ANALISIS KINERJA KOMUNIKASI LORA BERBASIS MAPPI32 PADA SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS DI KELOMPOK TANI BAKTI JAYA

SKRIPSI

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana



Disusun Oleh:

Nama : **CYRIO FATHAN THAMBIA**

NIM : **092022090294**

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA

2026

Analisis Kinerja Komunikasi LoRa Berbasis Mappi 32 pada Sistem Penyiraman Otomatis di Kelompok Tani Bakti Jaya

Disusun Oleh:

Nama : Cyrio Fathan Thambia

NIM : 092022090294

PRODI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA

2026

Depok

Menyetujui Pembimbing,

Legenda Prasmono Pratama S.T. Msc. Eng

NIP. S092019030012

Analisis Kinerja Komunikasi LoRa Berbasis Mappi 32 pada Sistem Penyiraman Otomatis di Kelompok Tani Bakti Jaya

Disusun Oleh:

Nama : Cyrio Fathan Thambia

NIM : 092022090294

PRODI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA

2026

Depok

Menyetujui Pembimbing,

Arisa Olivia Putri,S.S.T., MIT

NIP. S092019030009

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi ini dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 8 Agustus 2026

Penulis,



Cyrio Fathan Thambia

NIM. 092209020294

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama	:	Cyrio Fathan Thambia
NIM	:	092022090294
Program Studi	:	Teknik Elektro
Judul Skripsi	:	Analisis Kinerja Komunikasi LoRa Berbasis Mappi 32 pada Sistem Penyiraman Otomatis di Kelompok Tani Bakti Jaya

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Legenda Prasmono Pratama S.T. Msc. Eng ( )

Pembimbing 2 : Arisa Olivia Putri,S.S.T., M.IT ( )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 8 Agustus 2026

MENGETAHUI

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc. Eng

NIK. S092020080004

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama	:	Cyrio Fathan Thambia
NIM	:	092022090294
Program Studi	:	Teknik Elektro
Judul Skripsi	:	Analisis Kinerja Komunikasi LoRa Berbasis Mappi 32 pada Sistem Penyiraman Otomatis di Kelompok Tani Bakti Jaya

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Ariep Jaenul, S. Pd., M. Sc. Eng ( )

Penguji 2 : Hamzah, S. T., M. T., PhD ( )

Penguji 3 : Sinka Wilyanti, S. T., M. T ( )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 8 Agustus 2026

MENGETAHUI

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc. Eng

NIK. S092020080004

Form I2 – Lembar Monitoring Revisi Sidang Skripsi	Revisi ke: 1 Tanggal revisi: 01 Oktober 2024

LEMBAR MONITORING REVISI SIDANG SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Cyrio Fathan Thambia
NIM : 092022090294
Judul Skripsi : Analisis Kinerja Komunikasi LoRa Berbasis Mappi32 Pada Sistem Penyiraman Otomatis di Kelompok Tani Bakti Jaya
Dosen Penguji I : Ariep Jaenul, S.Pd., M.Sc.Eng.

No	Uraian Revisi	Jawaban Revisi	Paraf Penguji
1	Gambar Ai Diganti	Gambar yang sebelumnya dihasilkan menggunakan AI telah diganti dengan gambar hasil dokumentasi dan ilustrasi yang dibuat sendiri serta disesuaikan dengan isi penelitian.	
2	Parameter Pengujian lebih baik ke organisasi internasional langsung	Parameter pengujian (RSSI, SNR, dan PDR) telah diperbaiki dengan mengacu pada standar dan referensi dari organisasi internasional serta dokumentasi resmi LoRa/Semtech, kemudian disesuaikan dengan pembahasan pada Bab II dan Bab IV.	
3	Analisis tidak tercapai data sampe ke reicver	Analisis telah diperbaiki dengan menjelaskan bahwa pengujian komunikasi hingga receiver tidak berhasil pada skenario tertentu karena keterbatasan jangkauan komunikasi. Pembahasan telah dilengkapi dengan hasil pengujian aktual, analisis penyebab, serta faktor yang memengaruhi performa komunikasi.	
4	Perbedaan jenis antenna yang didapatkan.	Pembahasan mengenai perbedaan jenis antena telah ditambahkan, meliputi karakteristik antena yang digunakan, nilai gain, pola radiasi, serta pengaruhnya terhadap kualitas komunikasi LoRa berdasarkan hasil pengujian.	
5	Buat Analisis Lebih Kompremsif	Analisis hasil pengujian telah diperluas dengan membahas hubungan antara RSSI, SNR, dan PDR pada setiap skenario pengujian serta membandingkan hasil dengan penelitian terdahulu sehingga pembahasan menjadi lebih komprehensif.	
6	Kesimpulan disesuaikan	Kesimpulan telah direvisi agar sesuai dengan hasil penelitian, analisis yang	

		diperoleh, dan tujuan penelitian tanpa menambahkan informasi yang tidak didukung oleh hasil pengujian.	

Depok, 7 Agustus 2026
Mengetahui,
Ketua Prodi

Brainvendra Widi Dionova S.ST., M.Sc.Eng
NIK. S092020080004

Form I2 – Lembar Monitoring Revisi Sidang Skripsi	Revisi ke: 1
	Tanggal revisi: 01 Oktober 2024

LEMBAR MONITORING REVISI SIDANG SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Cyrio Fathan Thambia
NIM : 092022090294
Judul Skripsi : Analisis Kinerja Komunikasi LoRa Berbasis Mappi32 Pada Sistem Penyiraman Otomatis di Kelompok Tani Bakti Jaya
Dosen Penguji II : Hamzah, S.T.,M.T.,Ph.D.

