

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini membahas beberapa tantangan dalam proses pengiriman data menggunakan komunikasi *Long Range (LoRa)* pada payload balon stratosfer. Terutama pada analisis *Link Budget*, *Pathloss* dan perbedaan jenis area yang digunakan seperti area urban, sub urban dan rural. Selain itu beberapa faktor yang berpengaruh diantaranya adalah penguatan dari masing-masing antena, sensitivitas penerima juga daya pancar yang diberikan. Segala aspek tersebut mempengaruhi jarak jangkauan sistem komunikasi *Long Range (LoRa)*.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, kami menggunakan metode analisis propagasi Okumura-Hata. Hal ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh *Pathloss* dan *Link Budget* terhadap jangkauan sinyal *Long Range (LoRa)*. Selain itu dilakukan perbandingan antara simulasi yang di dalamnya terdapat perhitungan matematis model propagasi Okumura-hata dan Eksperimen yang di dalamnya terdapat pengaturan kontrol dan perlakuan yang berbeda untuk mengamati perubahan efek yang terjadi. Dalam proses eksperimen, pengamat merancang pengujian sesuai dengan prosedur penelitian yang ada, kemudian dilakukan pengumpulan data melalui pengukuran, pengamatan dan pengujian langsung.

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil penelitian, berikut adalah kesimpulan yang sesuai dengan jumlah rumusan masalah atau tujuan penelitian yang telah ditetapkan :

1. Pengaruh Link Budget terhadap Jangkauan Long Range (LoRa)

Berdasarkan data, *Link Budget* memiliki nilai krusial dalam penentuan jangkauan sinyal. Semakin besar penguatan dan daya pancar pada antenna maka *Link Budget* yang dihasilkan pun akan

semakin besar, sehingga *Gap* antara *Link Budget* yang dapat dipertahankan dengan sensitivitas antenna menjadi lebar. Hal ini yang mempengaruhi jangkauan sinyal pada *Long Range (Lora)*. Semakin besar *Link Budget* yang dapat dipertahankan maka akan semakin jauh jangkauan sinyal.

2. Arduino nano V3 Dapat Mengintegrasikan Perangkat dengan Baik

Pada hasil uji coba lapangan membuktikan bahwa penerapan Arduino nano V3 sebagai mikrokontroler dapat mengintegrasikan perangkat dengan baik dan optimal. Hal ini dapat dilihat dari pengiriman sinyal data yang berhasil pada jarak yang ditentukan. Kemudian seluruh sensor dapat masuk dan terhubung dengan baik tanpa ada hambatan ataupun *delay* yang berarti.

3. Perbedaan Jangkauan Long Range (LoRa) pada Area Urban, Suburban, dan Rural

Hasil penelitian menunjukan perbedaan yang cukup signifikan pada masing-masing daerah urban, sub urban dan rural. Pada hasil simulasi dan perhitungan, area urban memiliki jangkauan maksimal 3, sedangkan area suburban memiliki jangkauan maksimal 6 km, dan area rural memiliki jangkauan terjauh yaitu 19 km. Kemudian pada hasil uji coba eksperimen, daerah urban memiliki jangkauan maksimal 3 km, sedangkan daerah sub urban memiliki jangkauan maksimal 4 km dan daerah rural memiliki jangkauan maksimal 9 km. Faktor utama yang mempengaruhi jangkauan LoRa adalah jenis daerah yang menentukan besarnya *Pathloss* yang disebabkan oleh banyaknya rintangan pada masing-masing daerah yang berbeda, semakin padat rintangan seperti pada daerah urban maka akan semakin kecil jangkauan dari *Long Range (LoRa)*, begitu juga sebaliknya.

Kesimpulan ini mengonfirmasi bahwa *Link Budget*, *Pathloss* dan jenis area mempengaruhi jangkauan dari sinyal *Long Range (LoRa)* yang dapat dikirim dan diterima dengan baik.

5.2 Saran

1. Pengembangan Infrastruktur Pendukung

Untuk meningkatkan akurasi dari uji coba *LoRa* terhadap perhitungan dan simulasi. Dapat dilakukan pengembangan infrastruktur yang lebih *Proper* dan memadai seperti kualitas antena dan *LoRa*. Dengan spesifikasi yang lebih memadai diharapkan hasil dari uji coba akan semakin mendekati sempurna.

2. Pengujian Dengan Ketinggian yang Lebih Bervariasi

Pengujian dengan ketinggian yang lebih bervariasi akan meningkatkan akurasi dari data, sehingga data yang diperoleh akan lebih valid.

3. Optimasi Model Pathloss

Dalam meningkatkan akurasi hasil uji coba dengan simulasi, dapat dilakukan variasi model propagasi, seperti Cost 231 dan model lainnya. Hasil ini nantinya akan menjadi pembanding dari tiga metode yang telah digunakan.

4. Analisis Interferensi dan Gangguan Sinyal

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mempertimbangkan faktor interferensi dari perangkat komunikasi lain serta gangguan atmosfer yang dapat mempengaruhi kualitas sinyal *LoRa* dalam skenario penggunaan di dunia nyata.

5. Penambahan Sistem Enkripsi pada Perangkat

Demi menjaga keamanan data yang dikirimkan, disarankan untuk menambahkan fitur enkripsi pada perangkat komunikasi. Penerapan metode enkripsi seperti AES (Advanced Encryption Standard) akan meningkatkan keamanan data dari potensi penyadapan atau manipulasi oleh pihak yang tidak berwenang, sehingga sistem menjadi lebih aman dan andal.

6. Peningkatan Kemampuan Tahan Gangguan (Anti-Interferensi)

Disarankan untuk menambahkan fitur atau mekanisme yang mampu meningkatkan ketahanan perangkat terhadap gangguan sinyal (anti-interference). Misalnya dengan penerapan teknik frequency hopping, error correction coding (ECC), atau pemilihan kanal frekuensi yang optimal, sehingga perangkat dapat tetap berfungsi dengan baik meskipun berada di lingkungan yang memiliki tingkat interferensi tinggi.