

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas udara merupakan salah satu aspek vital dalam kehidupan manusia yang berdampak langsung terhadap kesehatan, lingkungan, dan keberlangsungan hidup makhluk hidup di bumi. Dalam beberapa dekade terakhir, pertumbuhan industri, meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, serta urbanisasi yang pesat telah menjadi penyumbang utama terhadap meningkatnya tingkat pencemaran udara, baik di kawasan perkotaan maupun pedesaan. Polutan seperti karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), dan partikel partikulat halus (PM_{2.5}) menjadi indikator utama dalam pengukuran kualitas udara, karena memiliki pengaruh signifikan terhadap kesehatan manusia apabila berada di atas ambang batas yang ditentukan.[1]

Karbon monoksida (CO) merupakan gas beracun yang tidak berwarna, tidak berbau, dan sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena dapat mengikat hemoglobin dalam darah lebih kuat dibandingkan oksigen. Paparan CO dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan pernapasan, pusing, mual, bahkan kematian. Begitu pula dengan nitrogen dioksida (NO₂), yang merupakan senyawa gas hasil pembakaran bahan bakar fosil yang dapat menyebabkan iritasi pada sistem pernapasan serta berkontribusi pada terbentuknya ozon troposferik dan hujan asam. Sementara itu, partikel halus berukuran ≤ 2.5 mikrometer (PM_{2.5}) mampu menembus jauh ke dalam saluran pernapasan dan menyebabkan gangguan kesehatan serius seperti asma, bronkitis, dan penyakit paru-paru kronis.[1] Upaya untuk memantau kualitas udara secara berkelanjutan menjadi kebutuhan yang mendesak, terlebih dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya udara bersih dan sehat. Namun, sistem pemantauan kualitas udara konvensional yang biasanya digunakan oleh lembaga pemerintah atau lembaga penelitian memiliki keterbatasan, baik dari segi cakupan area, biaya pengadaan dan operasional yang tinggi, hingga ketergantungan terhadap infrastruktur jaringan yang stabil. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem alternatif yang bersifat

portabel, hemat energi, berbiaya rendah, dan mampu bekerja secara real-time di wilayah yang sulit dijangkau oleh sistem konvensional.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) dan mikrokontroler seperti ESP32 memberikan peluang besar dalam pengembangan sistem monitoring udara yang lebih fleksibel dan ekonomis. ESP32 merupakan mikrokontroler modern yang memiliki kemampuan pemrosesan tinggi serta mendukung konektivitas nirkabel seperti Wi-Fi dan Bluetooth. Namun, untuk aplikasi monitoring di wilayah terpencil yang minim akses internet, diperlukan teknologi komunikasi jarak jauh seperti LoRa (Long Range) yang memiliki jangkauan luas hingga beberapa kilometer serta konsumsi daya yang sangat rendah.[2]

Dalam tugas akhir ini, dirancang dan dibangun suatu sistem monitoring kualitas udara berbasis ESP32 dan teknologi IoT yang dilengkapi dengan komunikasi LoRa untuk pengiriman data secara real-time. Sistem ini dilengkapi dengan sensor-sensor utama, yaitu SEN0564 untuk mendeteksi kadar karbon monoksida (CO), SEN0574 untuk mendeteksi nitrogen dioksida (NO₂), PMS5003 untuk mengukur kadar PM_{2.5}, serta DHT22 untuk memantau suhu dan kelembapan udara. Seluruh data yang dikumpulkan akan diproses oleh ESP32 dan dikirimkan melalui jaringan LoRa ke stasiun penerima untuk ditampilkan dalam bentuk data digital yang mudah dipahami.[2]

Dengan adanya sistem monitoring ini, diharapkan mampu memberikan solusi yang efektif, efisien, dan dapat diakses secara luas dalam pemantauan kualitas udara. Selain itu, sistem ini juga dapat dijadikan sebagai media pembelajaran dalam pengembangan teknologi terapan berbasis IoT untuk mendukung program-program pengendalian pencemaran lingkungan, khususnya dalam konteks smart environment dan smart city. Penerapan sistem ini dapat diperluas untuk skala rumah tangga, kawasan industri, sekolah, dan area publik lainnya yang membutuhkan informasi kualitas udara secara langsung dan akurat.. Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan diatas, maka penulis menyusun tugas akhir dengan judul

**“RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING LINGKUNGAN
(CO, NO2, PM2.5, KELEMBAPAN) DENGAN SENSOR SEN0564, SEN0574,
PMS5003, DHT22 SECARA REAL-TIME BERBASIS ESP32 DAN IOT
MENGUNAKAN 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 CO, NO2, PM2.5, dan Kelembapan, Suhu?
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 dashboard 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 CO, NO2, PM2.5, dan Kelembapan, Suhu 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 (CO, NO₂, PM_{2.5}, Kelembapan) Dengan Sensor SEN0564, SEN0574, PMS5003, DHT22 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 CO, NO, PM_{2.5}, dan Suhu Kelembapan 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 CO, gas NO₂, debu halus PM_{2.5}, dan suhu kelembapan.

1.5 Batasan Masalah

Agar tugas akhir ini lebih terarah dan focus, perlu ditentukan batasan-batasan yang akan dijadikan pedoman dalam pengembangan dan implementasi sistem. Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem monitoring hanya difokuskan pada pengukuran parameter kualitas udara berupa karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), partikel debu halus (PM_{2.5}), suhu, dan kelembapan udara.
2. Sensor yang digunakan dalam sistem ini terbatas pada SEN0564 untuk deteksi CO, SEN0574 untuk deteksi NO₂, PMS5003 untuk PM_{2.5}, serta DHT22 untuk pengukuran suhu dan kelembapan.
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32, yang bertugas sebagai pusat kendali pengolahan data dan pengirim data sensor.
4. Proses pengiriman data dilakukan menggunakan komunikasi nirkabel berbasis teknologi LoRa, tanpa melibatkan koneksi internet seperti Wi-Fi atau GSM.

5. Sistem hanya dirancang untuk pemantauan kualitas udara dalam skala lokal atau lingkungan terbatas (seperti area perumahan, sekolah, atau lingkungan industri kecil).
6. Tampilan data sensor dilakukan secara real-time melalui serial monitor dan/atau perangkat penerima LoRa yang terhubung ke komputer atau mikrokontroler lainnya.
7. Kalibrasi sensor tidak dilakukan secara profesional menggunakan alat standar industri, tetapi berdasarkan referensi datasheet pabrikan dan pengujian lingkungan terbuka.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Laporan tugas akhir ini disusun dengan mengikuti sistematika yang terstruktur dan komprehensif, terdiri dari beberapa bab yang saling berkaitan dan berurutan. Setiap bab memiliki peran dan fokusnya masing – masing dalam menyajikan informasi secara jelas dan sistematis, mulai dari pendahuluan yang memberikan konteks penelitian, hingga penutup yang merangkum temuan dan implikasi penelitian

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

HALAMAN PERSEMBAHAN

KATA PENGANTAR

ABSTRAK

ABSTRACT

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas berbagai aspek yang mendasari pembuatan Tugas Akhir, termasuk perumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, serta sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini mengulas tinjauan pustaka serta landasan teori yang menjadi acuan dalam penyusunan Tugas Akhir.

BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR

Bab ini menjelaskan prosedur pembuatan tugas akhir, termasuk tahapan pelaksanaan, urutan kerja, dan gambaran proses perancangan sistem serta cara kerja sistem, mencakup pembahasan setiap komponen sistem hingga keseluruhan mekanisme operasinya.

BAB IV PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai bagaimana sistem tersebut dapat dibuat sehingga bisa berfungsi dengan baik dan normal, meliputi pembuatan alat, idenstifikasi kebutuhan sistem, pemilihan alat dan bahan, serta perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Pada bab ini menjelaskan berbagai parameter yang diukur dalam simulasi alat beserta nilai-nilainya. Selain itu, bab ini juga memaparkan jenis-jenis pengujian yang dilakukan dalam simulasi alat, serta analisis hasil dari pengukuran dan pengujian tersebut. Analisis dilakukan dengan membandingkan data pengujian dengan parameter yang ditentukan untuk memastikan alat berfungsi sesuai tujuan penelitian.

BAB VI PENUTUP

Pada Bab ini menyajikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil simulasi alat serta memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN