

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan manusia untuk menunjang kehidupannya sehari-hari pasti menghasilkan sampah. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup, pada tahun 2022 terdapat total 17,8 juta ton timbulan sampah di Indonesia. Namun, dengan jumlah yang banyak tersebut sayangnya hanya 77,27% sampah yang berhasil dikelola, sedangkan 22,73% sampah tidak terkelola. Data menunjukkan bahwa pemasok sampah terbanyak yaitu berasal dari sampah rumah tangga dengan total 37,6% [1].

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat mengemukakan bahwa umumnya pengelolaan sampah rumah tangga akan disalurkan ke tiga tempat yaitu Tempat Pembuangan Sementara (TPS), Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST). TPS merupakan tempat sebelum sampah diangkut ke tempat pendauran ulang, pengolahan, dan/atau tempat pengolahan sampah terpadu. TPA merupakan tempat untuk memproses dan mengembalikan sampah ke media lingkungan. TPST merupakan tempat dilaksanakannya kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, pendauran ulang, pengolahan dan pemrosesan akhir. Alur pengelolaan sampah dimulai dari pengumpulan sampah rumah tangga ke TPS kemudian diangkut menggunakan truk menuju ke TPA atau TPST [2].

Menurut penelitian [3] permasalahan utama pengelolaan sampah dilihat dari sistem pengangkutannya. Waktu pengangkutan yang seringkali tidak akurat menyebabkan sampah menjadi *overload* yang dapat menyebabkan berbagai permasalahan seperti timbulnya bau tidak sedap dan mencemari lingkungan sekitar bahkan berpotensi menjadi tempat berkembang biaknya nyamuk *aedes aegypti* [4].

Melihat permasalahan di atas, maka diperlukan suatu sistem manajemen sampah pintar dengan pemanfaatan teknologi telekomunikasi diantaranya *Internet of Things* (IoT) dan *Wireless Sensor Network* (WSN) sehingga sistem manajemen

sampah dapat secara efektif dan efisien untuk mengatasi permasalahan tersebut. Berbagai penelitian sebelumnya telah dilakukan dengan bermacam teknik implementasi seperti pada penelitian [5] yang menggunakan *microcontroller* ATmega 328P yang dapat memantau level dan kelembaban sampah serta lokasi bak sampah yang penuh kemudian hasil *monitoring* dikirim oleh sistem melalui SMS. Selain itu pada penelitian [6] yang menggunakan NodeMCU ESP8266 dapat memantau level sampah yang hasilnya dikirimkan melalui SMS. Di samping itu, penelitian [7] yang merancang sistem pemantauan level dan kelembaban sampah yang diakses melalui *platform* Blynk App serta ada fitur pembuka dan penutup tutup sampah otomatis. Perancangan yang lain yaitu pada penelitian [8] yang menggunakan *microprocessor* Orange Pi dan *microcontroller* Arduino Nano dengan sistem pemantauan level sampah *real-time* yang diakses melalui *website*.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, secara dominan peneliti menggunakan komunikasi berbasis WiFi untuk menghubungkan *node* ke server. Sistem *monitoring* ini hanya dapat memantau satu bak sampah dengan mengaplikasikan modul WiFi yang mana di wilayah bak sampah tersebut juga harus disediakan jaringan internet. Dalam hal ini penulis melakukan pengembangan dengan menerapkan sistem *multi-node sensor* agar bisa melakukan pemantauan di banyak bak sampah serta menggunakan *platform* komunikasi yang dinilai lebih efektif dan efisien untuk diimplementasikan pada lingkungan *outdoor* yaitu LoRa (*Long Range*) yang dimiliki oleh Semtech. LoRa merupakan sistem komunikasi jarak jauh dengan penggunaan daya yang sedikit serta dapat beroperasi pada frekuensi yang bebas lisensi seperti *Industrial, Scientific and Medical (ISM) band* [9].

LoRa Alliance mengembangkan protokol komunikasi khusus untuk LoRa yaitu LoRaWAN. LoRaWAN dikategorikan ke dalam teknologi *Low Power Wide Area Network (LPWAN)* yang dapat menjadi solusi untuk mengatasi kekurangan yang dimiliki oleh Bluetooth dan WiFi yaitu wilayah komunikasi yang sempit [9]. Jika dibandingkan dengan Sigfox, RNA, dan NB-IOT yang juga dikategorikan sebagai teknologi LPWAN, maka LoRaWAN lebih populer di kalangan peneliti dan industri karena menggunakan sistem protokol terbuka dan dapat diimplementasikan

terhadap jaringan dengan biaya rendah yang tidak memerlukan infrastruktur tambahan sehingga pengimplementasiannya luas di berbagai bidang [9] [10]. Dalam penelitian [11] menguji performa protokol LoRaWAN di area *indoor* dan *outdoor*. Sistem komunikasi ini menggunakan satu *gateway* dan beberapa *node* yang diletakkan secara *non line of sight* terhadap *gateway*. Di setiap *node* terdapat sensor suhu dan potensiometer sebagai sumber data. Hasil penelitian tersebut mengemukakan pengimplementasian LoRaWAN di area *outdoor* menghasilkan performansi yang baik dibandingkan *indoor*.

Akan tetapi, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [12] mengemukakan bahwa pengaplikasian LoRaWAN pada sistem *monitoring real-time* kurang cocok karena tingginya kemungkinan tabrakan (*collision*) pada data. Penelitian [13] memberi solusi atas hal tersebut dengan mengembangkan protokol LoRaWAN menjadi *Simple Lora Protocol* (SLP) yang mana protokol ini dirancang secara khusus untuk komunikasi antara *gateway* dan *node* dengan banyak sensor. Jika dibandingkan dengan protokol LoRaWAN, maka *Simple Lora Protocol* (SLP) menghasilkan peningkatan performa QoS dalam parameter *throughput* dan *packet loss*.

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan beserta solusi yang diusulkan oleh peneliti sebelumnya, maka penulis tertarik dan ingin menuangkannya dalam bentuk Tugas Akhir yang berjudul “**Perancangan Sistem Manajemen Sampah dengan Pengaplikasian Multi-node Sensor Menggunakan *Simple Lora Protocol* (SLP)**”. Sistem ini akan mempermudah proses manajemen sampah berbasis IoT yang akan mengatasi permasalahan pengolahan sampah yang belum efektif dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka rumusan masalah yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana performansi Simple LoRa Protocol dalam sistem manajemen sampah?

2. Bagaimana performansi modul LoRa RFM95 yang diaplikasikan pada sistem manajemen sampah?
3. Bagaimana fungsionalitas sistem manajemen sampah berbasis LoRa secara keseluruhan?

1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas, maka dalam penulisan tugas akhir ini penulis lebih menekankan pada hal-hal sebagai berikut :

1. Sistem manajemen sampah yang akan dirancang adalah dalam bentuk *prototype* (prototipe).
2. Penelitian ini terdiri dari empat *node* dan satu *gateway* yang ditempatkan di sekitar wilayah Kelurahan Talang Putri, Kecamatan Plaju, Kota Palembang.
3. Pengujian performansi LoRa RFM95 menggunakan *software* Arduino IDE dengan berfokus pada parameter QoS (*Quality of Service*) diantaranya yaitu RSSI (*Received Signal Strength Indicator*), *Packet loss* dan *Delay*.
4. Pengujian performansi Simple LoRa Protocol berdasarkan parameter *packet loss* dan *throughput*.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang diangkat, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui performansi *Simple LoRa Protocol* (SLP) pada sistem manajemen sampah.
2. Mengetahui performansi modul LoRa RFM95 yang diaplikasikan pada sistem manajemen sampah.
3. Mengetahui fungsionalitas sistem manajemen sampah berbasis LoRa secara keseluruhan.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat sistem manajemen sampah menjadi lebih efektif dan efisien.
2. Memantau keadaan bak sampah secara *real-time*.
3. Mencegah pencemaran lingkungan akibat bak sampah yang *overload*.
4. Mengeksplorasi potensi pemanfaatan teknologi LoRa dalam sistem manajemen sampah.
5. Mengeksplorasi potensi pengaplikasian sistem manajemen sampah dalam konteks *smart city*.

1.6 Metode Penulisan

Untuk mempermudah penulisan dalam penyusunan tugas akhir maka metode yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Metode Studi Pustaka

Yaitu mengenai metode pengumpulan data mengenai metode pembuatan *Prototype* dan pemrogramannya yang bersumber dari buku, internet, artikel dan lain-lain.

2. Metode Eksperimen

Yaitu metode perancangan *Prototype* dan aplikasi monitoring berdasarkan hasil dari tahap studi pustaka.

3. Metode Observasi

Yaitu metode pengamatan terhadap permasalahan dan data yang ada sebagai acuan pengambilan informasi. Dalam hal ini, observasi dilakukan di Kecamatan Plaju, Kelurahan Talang Putri.

4. Metode Wawancara

Yaitu metode yang dilakukan dengan cara wawancara atau konsultasi dengan dosen pembimbing dan pihak lain yang berhubungan dengan proyek tugas akhir.

5. Metode Cyber

Yaitu metode yang dilakukan dengan cara mencari informasi dan data yang ada kaitannya dengan masalah yang dibahas dari internet sebagai bahan referensi tugas akhir.

1.7 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mengutarakan latar belakang dan alasan pemilihan judul, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang landasan teori yang berkaitan dengan *software* dan *hardware* yang digunakan pada perancangan prototype, parameter performansi protokol, dan perbandingan penelitian penulis dengan penelitian terdahulu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang metode yang digunakan serta alur proses mulai dari perancangan hingga pengujian *Prototype*.

BAB IV HASIL YANG DIHARAPKAN

Bab ini berisikan tentang pembahasan hasil pengujian *Prototype* dan analisisnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran pengembangan yang lebih lanjut dari pokok permasalahan yang telah dievaluasi pada bab-bab sebelumnya.