No	Uraian Revisi	Jawaban Revisi	Paraf Penguji
1	Tata tulisan dan isi dari skripsi penulisan dirapikan. Mulai dari pendahuluan sampai daftar Pustaka.(cek panduan)	Tata tulis dan isi skripsi telah dirapikan sesuai dengan pedoman penulisan skripsi yang berlaku. Perbaikan dilakukan mulai dari Bab I hingga Daftar Pustaka, termasuk penyesuaian format, penomoran, sitasi, dan konsistensi penulisan.	
2	Latar Belakang terlalu Panjang dan terkesan kurang focus Perbaiki agar sesuai dengan topik yang diteliti	Latar belakang telah direvisi dengan menyederhanakan pembahasan mengurangi uraian yang kurang relevan, serta memfokuskan isi pada permasalahan dan tujuan penelitian sehingga lebih sesuai dengan topik penelitian.	
3	Bab 2 Tinjauan Pustaka juga terlihat kurang focus. Perbaiki agar sesuai dengan topik penelitian	Tinjauan pustaka telah direvisi dengan menyesuaikan teori-teori yang digunakan agar lebih relevan dengan penelitian, serta memperkuat pembahasan yang berkaitan dengan komunikasi LoRa, MAPPI32, antena, dan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT.	
4	Bab 3 metodologi, masih tidak tertulis gambar dari antenna 3,11,15dbi lengkapi dengan spesifikasi dan grafik / patern	Bab III telah direvisi dengan menambahkan gambar antena Yagi 11,15 dBi beserta spesifikasi teknis dan pola radiasi (radiation pattern) sebagai pendukung penjelasan metodologi penelitian.	
5	Bab 4 Perbaiki, agar lebih focus lengkapi pembahasannya	Bab IV telah direvisi dengan memperjelas pembahasan hasil penelitian, menambahkan narasi pada setiap tabel dan gambar, serta memperkuat analisis hasil pengujian agar lebih fokus dan sesuai dengan tujuan penelitian.	

Depok, 7 Agustus 2026
Mengetahui,
Ketua Prodi

Brainvendra Widi Dionova S.ST., M.Sc.Eng
NIK. S092020080004

Form I2 – Lembar Monitoring Revisi Sidang Skripsi	Revisi ke: 1
	Tanggal revisi: 01 Oktober 2024

LEMBAR MONITORING REVISI SIDANG SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Cyrio Fathan Thambia
NIM 092022090294
Judul Skripsi : Analisis Kinerja Komunikasi LoRa Berbasis Mappi32 Pada Sistem Penyiraman Otomatis di Kelompok Tani Bakti Jaya
Dosen Penguji III : Sinka Wiliyanti. S.T., M.T.

No	Uraian Revisi	Jawaban Revisi	Paraf Penguji
1	Revisi cover, lembar pengesahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, penomoran halaman pada BAB-nya.	Cover, lembar pengesahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, serta penomoran halaman pada setiap BAB telah direvisi dan disesuaikan dengan pedoman penulisan skripsi.	
2	Masih ada typo, tabel, rumus. Perbaikan/penulisan hal. 33, hal. 36, hal. 37.	dokumentasi resmi LoRa/Semtech, kemudian disesuaikan dengan pembahasan pada Bab II dan Bab IV.	
3	LoRa & LPWAN apakah sama? Area testing hal. 95 alasannya apa?	Penjelasan mengenai perbedaan LoRa dan LPWAN telah ditambahkan. Alasan pemilihan area pengujian pada jarak 95 meter juga telah dijelaskan dan disesuaikan dengan kebutuhan penelitian.	
4	Hal. 46: Pembahasan belum selesai? Hal. 49: Gambar apa? Hal. 50, hal. 51, hal. 52, hal. 53.	Pembahasan pada halaman 46 telah dilengkapi. Keterangan serta penjelasan gambar pada halaman 49, 50, 51, 52, dan 53 telah diperbaiki sehingga lebih jelas dan sesuai dengan hasil penelitian.	
5	Keterangan gambar hal. 54, 55, perbaiki tabel-tabel.	Keterangan gambar pada halaman 54 dan 55 telah diperbaiki, serta format dan penyajian tabel telah disesuaikan agar lebih rapi dan konsisten.	
6	Rumus dibuat sistematis dan keterangan & satuan, BAB V & parameter, daftar pustaka.	Penulisan rumus telah disesuaikan dengan format matematis yang benar, keterangan simbol dan satuan telah ditambahkan, serta BAB V, parameter penelitian, dan daftar pustaka telah direvisi sesuai pedoman penulisan.	
7	Penulisan tabel & gambar pada uraian tidak cocok. (Hal. 77, 79, 83, 85, 86, 89, 90, 91).	Penulisan tabel, gambar, serta uraian pembahasannya pada halaman 77, 79, 83, 85, 86, 89, 90, dan 91 telah diperbaiki agar	

		sesuai dengan isi penelitian dan memiliki keterkaitan yang lebih jelas.	
8	Hindari halaman kosong, contoh hal. 100 dst., penulisan BAB diletakkan center.	Halaman kosong telah dihapus, contoh pada halaman 100 dan halaman terkait telah diperbaiki, serta format penulisan judul BAB telah disesuaikan dengan ketentuan, yaitu berada di posisi tengah (center).	3/8 26

Depok, 7 Agustus 2026
Mengetahui,
Ketua Prodi

Brainvendra Widi Dionova S.ST., M.Sc.Eng
NIK. S092020080004

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul "Analisis Komunikasi LoRa Berbasis MAPPI32 pada Sistem Penyiraman Otomatis di Kelompok Tani Bakti Jaya" dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Global Jakarta.

Dalam Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya.
2. Kedua orang tua dan keluarga atas doa, kasih sayang, serta dukungan yang tiada henti.
3. Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Global Jakarta.
4. Dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, dan masukan selama penyusunan skripsi.
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Global Jakarta atas ilmu yang telah diberikan.
6. Kelompok Tani Bakti Jaya atas izin dan bantuan selama pelaksanaan penelitian.
7. Teman-teman serta semua pihak yang telah memberikan bantuan, doa, dan dukungan.
8. *Last but not least, "I want to thank me. I want to thank me for believing in me. I want to thank me for doing all this hard work. I want to thank me for having no days off. I want to thank me for never quitting.*"
9. Kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bantuan, doa, dan dukungan yang telah diberikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

HALAMAN MOTTO

“Jika aku menyerah sekarang, aku akan menyesalinya nanti”

(Monkey D. Luffy)

“Dengar! Semua orang memiliki gilirannya masing-masing. Bersabarlah dan tunggulah. Itu akan datang dengan sendirinya”

(Gol D. Roger)

Allah memang tidak menjanjikan hidupmu akan selalu mudah, tapi dua kali Allah Berjanji bahawa: “ Fa inna ma’al – ‘Isri Yusra, inna ma’al – ‘usri Yusra”

“setiap kesulitan pasti ada kemudahan”

(QS. Al-insyirah 94:5-6)

"Ibuku mempertaruhkan nyawanya saat melahirkanku, dan ayahku mengorbankan lelahnya demi masa depanku. Karena itu, aku akan berjuang agar setiap pengorbanan mereka tidak sia-sia."

(Penulis)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Universitas Global Jakarta, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Cyrio Fathan Thambia
NIM	:	092022090294
Program Studi	:	Teknik Elektro
Fakultas	:	Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Karya	:	Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta Hak Bebas Royalti Non-eklusif (None- exclusive. Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul **Analisis Kinerja Komunikasi LoRa Berbasis MAPPi 32 pada Sistem Penyiraman Otomatis di Kelompok Tani Bakti Jaya**

Beserta perangkat tab pada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Royalti NonEksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-mediamedia-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok,.....2026

Yang Menyatakan



Cyrio Fathan Thambia

ABSTRAK

Penelitian ini mengimplementasikan dan mengevaluasi kinerja komunikasi LoRa berbasis MAPPI32 pada sistem penyiraman otomatis di Kelompok Tani Bakti Jaya, dengan sensor kelembapan tanah sebagai sumber data yang dikirimkan melalui node pengirim, repeater, dan penerima. Evaluasi kinerja difokuskan pada parameter Received Signal Strength Indicator (RSSI), Signal-to-Noise Ratio (SNR), Packet Delivery Ratio (PDR), dan Path Loss (PL) untuk membandingkan tiga jenis antena, yaitu antena bawaan 3 dBi, Yagi 11 dBi, dan Omnidirectional 15 dBi, pada kondisi jarak bervariasi (topologi star) maupun jarak tetap (point to point). Hasil pengujian menunjukkan bahwa PDR ketiga antena menurun seiring bertambahnya jarak, dengan antena 3 dBi terputus pada 400 m, Omnidirectional 15 dBi pada 700 m, dan Yagi 11 dBi mencapai jangkauan terjauh hingga 800 m. Pada kondisi jarak tetap, ketiga antena menghasilkan PDR sangat tinggi dan stabil (100%). Nilai RSSI dan SNR konsisten melemah seiring bertambahnya jarak dan sejalan dengan penurunan PDR, sedangkan path loss aktual pada seluruh pengujian secara konsisten lebih besar dibandingkan FSPL teoritis, dengan selisih 14,3-62,3 dB, yang mengindikasikan adanya redaman tambahan akibat kondisi lingkungan lapangan. Secara keseluruhan, antena Yagi 11 dBi menunjukkan kinerja terbaik dalam mempertahankan kualitas komunikasi pada jarak jauh, sehingga direkomendasikan untuk implementasi sistem penyiraman otomatis berbasis LoRa yang membutuhkan jangkauan komunikasi lebih luas.

Kata Kunci: Internet of Things, LoRa, MAPPI32, RSSI, SNR, PDR, Antena

ABSTRACT

This study implements and evaluates the performance of MAPPI32-based LoRa communication in an automatic irrigation system at the Bakti Jaya Farmer Group, using a soil moisture sensor as the data source transmitted through sender, repeater, and receiver nodes. The performance evaluation focused on Received Signal Strength Indicator (RSSI), Signal-to-Noise Ratio (SNR), Packet Delivery Ratio (PDR), and Path Loss (PL) to compare three antenna types, namely the built-in 3 dBi antenna, an 11 dBi Yagi antenna, and a 15 dBi omnidirectional antenna, under both varying-distance (star topology) and fixed-distance (point-to-point) conditions. The results show that PDR for all three antennas decreased as distance increased, with the 3 dBi antenna losing connection at 400 m, the 15 dBi omnidirectional antenna at 700 m, and the 11 dBi Yagi antenna achieving the farthest range of up to 800 m. Under fixed-distance conditions, all three antennas produced a very high and stable PDR of 100%. RSSI and SNR values consistently weakened with increasing distance, in line with the observed PDR decline, while actual path loss was consistently higher than the theoretical FSPL across all tests, with differences of 14.3-62.3 dB, indicating additional attenuation caused by field environmental conditions. Overall, the 11 dBi Yagi antenna delivered the best performance in maintaining communication quality over long distances, making it recommended for LoRa-based automatic irrigation systems requiring wider communication coverage.

Keywords: Internet of Things, LoRa, MAPPI32, RSSI, SNR, PDR, Antenna

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS.....**Error! Bookmark not defined.**
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING iv
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS..... vi
KATA PENGANTAR..... vii
HALAMAN MOTTO xiii
ABSTRAK xiv
ABSTRACT xvi
DAFTAR ISI xvii
DAFTAR ISTILAH xx
DAFTAR GAMBAR xxii
DAFTAR TABEL..... xxiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.2 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian.....4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Masalah.....5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI 6
2.1 Tinjauan Pustaka 6
2.2 Landasan Teori 9
2.3 Internet of Things (IoT) 10
2.4 Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis IoT 13
2.5 Sensor Kelembapan Tanah 15
2.6 Sistem Komunikasi Data pada Internet Of Things 17
2.7 Teknologi LoRa (Low Power Wide Area Network / LPWAN).....18
2.8 MAPPI32 pada Sistem Internet Of Things (IoT) 21
2.9 Antena LoRa pada Sistem Iot.....23
2.10 Parameter Kinerja Komunikasi LoRa (RSSI, SNR, DAN PDR).....27

2.11 Received Signal Strength Indicator (RSSI) 27
2.12 Path Loss 30
2.13 Signal-to-Noise Ratio (SNR) 31
2.14 Packet Delivery Ratio (PDR) 33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 37
3.1 Metodologi Penelitian 37
3.2 Diagram Alir 38
3.3 Lokasi Penelitian 38
3.4 Alat dan Bahan 39
3.5 Perancangan Sistem 42
3.5.1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan 42
3.5.2 Diagram Blok Sistem Komunikasi LoRa 43
3.5.3 Wiring Sistem Sender 45
3.5.4 Wiring Sistem Repeater & Receiver 46
3.5.5 Rancangan 3D 47
3.5.6 Rancangan 3D Sender 48
3.5.7 Rancangan 3D Repeater & Receiver 49
3.6 Variabel Penelitian 49
3.6.1 Variabel Independen 50
3.6.2 Variabel Dependen 50
3.7 Teknik Pengumpulan Data 50
3.7.1 Pengumpulan Data PDR 51
3.7.2 Pengumpulan Data RSSI 52
3.7.3 Pengumpulan Data SNR 53
3.7.4 Rekapitulasi Data RSSI, SNR, dan PDR 53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 55
4.1 Analisis Packet Delivery Ratio (PDR) 56
4.1.1 PengujianAntena 3 dBi dan jarak 56
4.1.2 PengujianAntena 11 dBi dan jarak 58
4.1.3 Antena Omni Directional 15 dBi 60
4.1.4 Perbandingan Kinerja PDR Antar Jenis Antena 62
4.1.5 Pengujian Antena 3 dBi 11 dBi 15 dBi Data Statis (Point to point) 65

4.2 Analisis RSSI dan SNR 67
4.2.1 Pengujian Antena 3 dBi RSSI dan Jarak 67
4.2.2 Pengujian Antena 11 dBi RSSI dan Jarak 68
4.2.3 Pengujian Antena 15 dBi RSSI dan Jarak 70
4.2.4 Perbandingan RSSI dan Jarak Antena 3 dBi, Yagi 11 dBi, dan Omni 15 dBi 72
4.2.5 Hasil Pengujian RSSI data statis 74
4.2.6 Hasil Pengujian SNR 3 dBi Berdasarkan Jarak 76
4.2.7 Hasil Pengujian SNR 11 dBi Berdasarkan jarak 77
4.2.8 Hasil Pengujian SNR 15 dBi Berdasarkan Jarak 79
4.2.9 Hasil Perbandingan Antena 3 dBi 11 dBi 15 dBi 80
4.2.10 Hasil Pengujian Snr dan packet data statis 82
4.3 Perbandingan Path Loss (FSPL Teori vs FSPL Aktual) Antar Jenis Antena 83
4.3.1 Pengujian Path loss dan Path Loss Aktual pada Antena 3 dBi 84
4.3.2 Pengujian Path loss dan Path Loss Aktual pada Antena 11 dBi 85
4.3.3 Pengujian Path loss dan Path Loss Aktual pada Antena 15 dBi 87
4.3.4 Pengujian data statis Path loss dan Path Loss Aktual pada 3 dBi 89
4.4 Analisis Perbandingan Karakteristik Antena 3 dBi, 11 dBi, dan 15 dBi 92
4.4.1 Perbandingan Berdasarkan Pola Radiasi dan Gain Antena 92
4.4.2 Perbandingan Kinerja PDR, RSSI, dan SNR Antar Jenis Antena 92
4.4.3 Perbandingan Path Loss dan Efisiensi Propagasi 93
4.4.4 Ringkasan Perbandingan Karakteristik Ketiga Jenis Antena 94
4.4.5 Rekomendasi Pemilihan Antena Berdasarkan Skenario Penggunaan 95
BAB V PENUTUP 97
5.1 Kesimpulan 97
5.2 Saran 98
DAFTAR PUSTAKA 100
LAMPIRAN 105

