

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas udara merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kesehatan fisik makhluk hidup sehingga merupakan hal yang tidak dapat ditoleransi. Polusi udara merupakan penyebab terbesar dari penyakit dan kematian dini di dunia saat ini yang diakibatkan faktor lingkungan. Penyakit yang disebabkan oleh polusi udara bertanggung jawab atas sekitar 9 juta kematian dini pada tahun 2015 atau sekitar 16% dari semua kematian di seluruh dunia, tiga kali lebih banyak kematian dari gabungan AIDS, TBC, dan malaria, serta 15 kali lebih banyak daripada semua perang dan bentuk kekerasan lainnya (Landrigan, et al., 2018). Sebuah studi pada tahun 2018 dari Health Canada menggunakan metode pengumpulan data baru yang disebut *Global Exposure Mortality Model* (GEMM) untuk memperkirakan bahwa hingga 8,9 juta orang meninggal setiap tahun akibat penyebab yang terkait dengan polusi materi partikulat (Burnett, et al., 2018).

Indonesia termasuk ke dalam sepuluh besar negara dengan tingkat polusi udara (PM_{2,5}) tertinggi di dunia pada tahun 2020 dengan nilai PM_{2,5} sebesar 40,70 µg/m³ (www.iqair.com). Greenstone, et al., (2019) mendeskripsikan buruknya kualitas udara Indonesia dapat berdampak pada harapan hidup orang Indonesia yang jika tidak ada perubahan ke arah lebih baik akan mengakibatkan rata-rata harapan hidup diperpendek rata-rata hingga 1,2 tahun.

Besarnya dampak buruk yang diakibatkan polusi udara ini mengharuskan adanya tingkat perhatian khusus dalam pengendaliannya dari berbagai pihak mulai dari pemerintah maupun masyarakat. Salah satu bentuk pengendaliannya adalah dengan mudahnya mengakses informasi mengenai kualitas udara yang harus disediakan oleh pemerintah melalui Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) yang dipantau melalui *Air Quality Monitoring Station* (AQMS) sebagaimana yang tertuang pada Lampiran VII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang meliputi sulfur dioksida (SO₂), gas karbon monoksida (CO), nitrogen

dioksida (NO₂), ozon (O₃), hidrokarbon non metana (NMHC), partikulat debu (TSP, PM₁₀, dan PM_{2,5}), dan timbal (Pb).

Namun pengoperasian AQMS hanya tersebar di 46 kota di Indonesia yang dibagi menjadi 37 Stasiun KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan) dan 9 Stasiun Integrasi (ispu.menlhk.go.id). Hal ini menjadikan pemantauan kualitas udara hanya terpusat pada wilayah perkotaan, sedangkan pada daerah pedesaan (*rural*) tidak terpantau dengan baik. Pencemaran udara cukup sering terjadi di wilayah *rural* yang salah satu penyebabnya adalah aktivitas pembukaan lahan perkebunan dengan cara dibakar yang sering berimbas pada kebakaran hutan terutama pada lahan dengan karakteristik gambut.

Kebakaran pada lahan gambut mengakibatkan tingginya kandungan emisi karbon monoksida (CO) mengindikasikan bahwa pembakaran terjadi secara tidak sempurna dari bahan bakar yang basah (lembab) dan kandungan emisi yang paling tinggi dari pembakaran gambut adalah karbon dioksida (CO₂) (Nurhayati, et al., 2010). Kebakaran lahan gambut juga mengakibatkan peningkatan kandungan partikulat debu (PM₁₀ dan PM_{2,5}) di udara. Oleh karena itu, daerah *rural* tidak bisa diabaikan dalam pemantauan kualitas udara, tetapi pengoperasian AQMS pada daerah *rural* sulit untuk dilakukan karena berbagai kendala salah satunya adalah jarangya tersedia jaringan internet sehingga mengakibatkan data pemantauan kualitas udara tidak dapat terintegrasi dengan sistem pemantauan jarak jauh secara *real time*.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan secara singkat di atas, maka diperlukan sebuah sistem pemantauan kualitas udara yang dapat menampilkan data secara *real time* pada wilayah yang tidak tersedia jaringan internet dengan menggunakan teknologi *Long Range* (LoRa). Sistem akan dibagi menjadi 2 bagian yaitu *transmitter* yang terdapat sensor-sensor pendeteksi kualitas udara dan *receiver* sebagai penerima data yang telah dikirim *transmitter* melalui *Long Range* (LoRa) dan akan diteruskan ke Blynk Apps dan Situs ANTARES sehingga dapat dilakukan monitoring secara *real time*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang dirumuskan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sebuah sistem monitoring kualitas udara pada daerah *rural* dengan kondisi terbatas jaringan internet melalui pemanfaatan basis komunikasi LoRa?
2. Bagaimana mendesain sistem pengukuran dengan memanfaatkan sensor agar didapatkan variabel kualitas udara yang diperlukan untuk daerah dengan karakteristik gambut?
3. Bagaimana memprogram sistem monitoring kualitas udara sehingga didapat nilai *error* kurang dari 50% pada setiap variabel yang diukur?
4. Bagaimana mengimplementasikan *Internet of Things* (IoT) sehingga dapat dilakukan monitoring jarak jauh pada rancangan alat secara *real time*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini mengacu pada masalah yang telah disebutkan yaitu:

1. Merancang sebuah sistem monitoring kualitas udara pada daerah *rural* dengan kondisi terbatas jaringan internet melalui pemanfaatan basis komunikasi LoRa.
2. Mendesain sistem pengukuran dengan memanfaatkan sensor agar didapatkan variabel kualitas udara yang diperlukan untuk daerah dengan karakteristik gambut.
3. Memprogram sistem monitoring kualitas udara sehingga didapat nilai *error* kurang dari 50% pada setiap variabel yang diukur.
4. Mengimplementasikan *Internet of Things* (IoT) sehingga dapat dilakukan monitoring jarak jauh pada rancangan alat secara *real time*.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar ruang lingkup permasalahan tidak meluas dan pembahasan lebih terarah, maka penulis perlu memberikan batasan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini, antara lain:

1. Pengujian dilakukan pada daerah *rural* dengan karakteristik gambut .
2. Penempatan alat harus terjangkau dengan sumber listrik PLN.
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno R3 dan ESP32 DevKit.
4. Parameter yang diukur meliputi suhu, kelembaban, gas karbon monoksida (CO), gas ozon (O₃), gas karbon dioksida (CO₂), dan partikulat debu PM₁₀.
5. Menggunakan modul LoRa RFM95 sebagai basis komunikasi pengirim data dari *transmitter* ke *receiver*.
6. Jalur komunikasi LoRa dari *transmitter* ke *receiver* pada kondisi minim *obstacle*.
7. Sensor yang digunakan adalah DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, MQ-7 sebagai pendeteksi gas karbon monoksida (CO), MQ-131 sebagai pendeteksi gas ozon (O₃), MQ-135 sebagai pendeteksi gas karbon dioksida (CO₂), dan GP2Y1010AU0F sebagai pendeteksi partikulat debu PM₁₀.
8. Menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dalam perhitungan besar nilai *error*.
9. Menggunakan Blynk Apps sebagai aplikasi pada *smartphone* untuk pemantauan jarak jauh kualitas udara secara *real time*.
10. Menggunakan *website* ANTARES sebagai media perekaman data pengukuran dan pemantauan.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari tugas akhir ini disusun dalam lima bab yang terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Pembatasan Masalah dan Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan penjelasan teori-teori yang terkait tentang sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT dan teori-teori pendukung lainnya.

BAB III PERANCANGAN SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA BERBASIS TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS

Bab ini berisikan perancangan sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Perangkat keras meliputi rangkaian mikrokontroler Arduino Uno dan ESP32 DevKit, rangkaian komunikasi LoRa, rangkaian sensor dan lain-lain. Perangkat lunak meliputi perancangan program untuk pemrograman mikrokontroler serta tampilan antarmuka Blynk Apps dan Situs ANTARES.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas hasil pengujian terhadap perangkat keras dan perangkat lunak serta melakukan analisis terhadap kinerja sistem secara keseluruhan.

BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran-saran yang membangun guna perbaikan hasil skripsi ini kedepannya.