PENGARUH REDAMAN SINYAL TERHADAP KUALITAS TRANSMISI DATA LORAWAN PADA SISTEM PEMANTAUAN KELEMBABAN TANAH DI KAWASAN SAWIT (STUDI KASUS DI KABUPATEN LANDAK)

AKMAL HIDAYAT
H1051201034

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

PENGARUH REDAMAN SINYAL TERHADAP KUALITAS TRANSMISI DATA LORAWAN PADA SISTEM PEMANTAUAN KELEMBABAN TANAH DI KAWASAN SAWIT (STUDI KASUS DI KABUPATEN LANDAK)

AKMAL HIDAYAT
H1051201034

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains 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	:	Pengaruh Redaman Sinyal Terhadap Kualitas Transmisi Data LORAWAN Pada Sistem Pemantauan Kelembaban Tanah Di Kawasan Sawit (studi kasus di kabupaten landak)
Nama Mahasiswa	:	Akmal Hidayat
NIM	:	H1051201034
Jurusan/Program Studi	:	Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	:	24 Juli 2025
SK Pembimbing	:	No.1912/UN22.8/TD.06/2024 /09 Juli 2024
SK Penguji	:	No.2543/UN22.8/TD.06/2025 /30 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Syamsul Bahri , S.Kom., M.Cs.	Hafiz Muhardi , S.T., M.Kom.
NIP. 198802272015041001	NIP. 199007232023211017

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Uray Ristian , S.Kom., M.Kom.	Hirzen Hasfani , S.Kom., M.Cs.
NIP. 199012012019031017	NIP. 199305032022031003

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Syamsul Bahri , S.Kom., M.Cs.	Hafiz Muhardi , S.T., M.Kom
NIP. 198802272015041001	NIP. 199007232023211017

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	: Akmal Hidayat
NIM	: H1051201034
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 pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 24 Juli 2025



Akmal Hidayat
NIM. H1051201034

Pengaruh Redaman Sinyal Terhadap Kualitas Transmisi Data LoRaWAN Pada Sistem Pemantauan Kelembaban Tanah Di Kawasan Sawit (Studi Kasus Di Kabupaten Landak)

Abstrak

Pemantauan kelembaban tanah krusial untuk produktivitas kelapa sawit, di mana metode manual terbatas sementara LoRaWAN menawarkan solusi efisien meski terkendala redaman sinyal di perkebunan kelapa sawit. Penelitian ini menganalisis pengaruh redaman sinyal free-space path loss pada skenario LOS dan obstruction loss akibat pohon sawit pada skenario NLOS terhadap kualitas transmisi data LoRaWAN yang diukur melalui parameter RSSI, SNR, dan packet loss pada sistem pemantauan kelembaban tanah. Sistem menggunakan modul LoRa RA-02 433MHz, mikrokontroler ESP32, dan sensor kelembaban tanah FC-28. Pengujian dilakukan pada jarak 16-64m di perkebunan kelapa dengan 60 sampel per skenario. Hasil menunjukkan packet loss 0% pada seluruh skenario. Pengujian LOS memperlihatkan RSSI menurun dari -80.57 dBm hingga -101.25 dBm dan SNR dari 10.83 dB hingga 3.97 dB sesuai teori FSPL. Berdasarkan standar TIPHON, kualitas sinyal mengalami degradasi dari sangat baik menjadi buruk pada parameter RSSI, dan dari bagus menjadi buruk pada parameter SNR. Pengujian NLOS menunjukkan degradasi terbesar pada jarak 32m dengan penurunan RSSI sebesar 13.51 dB akibat redaman. Meskipun SNR mencapai -0.23 dB pada jarak 64m NLOS yang dikategorikan buruk menurut standar TIPHON, sistem mempertahankan komunikasi stabil, membuktikan keandalan LoRaWAN untuk aplikasi IoT di lingkungan perkebunan.

