

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* telah mendorong terjadinya transformasi digital di berbagai sektor industri, termasuk dalam hal pemantauan dan pengelolaan energi. Teknologi ini memungkinkan integrasi antara sensor, perangkat lunak, dan jaringan komunikasi sehingga data dari perangkat fisik dapat diakses dan dianalisis secara *real-time* [1]. Dalam praktiknya, sistem berbasis *IoT* digunakan untuk meningkatkan efisiensi operasional, salah satunya melalui pengawasan konsumsi energi listrik. Salah satu sistem berbasis *IoT* yang banyak digunakan adalah *Node-RED*. *Node-RED* memiliki antarmuka yang bersifat visual dan kemampuan untuk mengelola data dari berbagai protokol komunikasi industri seperti *Modbus TCP/IP*. Pemanfaatan platform ini memberi peluang besar bagi perusahaan untuk merancang sistem monitoring energi yang fleksibel dan dapat dikembangkan secara bertahap sesuai kebutuhan. Sistem berbasis *IoT* juga diterapkan di PT Astra Otoparts Divisi Nusametal.

PT Astra Otoparts Divisi Nusametal merupakan perusahaan yang bergerak di bidang otomotif, khususnya dalam produksi mobil, motor, suku cadang, aluminium, dan skuter. Perusahaan ini fokus pada produksi komponen otomotif berbasis aluminium dengan kualitas tinggi yang digunakan untuk kendaraan roda dua dan roda empat. Dengan dukungan kegiatan operasional, perusahaan memiliki beberapa departemen, salah satunya adalah Departemen *Digitalization & Expert* yang didalamnya terdapat seksi *Digitalization Development. Section Digitalization Development* bertugas mengembangkan solusi digital dan mengintegrasikan teknologi *Information Technology (IT)* dan *Operational Technology (OT)*. Kolaborasi IT dan OT ini menjadi pondasi penting dalam mendukung produktivitas dan mencapai profit di perusahaan.

Dalam proses produksi di PT Astra Otoparts Divisi Nusametal, konsumsi energi listrik menjadi salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan. Setiap panel distribusi listrik, terutama *Sub Distribution Board (SDB)*, memiliki peran vital dalam menyalurkan daya ke mesin-mesin produksi. Namun, hingga saat ini proses pemantauan konsumsi listrik pada *SDB* masih dilakukan secara manual dan belum terintegrasi dengan sistem monitoring berbasis *IoT*. Hal ini menyulitkan karyawan dalam memperoleh data secara *real-time* dan akurat, serta memperlambat proses analisis penggunaan listrik di area produksi khususnya pada *line casting*.

Keterbatasan sistem pemantauan manual menyebabkan munculnya berbagai permasalahan, seperti keterlambatan dalam mendeteksi lonjakan beban listrik, kurangnya visibilitas data historis konsumsi energi, dan minimnya integrasi dengan sistem lain untuk analisis lebih lanjut. Akibatnya, potensi pemborosan energi tidak teridentifikasi secara optimal dan dapat berdampak pada peningkatan biaya operasional perusahaan.

Selain itu, tanpa adanya sistem *real-time monitoring*, tim teknis kesulitan dalam menentukan waktu puncak konsumsi dan efisiensi kerja mesin di area produksi. Permasalahan ini menjadi perhatian khusus bagi bagian *Digitalization Development* karena berkaitan langsung dengan target peningkatan efisiensi energi dan efektivitas operasional. Oleh karena itu, diperlukan solusi teknologi yang mampu memantau penggunaan energi secara tepat, cepat, dan berbasis data.

Melihat kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan *dashboard IoT* berbasis *Node-RED* yang disebut dengan *Dashboard SDB* guna memantau penggunaan energi listrik secara *real-time* pada panel *SDB* di area produksi. *Dashboard* ini dirancang untuk menyajikan data konsumsi energi secara visual dalam bentuk grafik, serta menyediakan pembacaan kWh yang diperbarui secara berkala. *Dashboard* ini juga memungkinkan penyimpanan data historis yang dapat digunakan untuk analisis tren pemakaian energi dari waktu ke waktu. Dengan adanya *dashboard* ini, proses pengawasan energi menjadi lebih cepat dan akurat. Solusi ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan efisiensi operasional sekaligus mengurangi pemborosan energi listrik di lini produksi. Dengan adanya *dashboard SDB* diharapkan juga dapat meminimalisir *human error*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari Tugas Akhir ini, sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang *dashboard monitoring* energi listrik berbasis *IoT* menggunakan *Node-RED* yang dapat menampilkan data konsumsi secara *real-time* pada panel *SDB* di area produksi?
2. Bagaimana *Dashboard SDB* tersebut dapat menyimpan data historis dan menyajikan informasi konsumsi energi dalam bentuk visual untuk mendukung proses analisis?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini, sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem *dashboard* berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan *Node-RED* untuk memantau konsumsi energi listrik pada *Sub Distribution Board (SDB)* di area produksi PT Astra Otoparts Divisi Nusametal secara *real-time*.
2. Menyediakan tampilan visual berupa grafik dan pembacaan kWh yang diperbarui secara berkala, serta menyimpan data historis untuk mendukung analisis penggunaan energi di area produksi.

1.4 Cakupan Pengerjaan

Cakupan pengerjaan dalam Tugas Akhir ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem monitoring konsumsi energi listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* yang diterapkan pada *Sub Distribution Board (SDB)* di area produksi PT Astra Otoparts Divisi Nusametal. Sistem ini dikembangkan untuk membantu pengawasan penggunaan listrik secara *real-time* melalui integrasi antara perangkat pengukuran dan *dashboard* visual. Proyek ini mencakup pengumpulan data dari perangkat *kWh meter*, pengolahan data dengan *Node-RED*, penyimpanan ke *database*, serta penyajian informasi melalui *dashboard* berbasis web.

Parameter utama yang dipantau adalah nilai konsumsi energi listrik (*kWh*) yang diambil secara berkala dari *kWh meter* melalui protokol komunikasi *Modbus TCP/IP*. Data yang diperoleh dikirimkan ke sistem melalui jaringan lokal, diproses menggunakan *Node-RED*, disimpan dalam *MySQL*, dan kemudian disajikan secara visual menggunakan *framework React.js*. Seluruh proses dilakukan dalam lingkungan lokal perusahaan agar dapat tetap berjalan meskipun tanpa koneksi internet eksternal.

Dataset yang digunakan merupakan data aktual hasil pembacaan dari perangkat *kWh meter* yang telah terpasang di panel *SDB* tertentu. Tugas Akhir ini tidak mencakup analisis lanjutan seperti prediksi beban atau pemanfaatan *machine learning*, melainkan hanya berfokus pada perancangan sistem pemantauan dasar yang dapat menampilkan data aktual secara langsung dan menyimpan historinya untuk keperluan analisis manual di kemudian hari.

1.5 Tahapan Pengerjaan

Tahapan pengerjaan dalam Tugas Akhir ini disusun secara sistematis dan mengadopsi model pengembangan perangkat lunak *linear sequential*. Proyek ini dirancang untuk membangun sistem pemantauan konsumsi listrik secara *real-time* menggunakan pendekatan *Internet of Things (IoT)*, dengan pemanfaatan *Node-RED* sebagai *platform* utama pemrosesan data dan *dashboard* berbasis web sebagai media visualisasi. Setiap langkah dilakukan secara bertahap, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga pengujian sistem secara menyeluruh.

1. Studi Literatur dan Analisis Kebutuhan

Pada tahap awal, dilakukan kajian literatur untuk memahami konsep dasar *IoT*, protokol komunikasi *Modbus TCP/IP*, serta penerapan sistem pemantauan energi berbasis *Node-RED* dan *dashboard* web. Selain itu, dilakukan identifikasi kebutuhan lapangan berdasarkan kondisi di area produksi PT Astra Otoparts. Hasil dari tahap ini menjadi dasar dalam penentuan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan, termasuk pemilihan *kWh meter*, *platform Node-RED*, *MySQL* untuk penyimpanan data, serta *React.js* sebagai antarmuka pengguna.

2. Perancangan dan Implementasi Sistem

Tahapan ini mencakup penyusunan arsitektur sistem, diagram blok, serta perancangan *flow* di *Node-RED*. *Node-RED* digunakan untuk membaca data dari kWh meter melalui protokol *Modbus TCP/IP*, kemudian mengolah dan mengirim data ke *database MySQL* secara berkala. Setelah itu, *backend API* dikembangkan menggunakan *Node.js* untuk menyediakan *endpoint* data, yang selanjutnya diakses oleh *frontend dashboard* berbasis *React.js*. Tampilan *dashboard* dibuat agar menyajikan data kWh secara visual, baik dalam bentuk grafik maupun nilai kWh terkini.

3. Pengujian dan Integrasi Sistem

Tahapan akhir adalah melakukan integrasi keseluruhan sistem dan pengujian untuk memastikan bahwa semua komponen berjalan dengan baik dan saling terhubung secara fungsional. Pengujian dilakukan terhadap *Node-RED* untuk memastikan alur pembacaan data tidak terputus, serta validasi bahwa data yang ditampilkan di *dashboard* sesuai dengan nilai kWh aktual di *display* perangkat. Selain itu, *database* juga diuji apakah dapat menyimpan data dengan stabil setiap detik tanpa kehilangan informasi. *Dashboard* yang telah dikembangkan kemudian diuji untuk melihat respons visual, akurasi grafik, serta performa pembaruan data secara *real-time*. Dari hasil pengujian, diketahui bahwa sistem mampu membaca data per detik, menyimpannya ke *database*, dan menampilkannya secara konsisten pada *dashboard*, sesuai dengan pembacaan langsung di perangkat fisik. Dengan seluruh tahapan tersebut, sistem dinyatakan siap digunakan dalam pemantauan energi listrik di lingkungan produksi perusahaan, dan diharapkan dapat membantu meningkatkan efisiensi serta memudahkan proses analisis energi oleh pihak teknis.