

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas lingkungan hidup semakin menjadi perhatian utama seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia di berbagai sektor seperti transportasi, industri, dan permukiman. Aktivitas ini menyebabkan berbagai dampak negatif terhadap lingkungan, antara lain peningkatan emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO_2), meningkatnya polusi udara oleh partikel halus ($\text{PM}_{2.5}$), Kelembapan yang tidak stabil, serta kebisingan lingkungan yang dapat mengganggu kesehatan fisik dan psikologis manusia [1].

Gas Karbon dioksida (CO_2) merupakan salah satu indikator utama pencemaran udara. Kadar CO_2 yang tinggi di suatu wilayah menandakan buruknya sirkulasi udara dan bisa berdampak langsung pada kesehatan manusia, seperti kelelahan, gangguan pernapasan, hingga menurunnya konsentrasi. Partikel $\text{PM}_{2.5}$ (particulate matter < 2.5 mikrometer) yang sangat berbahaya karena mampu masuk ke dalam paru-paru dan aliran darah, sehingga mempengaruhi kesehatan dan kenyamanan manusia. Selain itu, Kelembapan udara yang tidak sesuai dengan standart kenyamanan juga dapat mempercepat penyebaran mikroorganisme, serta menimbulkan rasa tidak nyaman pada manusia. Sementara itu, kebisingan yang berasal dari kendaraan, mesin industri, atau aktivitas lainnya jika dibiarkan tanpa kendali dapat mempengaruhi kualitas hidup masyarakat, menimbulkan stres, gangguan pendengaran, dan penurunan produktivitas [2].

Gas pencemar seperti karbon dioksida (CO_2), Partikel debu halus ($\text{PM}_{2.5}$), serta uap air bersih berlebih dalam udara pada dasarnya tidak dapat diamati secara langsung oleh mata manusia. Hal ini membuat masyarakat tidak menyadari bahwa mereka sedang menghirup udara yang tercemar dan berpotensi membahayakan kesehatan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan pemantauan kualitas udara secara real-time, akurat, dan dapat diakses dengan mudah. Sehingga masyarakat sadar dan lebih peduli terhadap kualitas lingkungan khususnya kualitas udara di sekitar kehidupan manusia [3].

Dengan melakukan pengukuran terhadap berbagai parameter penting seperti konsentrasi CO₂, tingkat kebisingan, kelembapan udara, dan partikel debu halus (PM2.5) secara bersamaan, maka dapat diperoleh informasi yang lebih menyeluruh dan komprehensif mengenai kondisi lingkungan sekitar. Selain itu, keberadaan sistem monitoring yang informatif dan mudah diakses juga diharapkan dapat menumbuhkan kesadaran kolektif masyarakat terhadap pentingnya menjaga kualitas udara. Ketika masyarakat mulai memahami dan melihat secara langsung kondisi udara yang mereka hirup setiap hari, maka akan muncul rasa tanggung jawab yang lebih besar untuk menjaga dan memperbaiki lingkungan baik melalui pengurangan emisi, peningkatan ruang hijau, maupun partisipasi aktif dalam kebijakan lingkungan setempat [4].

Untuk mendeteksi berbagai parameter tersebut membutuhkan sensor antara lain, Sensor MHZ19 sebagai pendeteksi gas CO₂, sensor ZH03B sebagai pendeteksi partikel debu halus PM2.5, sensor DHT22 digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembapan, sensor LM2904 sebagai pendeteksi kebisingan, dan Modul LoRa E220 sebagai pengirim dan penerima data monitoring, serta diintegrasikan dengan ESP32. Teknologi mikrokontroler ESP32 memungkinkan pengembangan alat pendeteksi kualitas udara yang mudah digunakan, dengan memanfaatkan sensor gas dan lingkungan yang sesuai, data kualitas udara dapat diukur secara real-time dan ditampilkan secara langsung.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah perangkat monitoring yang dapat digunakan untuk memantau kualitas udara secara real-time sehingga kita dapat mencegah pencemaran udara dan menjaga lingkungan. Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan diatas, maka penulis menyusun tugas akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CO₂, PM2.5, KELEMBAPAN, KEBISINGAN LINGKUNGAN SECARA REAL-TIME BERBASIS ESP32 DAN IOT MENGGUNAKAN LORA”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring lingkungan berbasis ESP32 yang mampu membaca data dari sensor CO₂, PM2.5, Kelembapan, Suhu, dan Kebisingan?
2. Bagaimana mengintegrasikan sensor-sensor monitoring lingkungan dengan modul ESP32 dan menampilkan secara lokal melalui LCD Display?
3. Bagaimana sistem dapat mengirimkan data jarak jauh secara efisien menggunakan teknologi LoRa E220?
4. Bagaimana membangun dashbord atau sistem visualisasi yang menampilkan data lingkungan secara real-time?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan perumusan masalah yang di tetapkan, tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem pemantauan monitoring kualitas lingkungan yang dapat membaca parameter CO₂, PM2.5, Kelembapan, Suhu, dan Kebisingan menggunakan ESP32.
2. Mengintegrasikan modul LoRa E220 untuk mengirimkan data jarak jauh dari lokasi sensor ke gateway atau server pusat.
3. Menampilkan hasil pembacaan sensor secara lokal melalui LCD dan secara daring melalui platform visualisasi data.
4. Dapat berkontribusi pada pengembangan teknologi monitoring, khususnya pada monitoring lingkungan.
5. Memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir sebesar 4 SKS untuk memperoleh gelar sarjana Terapan Teknik Listrik Industri.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Implementasi “Rancang Bangun Sistem Monitoring Co₂, Pm_{2.5}, Kelembapan, Kebisingan Lingkungan Secara Real-Time Berbasis Esp32 Dan Iot Menggunakan Lora” memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Dapat mengimplementasikan ilmu selama berkuliah di Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Menjadi referensi dan acuan bagi mahasiswa maupun peneliti lain yang ingin mengembangkan sistem monitoring lingkungan berbasis IoT, khususnya menggunakan teknologi ESP32 dan LoRa.
3. Menyediakan data lingkungan yang aktual dan terukur, seperti kadar CO₂, PM_{2.5}, Suhu, Kelembapan, dan tingkat kebisingan, yang dapat digunakan untuk menganalisis pencemaran dan kondisi kualitas udara.
4. Membantu masyarakat mengetahui tingkat keamanan udara di lingkungan mereka secara real-time, sehingga bisa menghindari risiko kesehatan dari gas CO₂, debu halus PM_{2.5}, kelembapan, atau kebisingan berlebihan.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini lebih fokus dan terarah, maka batasan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem hanya mengukur parameter lingkungan dibatasi pada: CO₂, PM_{2.5}, Kelembapan suhu, dan kebisingan lingkungan.
2. Perangkat yang digunakan adalah ESP32 sebagai mikrokontroler, LoRaE220 sebagai modul komunikasi pengirim data, dan LCD sebagai tampilan display.
3. Sumber daya listrik berasal dari PLTS dengan kapasitas yang disesuaikan dengan kebutuhan.
4. Sistem pengirim data menggunakan LoRa point-to-point, tanpa koneksi internet langsung (Wifi).
5. Pengujian dilakukan di satu lokasi uji yang telah ditentukan, tidak mencakup berbagai lokasi atau kondisi ekstrem.
6. Desain mekanik casing tidak dibahas secara mendalam dan hanya menggunakan casing standart untuk melindungi perangkat.

7. Visualisasi data hanya dilakukan melalui dashboard sederhana berbasis web, data ditampilkan pada platform pemantauan sederhana.

1.6 Sistematika Tugas Akhir

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini memiliki sistematika penyusunan laporan agar dapat memaksimalkan pembahasan yang disampaikan dan penyusunan Tugas Akhir ini menjadi lebih tersusun, terarah, terstruktur, jelas, dan baik. Sistematika penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

ABSTRAK

ABSTRACT

HALAMAN PERSEMBAHAN

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I : PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai berbagai aspek yang mendasari pembuatan Tugas Akhir, termasuk latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, serta sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II : LANDASAN TEORI

Menjelaskan mengenai tinjauan pustaka dan landasan teori yang berkaitan dengan penyusunan dan pembuatan alat Tugas Akhir.

BAB III : RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CO₂, PM_{2.5}, KELEMBAPAN, KEBISINGAN LINGKUNGAN SECARA REAL-TIME BERBASIS ESP32 DAN IOT MENGGUNAKAN LORA

Menjelaskan langkah–langkah diagram blok alat, *wiring diagram*, cara kerja, dan *flowchart* pada penggunaan alat.

BAB IV : PEMBUATAN ALAT

Menjelaskan langkah-langkah dalam pembuatan alat “RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CO₂, PM_{2.5}, KELEMBAPAN, KEBISINGAN LINGKUNGAN SECARA REAL-TIME BERBASIS ESP32 DAN IOT MENGGUNAKAN LORA” secara *hardware* dan *software* alat.

BAB V : PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT

Membahas dan menganalisa mengenai hasil pengujian pada pengukuran alat dan *output* terhadap monitoring lingkungan.

BAB VI : PENUTUP

Memaparkan kesimpulan terhadap hasil penyusunan Tugas Akhir mengenai alat monitoring yang telah dibuat dan hasil pengujiannya serta saran yang dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan efisiensi alat dengan maksimal.