DAFTAR ISTILAH

No	Istilah	Keterangan
1	Antena	Perangkat yang digunakan untuk memancarkan dan menerima gelombang radio pada sistem komunikasi LoRa.
2	*Chirp Spread Spectrum* (CSS)	Teknik modulasi yang digunakan oleh LoRa untuk meningkatkan ketahanan sinyal terhadap gangguan serta memperluas jangkauan komunikasi.
3	*DBi*	(Decibel relative to isotropic): Satuan ukuran untuk menghitung tingkat penguatan daya fokus arah pada antena.
	Dbm	(Decibel-milliwatt): Satuan ukuran untuk menghitung kekuatan daya pancar sinyal radio atau Wi-Fi secara mutlak.
3	*Gateway*	Perangkat yang berfungsi sebagai penghubung antara node LoRa dengan sistem pemantauan atau jaringan lainnya.
4	*Internet of Things (IoT)*	Konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui jaringan komunikasi sehingga mampu bertukar data secara otomatis.
5	LoRa (*Long Range*)	Teknologi komunikasi nirkabel berdaya rendah yang dirancang untuk transmisi data jarak jauh.
6	LPWAN (*Low Power Wide Area Network*)	Teknologi jaringan nirkabel dengan konsumsi daya rendah dan jangkauan komunikasi luas, salah satunya adalah LoRa.
7	MAPPI32	Papan mikrokontroler berbasis ESP32 yang telah terintegrasi dengan modul LoRa dan digunakan sebagai node komunikasi dalam penelitian ini.
8	*Monitoring*	Proses pemantauan kondisi sistem atau lingkungan secara berkala berdasarkan data sensor yang dikirimkan melalui komunikasi LoRa.
9	*Node*	Perangkat pada jaringan LoRa yang berfungsi sebagai pengirim, repeater, atau penerima data.
10	*Omnidirectional*	Jenis antena yang memancarkan sinyal ke segala arah secara horizontal dengan pola radiasi 360°.
11	*Packet*	Satuan data yang dikirimkan melalui jaringan komunikasi dari node pengirim menuju node penerima.

12	*Packet Delivery Ratio* (PDR)	Persentase jumlah paket data yang berhasil diterima dibandingkan dengan jumlah paket yang dikirimkan.
13	*Path Loss*	Pelemahan daya sinyal yang terjadi selama proses propagasi antara pemancar dan penerima.
14	*Point-to-Point*	Metode komunikasi langsung antara satu node pengirim dan satu node penerima.
15	RSSI *(Received Signal Strength Indicator)*	Parameter yang menunjukkan kuat lemahnya sinyal radio yang diterima oleh perangkat LoRa.
16	*Repeater*	Perangkat yang menerima, memperkuat, kemudian meneruskan kembali sinyal LoRa untuk memperluas jangkauan komunikasi.
17	*Receiver*	Node penerima yang menerima paket data dari node pengirim atau repeater.
18	*Sender*	Node pengirim yang mengirimkan data hasil pembacaan sensor menuju node lain melalui LoRa.
19	*Signal-to-Noise Ratio* (SNR)	Rasio antara kekuatan sinyal dengan tingkat gangguan (*noise*) pada saluran komunikasi.
20	*Smart Agriculture*	Penerapan teknologi digital dan IoT pada bidang pertanian untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan pengelolaan sumber daya.
21	*Soil Moisture Sensor*	Sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat kelembapan tanah sebagai sumber data utama sistem penyiraman otomatis.
22	*Star Topology*	Topologi komunikasi di mana seluruh node berkomunikasi melalui satu titik pusat atau gateway.
23	*Topologi*	Susunan atau konfigurasi hubungan antar perangkat dalam jaringan komunikasi.
24	Transmisi Data	Proses pengiriman informasi dari perangkat pengirim menuju perangkat penerima melalui media komunikasi.
25	Yagi	Jenis antena directional dengan gain tinggi yang memfokuskan pancaran sinyal ke satu arah untuk meningkatkan jangkauan komunikasi.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Antena omni 3 dBi bawaan mappi32 24
Gambar 2. 2 Antena Yagi 11 dBi.....24
Gambar 2. 3 Antena Omni 15 dBi.....25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....38
Gambar 3. 2 Komunikasi Repeater ke Receiver 39
Gambar 3. 3 Sender To Repeater To Receiver 39
Gambar 3. 4 Diagram Blok Sistem Keseluruhan 43
Gambar 3. 5 Diagram Alir Sistem Komunikasi LoRa (Sender–Repeater–Receiver) 44
Gambar 3. 6 Diagram Alir Sistem Komunikasi LoRa (Sender–Repeater–Receiver) 45
Gambar 3. 7 Wiring Sistem Sender.....46
Gambar 3. 8 Wiring Sistem Repeater & Receiver 47

