

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah salak merupakan salah satu komoditas ekspor unggulan dengan total ekspor pada tahun 2025 sekitar 700 ton bernilai 1.7 miliar rupiah[1]. Salah satu jalur ekspor buah salak berada di Sleman, Yogyakarta melalui Kelompok Tani Mitra Turindo. Dibalik angka ekspor tersebut, petani salak terkhususnya petani yang termasuk dalam Kelompok Tani Mitra Turindo mengalami hambatan dalam upaya ekspor yang disebabkan oleh hama seperti lalat buah dan penyakit yang menyerang pohon salak[2].

Dalam upaya mitigasi hambatan tersebut, terkhususnya pada serangan hama, petani menggunakan data cuaca yang disediakan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) untuk menerapkan tindakan pencegahan terhadap peningkatan populasi lalat buah seperti *Bactrocera carambolae*, *Zeugodacus cucurbitae*, dan *Bactrocera dorsalis* yang siklus hidupnya bergantung pada faktor seperti suhu, kelembaban, curah hujan, serta intensitas cahaya yang bergantung besar terhadap siklus hidup lalat buah.[3]

Namun, kondisi geografis pada wilayah Sleman yang didominasi oleh pegunungan[4], terkhususnya pada wilayah Utara yang mencakup Kecamatan Cangkringan, Pakem, dan Turi, dimana perkebunan yang termasuk Kelompok Tani Mitra Turindo berada, menyebabkan variasi pada kondisi iklim seperti curah hujan yang bervariasi sekitar 500 - 1500mm dan suhu udara yang bervariasi sekitar 16°C[5] dibandingkan dengan wilayah Selatan yang lebih dekat dengan kota, dimana lokasi stasiun Klimatologi BMKG berada[6].

Adanya perbedaan kondisi iklim yang disebabkan oleh kondisi iklim mikro di Sleman membutuhkan suatu solusi berupa sistem prediksi cuaca MySalak melalui *sensor node* yang dipasang untuk mendapatkan pengukuran cuaca *hyperlocal* yang dapat memberikan pengukuran serta prediksi cuaca yang lebih akurat dan terlokalisasi pada area perkebunan Mitra Turindo, agar petani dapat melakukan

Selain penambahan wilayah cakupan, adapun keperluan tambahan dari model prediksi cuaca yang membutuhkan pengumpulan *data* secara konsisten, yang didasari oleh perhitungan model prediksi yang menggunakan siklus diurnal, dimana akurasi optimal prediksi cuaca dapat dijaga jika pada satu siklus diurnal yang terdiri dari 24 jam, sebuah *node* tidak boleh mengalami *packet loss* lebih dari lima jam secara kumulatif atau empat jam beruntun, dimana hal tersebut akan menyebabkan model berpotensi kehilangan masa puncak diurnal yaitu suhu terpanas siang hari yang akan mengganggu algoritma prediksi cuaca.

Performa *gateway* diukur menggunakan nilai *Packet Delivery Ratio* (PDR) yang menunjukkan perbandingan jumlah sinyal yang dikirim oleh *node* terhadap sinyal yang diterima *gateway*, *Received Signal Strength Indicator* yang merupakan pengukuran kekuatan sinyal yang diterima oleh *gateway*, *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang merupakan perbandingan kekuatan sinyal terhadap *noise*.

Nilai PDR yang semakin tinggi menunjukkan bahwa *gateway* dapat menerima sinyal yang diterima oleh *node* secara konsisten untuk dikirim pada *server*, RSSI menunjukkan seberapa sensitif *gateway* dalam menangkap sinyal *LoRa*, dengan nilai SNR menunjukkan kemampuan *gateway* dalam memilah sinyal yang tertutup *noise*.

Dalam merealisasikan perencanaan implementasi tersebut, dilakukan sebuah analisis terhadap *gateway existing* untuk mengukur kemampuan *gateway* dalam menghadapi perluasan cakupan *sensor node*, dimana terdapat hambatan pada *gateway existing* baik dari segi logistik maupun *hardware*, yang mencegah upaya perluasan wilayah monitoring, yaitu:

1.1.1 Analisis dan Kekurangan *gateway* V1

Lokasi pemasangan *gateway* membutuhkan akses terhadap jaringan listrik PLN, internet, dimana lokasi pemasangan pada lokasi perkebunan tidak terdapat jaringan internet. Selain itu, lokasi pemasangan antenna terkendala oleh perizinan dari petani, ataupun lokasi yang memiliki akses PLN dan internet tidak termasuk dalam wilayah yang dimiliki oleh petani. Pada kasus lain, lokasi pemasangan *gateway* tidak ekonomis jika luas kebun tergolong kecil, jarak *node* yang direncanakan terhadap *gateway* aktif diperkirakan dapat dicakup oleh *gateway*, atau lokasi yang

memungkinkan untuk dipasang *node* hanya satu lokasi.

Gateway existing atau yang disebut dengan *gateway* V1 berbasis *RFM95W* merupakan *transceiver* bertenaga rendah yang digunakan pada perangkat bertenaga baterai, tidak sebagai *gateway* secara fundamental[8]. Hal ini berakibat pada sensitivitas *gateway* yang kurang, sehingga pada jarak 472 meter dengan ketinggian relatif *gateway* yang lebih rendah 26 meter terhadap *node*, *gateway* tidak dapat menjangkau *sensor node existing* secara konsisten. Meskipun *gateway* V1 memiliki sensitivitas sebesar -133dBm pada parameter SF12BW250[8], desain arsitektur *RFM95W* sebagai modul komunikasi bertenaga rendah, bukan sebagai *gateway*, mengakibatkan performa *gateway* V1 yang buruk dan tidak dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan perluasan cakupan *sensor node* MySalak terkhususnya pada kondisi geografis perbukitan Sleman.

Pemilihan modul yang tidak tepat juga menyebabkan *data* yang diperoleh oleh *server* tidak lengkap dan berpengaruh negatif terhadap pelatihan *model* prediksi cuaca. Hal ini terlihat pada nilai PDR yang rendah serta kualitas sinyal yang buruk ketika diamati pada lokasi *node existing*, yang meskipun dilakukan upaya untuk mempertahankan kualitas penerimaan *gateway* V1 seperti pemilihan antena *LoRa* dengan nilai *gain* tertinggi yang tersedia secara komersil, serta meninggikan antena terhadap permukaan tanah dengan memasang antena pada lokasi tinggi seperti atap bangunan dan tiang yang lebih tinggi, keterbatasan dari arsitektur modul *gateway* V1 menjadi salah satu hambatan terbesar pada skema *deployment existing*.

Keterbatasan tersebut mencegah perluasan cakupan *sensor node* karena *gateway* V1 tidak memiliki kemampuan cukup untuk menjangkau *sensor node* yang dipasang, sedangkan bagi aplikasi MySalak untuk memberikan layanan prediksi cuaca yang akurat dan relevan, *model* membutuhkan *data* yang konsisten dari semua *node* yang dipasang. Hal tersebut dapat diamati dari sebuah survei internal yang dilakukan terhadap petani yang termasuk pada Kelompok Tani Mitra

Turindo yang membutuhkan tingkat akurasi lebih tinggi untuk mengantisipasi perubahan siklus cuaca yang berdampak besar pada siklus hidup lalat buah.

Dalam mengatasi permasalahan dan hambatan yang dimiliki oleh *gateway* V1, dibuat sebuah perubahan pada *gateway* yang akan disebut sebagai *gateway* V2 melalui perbandingan kuantitatif yang menggunakan modul *LoRa* yang dirancang khusus sebagai *gateway*, serta melakukan perubahan pada parameter *LoRa* yang memungkinkan *gateway* untuk memiliki cakupan wilayah yang lebih luas terhadap *gateway* V1 dengan jarak efektif yang lebih jauh agar lokasi *node* yang direncanakan pada jarak 923 meter dapat dicakup oleh *gateway*.

