

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran udara merupakan permasalahan lingkungan yang sering terjadi belakangan ini, terutama pada kota-kota besar yang dipenuhi dengan pabrik dan kendaraan bermesin. Hal tersebut dapat berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat sehingga pencemaran udara harus dicegah dan dikurangi, salah satunya dengan melakukan pemantauan kualitas udara pada suatu tempat. Perancangan sistem pemantau kualitas udara dengan jaringan sensor nirkabel ini adalah sistem yang dibuat untuk melakukan pemantauan kualitas udara jarak jauh yang akan ditampilkan pada aplikasi web dalam bentuk nilai ISPU (*Indeks Standar Pencemar Udara*). Implementasi sistem menggunakan Arduino Uno sebagai pusat kendali sistem. Sistem ini juga menggunakan sensor MQ-7 untuk mengukur kadar CO, serta LoRa sebagai metode komunikasi perangkat keras dengan aplikasi web. Sistem ini memudahkan pengguna untuk mengetahui apabila terjadi peningkatan polusi udara pada suatu tempat [1]. Dari hasil pengujian, sistem ini mampu melakukan pembacaan sensor sesuai dengan datasheet dan mampu mengirimkan data menuju aplikasi web menggunakan komunikasi LoRa hingga jarak 300 meter dan packet loss ratio sebesar 0%.

Memantau kualitas udara memiliki signifikansi yang sangat penting karena kualitas udara yang buruk memiliki dampak serius terhadap kesehatan manusia, seperti lingkungan, dan masyarakat secara keseluruhan. Berikut ini beberapa alasan mengapa pemantauan kualitas udara sangat penting ialah Pencemaran udara yang dapat merusak lingkungan alam, termasuk hutan, air, dan keanekaragaman hayati. Asap dan polutan udara dapat mengendap di tanah, air, dan tanaman, mengganggu ekosistem dan siklus alam. Pemantauan kualitas udara membantu mengidentifikasi sumber pencemaran dan dampaknya terhadap lingkungan.

Pada dasarnya upaya yang dilakukan untuk pemantauan kualitas udara bertujuan mengumpulkan data yang akurat tentang tingkat dan jenis polutan udara di berbagai lokasi dengan pemantauan yang baik. Para penelitian terdahulu,

pengambil kebijakan, dan masyarakat dapat memahami pola pencemaran udara, mengidentifikasi sumber polutan, serta mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan. Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi Internet of Things (*IoT*) dan penerapan sensor JSN (*Jarak, Suhu, dan Kelembaban*) telah menghadirkan pendekatan yang inovatif untuk memantau kualitas udara, Sensor JSN awalnya dirancang untuk mengukur jarak, suhu, dan kelembaban di berbagai aplikasi. Namun, para peneliti dan pengembang telah mengenali potensi sensor ini dalam pemantauan kualitas udara. Sensor JSN dapat diintegrasikan dengan platform *IoT* untuk mengukur parameter-partikel tertentu yang menunjukkan tingkat pencemaran udara [2].

Teknologi komunikasi Long-Range (*LoRa*) telah menjadi pilihan populer dalam aplikasi Internet of Things (*IoT*) yang memerlukan jangkauan komunikasi yang luas dan konsumsi daya yang rendah. Meskipun memiliki banyak keunggulan, terdapat beberapa kendala yang mungkin muncul dalam penggunaan *LoRa*, terutama ketika mengatur pengiriman data dari banyak perangkat atau multinode.

LoRa menggunakan spektrum frekuensi yang terbatas. Jika terdapat banyak perangkat yang menggunakan frekuensi yang sama dalam area yang berdekatan, dapat terjadi kongesti (penumpukan) dan kollision (tabrakan) dalam pengiriman data. Ini menyebabkan pengiriman data yang tidak dapat diandalkan dan lambat. Dalam mengatasi kendala-kendala ini, diperlukan pendekatan yang terintegrasi, dan melibatkan pemahaman yang baik tentang karakteristik *LoRa*, pemrograman yang cermat, serta penerapan protokol komunikasi yang efisien. Pemilihan strategi dapat membantu mengoptimalkan pengiriman data dari multinode menggunakan teknologi *LoRa* [3].

CSMA-CA (*Carrier Sense Multiple Access*) atau Collision Avoidance, dalam jaringan komputer ialah jaringan nirkabel beberapa metode akses yang membawa penginderaan skema digunakan. Apabila sebuah node ingin mengirimkan data terlebih dahulu harus melihat waktu saluran untuk jumlah yang telah ditetapkan untuk menentukan ya atau tidak node lain bertransmisi pada saluran yang sama dalam jangkauan nirkabel. Jika saluran tersebut sudah tidak bekerja, maka node diizinkan untuk memulai proses transmisi. Jika saluran

tersebut sudah dirasakan masih sibuk, maka node transmisi untuk jangka waktu ng acak ditangguhkan. Setelah proses transmisi dimulai, masih dimungkinkan untuk tranyasmisi data aktual aplikasi untuk tidak terjadi [4].