Gambar 4. 1 Perangkat Pengujian Komunikasi LoRa Berbasis MAPPI32 55
Gambar 4. 2 Grafik PDR vs Jarak Antena 3 dBi.....57
Gambar 4. 3 Grafik Packet Delivery Ratio (PDR) terhadap Jarak Antena Yagi 11 dBi 59
Gambar 4. 4 Grafik PDR terhadap Jarak Antena Omni 15 dBi 61
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan PDR Antena 3 dBi dan 15 dBi 62
Gambar 4. 6 Grafik Yagi 11 dBi.....64
Gambar 4. 7 Grafik PDR dan Packet pada Pengujian Statis Antena 3 dBi.....65
Gambar 4. 8 Grafik PDR dan Packet pada Pengujian Statis Antena 11 dBi.....66
Gambar 4. 9 Grafik PDR dan Packet pada Pengujian Statis Antena 15 dBi.....66
Gambar 4. 10 Grafik RSSI vs Jarak Antena 3 dBi 68
Gambar 4. 11 Grafik RSSI vs Jarak Antena Yagi 11 dBi 70
Gambar 4. 12 Grafik RSSI vs Jarak Antena Omni 15 dBi.....71
Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan RSSI dan Jarak Antena 72
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan RSSI dan Jarak Antena 11 dBi.....73
Gambar 4. 15 Grafik RSSI dan packet pada pengujian statis 11 dBi.....74
Gambar 4. 16 Grafik RSSI dan Packet pada pengujian statis 3 dBi 74
Gambar 4. 17 Grafik RSSI dan Packet pada pengujian statis 15 dBi 75
Gambar 4. 18 Grafik SNR 3 dBi Berdasarkan Jarak 76
Gambar 4. 19 Grafik SNR dan Jarak - Antena Yagi 11 dBi.....78
Gambar 4. 20 Grafik SNR dan Jarak - Antena Omni 15 dBi.....80
Gambar 4. 21 Grafik perbandingan antena 3dBi Omni dan 15 dBi.....80
Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan Antena 11 dBi Yagi 81
Gambar 4. 24 Grafik dan Packet antena 11 dBi data statis 82
Gambar 4. 23 Grafik dan Packet antena 3 dBi data statis.....82
Gambar 4. 25 Grafik dan Packet antena 15 dBi data statis.....83

Gambar 4. 26 Grafik FSPL Teori vs Path Loss Aktual Antena 3 dBi 85
Gambar 4. 27 Perbandingan FSPL Teori vs Path Loss Aktual Antena Yagi 11 86
Gambar 4. 28 Grafik FSPL Teori vs Path Loss Aktual Antena Omni 15 dBi 87
Gambar 4. 29 Grafik Perbandingan FSPL dan Path Loss Aktual 3 dBi 15 dBi omni 88
Gambar 4. 30 Grafik Perbandingan FSPL dan Path Loss 89
Gambar 4. 31 Path Loss dan Packet 3 dBi 90
Gambar 4. 32 Path Loss dan Packet 11 dBi 90
Gambar 4. 33 Path Loss dan Packet 15 dBi 90

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka 7
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu Terkait Internet of Things (IoT) 11
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu Terkait Sistem Penyiraman Otomatis berbasis IoT 14
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu Terkait Sensor Kelembapan Tanah pada Sistem IoT 16
Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu Terkait LoRa (LPWAN) 20
Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu Terkait MAPPI32 pada IoT 22
Tabel **2.** 7 Penelitian Terkait Antena LoRa dan Jangkauan Komunikasi 26
Tabel 2. 8 Interpretasi Nilai RSSI pada Sistem LoRa 29
Tabel 2. 9 Nilai Path Loss Exponent pada Berbagai Kondisi Lingkungan 31
Tabel 2. 10 Klasifikasi Kualitas SNR LoRa.....32
Tabel 2. 11 Klasifikasi Kualitas PDR LoRa.....34
Tabel 2. 12 Packet Delivery Ratio (PDR) 34
Tabel 3. 1 Lokasi Penelitian.....39
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan 40
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian PDR Berdasarkan Jarak Antena 3 dBi 56
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian PDR Berdasarkan Jarak Antena Yagi 11 dBi 58
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian PDR Berdasarkan Jarak Antena 15 dBi Omnidirectional.....60
Tabel 4. 4 Pengujian Antena 3 dBi 11 dBi 15 dBi Data Statis 65
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Antena 3 dBi RSSI Berdasarkan Jarak 67
Tabel 4. 6 Pengujian Antena 11 dBi RSSI dan Jarak 69
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian RSSI Berdasarkan Jarak Antena Omni 15 dBi 70
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian SNR 3 dBi Berdasarkan Jarak 76
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian SNR 11 dBi Berdasarkan Jarak.....77
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian SNR 15 dBi Berdasarkan Jarak.....79
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian SNR 3 dBi 11 dBi 15 dBi Berdasarkan packet data..82
Tabel 4. 12 Perbandingan FSPL Teori vs Path Loss Aktual Antena 3 dBi.....84
Tabel 4. 13 Perbandingan FSPL Teori vs Path Loss Aktual Antena Yagi 11 85
Tabel 4. 14 Perbandingan FSPL Teori vs Path Loss Aktual.....87
Tabel 4. 15 Pengujian data statis Path Loss dan Path Loss Aktual pada 3 dBi.....89
Tabel 4. 17 Ringkasan Komprehensif Perbandingan Karakteristik Antena 3 dBi, 11 dBi, dan 15 dBi.....94

BAB I
PENDAHULUAN

1.2 Latar Belakang

Sektor pertanian perkotaan yang dikelola oleh kelompok tani di wilayah Jawa Barat, termasuk di Kota Depok, memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan pangan lokal sekaligus menjadi sumber mata pencaharian bagi masyarakat di tengah keterbatasan lahan akibat alih fungsi lahan perkotaan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa praktik pertanian perkotaan pada kelompok tani di Kota Bogor umumnya dilaksanakan pada lahan yang terbatas dengan komoditas utama berupa sayuran, namun tetap dinilai memberikan manfaat signifikan baik dari sisi ketahanan pangan maupun sosial ekonomi masyarakat (Islami et al., 2025). Kondisi serupa juga dijumpai pada Kelompok Tani Bakti Jaya di Kota Depok, yang mengelola lahan pertanian terbuka dengan luas terbatas untuk memenuhi kebutuhan pangan skala lokal. Pada kondisi lahan yang terbatas tersebut, efisiensi pengelolaan sumber daya, khususnya air dan tenaga kerja, menjadi faktor krusial yang menentukan keberlanjutan hasil pertanian, salah satunya melalui pemanfaatan teknologi dalam sistem pengelolaan air dan irigasi.

Salah satu upaya pemanfaatan teknologi di bidang pertanian adalah penerapan sistem penyiraman otomatis guna meningkatkan efisiensi penggunaan air serta mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual. Metode penyiraman manual cenderung tidak konsisten dan kurang efisien karena tidak didukung oleh pemantauan kondisi lahan secara real-time. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air melalui pengendalian penyiraman berbasis sensor kelembapan tanah (Saragih & Kurniawan, 2025). Berdasarkan hasil pengujian pada penelitian ini, penerapan sistem penyiraman otomatis mampu menurunkan penggunaan air harian rata-rata sebesar 28,6% tanpa mengurangi tingkat kelembapan tanah yang dibutuhkan tanaman, sehingga sistem yang dikembangkan dinilai adaptif dan efisien dalam pengelolaan sumber daya air (Zaky et al., 2025).

Dalam lima tahun terakhir, penelitian tentang pertanian berbasis teknologi (smart agriculture) secara konsisten menegaskan bahwa kunci keberhasilan

implementasi sistem teknologi di sektor pertanian bukan hanya pada komponen sensor dan otomasi, tetapi juga pada sistem komunikasi data yang andal dan efisien. Salah satu contoh kajian empiris menunjukkan bahwa sistem smart agriculture berbasis Internet of Things (IoT) menyediakan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time dan otomatisasi pengelolaan pertanian, seperti kelembapan tanah,yang secara langsung dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan produktivitas tanaman melalui interkoneksi antar perangkat sensor dan pengendali (Dirayati et al., 2025).

Berbagai teknologi komunikasi nirkabel telah diterapkan pada sistem pertanian berbasis Internet of Things (IoT), di antaranya WiFi,Bluetooth, dan LoRa, yang memiliki karakteristik berbeda dalam hal jangkauan, konsumsi daya, dan stabilitas transmisi data. Teknologi WiFi menawarkan kecepatan transmisi yang tinggi, namun memiliki keterbatasan jangkauan serta ketergantungan terhadap infrastruktur jaringan internet, sehingga kurang sesuai untuk lahan pertanian terbuka di wilayah rural (Tang et al., 2024). Bluetooth memiliki konsumsi daya yang relatif rendah, namun jangkauan komunikasinya sangat terbatas dan hanya sesuai untuk aplikasi jarak dekat (Wirawan & Nugroho, 2023). Keterbatasan teknologi komunikasi jarak pendek tersebut mendorong perlunya pemilihan sistem komunikasi alternatif yang mampu mendukung transmisi data jarak jauh secara andal dan berdaya rendah.

Berdasarkan kebutuhan komunikasi jarak jauh pada lingkungan pertanian terbuka, penelitian ini memilih menggunakan teknologi LoRa (Long Range) sebagai sistem komunikasi utama. LoRa merupakan teknologi komunikasi nirkabel berdaya rendah yang mendukung transmisi data jarak jauh dengan efisiensi energi tinggi melalui modulasi Chirp Spread Spectrum (CSS). Teknologi ini sesuai untuk aplikasi pemantauan dan pengendalian jarak jauh di wilayah pertanian rural yang memiliki keterbatasan infrastruktur jaringan internet (Aldhaheri et al., 2025).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan LoRa pada sistem irigasi otomatis mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mendukung komunikasi jarak jauh yang stabil (Arianti, 2023). Namun, kinerja komunikasi LoRa sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan jarak transmisi. Evaluasi performa komunikasi oleh (Yassir et al., 2024) dan (Darmawan, 2025)

menunjukkan bahwa parameter Received Signal Strength Indicator (RSSI), Signal to Noise Ratio (SNR), dan Packet Delivery Ratio (PDR) merupakan indikator utama dalam menilai keandalan komunikasi LoRa. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang secara khusus mengkaji performa komunikasi LoRa pada implementasi sistem penyiraman otomatis di lingkungan lapangan nyata Dalam implementasinya di tingkat kelompok tani, sistem penyiraman otomatis berbasis IoT tidak hanya bergantung pada kinerja sensor dan aktuator, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh keandalan sistem komunikasi data yang menghubungkan perangkat di lapangan. Pada Kelompok Tani Bakti Jaya, pengelolaan lahan dilakukan pada beberapa area kebun yang terpisah, di mana sistem penyiraman otomatis baru tersedia pada salah satu kebun dan belum terintegrasi dengan kebun lainnya. Ketiadaan sistem komunikasi jarak jauh menyebabkan petani tetap harus melakukan pengecekan langsung ke lokasi kebun tertentu untuk memastikan sistem bekerja dengan baik. Kondisi ini menunjukkan bahwa keterbatasan komunikasi data menjadi salah satu faktor yang menghambat optimalisasi pemanfaatan sistem penyiraman otomatis di lapangan (Putri et al., 2026).

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu, implementasi teknologi LoRa pada sistem penyiraman otomatis umumnya hanya berfokus pada keberhasilan implementasi sistem dan pengiriman data pada aplikasi pertanian. Sebagian besar penelitian belum melakukan analisis secara komprehensif terhadap kualitas komunikasi berdasarkan parameter Packet Delivery Ratio (PDR), Received Signal Strength Indicator (RSSI), Signal-to-Noise Ratio (SNR), dan Path Loss secara terpadu. Selain itu, penelitian yang secara khusus membandingkan performa komunikasi perangkat MAPPI32 menggunakan antena 3 dBi, antena Yagi 11 dBi, dan antena omnidirectional 15 dBi pada lingkungan pertanian nyata masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja komunikasi LoRa berdasarkan keempat parameter tersebut sehingga dapat menjadi dasar dalam menentukan jenis antena yang paling sesuai untuk implementasi sistem penyiraman otomatis di Kelompok Tani Bakti Jaya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kemampuan MAPPI32 dalam menerima data yang dikirim melalui komunikasi LoRa berdasarkan nilai Packet Delivery Ratio (PDR))?
2. Bagaimana kinerja komunikasi LoRa pada lingkungan pertanian di Kelompok Tani Bakti Jaya berdasarkan parameter RSSI dan SNR?
3. Bagaimana perbandingan kinerja antena 3 dBi, 11 dBi, dan 15 dBi berdasarkan nilai Path Loss (PL), pada komunikasi LoRa?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini disusun untuk memberikan arah yang jelas dalam pengembangan dan pengujian sistem penyiraman otomatis berbasis IoT. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja MAPPI32 dalam menerima data yang dikirim melalui komunikasi LoRa berdasarkan nilai Packet Delivery Ratio (PDR).
2. Menilai kinerja komunikasi LoRa berdasarkan parameter RSSI, dan SNR, pada lingkungan pertanian Kelompok Tani Bakti Jaya.
3. Menganalisis dan membandingkan performa antena 3 dBi, 11 dBi, dan 15 dBi berdasarkan parameter Path Loss.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini disusun untuk menunjukkan nilai yang dapat diperoleh baik dari sisi teoritis maupun praktis, sehingga hasil penelitian tidak hanya memperkuat kajian akademik tetapi juga memberikan dampak nyata dalam penerapannya di lapangan. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan manfaat praktis bagi petani dan pengelola lahan melalui pemanfaatan teknologi komunikasi LoRa dan MAPPI32 untuk mendukung proses pemantauan kondisi lahan secara jarak jauh, sehingga informasi yang diperoleh dapat diakses dengan lebih mudah dan tepat waktu.
2. Memberikan kontribusi teoritis melalui pengayaan literatur mengenai penerapan komunikasi LoRa dan MAPPI32 dalam sistem penyiraman otomatis, sehingga hasil penelitian dapat menjadi acuan bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan model pemantauan dan transmisi data berbasis IoT di bidang pertanian.

3. Memberikan informasi teknis mengenai perbandingan kinerja tiga jenis antena LoRa (antena bawaan MAPPI32 dan antena eksternal) sehingga dapat menjadi dasar bagi pengembang, peneliti, maupun praktisi pertanian dalam memilih antena yang paling optimal untuk meningkatkan keberhasilan pengiriman data pada sistem monitoring penyiraman otomatis di lahan pertanian.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar penelitian tetap terarah dan sesuai dengan kapasitas peneliti terkait waktu, kondisi lapangan, dan ketersediaan perangkat, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada aspek-aspek yang secara langsung berkaitan dengan implementasi komunikasi LoRa berbasis MAPPI32 dalam sistem penyiraman otomatis. Batasan ini ditetapkan agar pembahasan tidak melebar serta hasil penelitian dapat diperoleh secara lebih fokus dan relevan dengan tujuan penelitian. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini tidak membahas pengaruh kondisi cuaca seperti hujan, kelembapan udara ekstrem, atau angin kencang terhadap performa komunikasi LoRa.
2. Penelitian ini hanya mengevaluasi kemampuan MAPPI32 dalam menerima, memproses, dan menampilkan data kelembapan tanah yang dikirim melalui LoRa, tanpa membahas efektivitas pengendalian aktuator atau penggunaan modul lain di luar sistem penyiraman otomatis.
3. Penelitian ini dibatasi pada analisis kualitas komunikasi LoRa berdasarkan parameter RSSI, SNR, PDR, dan Path Loss.
4. Pengujian sistem dilakukan pada kondisi lingkungan pertanian terbuka di Kelompok Tani Bakti Jaya, sehingga hasil penelitian tidak dimaksudkan untuk mewakili seluruh kondisi lingkungan pertanian dengan karakteristik geografis dan vegetasi yang berbeda.
5. Penelitian ini tidak membahas aspek agronomis tanaman, seperti kebutuhan air spesifik tanaman, pertumbuhan tanaman, maupun dampak jangka panjang penyiraman otomatis terhadap hasil panen.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, S., Reza, M. N., Samsuzzaman, Karim, M. R., Jin, H., Kim, H., & Chung,S. O. (2025).

Aisyah, N., Ulhaq, D., Dharmawan, A., & Purbakawaca, R. (2025). