

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ilmu berbasis keelektrikan mempelajari sifat sifat kelistrikan berbagai material, termasuk kemampuan material untuk menghantarkan listrik. Salah satu penerapannya dalam geofisika adalah metode Geolistrik, yang digunakan untuk mempelajari bagian dalam bumi yang tidak terlihat langsung dari permukaan. Metode ini bekerja dengan menginjeksikan arus melalui elektroda ke dalam tanah dan mengukur perbedaan potensial di permukaan untuk menentukan resistivitas bawah tanah[1]. Geolistrik banyak digunakan dalam eksplorasi sumber daya alam, studi lingkungan, survei geoteknik

Penggunaan sistem geolistrik multi-elektroda memungkinkan pemetaan area yang lebih luas, tetapi sistem konvensional memerlukan banyak kabel yang menghubungkan elektroda ke unit kontrol, menambah kompleksitas instalasi dan biaya operasional[2], terutama di medan yang sulit dijangkau. Kabel-kabel ini meningkatkan risiko kesalahan dan kerusakan, sehingga memperlambat proses pengukuran.

Penggunaan metode Schlumberger dengan konfigurasi 16 elektroda telah banyak dikembangkan dalam penelitian terdahulu. Pada sistem ini, setiap elektroda dihubungkan dengan jalur kabel tersendiri menuju modul relay 16 channel yang terdapat di dalam unit kendali. Dengan demikian, total terdapat 16 kabel fisik yang harus dipasang dan dirapikan di lapangan. Mikrokontroler berperan penting dalam mengatur pemilihan empat elektroda aktif pada setiap pengukuran, yaitu dua elektroda sebagai elektroda arus (A–B) yang bertugas menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah, dan dua elektroda sebagai elektroda potensial (M–N) yang digunakan untuk mengukur beda potensial akibat aliran arus di bawah permukaan. Kombinasi keempat elektroda ini dapat diubah secara otomatis dengan mengaktifkan atau menonaktifkan relay tertentu, sehingga sistem mampu melakukan variasi konfigurasi tanpa memerlukan perpindahan kabel secara manual[3].

Dalam penerapannya, proses sounding dilakukan dengan memperlebar jarak antar elektroda arus (A–B) secara bertahap, sementara elektroda potensial (M–N) tetap berada di sekitar pusat lintasan. Hal ini memungkinkan sistem untuk menyelidiki lapisan tanah yang lebih dalam seiring bertambahnya jarak A–B, sesuai prinsip dasar metode Schlumberger. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu menghasilkan data resistivitas semu yang cukup baik dan dapat digunakan untuk interpretasi kondisi bawah permukaan[3].

Penelitian ini bertujuan untuk mereduksi jumlah kabel pada sistem geolistrik multi-elektroda dengan menggunakan protokol komunikasi RS485, yang memungkinkan penggunaan hanya 8 kabel untuk seluruh elektroda[2]. Selain itu, penelitian ini juga mengembangkan kontroler relay untuk pemilihan elektroda otomatis, yang memudahkan pengaturan tanpa perlu pengaturan manual[2]. Sistem ini dirancang untuk menampilkan informasi dan data pengukuran secara real-time melalui LCD atau GUI. Memudahkan untuk memonitor dan mengendalikan proses pengukuran. Hasil pengukuran resistivitas tanah ditampilkan dalam angka dan grafik yang menunjukkan perubahan sesuai dengan posisi elektroda, pemilihan elektroda dilakukan otomatis melalui scheduling yang ditentukan Algoritma kontroler, sehingga setiap elektroda yang diaktifkan bergantian berdasarkan konfigurasi pengukuran, seperti *Schlumberger*.

Metode Wenner adalah salah satu konfigurasi elektroda yang paling umum digunakan dalam survei resistivitas karena kesederhanaannya: keempat elektroda (A, M, N, B) dipasang secara berurutan dengan jarak yang sama antara satu sama lain. Arsitektur 8 yang digunakan dalam sistem terdiri atas jalur elektroda (A, B, M, N), komunikasi (TX, RX), dan catu daya (VCC, GND) yang penting adalah pemilihan otomatis elektroda melalui modul relay yang dikendalikan dari unit master menggunakan RS485. Dengan demikian, konfigurasi elektroda bisa diubah sesuai pola Wenner (A-M-N-B) hanya melalui perintah software, tanpa perlu memindahkan kabel secara manual. Sistem ini menjadikan desain fleksibel, mampu menjalankan metode Wenner maupun Schlumberger, dengan keunggulan berupa instalasi yang lebih ringkas, kecepatan akuisisi data yang lebih baik, dan risiko kesalahan sambungan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan sistem multi-kabel tradisional.

Sedangkan metode *Schlumberger* mengukur resistivitas dengan menempatkan dua elektroda arus dan dua elektroda potensial, memperlebar jarak elektroda arus untuk mendapatkan data resistivitas yang berbeda[4]. Dengan implementasi protokol RS485 dan kontroler relay akan mengurangi kerumitan instalasi[2], meningkatkan mobilitas tim survei, serta mempercepat pengumpulan data. Dengan demikian, penelitian ini berpotensi memperbaiki kualitas pengukuran geolistrik dan membuka peluang untuk aplikasi yang lebih luas, terutama di area sulit dijangkau atau proyek yang memerlukan efisiensi tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa masalah telah dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pengukuran geolistrik multi-elektroda berbasis protokol RS485 dengan konfigurasi 8 kabel yang dapat menyederhanakan proses instalasi?
2. Bagaimana sistem komunikasi RS485, pengaturan relay, dan antarmuka GUI dapat diintegrasikan untuk menyederhanakan pengaturan elektroda secara otomatis?

1.3 Tujuan

Pada penelitian ini, dirumuskan beberapa tujuan utama yang diharapkan dapat dicapai melalui perancangan dan penerapan sistem geolistrik berbasis protokol RS485 dengan konfigurasi 8 kabel. Tujuan-tujuan tersebut meliputi:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem pengukuran geolistrik multi-elektroda berbasis protokol RS485 yang menggunakan konfigurasi 8 kabel, sebagai solusi untuk menyederhanakan proses instalasi kabel di lapangan.
2. Mengembangkan sistem yang mengintegrasikan komunikasi RS485, pengendalian relay untuk pemilihan elektroda, serta GUI sebagai antarmuka pengguna GUI sebagai antarmuka pengguna untuk mempermudah proses pengukuran geolistrik di lapangan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dengan mengurangi jumlah kabel yang digunakan, proses instalasi elektroda di lapangan akan menjadi lebih cepat dan mudah. Hal ini akan mempercepat pengambilan data geolistrik, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan survei dapat dipersingkat.
2. Sistem yang menggunakan kabel lebih sedikit akan lebih mudah diangkut dan dioperasikan, terutama di area dengan medan yang sulit, seperti pegunungan, hutan, atau area berlumpur. Dengan demikian, penelitian geolistrik dapat dilakukan di lokasi-lokasi yang sebelumnya sulit dijangkau.
3. Protokol komunikasi RS485 memungkinkan transmisi data yang stabil dan minim gangguan elektromagnetik, sehingga kualitas data yang dikumpulkan dari pengukuran resistivitas geolistrik dapat lebih akurat dan andal.
4. Dengan pengembangan kontroler relay yang memungkinkan pemilihan elektroda secara otomatis, pengguna dapat mengatur konfigurasi elektroda tanpa harus melakukan penyesuaian manual. Ini akan mempermudah dan mempercepat pengaturan ulang sistem untuk mengumpulkan data dari berbagai kedalaman dan titik pengukuran.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini Memiliki batasan masalah yang perlu diperhatikan sebagai berikut:

1. Penelitian ini fokus pada pengurangan jumlah kabel yang digunakan dalam sistem geolistrik multi-elektroda. Jumlah kabel yang digunakan dibatasi hingga maksimal 8 kabel dengan penerapan protokol komunikasi RS485. Penelitian tidak membahas teknologi lain seperti nirkabel atau sistem kabel konvensional penuh, dan hanya berfokus pada solusi berbasis kabel RS485 untuk memudahkan pengukuran.
2. Fokus penelitian adalah mengukur waktu pemasangan, pengumpulan data, serta pengurangan biaya operasional yang dihasilkan oleh sistem dengan kabel minimal. Evaluasi tidak mencakup aspek lain seperti daya tahan peralatan di lapangan, konsumsi energi, atau biaya perawatan jangka panjang dari teknologi yang diterapkan.

3. Penelitian ini akan menggunakan metode konfigurasi Schlumberger sebagai teknik pengukuran. Dalam konfigurasi ini, elektroda A dan B berfungsi sebagai elektroda arus, sementara elektroda M dan N berfungsi sebagai elektroda pengukur. Pengaturan elektroda akan disesuaikan untuk memastikan jarak yang tepat agar hasil pengukuran akurat. Penggunaan maksimal 8 kabel dalam pengaturan ini bertujuan untuk meminimalkan kompleksitas dan meningkatkan efisiensi pengukuran.
4. Alat yang dirancang masih memiliki keterbatasan, di antaranya sering mengalami kegagalan komunikasi akibat tegangan input pada modul RS485 yang tidak stabil. Selain itu, proses pengkabelan juga menjadi kendala tersendiri, karena membuka dan menutup koneksi pada unit slave masih berpotensi menimbulkan gangguan operasional.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa pendekatan metodologis sebagai berikut:

1. Studi Literatur: Penelitian diawali dengan mengkaji literatur terkait metode geolistrik, sistem multi-elektroda, komunikasi protokol RS485, serta kontroler relay untuk seleksi elektroda. Kajian ini bertujuan untuk memahami konsep-konsep dasar yang akan digunakan dalam perancangan sistem dan teknologi yang relevan.
2. Perancangan Sistem: Sistem multi-elektroda dirancang dengan menerapkan komunikasi protokol RS485 untuk mengurangi jumlah kabel menjadi 8 kabel. Kontroler relay dirancang untuk mengatur seleksi elektroda selama proses pengukuran geolistrik. Perancangan ini melibatkan perangkat keras untuk seleksi elektroda dan pengolahan data resistivitas.
3. Simulasi Sistem: Simulasi sistem dilakukan untuk menguji fungsionalitas protokol RS485 dalam menghubungkan elektroda-elektroda dengan jumlah kabel minimal. Pengujian dilakukan dengan perangkat lunak seperti Proteus atau software simulasi lain yang relevan untuk menguji performa sistem sebelum diterapkan di lapangan.

4. Pengujian: Setelah simulasi, sistem diuji dalam skala laboratorium untuk mengukur keakuratan pengukuran resistivitas serta efektivitas pengurangan kabel. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi stabilitas komunikasi RS485 dan kontroler relay dalam kondisi ideal sebelum diterapkan di lapangan.
5. Implementasi dan Uji Coba Lapangan: Setelah pengujian di laboratorium, sistem diterapkan dan diuji di lapangan pada area survei geolistrik yang telah ditentukan. Implementasi ini akan mengukur kinerja sistem dalam kondisi nyata, termasuk kemudahan instalasi, waktu pengambilan data, serta kualitas data resistivitas yang dihasilkan.
6. Analisis Data dan Evaluasi Sistem: Data hasil pengujian lapangan dianalisis untuk mengevaluasi efisiensi waktu, pengurangan biaya operasional, dan keakuratan data resistivitas. Evaluasi ini digunakan untuk menilai keberhasilan sistem dalam mengatasi masalah yang diidentifikasi pada metode geolistrik konvensional.

1.7 Proyeksi Pengguna

Alat yang dikembangkan memiliki potensi untuk mendukung aktivitas penelitian dan Pendidikan. Alat ini dirancang untuk membantu para peneliti dan akademisi, khususnya yang berfokus pada resistivitas tanah dan pemetaan struktur bawah. Dengan pendekatan yang lebih modern, sistem ini memberikan kemudahan dalam mengumpulkan data dengan cara yang cepat dan efisien, sehingga survei atau pengambilan data lebih praktis dan menghemat waktu

Kemampuan alat ini untuk mendeteksi resistivitas tanah dapat memungkinkan informasi yang penting tentang karakteristik bawah permukaan, seperti keberadaan air tanah, lapisan batuan dan lain lain. Data tersebut diambil untuk beberapa keperluan penelitian, pembelajaran hingga perancangan bangunan. Sistem ini tidak hanya mempersingkat waktu pengukuran tetapi juga meningkatkan akurasi hasil.

Pengembangan alat seperti ini tidak hanya memberikan manfaat teknis, tetapi juga berkontribusi pada kemajuan ilmu pengetahuan di bidang geofisika dan kelistrikan. Dengan mempercepat proses pengumpulan data dan meningkatkan efisiensi survei, alat ini mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan

tepat dalam berbagai aplikasi geofisika[5]. Keberadaan alat ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis yang mendorong penelitian geofisika lebih jauh ke depan.