Maka dengan metode ini, sebuah node jaringan yang akan mengirim data ke node tujuan pertama-tama akan memastikan bahwa jaringan sedang tidak dipakai untuk transfer data oleh node lainnya. Jika pada tahap pengecekan ditemukan transmisi data lain dan terjadi tabrakan (*collision*), maka node tersebut diharuskan mengulang permohonan (*request*) pengiriman pada selang waktu berikutnya yang dilakukan secara acak (*random*). Dengan demikian maka jaringan efektif bisa digunakan secara bergantian. Menghindari tabrakan digunakan untuk meningkatkan kinerja dari metode CSMA dengan mencoba untuk membagi saluran agak merata di antara semua node transmisi dalam domain tabrakan.

Teknologi Gateway merupakan teknologi yang digunakan untuk memfasilitasi hubungan antar kedua perangkat komputer server utama pada sebuah perusahaan yang mengarahkan trafik dari workstation ke jaringan luar, salah satunya digunakan hampir semua di setiap perkotaan Indonesia. Namun teknologi Gateway sekarang mulai berkembang pesat dengan sistem LoRa (*Long Range*) karena pada teknologi Gateway tersebut mempunyai keterbatasan, salah satunya yaitu Gateway rumit untuk di rancang dan diimplementasikan dan biaya pelaksanaannya sangat tinggi, membutuhkan konfigurasi administrasi sistem khusus [5].

LoRa (*Long Range*) adalah sebuah sistem komunikasi Low Power Wide Area Network (LPWAN) yang memiliki kemampuan transmisi jarak jauh yang didukung pengembangannya oleh IBM, Semtech, Actility, dll, yang tergabung dalam LoRa Alliance. Secara saintifik, Lo-Ra merupakan proses perubahan suatu gelombang periodik tertentu sehingga menjadi suatu sinyal yang mampu membawa suatu informasi. Perubahan gelombang ini teratur dan berulang-ulang yang mempunyai sumber berupa gangguan yang bertahap atau secara bertahap yang berupa getaran. Nah, Proses perubahan suatu gelombang periodik itu disebut modulasi [6].

Jaringan publik yang menggunakan jaringan LoRa biasanya dapat memberikan jangkauan sinyal yang lebih luas dibanding jaringan seluler pada umumnya. Beberapa device yang mendukung Teknologi LoRa adalah Antenna Eksternal, Port USB, Network Adapter, Router, Server, Kabel Jaringan, Komputer Device, Access Point dan Modem [7].

Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam perkembangan teknologi *Long Range* yaitu bagaimana mengimplementasi dan melakukan analisa metode CSMA-CA pada protokol komunikasi MAC Layer LoRa multinode. Sedangkan untuk masyarakat awam sendiri, bisa implementasikan dan melakukan analisis dapat diakses secara mudah menggunakan aplikasi berbasis server dan android di *Firebase* [8].

Perangkat sensor dengan konsumsi daya dan data rendah dengan istilah LPWAN (*Low Power Wide Area Network*) adalah tren baru yang berkembang sangat pesat pada bidang IoT (*Internet of Things*). Maraknya penggunaan LPWAN di Indonesia membuat pemerintah mengeluarkan regulasi yang menyatakan penggunaan LPWAN di Indonesia hanya dibatasi pada frekuensi 920-923 MHz [9]. Saat ini sudah tersedia *hardware* NodeMCU yang jauh lebih praktis dan harga terjangkau yang dinamakan ESP8266, yang dilengkapi *chipset* yang mampu digunakan untuk pemrograman dan catu daya. Pada penelitian - penelitian yang dilakukan sebelumnya, terdapat masih banyak kelemahan seperti dari NodeMCU terletak pada jumlah kaki pin. Karena NodeMCU merupakan mikrokontroler yang sudah built in dengan ESP8266, maka kaki pin pada board ini terbatas. Untuk pin analog dari NodeMCU hanya ada 17 buah [10].

Mengimplementasi dan analisis ini akan dibuat sistem *reicever* sinyal LoRa menggunakan MAC Layer dan penambahan antenna heliks yang berfungsi sebagai penerima sinyal yang telah di *broadcast* oleh MAC Layer. Sistem tersebut memerlukan server *Firebase* untuk menampilkan data isinya 915 MHz dari target yang diproses di CSMA-CA.

Sudah terdapat penelitian sebelumnya yang membahas monitoring suhu dan kelembaban tanah penelitian dilakukan dengan menggunakan dua jenis frekuensi LoRa yaitu 433 MHz dan 915 MHz pada tahun 2016 pada penelitian [11]. Walaupun sesuai keputusan Menkominfo alokasi frekuensi kerja LoRa di Indonesia adalah 915 MHz, penelitian pada frekuensi kerja 433 MHz juga dilakukan sebagai pembandingan unjuk kerja pada tahun 2017 penelitian [12]. Dari hasil pengukuran, tampak bahwa baik pada frekuensi 433 MHz maupun 915 MHz, nilai RSSI yang lebih besar dari -120 dB dan SNR yang lebih besar dari -20 dB, juga nilai PL yang lebih kecil dari 3%, menunjukkan bahwa teknologi LoRa untuk digunakan sebagai jaringan komunikasi sistem monitoring di Kota Samarinda kemudian tahun 2018 pada penelitian [13]. Juga diperoleh bahwa performa LoRa dengan frekuensi kerja 433 MHz lebih baik dibanding LoRa dengan frekuensi 915 MHz lalu pada penelitian [14]. Begitu juga, hasil yang diperoleh dari antenna Yagi-Uda. Pada penelitian - penelitian yang telah dilakukan sebelumnya [11] [12] [13] [14] telah menunjukkan hasil dan progres yang umumnya lebih baik dan konsisten dibanding hasil yang diperoleh dari antenna rubber duck.

Berdasarkan kebutuhan dan peluang penelitian terkait LoRa, maka diperlukan penelitian lebih lanjut, sehingga penulis akan melakukan penelitian dengan cara mensimulasikan transmisi data melalui teknologi LoRa ini. Penulis menggunakan parameter-parameter uji yang telah ditentukan untuk menganalisis kinerja LoRa yang diimplementasikan di kualitas udara kadar monoxide. Transmisi data dilakukan secara point-to-point dari NodeMCU ESP8266 LoRa Transmit ke mikrokontroler dengan LoRa Receiver, setelah itu data dikirim secara serial untuk diproses menjadi nilai PPM (*Part Per Million*). Data tersebut kemudian dikirim secara Real-time ke *Firebase* sebagai cloud server dan database website dalam bentuk numerik.

Dari uraian latar belakang masalah yang telah penulis sampaikan, maka penulis bermaksud membuat Tugas Akhir ini dengan judul **“PENERAPAN PROTOKOL CSMA-CA PADA TRANSCEIVER KOMUNIKASI LORA DALAM PERANCANGAN MONITORING KUALITAS UDARA”**.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang, rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengimplementasi protokol CSMA-CA pada metode komunikasi MAC Layer LoRa multinode ?
2. Bagaimana pengaruh jarak antara perangkat LoRa dan gateway pada kualitas komunikasi dan efisiensi akses saluran dengan penerapan protokol CSMA-CA dalam sistem monitoring kualitas udara ?
3. Bagaimana kinerja protokol CSMA-CA dalam mencegah terjadinya tabrakan paket data ?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan masalah yang dilakukan dapat terarah baik dan tidak menyimpang dari pokok permasalahan, maka penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas, yakni penerapan protokol CSMA-CA dan metode MAC *Layer* pada komunikasi LoRa.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka diambil beberapa tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Menerapkan protokol *CSMA-CA* pada metode komunikasi dengan *LoRa*.
2. Menerapkan metode *Media Access Control* untuk menjamin transmisi data yang bebas dari interferensi.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dalam pembuatan Tugas Akhir ini yaitu :

1. Dapat mengaplikasikan MAC *Layer* pada komunikasi LoRa.
2. Transmisi data yang dapat dihasilkan itu utuh dan memperbaiki masalah interferensi pada saat proses pengiriman data melalui LoRa.

1.6 Metode Penulisan

Untuk mempermudah penulisan dalam penyusunan proposal Tugas Akhir, maka penulis menggunakan metode – metode sebagai berikut :

1. **Metode Studi Pustaka**

Yaitu metode pengumpulan data mengenai serta penerapan Media Access Control pada protokol komunikasi LoRa yang bersumber dari buku, internet, jurnal, dan lain-lain.

2. **Metode Observasi**

Mengumpulkan data guna memperkuat data dan informasi serta memberikan gambaran mengenai keterangan yang diberikan secara teoritis serta melengkapi data-data dan keterangan yang didapat dengan meninjau langsung.

3. **Metode Eksperimen**

Metode ini dilaksanakan dengan cara melakukan tahap perancangan alat, konfigurasi *hardware* serta *software* yang diperlukan dalam penelitian.

4. **Metode Wawancara**

Melakukan wawancara dengan cara mengajukan pertanyaan dengan dosen pembimbing untuk setiap hal yang berhubungan dengan subjek maupun objek yang akan ditinjau.

5. **Metode Cyber**

Dengan cara mencari berbagai informasi yang ada kaitannya dengan masalah yang dibahas dari internet sebagai bahan referensi laporan.

1.7 **Sistematika Penulisan**

Didalam pembuatan suatu karya tulis, dibutuhkan suatu sistematika penulisan agar pembaca dapat mempermudah dalam memahami dan membaca isi dari tugas akhir ini. Adapun penulisan proposal tugas akhir ini terdiri atas 4 empat bab, yang dapat dikemukakan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini, penulis memberikan gambaran secara jelas mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah,

tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas tentang informasi yang bersifat umum dan merupakan teori pendukung pada pembahasan masalah berdasarkan referensi serta penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas mengenai kerangka penelitian, perancangan alat yang akan dibuat, pengembangan metode, serta kinerja sistem penelitian tugas akhir ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan gambaran tentang analisa dari hasil pengukuran dan perhitungan yang data nya telah diolah dan dihasilkan guna mengetahui hasil yang diperoleh sesuai dengan teori.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan yang dapat diambil pada bab-bab sebelumnya dan memberikan saran yang membangun.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN