

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara merupakan campuran gas yang berada disekitar manusia dan sangat penting bagi keberlangsungan kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya, memiliki sifat fisik yang dimana udara tidak memiliki bau, rasa, maupun warna. Sehingga, ketika kita menghirup udara kita tidak mengetahui isi yang terkandung dalam udara tersebut. Kandungan udara yang tersebar disekitar terdiri dari gas - gas penyusun seperti nitrogen (78,09%), oksigen (20,95%), argon (0,93%), karbondioksida (0,03%), dan beberapa gas mulia (helium, xenon dan lain – lain). Udara juga mengandung uap air, debu, bakteri, spora dan sisa – sisa tumbuh – tumbuhan.[1]

Kualitas udara sangat penting bagi kesehatan dan kenyamanan manusia. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi dan aktivitas manusia yang semakin intensif, kualitas udara mengalami penurunan akibat pencemaran di udara. Pencemaran di udara mengakibatkan penurunan mutu udara yang menyebabkan udara tidak lagi memenuhi fungsi dan standar kesehatan yang aman untuk manusia dan lingkungan. Pencemaran udara adalah terukurnya konsentrasi gas – gas yang berada di udara melebihi dari batas standar.[2]

Karbon Dioksida dan Amonia merupakan dua dari banyaknya jenis gas yang memengaruhi kualitas udara, termasuk dalam gas berbahaya apabila terpapar dalam konsentrasi tinggi dan dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan, serta partikel debu yang berukuran kecil, dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan. Selain itu, kondisi suhu dan kelembapan udara juga memengaruhi kenyamanan dan kualitas lingkungan bagi manusia.[3]

Gas – gas tercemar tersebut tidak dapat dilihat langsung menggunakan mata telanjang. Untuk itu, pemantauan kualitas udara secara *real-time* menjadi sangat penting. Pengukuran parameter seperti CO₂, Amonia, suhu, kelembapan, dan partikulat debu halus (PM 2.5) secara bersama dapat memberikan informasi lengkap dan menyeluruh tentang kondisi lingkungan udara. Sehingga masyarakat

sadar dan lebih peduli terhadap kualitas lingkungan khususnya kualitas udara di sekitar kehidupan manusia.

Untuk mendeteksi gas CO₂ dan NH₃ sensor MQ135 dapat menjadi pilihan sebagai pendeteksi gas CO₂ dan NH₃, sensor DSM 501A sebagai pendeteksi partikulat debu halus PM_{2.5}, Sensor DHT22 yang mendeteksi suhu dan kelembapan, dan modul RTC DS3231 sebagai penyedia informasi waktu dan tanggal, serta diintegrasikan dengan ESP32. Teknologi mikrokontroler ESP32 memungkinkan pengembangan alat pendeteksi kualitas udara yang mudah digunakan. Dengan memanfaatkan sensor – sensor gas dan lingkungan yang sesuai, data kualitas udara dapat diukur secara kontinu dan ditampilkan secara langsung.

Penggunaan display dot matriks sebagai media visual hasil pengukuran memberikan kemudahan bagi pengguna untuk membaca data secara *real-time* dengan tampilan yang jelas. Selain itu, penyimpanan data hasil pengukuran dengan pemanfaatan data logger dalam sistem pemantauan kualitas udara berfungsi untuk mencatat data gas CO₂, NH₃, suhu, kelembapan, beserta PM_{2.5}. Arduino IOT Cloud merupakan *platform* yang digunakan sebagai layanan berbasis cloud khusus untuk pengembangan proyek Internet of Things (IoT). Data yang disimpan dapat digunakan untuk analisis performa sistem. Sistem pemantauan udara ini memiliki tujuan yakni dapat memantau dan mengukur konsentrasi gas CO₂, amonia, partikulat debu PM 2.5, temperatur suhu dan kelembapan secara real time dan mencoba menganalisa melalui alat yang dibangun. Data yang diperoleh berupa pembacaan konsentrasi gas CO₂, ammonia, partikulat debu PM 2.5, temperatur suhu, dan kelembapan oleh sensor yang terpasang.

Berdasarkan permasalahan – permasalahan diatas, maka penulis menyusun tugas akhir dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA REAL-TIME BERBASIS ESP32 DAN IOT DENGAN SENSOR MQ135, DHT22, DAN DSM501A”. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah perangkat yang dapat digunakan untuk memantau kualitas udara secara *real-time* sehingga kita dapat mencegah pencemaran udara dan menjaga kesehatan tubuh khususnya bagian pernapasan manusia.

1.2 Perumusan Masalah

Kualitas udara semakin menurun akibat pencemaran udara oleh gas – gas dengan konsentrasi tinggi, pada penelitian ini gas karbon dioksida (CO₂), amonia (NH₃), dan partikulat debu halus PM 2.5 merupakan komposisi yang berada di udara dan tidak dapat terlihat secara langsung oleh manusia. Termasuk ke dalam jenis gas yang berbahaya apabila konsentrasi dari gas tersebut melebihi dari batas standar, dan dapat menimbulkan risiko serius terhadap kesehatan, terutama sistem pernapasan manusia. Selain itu, faktor lingkungan seperti suhu dan kelembapan juga memengaruhi kenyamanan dan kualitas udara. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu memantau kualitas udara secara *real-time* dengan menampilkan hasil pengukuran konsentrasi secara langsung serta dapat menyimpan data secara sistematis untuk dapat di analisis lebih lanjut. Untuk itu penelitian ini membahas terkait perancangan dan pengembangan alat yang mampu mendeteksi kualitas udara berbasis ESP32 yang dapat mengukur konsentrasi CO₂, NH₃, PM 2.5, suhu, dan kelembapan secara bersama. Dapat menampilkan data secara *real-time* menggunakan display dot matriks, serta menyimpan hasil pengukuran dengan memanfaatkan data logger untuk pencatatan data hasil pembacaan alat dan dari data tersebut akan di analisis untuk pemantauannya.

