IMPLEMENTASI LORA MULTI-HOP PADA SISTEM MONITORING ANGIN KENCANG BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

BRAYEN FRENGKI DINATA

H1051201019

SKRIPSI



PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2025

IMPLEMENTASI LORA MULTI-HOP PADA SISTEM MONITORING ANGIN KENCANG BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

BRAYEN FRENGKI DINATA

H1051201019

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer pada Program Studi Rekayasa Sistem Komputer



PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Implementasi LoRa Multi-Hop pada Sistem Monitoring Angin Kencang Berbasis *Internet of Thing*
Nama Mahasiswa	:	Brayen Frengki Dinata
NIM	:	H1051201019
Jurusan/Program Studi	:	Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	:	31 Juli 2025
SK Pembimbing	:	No 268/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal 3 Februari 2025
SK Penguji	:	No 2492/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal 28 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs.	Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198802272015041001	NIP. 199305032022031003

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs.	Kasliono, S.Mat., M.Cs.
NIP. 198003192015042001	NIP. 199306202022031005

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs.	Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198802272015041001	NIP. 199305032022031003

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Brayen Frengki Dinata
NIM	: H1051201019
Program Studi/ Jurusan	: Rekayasa Sistem Komputer
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 31 Juli 2025



Brayen Frengki Dinata

NIM. H1051201019

Implementasi Lora Multi-Hop Pada Sistem Monitoring Angin Kencang Berbasis *Internet Of Things*

Abstrak

Angin kencang merupakan fenomena cuaca ekstrem dengan kecepatan di atas 45 km/jam. Pemantauan kecepatan angin secara *real-time* penting dilakukan, terutama di wilayah dengan keterbatasan jaringan. Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring angin kencang berbasis IoT menggunakan teknologi LoRa Multi-Hop untuk memperluas jarak jangkauan komunikasi. Sistem terdiri dari node transmitter, node repeater, dan gateway. Gateway mengirimkan data ke server dan ditampilkan melalui antarmuka *website*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjangkau jarak hingga 180 meter tanpa ada data yang hilang. Nilai RSSI menurun dari -88 hingga -97 dBm pada 140 meter kategori sedang menurut standar TIPHON, menjadi -95 hingga -102 dBm pada 160 meter kategori sedang menurut standar TIPHON, dan -104 hingga -102dBm pada 180 meter kategori buruk menurut standar TIPHON. Pada jarak 200 meter, tidak ada data yang berhasil dikirim, menunjukkan bahwa jangkauan maksimal sistem berada pada 180 meter. Rata-rata *delay* meningkat dari 173,35 ms kategori bagus menurut standar TIPHON menjadi 242,15 ms kategori bagus menurut standar TIPHON dan meningkat menjadi 583,308 ms kategori buruk menurut TIPHON. *Jitter* juga meningkat dari 144,121 ms kategori buruk menurut standar TIPHON menjadi 168,097 kategori buruk menurut standar TIPHON, dan 433,983 ms kategori buruk menurut standar TIPHON, menunjukkan penurunan kualitas jaringan seiring bertambahnya jarak.

Kata Kunci: Angin kencang, LoRa Multi-Hop,RSSI, *Delay, Jitter.*

Implementation of Multi-Hop Lora in e High-Wind Monitoring System Based on the Internet Of Things

Abstract

Strong winds are extreme weather phenomena with speeds above 45 km/h. Real-time wind speed monitoring is important, especially in areas with limited network coverage. This study developed an IoT-based strong wind monitoring system using LoRa Multi-Hop technology to extend communication range. The system consists of a transmitter node, a repeater node, and a gateway. The gateway sends data to the server and displays it through a website interface. Test results show that the system is capable of reaching a distance of up to 180 meters without any data loss. The RSSI value decreased from -88 to -97 dBm at 140 meters, which is categorized as moderate according to the TIPHON standard, -95 to -102 dBm at 160 meters, which is categorized as moderate according to the TIPHON standard, and -104 to -102 dBm at 180 meters, which is categorized as poor according to the TIPHON standard. At a distance of 200 meters, no data was successfully transmitted, indicating that the maximum range of the system is at 180 meters. The average delay increased from 173.35 ms, a good category according to the TIPHON standard, to 242.15 ms, a good category according to the TIPHON standard, and to 583.308 ms, a poor category according to the TIPHON standard. Jitter also increased from 144.121 ms, a poor category according to the TIPHON standard, to 168.097 ms, a poor category according to the TIPHON standard, and to 433.983 ms, a poor category according to the TIPHON standard, indicating a decrease in network quality with increasing distance.

Keywords: Strong winds, LoRa Multi-Hop, RSSI, Delay, Jitter.

PRAKATA

Segala puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi pada Program Studi Rekayasa Sistem Komputer tahun 2025 dengan judul "Implementasi LoRa Multi-Hop pada Sistem Monitoring Angin Kencang Berbasis *Internet of Thing*" sebagai syarat bagi penulis untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer (S.Kom.) pada Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.

Semua hasil yang diperoleh ini tidak terlepas dari segala dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang tidak pernah berhenti mendorong penulis agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Sebagai penghargaan dari penulis, izinkanlah penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
2. Bapak Tedy Rismawan, S. Kom., M. Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer FMIPA Universitas Tanjungpura Pontianak.
3. Bapak Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs., selaku dosen Pembimbing Pertama yang sudah memberi masukan serta meluangkan waktu dan pikiran yang memberikan dorongan dalam bimbingan penulisan skripsi.
4. Bapak Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs., selaku dosen Pembimbing Kedua yang sudah memberi masukan serta meluangkan waktu dan pikiran yang memberikan dorongan dalam bimbingan penulisan skripsi.
5. Ibuk Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs., selaku dosen Penguji Pertama, yang telah memberikan kontribusi dengan memberikan masukan dan pertanyaan yang memperkaya isi dari tugas akhir ini
6. Bapak Kasliono, S.Mat., M.Cs. selaku dosen Penguji Kedua, yang telah memberikan kontribusi dengan memberikan masukan dan pertanyaan yang memperkaya isi dari tugas akhir ini
7. Bapak Drs. Cucu Suhery, M.A., selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberi saran dan masukan selama masa perkuliahan.

8. Kedua orang tua dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan moral maupun dukungan material dalam proses penyelesaian skripsi ini.
9. Teman-teman seperjuangan terutama *Squat Void* yang telah memberikan dukungan, semangat dan membantu dalam mengerjakan tugas akhir ini.
10. Semua pihak yang terlibat langsung maupun yang tidak langsung dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih memiliki kekurangan dan belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun pembaca

Pontianak, 31 Juli 2025

Brayen Frengki Dinata

NIM. H1051201019

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR KODE PROGRAM xiii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 4
BAB 2 DASAR TEORI 6
2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu 6
2.2 *Internet of Things* 7
2.3 NodeMCU ESP32 8
2.4 Sensor *Anemometer* 8
2.5 Modul LoRa 9
2.6 MySQL 10
2.7 Laravel 10
2.8 Arduino IDE 11
2.9 Hypertext Preprocessor PHP 11
2.10 LoRa Multi-Hop 11
2.11 *Delay* 12
2.12 *Jitter* 12
2.13 RSSI *(Received Signal Strength Indicator)* 13
2.14 Angin Kencang 14

BAB 3 METODE PENELITIAN 16
3.1 Studi Literatur 17
3.2 Analisis Kebutuhan 17
3.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras 17
3.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 17
3.3 Perancangan Sistem 18
3.4 Implementasi 18
3.5 Pengujian Sistem 19
3.6 Pengumpulan Data 19
3.7 Kesimpulan dan Saran 19
BAB 4 PERANCANGAN 20
4.1 Deskripsi Penelitian 20
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 20
4.3 Perancangan Perangkat Keras 22
4.3.1 Perancangan Perangkat LoRa Transmitter 22
4.3.2 Perancangan Perangkat LoRa Repeater 25
4.3.3 Perancangan Perangkat LoRa Gateway 26
4.3.4 Perancangan Keseluruhan Sistem 27
4.4 Perancangan Perangkat Lunak 28
4.5 Perancangan Basis Data 29
4.5.1 Tabel *Anemometer* 29
4.5.2 Tabel *Node_Seed_Logs* 30
4.6 Perancangan Antar Muka 30
4.6.1 Perancangan Halaman *Dashboard* 31
4.6.2 Perancangan Halaman Data 31
4.7 Perancangan Pengujian Jarak Jangkauan Maksimal Dengan Parameter RSSI 32
4.8 Perancangan Pengujian *Delay* Dan *Jitter* 33
4.9 Perancangan Pengujian *Black box* 33
BAB 5 IMPLEMENTASI 35
5.1 Implementasi Sistem 35
5.1.1 Implementasi Perangkat LoRa Transmitter 35
5.1.2 Implementasi Perangkat LoRa Repeater 36
5.1.3 Implementasi Perangkat LoRa Gateway 36

5.1.4 Implementasi Antarmuka *Website* 37
5.2 Kode Program 38
5.2.1 kode Program Perangkat Transmitter 38
5.2.2 Kode Program LoRa Repeater 41
5.2.3 Kode Program LoRa Gateway 42
5.3 Pengujian Sistem 45
5.3.1 Pengujian Jarak Jangkauan Maksimal Dengan Parameter RSSI 45
5.3.2 Pengujian *Delay* Dan *Jitter* Pada Multi-Hop 47
5.3.3 Pengujian *Black Box* 52
5.3.4 Pengujian Seluruh Sistem 53
5.4 Pembahasan 55
BAB 6 PENUTUP 57
6.1 Kesimpulan 57
6.2 Saran 57
DAFTAR PUSTAKA 59
LAMPIRAN 62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 NodeMCU ESP32 8
Gambar 2.2 Sensor *Anemometer* 9
Gambar 2.3 Modul LoRa Sx1278 Ra-02 10
Gambar 2.4 Laravel 10
Gambar 3.1 Gambar Diagram Metode Penelitian 16
Gambar 4.1 Arsitektur Sistem 21
Gambar 4.2 Perancangan Sistem LoRa Transmitter 23
Gambar 4.3 Perancangan Sistem Perangkat LoRa Repeater 25
Gambar 4.4 Perancangan Sistem Perangkat LoRa Gateway 26
Gambar 4.5 Diagram Alir Sistem Monitoring Angin Kencang 29
Gambar 4.6 Perangan Halaman *Dashboard* 31
Gambar 4.7 Perancangan Halaman Data 32
Gambar 4.8 Perancangan Pengujian Jarak 33
Gambar 5.1 Implementasi Sistem Perangkat LoRa Transmitter 35
Gambar 5.2 Implementas Sistem Perangkat LoRa Repeater 36
Gambar 5.3 Implementasi Sistem Perankat LoRa Gateway 37
Gambar 5.4 Tampilan *Dashboard* 37
Gambar 5.5 Halaman Data 38
Gambar 5.6 Rata-Rata *Delay* Dan *Jitter* Pada Website Pada Jarak 140 Meter ... 49
Gambar 5.7 Rata-Rata *Delay* Dan *Jitter* Pada Website Pada Jarak 160 Meter ... 50
Gambar 5.8 Rata-Rata *Delay* Dan *Jitter* Pada Website Pada Jarak 180 Meter ... 52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu..... 6
Tabel 2.2 Karakteristik *Delay* Menurut TIPHON..... 12
Tabel 2.3 Karakteristik *Jitter* Menurut TIPHON..... 13
Tabel 2.4 Karakteristik RSSI Menurut TIPHON..... 14
Tabel 2.5 Skala *Beaufort* 15
Tabel 4.1 Koneksi Pin NodeMCU ESP32 dengan sensor *Anemometer* 23
Tabel 4.2 Koneksi Pin NodeMCU ESP32 dengan Modul LoRa Sx1278 Ra-02.. 24
Tabel 4.3 Koneksi Pin NodeMCU ESP32 dengan Modul LoRa Sx1278 Ra-02.. 25
Tabel 4.4 Koneksi Pin NodeMCU ESP32 dengan Modul LoRa Sx1278 Ra-02.. 27
Tabel 4.5 Tabel *Anemometer* 30
Tabel 4.6 Tabel *Node_Seed_Logs*..... 30
Tabel.4.7 Perancangan Pengujiaan *Black Box*..... 33
Tabel 5.1 Nilai RSSI Pada Jarak 140 Meter 45
Tabel 5.2 Nilai RSSI Pada Jarak 160 Meter 46
Tabel 5.3 Nilai RSSI Pada Jarak 180 Meter 46
Tabel 5.4 Tabel Pengujian RSSI Seluruh Jarak 47
Tabel 5.5 Pengujian *Delay* dan *Jitter* Pada JArak 140 Meter..... 48
Tabel 5.6 *Delay* Dan *Jitter* Pada Jarak 160 Meter..... 49
Tabel 5.7 *Delay* Dan *Jitter* Pada Jarak 180 Meter..... 51
Tabel 5.8 Hasil Pengujian Black Box..... 52
Tabel 5.9 Tabel Pengujian seluruh Sistem..... 53

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1 Kode Program Pembacaan Sensor Anemometer 39
Kode Program 5.2 Mengirim Data ke LoRa Repeater 40
Kode Program 5.3 Menerima Data dari LoRa Transmitter dan Meneruskan Data Ke LoRa Gateway 41
Kode Program 5.4 Menerima Data dari LoRa Repeater 43
Kode Program 5.5 Gateway Mengirim Data ke *Server* 44

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Angin kencang merupakan fenomena cuaca ekstrem dengan kecepatan di atas 25 knot atau sekitar 45 km/jam. Untuk mengatasi hal tersebut, BMKG (2010) menetapkan prosedur peringatan dini cuaca ekstream yang membutuhkan sistem, pemantauan kecepatan angin secara *real-time.* Sistem ini memerlukan komunikasi data jarak jauh yang tetap dapat beroperasi di wilayah dengan keterbatasan infrastruktur jaringan.

Teknologi LoRa (Long Range) menjadi solusi potensial karena memiliki jangkauan komunikasi yang jauh walaupun dengan keterbatasan jaringan. LoRa beroperasi pada frekuensi ISM (Industrial, Scientific, and Medical) yang bersifat bebas lisensi, dengan rentang frekuensi di bawah 1 GHz, seperti 433 MHz, 868 MHz, dan 915 MHz (Ridwan dkk., 2025). Modul LoRa *single-hop* terdiri dari dua bagian yaitu, LoRa transmitter dan LoRa Gateway. LoRa trasmitter berfungsi untuk sensor node yang akan mengirim data kepada LoRa gateway, dan LoRa gateway berfungsi mengirim data ke server (Arief dkk., 2020).

Namun, komunikasi LoRa secara langsung (*single-hop*) memiliki keterbatasan jarak. Salah satu parameter yang menggambarkan kualitas penerimaan sinyal adalah RSSI *(Received Signal Strength Indicat)* (Herawati Tita dkk., 2018). Untuk mengatasi keterbatasan ini, pendekatan Multi-Hop menjadi salah satu solusi untuk memperluas jangkauan komunikasi dan menjaga stabilitas pengiriman data dalam sistem monitoring berbasis LoRa. LoRa Multi-Hop mengirim data dengan sistem secara berjenjang melalui node repeater untuk memperluas jangkauan komunikasi. Melalui penerapan mekanisme multi-hop, pengiriman data dilakukan dengan melewati satu atau lebih node repeater sebelum mencapai gateway, cara ini membuat jarak komunikasi menjadi lebih jauh (Astarina dkk., 2024).

Selain jangkauan, tantang lain dalam memonitoring angin kencang ini adalah *delay* (keterlambatan pengiriman data) dan *jitter* (variasi keterlambatan). *delay* adalah jeda waktu yang dibutuhkan oleh data untuk berpindah dari sumber ke tujuan (Hasbi & Saputra, 2021). *jitter* adalah ketidakteraturan dalam waktu

kedatangan paket data, yang terjadi ketika jarak antar waktu tempuh tidak konsisten (Hasbi & Saputra, 2021).

Penelitian terkait yang sebelumnya pernah dilakukan berjudul "Implementasi Komunikasi Multi-Hop Menggunakan Metode Controlled Flooding Pada Wireless Sensor Network Berbasis LoRa"(Arief dkk., 2020). Pada penelitian ini menggunakan pendekatan multi-hop bertujuan untuk mengatasi keterbatasan jangkauan komunikasi pada jaringan LoRa yang umumnya menggunakan komunikasi single-hop. Dalam penelitian ini, diterapkan metode controlled flooding dengan mekanisme seperti pencegahan transmisi berulang (*infinite loop transmission*), penundaan acak (*random delay*), dan retransmisi paket untuk mengurangi packet loss dalam proses pengiriman data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan mekanisme random *delay* berhasil mengurangi packet loss dari 54% menjadi 18%, serta meningkatkan efisiensi komunikasi dalam jaringan sensor nirkabel berbasis LoRa. Namun, penelitian ini hanya berfokus pada pengiriman paket dengan parameter *packet loss* dan *delay* tidak menguji *jitter*, RSSI serta belum menerapkan pada sistem monitoring angin kencang secara *real-time.*

Penelitan selanjutnya yang berjudul "Alat Ukur Sinyal LoRa Untuk Mengetahui Jangkauan Antara End Device Dengan Gatway (Pebrian, 2025). Penelitian ini bertujuan untuk menganaliss pengaruh SF *(Spreading Factor)* terhadap jangkauan dan kualitas sinyal LoRa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa SF 12 mampu memberikan jangkauan lebih jauh, yaitu hingga 115 meter dengan nilai RSSI sebesar -102 dBm dan SNR sebesar 1 dB, sedangkan SF 7 hanya dapat mencapai 95 meter sebelum koneksi terputus. Walaupun SF 12 memiliki jangkauan yang lebih luas, kualitas sinyalnya lebih rendah dibandingkan SF 7. Penelitian ini menekankan bahwa pemilihan parameter teknis LoRa berperan penting dalam menentukan jangkauan serta kualitas sinyal, namun belum membahas penerapannya pada sistem monitoring maupun penerapan topologi multi-hop.

Penelitian lain yang berjudul " Prototipe Stasiun Pengukur Kecepatan Angin Berbasis Long Range (LoRa)"(Gustami dkk., 2024). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan teknologi *internet of things* pada sistem monitoring kecepatan angin berbasis Long Range (LoRa). Sistem ini dilengkapi dengan sensor *Anemometer* berfungsi membaca nilai kecepatan angin, *BME280* berfungsi

membaca nilai suhu, tekanan dan kelembapan udara. Output yang dihasilkan berupa *website* monitoring. Namun, penelitian ini hanya menggunakan komunikasi single-hop sehingga memiliki keterbatasan jangkauan dan tidak membahas solusi memperluas cakupan area komunikasi.

Berdasarkan dari permasalahan tersebut, maka selanjutnya dilakukan penelitian yang berjudul "Implementasi LoRa Multi-Hop pada Sistem Monitoring Angin Kencang Berbasis *Internet of Things*." Sistem ini dirancang untuk memonitoring kecepatan angin secara *real-time* dengan menggunakan sensor *Anemometer* dengan komunikasi LoRa dengan pendekatan Multi-Hop. Penerapan Multi-Hop pada sistem ini bertujuan untuk memperluas jangkauan komunikasi LoRa, terutama pada wilayah yang memiliki keterbatasan jaringan. Selain itu, penelitian ini juga akan mengevaluasi performa jaringan dari sisi *delay, jitter* dan RSSI *(Recieved Signal Strength Indicator)* untuk memastikan data hasil pemantauan dapat dikirimkan ke LoRa gateway dan ditampilkan melalui antarmuka *website*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan LoRa Multi-Hop dapat memperluas jarak jangkauan maksimal LoRa serta pengaruhnya terhadap kualitas sinyal (RSSI) pada Implementasi LoRa Multi-Hop pada Sistem Monitoring Angin Kencang Berbasis Internet of Things?
2. Bagaimana pengaruh penggunan LoRa Multi-Hop terhadap nilai *delay* dan *jitter* pada Implementasi LoRa Multi-Hop pada Sistem Monitoring Angin Kencang Berbasis *Internet of Things?*

1.3 Batasan Masalah

` Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian dilakukan di Jalan Madusari, Desa Arang Limbung, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat.
2. Perangkat keras yang digunakan adalah NodeMCU ESP32.
3. Menggunakan sensor *Anemometer.*

4. Sistem dibuat berbasis aplikasi *website*.
5. Modul LoRa yang digunakan adalah SX1278 Ra-02 dengan topologi LoRa Transmitter, LoRa Repeater, dan LoRa Gateway.
6. Penelitian tidak membahas parameter yang terdapat pada modul LoRa seperti *spreading faktor*, *bandwidth* dan *coding rate.*
7. Data yang digunakan adalah data kecepatan angin
8. Penelitian ini menggunakan pendekatan Multi Hop.
9. Sumber daya listrik yang di gunakan adalah pawor bank 10000 mAh

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penggunaan LoRa Multi-Hop dalam memperluas jarak jangkauan maksimal LoRa serta pengaruhnya terhadap kualitas sinyal (RSSI) pada Implementasi LoRa Multi-Hop pada Sistem Monitoring Angin Kencang Berbasis Internet of Things.
2. Mengetahui penggunaan LoRa Multi-Hop terhadap *delay* dan *jitter* pada Implementasi LoRa Multi-Hop pada Sistem Monitoring Angin Kencang Berbasis *Internet of Things*

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan kemudahan dalam monitoring kecepatan angin secara *real-time* dengan cakupan area yang lebih luas melalui penerapan LoRa Multi-Hop. Teknologi ini memungkinkan data dari sensor di wilayah dengan jaringan yang tidak stabil diteruskan antar node hingga sampai ke pusat, tanpa bergantung pada jaringan. Data yang terkumpul ditampilkan secara langsung melalui *website* monitoring yang dapat diakses publik.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari 6 bab yang disusun sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan

masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tentang beberapa teori pendukung yang digunakan sebagai landasan untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Adapun teori tersebut yaitu teori terkait *Internet of Things* (IoT), ESP32, LoRa Multi-Hop, sensor *Anemometer*, , laravel, dan beberapa komponen lainnya.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan uraian yang lebih rinci tentang metode penelitian dalam studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan kesimpulan.

BAB IV PERANCANGAN

Bab ini berisikan tentang tahap perancangan dari sistem yang akan dibangun. Dalam perancangan sistem terdapat deskripsi sistem, perancangan perangkat keras sistem, perancangan perangkat lunak, perancangan basis data, perancangan antarmuka *website*, dan perancangan pengujian *black box*.

BAB V IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang proses implementasi sistem yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Tahapan ini terdiri dari implementasi perangkat keras, implementasi perangkat lunak, pengujian sistem, dan pembahasan dari sistem yang telah dibuat.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari hasil pengujian yang dilakukan, pembahasan dari proses pemecahan masalah sebagai solusi dari rumusan masalah, dan saran untuk pengembangan solusi kedepannya.