Kata Kunci: LoRaWAN, Redaman Sinyal, RSSI, SNR, Packet Loss, Kelembaban Tanah, Perkebunan Kelapa Sawit

The Effect of Signal Attenuation on LoRaWAN Data Transmission Quality in a Soil Moisture Monitoring System in Palm Oil Plantations (Case Study in Landak Regency)

Abstract

Soil moisture monitoring is crucial for oil palm productivity, where manual methods are limited while LoRaWAN offers an efficient solution despite being constrained by signal attenuation in oil palm plantations. This research analyzes the effect of free-space path loss signal attenuation in LOS scenarios and obstruction loss due to palm trees in NLOS scenarios on LoRaWAN data transmission quality measured through RSSI, SNR, and packet loss parameters in a soil moisture monitoring system. The system uses LoRa RA-02 433MHz modules, ESP32 microcontroller, and FC-28 soil moisture sensor. Testing was conducted at distances of 16-64m in oil palm plantations with 60 samples per scenario. Results showed 0% packet loss across all scenarios. LOS testing demonstrated RSSI decreased from -80.57 dBm to -101.25 dBm and SNR from 10.83 dB to 3.97 dB according to FSPL theory. Based on TIPHON standards, signal quality experienced degradation from very good to poor for RSSI parameters, and from good to poor for SNR parameters. NLOS testing showed the greatest degradation at 32m distance with RSSI reduction of 13.51 dB due to attenuation. Although SNR reached -0.23 dB at 64m NLOS which is categorized as poor according to TIPHON standards, the system maintained stable communication, proving LoRaWAN reliability for IoT applications in plantation environments.

Keywords: *LoRaWAN, Signal Attenuation, RSSI, SNR, Packet Loss, Soil Moisture, Palm Oil Plantations.*

PRAKATA

Segala puji dan syukur panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **"Pengaruh Redaman Sinyal Terhadap Kualitas Transmisi Data Lorawan Pada Sistem Pemantauan Kelembaban Tanah Di Kawasan Sawit (Studi Kasus Di Kabupaten Landak)"** Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh 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 lepas dari segala dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang terus mendorong penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Sebagai penghargaan, 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.
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., sebagai dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan masukan serta meluangkan waktu dan pikiran yang memberikan dorongan dalam bimbingan penulisan skripsi.
4. Bapak Hafiz Muhardi , S.T., M.Kom., sebagai dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan masukan serta meluangkan waktu dan pikiran yang memberikan dorongan dalam bimbingan penulisan skripsi.
5. Bapak Uray Ristian , S.Kom., M.Kom., selaku dosen Pembimbing Akademik sekaligus Penguji Pertama, yang telah membimbing saya selama perkuliahan dan memberikan kontribusi melalui pertanyaan dan saran konstruktif, sehingga memperdalam analisis dan meningkatkan kualitas tugas akhir ini.
6. Bapak Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs., selaku dosen Penguji Kedua, yang telah memberikan masukan dan mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang mendorong eksplorasi lebih lanjut dalam tugas akhir ini.

7. Kepada orang tua yang selalu memberikan dukungan, doa, motivasi, dan kasih sayang tanpa henti sepanjang perjalanan penulisan tugas akhir ini.
8. Teman-teman dekat siskom Franz Antonio Tampubolon, Muhammad Taufik Ridwan, Atif Tarhan Achar, Awal Cahyo Bayu Aji, yang senantiasa menemani, memberi semangat dan bantuan dalam bentuk apapun sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
9. Para rekan-rekan seperjuangan mahasiswa khususnya Sistem Komputer 2020 (SyComAs) yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam menjalani proses perkuliahan dan penulisan tugas akhir ini.
10. Semua pihak yang terlibat langsung maupun yang tidak langsung dalam penulisan tugas akhir ini.

Pontianak, 24 Juli 2025



Akmal Hidayat

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR KODE PROGRAM xiv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 4
BAB 2 LANDASAN TEORI 6
2.1 Perbandingan dengan penelitian terdahulu 6
2.2 Long Range (LoRa) 8
2.3 LoRaWAN 9
2.4 Received Signal Strength Indicator (RSSI) 10
2.5 Redaman 10
2.6 *Free-Space Path Loss* (FSPL) 11
2.7 *Packet Loss* 11
2.8 *Signal to Noise Ratio* (SNR) 12
2.9 Sensor Soil Moisture FC-28 12
2.10 Modul Lora SX1278 Ra-02 13
2.11 NodeMCU ESP32 13
2.12 Arduino IDE 14
2.13 MySQL 14

2.14 *Hypertext Preprocessor* (PHP) 15
2.15 *Framework* Laravel 15
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 17
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras 17
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak 18
3.4 Implementasi 18
3.5 Pengujian 18
3.6 Data Hasil Pengujian 19
3.7 Kesimpulan dan Saran 19
BAB 4 PERANCANGAN 20
4.1 Deskripsi Sistem 20
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 21
4.3 Perancangan Perangkat Keras 23
4.3.1 Perancangan Perangkat Node 23
4.3.2 Perancangan Pertangkat Gateway 25
4.3.3 Perancangan Keseluruhan Perangkat Keras 27
4.4 Perancangan Perangkat Lunak 28
4.4.1 Perancangan Sistem Komunikasi Antara node dan gateway 30
4.4.2 Perancangan Sistem Komunikasi Antara Gateway dan Server 30
4.5 Perancangan Basis Data 31
4.5.1 Tabel User 33
4.5.2 Tabel Gateways 34
4.5.3 Tabel Nodes 34
4.5.4 Tabel Soil Readings 35
4.6 Perancangan Antar Muka 36
4.7 Perancangan Pengujian Skenario LOS 39
4.8 Perancangan Pengujian NLOS Dengan Halangan Pohon Sawit 40

4.9 Perancangan Pengujian BlackBox 42
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN 44
5.1 Implementasi Perangkat Keras 44
5.1.1 Implementasi Perangkat *Node* 44
5.1.2 Implementasi Perangkat *Gateway* 46
5.2 Implementasi Perangkat Lunak 48
5.2.1 Implementasi Sistem Komunikasi Antara *Gateway* dengan Server 48
5.2.2 Tampilan Halaman *Login* 49
5.2.3 Tampilan Halaman *Dashboard* 50
5.2.4 Tampilan Halaman Daftar *Node* 50
5.2.5 Tampilan Halaman Detail *Node* 51
5.3 Pengujian Sistem 51
5.3.1 Pengujian Sistem Monitoring Pada Skenario LOS 52
5.3.2 Pengujian Sistem Monitoring Pada Skenario NLOS 62
5.3.3 Pengujian *Black Box* 71
5.4 Pembahasan 73
BAB 6 PENUTUP 76
6.1 Kesimpulan 76
6.2 Saran 76
DAFTAR PUSTAKA 78
LAMPIRAN 80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Logo LoRa 8
Gambar 2.2 Arsitektur LoRaWAN 9
Gambar 2.3 Sensor FC-28 13
Gambar 2.4 Modul Lora SX1278 Ra-02 13
Gambar 2.5 NodeMCU ESP32 14
Gambar 2.6 Arduino IDE 14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 16
Gambar 4.1 Arsitektur Sistem Monitoring Kelembaban Tanah 21
Gambar 4.2 Peracangan Perangkat Node 24
Gambar 4.3 Percangan Perangkat Gateway 26
Gambar 4.4 Perancangan Keseluruhan Perangkat Keras 28
Gambar 4.5 Diagram Alir Sistem Perangkat Monitoring 29
Gambar 4.6 Perancangan Sistem Antara Node dan Gateway 30
Gambar 4.7 Perancangan Sistem Komunikasi Antara Gateway dan Server 31
Gambar 4.8 Rancangan Basis Data MySQL 33
Gambar 4.9 Tampilan Halaman Login 37
Gambar 4.10 Tampilan Halaman Dashboard 38
Gambar 4.11 Tampilan Halaman Daftar Node 38
Gambar 4.12 Tampilan Halaman Detail Node 39
Gambar 4.13 Diagram Alir Pengujian Sistem Monitoring Secara LOS 40
Gambar 4.14 Diagram Alir Pengujian Sistem Monitoring Secara NLOS 42
Gambar 5.1 Hasil Implementasi Perangkat *Node* 44
Gambar 5.2 Hasil Mengirimkan Data oleh *Node* 45
Gambar 5.3 Hasil Implementasi Perangkat *Gateway* 46
Gambar 5.4 Hasil Menerima Data Dari *Node* 47
Gambar 5.5 Hasil Implementasi Komunikasi Antara *Gateway* dan Server 48
Gambar 5.6 Tampilan Halaman *Login* 50
Gambar 5.7 Tampilan Halaman *Dashboard* 50
Gambar 5.8 Tampilan Halaman Daftar *Node* 51
Gambar 5.9 Tampilan Halaman Detail *Node* 51

Gambar 5.10 Penempatan Alat Pada Pengujian LOS 52
Gambar 5.11 Denah Pengujian LOS Di Jarak 16 Meter 53
Gambar 5.12 Grafik RSSI LOS Pada Jarak 16 Meter 54
Gambar 5.13 Grafik SNR LOS Pada Jarak 16 Meter 54
Gambar 5.14 Denah Pengujian LOS Di Jarak 32 Meter 55
Gambar 5.15 Grafik RSSI LOS Pada Jarak 32 Meter 56
Gambar 5.16 Grafik SNR LOS Pada Jarak 32 Meter 56
Gambar 5.17 Denah Pengujian LOS Di Jarak 48 Meter 57
Gambar 5.18 Grafik RSSI LOS Pada Jarak 48 Meter 58
Gambar 5.19 Grafik SNR LOS Pada Jarak 48 58
Gambar 5.20 Denah Pengujian LOS Di Jarak 64 Meter 59
Gambar 5.21 Grafik RSSI LOS Pada Jarak 64 Meter 60
Gambar 5.22 Grafik SNR LOS Pada Jarak 64 Meter 60
Gambar 5.23 Penempatan Alat Pada Pengujian NLOS 62
Gambar 5.24 Denah Pengujian NLOS DI Jarak 16 Meter 63
Gambar 5.25 Grafik RSSI Pada Jarak 16 Meter 64
Gambar 5.26 Grafik SNR LOS Pada Jarak 16 Meter 64
Gambar 5.27 Denah Pengujian NLOS di Jarak 32 Meter 65
Gambar 5.28 Grafik RSSI NLOS Pada Jarak 32 Meter 66
Gambar 5.29 Grafik SNR NLOS Pada Jarak 32 Meter 66
Gambar 5.30 Denah Pengujian NLOS Di Jarak 48 Meter 67
Gambar 5.31 Grafik RSSI NLOS Pada Jarak 48 Meter 68
Gambar 5.32 Grafik SNR Pada Jarak 48 Meter Dengan Halangan 68
Gambar 5.33 Denah Pengujian NLOS Di Jarak 64 Meter 69
Gambar 5.34 Grafik RSSI NLOS Pada Jarak 64 Meter 70
Gambar 5.35 Grafik SNR NLOS Pada Jarak 64 Meter 70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu 6
Tabel 2.2 Standar Parameter RSSI Menurut TIPHON 10
Tabel 2.3 Karakteristik Packet Loss Menurut TIPHON 11
Tabel 2.4 Standar Signal To Noise Ratio Menurut Tiphon 12
Tabel 4.1 Penggunaan Pin ESP32 dengan Sensor FC-28 24
Tabel 4.2 Penggunaan Pin ESP32 dengan Modul LoRa SX1278 Ra-02 25
Tabel 4.3 Penggunaan pin ESP32 dengan Modul LoRa SX1278 Ra-02 26
Tabel 4.4 Rancangan Table User 34
Tabel 4.5 Rancangan Table Gateways 34
Tabel 4.6 Rancangan Table Nodes 35
Tabel 4.7 Rancangan Soil Readings 36
Tabel 4.8 Perancangan Pengujian Black Box Sistem Perangkat Lunak 43
Tabel 5.1 Data Pengujian LOS Di Jarak 16 Meter 53
Tabel 5.2 Data Pengujian LOS Di Jarak 32 Meter 55
Tabel 5.3 Data Pengujian LOS Di Jarak 48 Meter 57
Tabel 5.4 Data Pengujian LOS Di Jarak 64 Meter 59
Tabel 5.5 Hasil Pengujian LOS 61
Tabel 5.6 Validasi FSPL Pada Hasil Pengujian LOS 61
Tabel 5.7 Data Pengujian NLOS Di Jarak 16 Meter 63
Tabel 5.8 Data Pengujian NLOS Di Jarak 32 Meter 65
Tabel 5.9 Data Pengujian NLOS Di Jarak 48 Meter 67
Tabel 5.10 Data Pengujian NLOS Di Jarak 64 Meter 69
Tabel 5.11 Perbandingan Nilai Rata-Rata RSSI LOS dan NLOS 71
Tabel 5.12 Perbandingan Nilai Rata-Rata SNR LOS dan NLOS 71
Tabel 5.13 Hasil Pengujian Black Box Situs Web 72

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1 Mengambil Data Kelembaban Pada Perangkat *Node*..... 45
Kode Program 5.2 Kode Pengiriman Data Ke *Gateway* Pada Perangkat *Node*.... 45
Kode Program 5.3 Menerima Data LoRa Dari *Node*..... 47
Kode Program 5.4 Kode Pengiriman Dari *Gateway* Ke Server 49

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah negara agraris dengan sektor perkebunan kelapa sawit. Untuk menjaga produktivitas dan keberlanjutan industri kelapa sawit, pemantauan kondisi tanaman secara akurat dan efisien sangat penting. Salah satu faktor krusial yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen kelapa sawit adalah kelembaban tanah. Kelembaban tanah yang optimal dapat memastikan tanaman mendapatkan air yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangannya, sehingga dapat meningkatkan hasil panen secara signifikan (Zauhairah dkk. 2022).

Pemantauan kelembaban tanah secara tradisional dilakukan secara manual dengan menggunakan alat ukur yang membutuhkan tenaga manusia dan waktu yang cukup lama. Selain itu, metode manual juga memiliki keterbatasan dalam hal cakupan area dan frekuensi pengukuran, terutama di perkebunan kelapa sawit yang luas dan sering kali berada di daerah terpencil dengan aksesibilitas yang terbatas. Oleh karena itu, diperlukan solusi pemantauan kelembaban tanah yang lebih modern, efisien, akurat, dan dapat menjangkau daerah-daerah terpencil (Yanziah Asma, Soim Sopian, dan Mujur Rose 2020).

Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi yang menjanjikan untuk pemantauan kelembaban tanah. Dengan IoT, sensor kelembaban tanah dapat dipasang di berbagai titik di perkebunan kelapa sawit dan mengirimkan data secara otomatis ke pusat pemantauan. Salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang cocok untuk aplikasi IoT di perkebunan kelapa sawit adalah LoRaWAN (*Long Range Wide Area Network*). LoRaWAN memiliki jangkauan yang luas dan konsumsi daya yang rendah, sehingga cocok untuk digunakan di area yang luas dan sulit dijangkau seperti perkebunan kelapa sawit yang seringkali berada di daerah terpencil dengan infrastruktur jaringan yang terbatas (Leap 2023).

Namun, implementasi LoRaWAN di perkebunan kelapa sawit menghadapi tantangan berupa redaman sinyal yang disebabkan oleh berbagai faktor, seperti redaman halangan (*obstruction loss*) dan *path loss* (Anzum dkk. 2022) menyoroti

bahwa perkebunan kelapa sawit yang ditumbuhi oleh pohon kelapa sawit yang rapat dapat menyebabkan redaman yang signifikan pada sinyal LoRa. Redaman halangan terjadi akibat hambatan fisik seperti pohon kelapa sawit, bangunan, atau topografi perkebunan, sedangkan *path loss* terjadi akibat propagasi gelombang radio di ruang bebas.

Redaman sinyal dapat menyebabkan penurunan kualitas sinyal yang diterima (RSSI - Received Signal Strength Indicator) dan peningkatan packet loss. Seperti yang dijelaskan oleh (Yanziah Asma, Soim Sopian, dan Mujur Rose 2020), RSSI merupakan indikator penting untuk mengukur kekuatan sinyal yang diterima. Penurunan RSSI dapat mengakibatkan penurunan kualitas transmisi data, seperti peningkatan packet loss. (Kurniawati dkk. 2024) juga menekankan pentingnya mempertimbangkan redaman sinyal dalam perancangan jaringan sensor nirkabel (WSN) di area dengan vegetasi lebat seperti perkebunan kelapa sawit. Tantangan ini menjadi lebih signifikan di daerah terpencil di mana sinyal seluler atau WiFi mungkin tidak tersedia, sehingga LoRaWAN menjadi satu-satunya pilihan untuk konektivitas jarak jauh.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh redaman halangan (*obstruction loss*) di skenario dengan halangan atau *Non line of sight* (NLOS) dan *free-space path loss* di skenario *Line of sight* (LOS) terhadap kualitas transmisi data LoRaWAN pada sistem pemantauan kelembaban tanah di kawasan sawit, terutama di daerah terpencil. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor yang mempengaruhi performa LoRaWAN di lingkungan perkebunan kelapa sawit dan memberikan rekomendasi untuk optimalisasi jaringan LoRaWAN di lingkungan tersebut, terutama dalam mengatasi masalah konektivitas di daerah terpencil.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh *free-space path loss* terhadap kekuatan sinyal (RSSI), Packet Loss dan *signal to noise ratio* (SNR) pada berbagai jarak di kawasan sawit pada skenario LOS.

2. Bagaimana pengaruh redaman halangan (*obstruction loss*) terhadap kekuatan sinyal (RSSI), Packet Loss dan *signal to noise ratio* (SNR) yang disebabkan batang pohon kelapa sawit di berbagai jarak yang menghalangi jalur transmisi di kawasan sawit pada skenario NLOS.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh *free-space path loss* terhadap kekuatan sinyal RSSI (*Received Signal Strength Indicator*), *packet loss* dan *signal to noise ratio* (SNR) pada berbagai jarak di kawasan sawit pada skenario LOS.
2. Mengetahui pengaruh redaman halangan (*NLOS*) terhadap kekuatan sinyal (RSSI), *Packet Loss* dan kualitas sinyal (SNR) oleh batang pohon kelapa sawit dalam berbagai jarak yang menghalangi jalur transmisi di kawasan sawit pada skenario NLOS.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan ESP32 sebagai gateway dan sebagai node, dengan modul LoRa RA-02 433MHz sebagai transceiver LoRaWAN.
2. Antena yang digunakan adalah antena bawaan dari modul LoRa Ra-02 433MHz atau antena *low gain*.
3. Hanya satu buah *node* dan satu buah *gateway* yang akan digunakan dan posisi *node* yang akan dipindahkan sesuai jarak yang diperlukan.
4. Pengukuran dilakukan pada lahan sebesar 70x40 meter dan dilakukan pada 4 titik Jarak, yaitu 16m, 32m, 48m, dan 64 Meter di perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Landak, Kalimantan Barat.
5. Keamanan dari komunikasi LoRa tidak akan dipertimbangkan.
6. Penelitian ini berfokus pada pengukuran RSSI, SNR dan *packet loss* sebagai indikator kualitas sinyal. Parameter lain seperti *throughput* tidak diukur dalam penelitian ini.

7. Penelitian ini hanya meneliti redaman halangan (*obstruction loss*) secara NLOS dan *free-space path loss* pada skenario *LOS*. Redaman lain seperti multipath fading dan redaman atmosfer tidak dipertimbangkan.
8. Perangkat lunak yang digunakan untuk pemograman sistem adalah Arduino IDE dan Visual Studio Code.
9. Aplikasi monitoring akan menggunakan situs web.
10. Penyimpanan menggunakan basis data MySQL.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pengembangan implementasi teknologi LoRaWAN, khususnya dalam pemantauan kondisi lingkungan perkebunan kelapa sawit. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan penempatan perangkat pemantau (*node*) dan *gateway* LoRaWAN yang optimal, sehingga dapat meningkatkan kualitas dan efektivitas transmisi data pada jaringan LoRaWAN di perkebunan kelapa sawit.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dibagi menjadi 6 bab agar permasalahan dapat dijelaskan dan diuraikan untuk menyelesaikan penelitian ini. Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab pendahuluan berisi latar belakang untuk menjelaskan tentang permasalahan pengiriman paket data sensor dan kenapa penelitian ini dilakukan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab landasan teori berisi bahasan mengenai dasar teori pendukung yang digunakan dalam tugas akhir. Adapun landasan teori pada bab ini berupa Redaman, LoRa, Redaman, RSSI, *Free Space Path Loss*, *Packet Loss*, SNR, ESP32, Sensor *Soil Moisture* FC-28, Lora SX1278 Ra-02, Arduino IDE, NodeMCU ESP32, MySql, PHP, Laravel.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab metode penelitian adalah prosedur atau cara-cara yang dilakukan untuk mengumpulkan dan menganalisis data serta menjawab pertanyaan atau hipotesis yang telah ditetapkan dalam penelitian. Adapun isi dari metode penelitian yaitu diagram alir, studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, data hasil pengujian, kesimpulan dan saran.

BAB 4 PERANCANGAN

Bab perancangan berisi secara rinci tentang perancangan dan tahapan dalam pelaksanaan penelitian. Pada bab ini secara umum meliputi perancangan pada perangkat keras dan perangkat lunak. Pada perancangan perangkat keras terdiri dari perancangan sistem *monitoring* dengan sensor FC-28, modul Ra-02 dan perancangan keseluruhan perangkat keras. Sedangkan pada perancangan perangkat lunak meliputi perancangan sistem komunikasi antara NodeMCU ESP32 dengan *cloud server,* perancangan basis data, perancangan antar muka, dan perancangan pengujian secara LOS dan NLOS.

BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Bab implementasi, pengujian, dan pembahasan membahas mengenai analisis dan implementasi sistem yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Tahapan ini yaitu implementasi perangkat keras, implementasi perangkat lunak, pengujian, dan pembahasan terkait selisih *FSPL, RSSI, SNR, Packet Loss*.

BAB 6 PENUTUP

Bab penutup merupakan bab yang membahas tentang kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran terhadap masalah yang belum terselesaikan untuk dapat diperbaiki dan dikembangkan pada penelitian berikutnya.