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan perumusan masalah yang telah ditetapkan, tujuan khusus dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem pendeteksi dan pemantauan kualitas udara yang berbasis pada sensor MQ-135 sebagai pemantau konsentrasi gas CO₂ dan NH₃, Sensor DHT22 sebagai pemantau temperatur suhu dan kelembapan ruangan, beserta sensor DSM 501A sebagai pemantau kadar partikulat debu PM2.5 pada udara yang di integrasikan dengan ESP32.
2. Mengembangkan perangkat keras dan perangkat lunak yang mampu menampilkan hasil pengukuran kualitas udara secara *real-time* melalui media visual dot matriks display.
3. Membangun sistem data logger berbasis cloud yaitu Arduino IOT Cloud untuk

sistem pencatatan data hasil pembacaan sensor yang mencakup informasi waktu, tanggal, konsentrasi gas CO₂, NH₃, suhu, kelembapan, dan partikulat debu PM 2.5.

4. Menguji kinerja alat dalam memberikan informasi konsentrasi gas CO₂, NH₃, suhu, kelembapan dan partikulat debu PM 2.5 berdasarkan hasil pembacaan sensor.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari pembuatan rancang bangun sistem pemantauan kualitas udara (CO₂, NH₃, suhu, kelembapan dan partikulat debu PM2.5) secara *real-time* berbasis ESP32 adalah sebagai berikut:

1.4.1 Manfaat Teoritis

Tugas akhir ini diharap memperkaya kajian tentang penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem pemantauan kualitas udara dan energi, khususnya melalui integrasi sensor gas MQ-135, sensor suhu dan kelembapan DHT22, sensor debu DSM501A, serta mikrokontroler ESP32. Penelitian ini mengembangkan teori terkait pengolahan data sensor secara *real-time* dengan kombinasi data logger, serta visualisasi menggunakan panel dot matriks P10. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi studi lanjutan dalam pengembangan sistem pemantauan kualitas secara lebih optimal.

1.4.2 Manfaat Praktis

Secara praktis, tugas akhir ini memberikan solusi untuk pemantauan kualitas udara secara *real-time* dengan memanfaatkan sensor gas MQ-135, DHT22, DSM501A, dan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sistem data logger dan tampilan panel P10. Sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi khususnya udara secara *real-time*, sehingga dapat membantu pengguna mengidentifikasi polusi udara. Dengan demikian, alat ini dapat digunakan untuk memantau kualitas udara dengan hasil pemantauan tersimpan di data logger

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. Tugas akhir ini membahas perancangan dan pengembangan sistem pemantauan gas CO₂ dan NH₃ menggunakan sensor MQ135, pengukuran temperatur suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT22, serta pemantauan partikulat debu halus (PM_{2.5}) menggunakan sensor DSM501A. Sistem ini diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32 dan memanfaatkan platform Arduino IOT Cloud sebagai media pencatatan data secara real-time. Hasil pembacaan sensor di tampilkan secara langsung melalui media dot matriks display.
2. Kalibrasi sensor MQ-135 dilakukan dengan menggunakan alat ukur komersial yang memiliki rentang pengukuran konsentrasi gas CO₂ antara 400 hingga 5000 ppm. Sensor MQ-135 sendiri memiliki kemampuan mendeteksi gas CO₂ hingga konsentrasi 1000 ppm. Selain itu, kalibrasi untuk pembacaan gas NH₃ dilakukan berdasarkan data yang tercantum pada datasheet resmi sensor.
3. Untuk memperoleh hasil pengukuran PM_{2.5} yang stabil menggunakan sensor DSM501A, diperlukan proses sampling selama minimal 15 detik agar pembacaan dapat mencapai kondisi stabil.
4. Platform Arduino IoT Cloud yang digunakan adalah fitur gratis dan dalam sistem ini bersifat privat dan hanya dapat diakses oleh pengguna yang memiliki akun. Sistem pencatatan data kualitas udara belum mencakup fitur notifikasi otomatis maupun kendali jarak jauh.
5. Berdasarkan +IQAir menyatakan bahwa konsentrasi gas CO₂ yang baik berada di level 400 – 1000 PPM, sementara itu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 50 Tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebauan menyatakan konsentrasi NH₃ yang masih berada pada batas aman berada pada konsentrasi NH₃ yang tidak melebihi 2 PPM. Sedangkan menurut BMKG, konsentrasi PM_{2.5} berada pada level tidak sehat ketika mencapai $>55.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
6. Temperatur suhu yang dianjurkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI No 1077 tahun 2011 bahwasnya suhu yang baik berada pada rentang 18 -30°C, sementara untuk kelembapan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No 1077 tahun 2011 berada pada rentang 40% - 60% RH.

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