1.2 Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.2.1 Apakah *gateway LoRaWAN WM1302* dapat mempertahankan performa pada lokasi *node existing* dengan jarak 472 meter secara substansial dibandingkan *gateway* V1, serta apakah peningkatan tersebut cukup untuk menjangkau lokasi *node* baru pada jarak 932 meter dengan nilai PDR memenuhi model??



1.3 Batasan Penelitian

Terdapat beberapa batasan dalam penelitian ini, yaitu:

1.3.1 Meskipun nilai PDR tidak secara langsung memvalidasi peningkatan akurasi prediksi cuaca, akurasi model prediksi bergantung pada kelengkapan dan konsistensi data input. Dengan PDR yang lebih tinggi, *gateway* dapat menyediakan data yang lebih lengkap, yang merupakan salah satu syarat untuk meningkatkan akurasi prediksi cuaca

1.3.2 Parameter *LoRa* yang digunakan dalam pengujian *remote site* adalah *Spreading Factor* 10, *Bandwidth* 125KHz, *Coding Rate* 4/5 untuk *gateway* V2, dan *Spreading Factor* 12, *Bandwidth* 250KHz, *Coding Rate* 4/5 untuk *gateway* V1. Sedangkan parameter yang digunakan pada pengetesan laboratorium adalah *Spreading Factor* 10, *Bandwidth* 125KHz, *Coding Rate* 4/5 untuk kedua *gateway*.

Perbedaan parameter pada pengujian laboratorium dan *remote site* bertujuan untuk mendapat perbandingan setara dalam mendapat nilai *baseline*, dan melakukan perbandingan implementasi *existing* dengan baru. Selain itu, parameter pengujian menggunakan SF10BW125 mengikuti regulasi yang membatasi penggunaan parameter BW250 untuk SF7 ke bawah untuk menghindari waktu pemancaran yang lama, serta memenuhi kebutuhan daya *low power* pada *node* MySalak.

1.3.3 *Frequency Plan* yang digunakan oleh *gateway* V2 pada lokasi pengetesan menggunakan US915_0, dan 922MHz untuk *gateway* V1. Penggunaan US915_0 untuk *gateway* V2 dilakukan karena keterbatasan logistik pada waktu pengetesan dimana tidak tersedia modul *gateway* V2 yang didesain untuk *frequency plan* AS923_2, dan penggunaan 922MHz pada *gateway* V1 dilakukan berdasarkan skema implementasi *existing* dari *node* MySalak.

1.3.4 Lokasi pengujian dibagi menjadi dua lokasi, dimana lokasi perbandingan *gateway* meliputi wilayah kelompok tani Kusuma Mulya dimana lokasi *node existing* berada, dan kelompok tani Mekar Lestari yang berjarak sekitar satu kilometer sebagai lokasi *node* baru yang

direncanakan. Lokasi validasi hardware dilakukan di ruang terbuka yang terkontrol di luar lab dengan jarak 200 meter.

1.3.5 Penelitian ini berfokus pada pengembangan *gateway* untuk mendapatkan performa maksimal pada area penelitian yang telah ditentukan dimana validasi performa didapat melalui analisis komparatif kedua jenis *gateway* pada lingkungan luar ruangan yang terkontrol, serta lokasi pengetesan. Aspek lain seperti persebaran *sensor node* pada suatu wilayah mengikuti skema pemasangan *sensor node* yang sudah existing pada MySalak.

1.3.6 Pengujian dilakukan dalam durasi 1-2 jam per konfigurasi untuk mengukur performa *gateway*. Karena parameter lingkungan relatif konstan selama pengujian, hasil PDR yang diperoleh digunakan sebagai indikator performa *gateway* dimana hasil pengujian dapat diekstrapolasi untuk validasi performa *gateway* untuk satu siklus diurnal, atau 24 jam, dengan asumsi faktor yang mempengaruhi PDR seperti vegetasi, kontur tanah, serta bangunan bersifat statis.



1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1.4.1 Mengimplementasikan *gateway* LoRaWAN berbasis modul WM1302 sebagai pengganti *gateway* V1 yang berbasis RFM95.
- 1.4.2 Menganalisis perbandingan performa *gateway* V1 dan *gateway* V2 berdasarkan metrik RSSI, SNR, dan PDR pada lokasi uji yang telah ditentukan.
- 1.4.3 Menghasilkan justifikasi teknis penggantian *gateway* untuk mendukung skema penambahan *sensor node* dan perluasan cakupan wilayah pada sistem prediksi cuaca MySalak.

1.5 Manfaat Penelitian

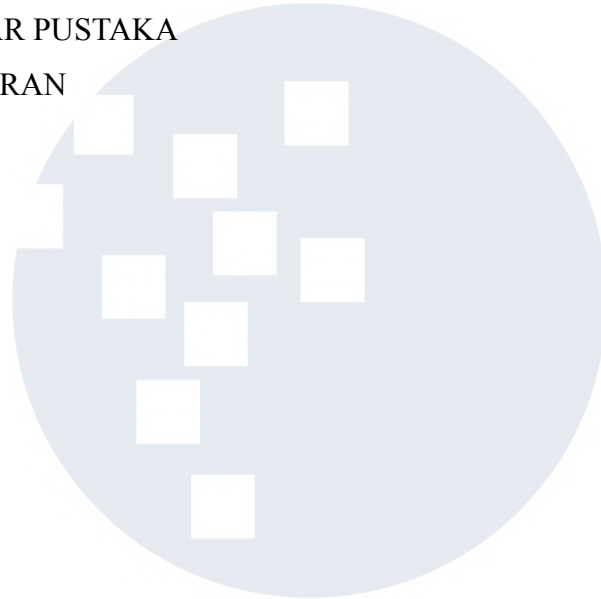
Manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1.5.1 Secara akademis, manfaat penelitian ini adalah menyajikan studi kasus sebuah perancangan sistem monitoring pertanian berbasis *IoT* dengan menyediakan wawasan, referensi, serta metodologi dalam studi komparatif dan *benchmark* agar pemilihan komponen yang digunakan pada implementasi serupa dapat dilakukan secara lebih efisien.
- 1.5.2 Bagi petani, penelitian ini berpotensi meningkatkan akurasi prediksi cuaca karena *gateway* V2 memungkinkan pengumpulan *data* yang lebih lengkap dan konsisten.
- 1.5.3 Bagi MySalak, manfaat penelitian ini adalah menopang perkembangan dan andalan sistem aplikasi MySalak dalam menyediakan layanan prediksi cuaca pada petani secara konsisten dan menyeluruh.

1.6 Sistematika Penulisan

- 1.6.1 BAB I PENDAHULUAN: Memuat Latar Belakang, Pertanyaan Penelitian, Batasan, Tujuan, Manfaat, dan Sistematika Penulisan.
- 1.6.2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA: Membahas penelitian terdahulu dan tinjauan teori.

- 1.6.3 BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM: Menjelaskan metode penelitian, perancangan modul, dan perancangan aplikasi.
- 1.6.4 BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM: Menjelaskan spesifikasi sistem, serta menyajikan implementasi dan hasil pengujian sistem yang kemudian dianalisis.
- 1.6.5 BAB V SIMPULAN DAN SARAN: Berisi kesimpulan dari penelitian serta saran untuk pengembangan lebih lanjut.
- 1.6.6 DAFTAR PUSTAKA
- 1.6.7 LAMPIRAN



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA