untuk pengambilan data hari pertama dan kedua pada pukul 11.00 dilakukan pengangkatan semua slave ke permukaan tanah sehingga suhu yang terdeteksi sensor pada masing-masing slave terjadi kenaikan karena terpapar sinar matahari langsung seperti pada Gambar 4 dan 5. Pada pukul 13:00 diinjeksikan kembali kedalam tanah. Pada pengambilan data hari ketiga, dari pagi hari sampai sore hari posisi slave tetap diinjeksikan ke dalam tanah sehingga suhu yang terdeteksi tetap berkisar antara  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  pada sensor 1 masing-masing slave dan  $\pm 26^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$  pada sensor 4 pada masing-masing slave seperti pada Gambar 4

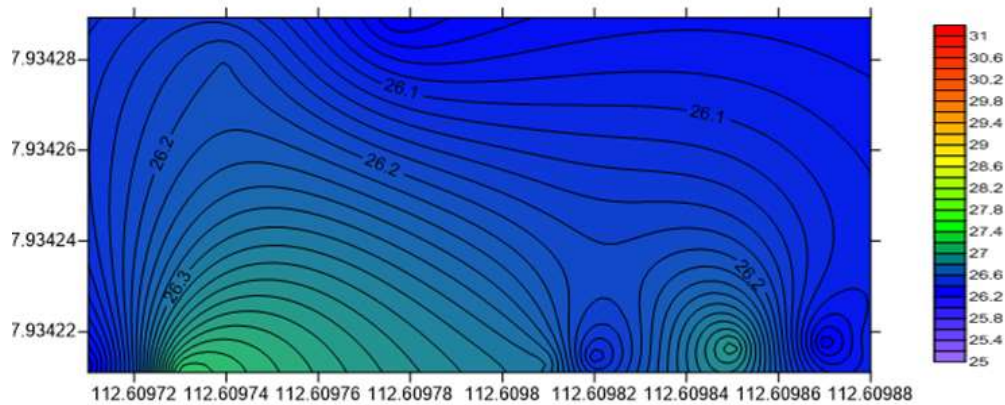


Gambar 4 Hasil Monitoring

Gambar 5 dan 6 adalah kontur penyebaran suhu pada sensor 1 dan sensor 4, dapat diperhatikan suhu yang terdeteksi pada sensor 1 dengan kedalaman 0,5 meter lebih rendah  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  daripada suhu yang terdeteksi oleh sensor 4 dengan kedalaman 2 meter yaitu  $\pm 26^{\circ}\text{C}$ .



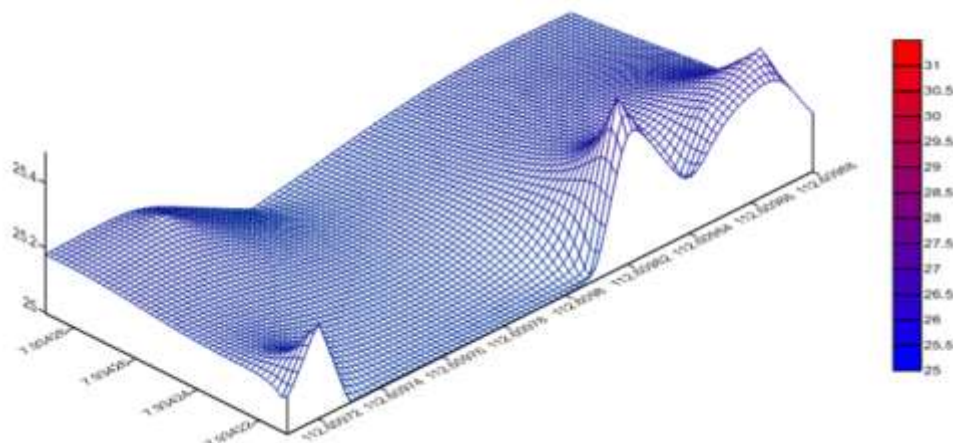
**Gambar 5** Kontur Penyebaran Suhu pada Sensor 1



**Gambar 6** Kontur Penyebaran Suhu pada Sensor 4

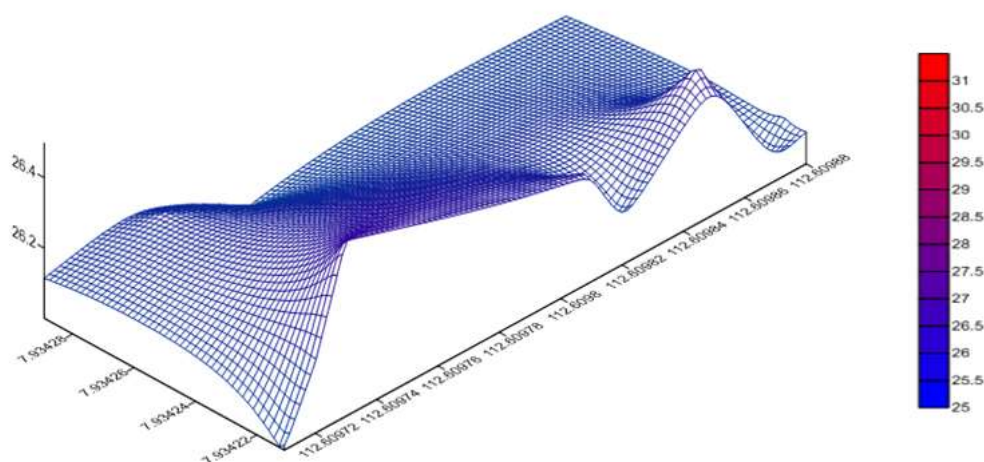
Pada Gambar 5 dan 6 untuk nilai dari X merupakan Longitude, Y merupakan Latitude dan untuk pola yang terbentuk merupakan nilai suhu yang terbaca oleh sensor yang disesuaikan dengan indikator warna sebagai representasi dari perbedaan suhu

Pada Gambar 7 dan 8 adalah kontur 3D berdasarkan kontur penyebaran suhu 2D pada Gambar 5 dan 6.



**Gambar 7** Kontur 3D Penyebaran Suhu pada Sensor 1





**Gambar 8** Kontur 3D Penyebaran Suhu pada Sensor 4

Pada Gambar 7 dan 8 untuk nilai X merupakan Longitude, Y merupakan Latitude dan nilai Z merupakan suhu yang terbaca oleh sensor dengan indikator warna sebagai representasi perbedaan suhu pada daerah ukur. Pembentukan pola puncak dan lembah berdasarkan perbedaan suhu yang terdeteksi pada daerah ukur.

Selain hasil yang telah disebutkan diatas, dapat juga dihitung jarak antar modul slave dengan memanfaatkan data latitude dan longitude. Data latitude dan longitude ini dihitung menggunakan formula Haversin.

Dengan memasukkan rumus formula Haversin kedalam file excel didapatkan jarak antar modul slave, seperti pada table 1.

**Tabel 1** Formula Haversin Menghitung Jarak Sistem Geografis

| Titik | Lat      | Long      | Jarak (Meter) | Keterangan          |
|-------|----------|-----------|---------------|---------------------|
| 1     | -7,9342  | 112,6097  | 0             |                     |
| 2     | -7,7933  | 112,6097  | 15,67         | Jarak Titik 2 dan 1 |
| 3     | -7,9343  | 112,60988 | 15,68         | Jarak Titik 3 dan 2 |
| 4     | -7,79342 | 112,60988 | 15,67         | Jarak Titik 4 dan 3 |

Berdasarkan table 1, jarak antar modul slave  $\pm 15$  meter, hal ini didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan formula Haversin.

#### 4. Kesimpulan

System ini dapat melakukan pengukuran suhu bawah permukaan dengan kedalaman 2 meter dan dapat melakukan pengukuran pada 4 titik sekaligus dengan system master slave. Master sebagai pengontrol dari masing-masing slave dan slave sebagai sistem akuisisi data dari sensor. Hasil pengolahan data dengan kondisi tanah agak basah dan di permukaan tanah terdapat rumput yang agak tebal. Dari kondisi tersebut suhu yang terdeteksi pada setiap slave  $+ 25^{\circ}\text{C}$  pada posisi sensor 1 dengan kedalaman 0,5 meter dan  $\pm 26^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$  pada sensor 4 dengan kedalaman 2 meter. Pengambilan data pagi hari sampai sore hari posisi slave tetap diinjeksikan ke dalam tanah sehingga suhu yang terdeteksi tetap berkisar antara  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  pada sensor 1 masing-masing slave dan  $\pm 26^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$  pada sensor 4 pada masing-masing slave. Dari hasil pengujian alat ini mampu mengukur suhu bawah permukaan dengan baik pada daerah tanpa anomaly. Kedepannya dapat dilakukan pengembangan dan langsung diimplementasikan pada daerah panas (geothermal), dengan memperhatikan sensor yang digunakan dan radio frekuensi untuk komunikasi jarak jauh.

### Daftar Notasi

- R : Radius Bumi  
Lat1 : latitude titik 1  
Lat2 : latitude titik 2  
Along : Hasil  $\frac{\pi}{180}$  (longitude1-longitude2)  
d : Jarak antara dua titik

### Referensi

- [1] N. M. Saptadji, "Karakterisasi reservoir panas bumi," *Bandung: Institut Teknologi Bandung*, 2009.
- [2] M. I. Rosyid, "Pemanfaatan Metode Geolistrik Resistivitas Untuk Mengetahui Struktur Geologi Sumber Air Panas Di Daerah Songgoriti Kota Batu," *SKRIPSI Jurusan Fisika-Fakultas MIPA UM*, 2013.
- [3] V. A. Suoth, D. R. Santoso, and S. Maryanto, "Pengembangan Array sensor Suhu dan Sistem Akuisi Data Berbasis Mikrokontroler untuk Pengukuran Suhu Bawah Permukaan," *Jurnal MIPA*, vol. 2, pp. 66-72, 2013.
- [4] R. Arifuddin, D. R. Santoso, and O. Setyawati, "Pengembangan Sistem Akuisi Data Nirkabel untuk Pengukuran Distribusi Suhu Bawah Permukaan," *Jurnal EECCIS*, vol. 9, pp. 123-129, 2016.
- [5] R. Ramadiani, "Penerapan Formula Haversine Pada Sistem Informasi Geografis Pencarian Jarak Terdekat Lokasi Lapangan Futsal," 2018.
- [6] P. Dauni, M. Firdaus, R. Asfariani, M. Saputra, A. Hidayat, and W. Zulfikar, "Implementation of Haversine formula for school location tracking," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, p. 077028.
- [7] R. H. D. Putra, H. Sujaini, and N. Safriadi, "Penerapan Metode Haversine Formula Pada Sistem Informasi Geografis Pengukuran Luas Tanah," *JUSTIN (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 4, pp. 157-162, 2015.