

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Waystation* adalah komponen sistem komunikasi yang digunakan untuk mengirim dan menerima sinyal antara stasiun kereta api dan pusat kendali. *Waystation* berperan sebagai *node intermedier* yang memfasilitasi pertukaran data antara berbagai entitas. *Waystation* memanfaatkan teknologi *repeater*, *waystation* mampu mengatasi kendala jarak dan hambatan fisik yang mungkin menghambat transmisi sinyal. Dengan demikian, *waystation* memastikan kualitas sinyal yang optimal, sehingga komunikasi antara pusat kendali, stasiun, dan lokomotif dapat berlangsung secara *real-time* dan akurat. Keandalan kinerja *waystation* menjadi faktor penentu keberhasilan dalam mengelola lalu lintas kereta api yang padat dan kompleks (Wibawanto *et al.*, 2022)

*Waystation* dalam sistem telekomunikasi memerlukan sumber daya yang stabil untuk memastikan kelangsungan operasionalnya, terutama dalam kondisi darurat ketika terjadi gangguan atau pemadaman listrik. Salah satu komponen kunci untuk menjaga ketersediaan energi pada *waystation* adalah baterai. Baterai pada *waystation* berfungsi sebagai sumber daya cadangan ketika pasokan listrik utama terputus. Salah satu baterai yang di gunakan di *waystation* adalah baterai *VRLA tipe SL12-12*. Untuk memastikan kinerja baterai optimal dan mencegah kerusakan, diperlukan pemantauan secara berkala terhadap tegangan dan suhu baterai (Sitorus *et al.*, 2022).

Fluktuasi arus dan tegangan pada *waystation* dapat mengakibatkan penurunan kualitas layanan telekomunikasi, seperti sinyal lemah, data terputus-putus, dan bahkan gangguan layanan secara total. Kondisi ini dapat memperpendek umur komponen elektronik, meningkatkan konsumsi daya, dan memicu kerusakan pada peralatan. Oleh karena itu, implementasi sistem pemantauan yang efektif menjadi sangat krusial untuk menjaga kestabilan operasi *waystation* dan memastikan kualitas layanan yang optimal. Pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh dengan memanfaatkan teknologi IoT dan data yang diperoleh dapat dianalisis secara *real-time* untuk mengambil tindakan yang diperlukan (Siregar *et al.*, 2019).

Salah satu tantangan utama dalam pengoperasian baterai VRLA adalah bagaimana menjaga agar proses pengisian (*charging*) tetap dalam rentang tegangan yang optimal. Tegangan yang terlalu rendah menyebabkan baterai tidak terisi penuh, sedangkan tegangan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan panas berlebih, gasifikasi internal, dan mempercepat degradasi sel baterai. Dalam praktiknya, masih banyak sistem yang melakukan pengisian secara konvensional tanpa mempertimbangkan kondisi aktual baterai, sehingga mengabaikan faktor keselamatan dan efisiensi energi. Oleh karena itu, sistem monitoring yang mampu mencatat, menganalisis, dan memberikan umpan balik terhadap kondisi tegangan pengisian menjadi sangat krusial. Sistem ini akan membantu teknisi untuk mengetahui secara *real-time* status baterai, termasuk tegangan masuk, dan suhu baterai. Monitoring ini juga memungkinkan dilakukannya tindakan pencegahan lebih dini sebelum terjadi kerusakan fatal. Tanpa adanya sistem pemantauan yang akurat dan responsif, potensi kerusakan pada baterai akan semakin besar, yang pada akhirnya dapat mengganggu fungsi komunikasi dan keselamatan pada sistem *waystation* (Surya *et al.*, 2024)

Seiring dengan kemajuan teknologi *Internet of Things (IoT)*, sistem monitoring baterai kini dapat dikembangkan secara lebih canggih dan terintegrasi. Melalui penggunaan sensor tegangan seperti INA219, sensor suhu seperti DHT22, serta mikrokontroler seperti ESP32, proses pengambilan dan pengiriman data dapat dilakukan secara otomatis dan *real-time*. Data hasil pengukuran dapat dikirimkan melalui *platform* komunikasi seperti Telegram bot atau dashboard berbasis web. Hal ini memungkinkan pemantauan dilakukan dari jarak jauh tanpa harus hadir secara fisik di lokasi. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pemantauan, tetapi juga mempermudah pengambilan keputusan teknis terkait pengaturan tegangan pengisian yang optimal. Dengan adanya integrasi teknologi monitoring ini, sistem pengisian baterai menjadi lebih adaptif terhadap kondisi aktual baterai, serta mampu menyesuaikan proses *charging* berdasarkan data historis dan *real-time*. Penerapan sistem monitoring digital seperti ini mendukung terciptanya sistem kelistrikan yang lebih cerdas, efisien, dan berkelanjutan untuk infrastruktur *waystation* perkeretaapian (Arya *et al.*, 2024).

Penelitian ini memiliki urgensi tinggi mengingat pentingnya peran baterai dalam menjaga keandalan sistem komunikasi dan kontrol pada *waystation*. Kerusakan atau kegagalan baterai akibat pengisian yang tidak terkontrol dapat berdampak langsung pada keselamatan perjalanan kereta api dan efisiensi operasional. Oleh karena itu, melalui tugas akhir ini, penulis bertujuan untuk merancang dan menguji sistem monitoring tegangan *charging* yang efektif serta melakukan analisis mendalam terhadap tegangan optimal pengisian baterai VRLA. Hasil penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi teoritis dalam bidang teknik elektro dan sistem kontrol, tetapi juga dapat diterapkan secara praktis dalam sistem perkeretaapian nasional. Diharapkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat menjadi solusi teknologi yang mudah diimplementasikan, hemat biaya, serta mampu meningkatkan keandalan sistem pendukung perkeretaapian. Dengan demikian, penelitian ini mendukung upaya modernisasi sistem transportasi Indonesia melalui penguatan infrastruktur dasar seperti sistem daya cadangan dan monitoring cerdas pada *waystation* (Rama *et al.*, 2024).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem yang dapat memonitoring suhu, tegangan dan *SoC* baterai *waystation* VRLA tipe SL12-12 secara *real-time* untuk mendukung keandalan operasional sistem komunikasi kereta api?
2. Bagaimana kinerja sistem monitoring suhu, tegangan dan *SoC* baterai *waystation* VRLA tipe SL12-12?
3. Bagaimana pengaruh tegangan terhadap waktu dan suhu pada saat pengisian baterai?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah di atas adalah:

1. Merancang dan membangun sistem yang dapat memonitoring suhu, tegangan dan *SoC* baterai *waystation* VRLA tipe SL12-12 secara *real-time* untuk mendukung keandalan operasional sistem komunikasi kereta api.

2. Mengetahui kinerja sistem monitoring suhu, tegangan dan *SoC* baterai *waystation VRLA tipe SL12-12*.
3. Mengetahui pengaruh tegangan terhadap waktu dan suhu pada saat pengisian baterai.

#### **1.4 Batasan masalah**

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Monitoring hanya di fokuskan pada tegangan, suhu, dan *SoC* pada baterai *waystation VRLA tipe SL12-12*.
2. Sistem menggunakan perangkat IoT ESP32, sensor INA 219 dan sensor DHT 22 untuk monitoring arus dan tegangan.
3. Aplikasi *mobile* yang digunakan pada sistem adalah telegram.
4. Produk yang dihasilkan langsung diuji coba pada baterai *waystation* bertipe SL12-12.
5. Rentang tegangan uji 12V-16V.

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat tugas akhir ini bagi adalah:

1. Membantu PT KAI dalam monitoring suhu, tegangan dan *SoC* baterai *waystation tipe SL12-12*.
2. Memberikan informasi terkait tegangan optimal untuk proses *charging* baterai *waystation tipe SL12-12*.
3. Sebagai sumber acuan dalam melakukan penelitian terkait *fast charging* untuk baterai *waystation tipe SL12-12*.