

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketersediaan bahan bakar solar merupakan salah satu faktor yang memengaruhi keberlangsungan operasi generator. Pemantauan level solar diperlukan agar operator dapat mengetahui kondisi tangki dan melakukan pengisian ulang sebelum bahan bakar mencapai batas kritis. Berdasarkan hasil observasi di lapangan PPSDM Migas Cepu unit *Power Plant*, pemantauan level bahan bakar pada salah satu tangki penyimpanan masih dilakukan secara manual menggunakan *Sounding Tape Richter*. Operator harus mendatangi lokasi tangki, melakukan pengukuran tinggi permukaan bahan bakar, kemudian mencocokkan hasil pengukuran dengan *tank calibration table* untuk memperoleh volume bahan bakar yang tersisa di dalam tangki.

Meskipun jarak antara tangki penyimpanan dan ruang operator relatif dekat, yaitu sekitar 50 meter, proses monitoring tetap memerlukan inspeksi langsung sehingga informasi kondisi tangki belum dapat diperoleh secara *real-time*. Kondisi tersebut menjadi salah satu dasar dalam pengembangan prototipe sistem monitoring pada penelitian ini sebagai simulasi sistem monitoring level tangki yang lebih praktis dan efisien.

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) memungkinkan proses pemantauan dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan sensor, mikrokontroler, dan media komunikasi nirkabel. Data hasil pengukuran dapat dikumpulkan, diproses, dikirimkan, dan disimpan sehingga pengguna dapat memantau kondisi peralatan tanpa harus berada di lokasi. Kombinasi sensor jarak dan teknologi komunikasi jarak jauh seperti LoRa telah banyak digunakan pada sistem monitoring level cairan karena mampu mengirimkan data berukuran kecil dengan konsumsi daya relatif rendah [1].

Penelitian [2, 3] merancang prototipe sistem monitoring level bahan bakar berbasis IoT dengan menekankan keterbatasan metode manual dan

pentingnya kemampuan pemantauan *real-time* untuk mendukung operasi yang lebih efektif.

Pada prototipe dan penelitian terdahulu [4], sensor ultrasonik seperti HC-SR04 banyak digunakan untuk mengukur jarak permukaan cairan secara non-kontak dalam sistem monitoring, dan hasil pengukuran ini kemudian dikirim ke platform IoT untuk visualisasi dan notifikasi. Namun, hasil pembacaan sensor dapat dipengaruhi oleh *dead zone*, pantulan dari dinding tangki, perubahan permukaan cairan, serta posisi pemasangan. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan *median filter* dari lima sampel dan melakukan pengujian terhadap akurasi pembacaan sensor serta perhitungan volume pada tangki berbentuk *frustum*.

Untuk aplikasi pada area industri migas atau kondisi berbahaya (*hazardous area*), diperlukan sensor industri bersertifikat khusus (mis. *radar/ATEX-rated*) agar aman dan memenuhi standar keselamatan, tetapi sensor ini berada di luar ruang lingkup penelitian ini. Penelitian ini menempatkan pengembangan sistem sebagai prototipe laboratorium untuk simulasi monitoring level tangki solar menggunakan sensor HC-SR04 dan komunikasi LoRa sebelum menuju aplikasi industri.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini merancang dan membangun prototipe sistem monitoring level bahan bakar solar pada tangki generator station berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler ESP32, dan komunikasi LoRa. Sistem yang dikembangkan mampu mengukur level bahan bakar secara otomatis, menghitung volume berdasarkan geometri tangki prototipe, kemudian mengirimkan data ke node *receiver* untuk ditampilkan melalui Telegram Bot dan Google Spreadsheet. Dengan demikian, sistem diharapkan dapat menjadi alternatif solusi monitoring yang lebih akurat, *real-time*, dan mudah diakses, serta dapat menjadi dasar pengembangan menuju implementasi pada skala industri..

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun prototipe sistem monitoring level tangki solar generator berbasis ESP32 dengan sensor HC-SR04 dan komunikasi LoRa dalam skala laboratorium?
2. Bagaimana mengolah pembacaan jarak sensor ultrasonik menjadi tinggi, volume, persentase level, dan status cairan pada tangki berbentuk *frustum* serta mengevaluasi tingkat akurasinya?
3. Bagaimana menerapkan komunikasi LoRa SX1278 433 MHz secara *point-to-point* antara node *transmitter* dan node *receiver* serta mengevaluasi kinerjanya berdasarkan jarak dan nilai RSSI?
4. Bagaimana merancang indikator LED, *buzzer*, dan notifikasi Telegram agar dapat memberikan informasi sesuai perubahan status level tangki?
5. Bagaimana melakukan penyimpanan data hasil monitoring secara otomatis ke Google Spreadsheet dan mengevaluasi kinerja keseluruhan sistem?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun prototipe sistem monitoring level tangki solar generator berbasis ESP32 dengan sensor ultrasonik HC-SR04 dan komunikasi LoRa untuk pemantauan jarak jauh dalam skala laboratorium.
2. Mengolah hasil pembacaan sensor menjadi tinggi, volume, persentase level, dan status cairan pada tangki berbentuk *frustum* serta menganalisis akurasi pembacaan sensor dan perhitungan volumenya.
3. Menerapkan dan menguji komunikasi LoRa SX1278 433 MHz secara *point-to-point* antara node *transmitter* dan node *receiver* berdasarkan jarak pengujian dan nilai RSSI.
4. Menerapkan LED, *buzzer*, dan notifikasi Telegram sebagai media informasi dan peringatan berdasarkan perubahan status level tangki.

5. Menerapkan penyimpanan data otomatis pada Google Spreadsheet dan mengevaluasi kinerja keseluruhan sistem dalam skala laboratorium.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis
 - a. Memberikan referensi mengenai integrasi sensor ultrasonik, ESP32, komunikasi LoRa, Telegram, dan Google Spreadsheet pada sistem monitoring level cairan.
 - b. Memberikan data pengujian mengenai akurasi sensor, perhitungan volume tangki *frustum*, kualitas komunikasi LoRa, dan kinerja sistem monitoring terintegrasi.
2. Manfaat Praktis
 - a. Memudahkan pemantauan kondisi level tangki secara jarak jauh tanpa melakukan pemeriksaan manual secara terus-menerus.
 - b. Memberikan peringatan dini melalui LED, *buzzer*, dan Telegram serta menyediakan riwayat data pada Google Spreadsheet.
 - c. Menjadi prototipe awal yang dapat dikembangkan menggunakan sensor, catu daya, dan perangkat komunikasi yang memenuhi persyaratan penerapan industri.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada perancangan dan pengujian prototipe dalam skala laboratorium. Tangki yang digunakan berbentuk *frustum* dengan tinggi 30 cm, jari-jari atas 11 cm, dan jari-jari bawah 9,5 cm. Pembacaan level dilakukan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan disaring dengan *median filter* dari lima sampel. Pengolahan data menggunakan dua ESP32 yang berfungsi sebagai node *transmitter* dan node *receiver*, sedangkan komunikasi antarnode menggunakan dua modul LoRa SX1278 pada frekuensi 433 MHz *secara point-to-point*. Parameter yang dipantau meliputi jarak sensor, tinggi cairan, volume,

persentase level, status tangki, dan RSSI. *Output* sistem dibatasi pada LED, *buzzer*, notifikasi Telegram, dan pencatatan Google Spreadsheet. Pengujian komunikasi dilakukan pada kondisi dan lokasi pengujian yang tersedia sehingga hasilnya tidak dinyatakan sebagai jangkauan maksimum pada seluruh kondisi lingkungan. Penelitian ini tidak membahas pengukuran massa jenis, kandungan air, kompensasi temperatur, konsumsi bahan bakar generator, integrasi SCADA, maupun sertifikasi keselamatan untuk area berbahaya. HC-SR04 dan rangkaian prototipe tidak ditujukan untuk pemasangan langsung pada tangki industri atau *hazardous area*.

1.6 Sistematika Penyusunan Tugas Akhir

Penyusunan penulisan dalam tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penyusunan laporan tugas akhir.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi kajian pustaka dan teori-teori yang relevan dengan topik yang diangkat, yaitu terkait *Internet of Things* (IoT), sistem monitoring level tangki, sensor HC-SR04, perhitungan volume tangki *frustum*, kalibrasi, ESP32, teknologi dan modul LoRa, sistem catu daya, Telegram, serta Google Spreadsheet.

BAB III : PERANCANGAN SISTEM

Bab ini membahas tentang rancangan sistem yang akan dibuat. Termasuk di dalamnya diagram blok sistem, rangkaian setiap node, penentuan status level tangki, *flowchart*, serta perancangan notifikasi dan penyimpanan data.

BAB IV : PROSES PEMBUATAN ALAT

Bab ini menjelaskan tahapan dalam proses pembuatan sistem, mulai dari daftar alat dan bahan yang digunakan, perakitan perangkat keras (*hardware*), hingga pemrograman mikrokontroler (*software*).

BAB V : PENGUJIAN DAN ANALISIS ALAT

Bab ini berisi hasil pengujian alat yang telah dibuat, analisis kinerja sistem, serta evaluasi terhadap keefektifan sistem yang dirancang berdasarkan data hasil uji coba.

BAB VI : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut agar dapat lebih optimal dan aplikatif di lapangan.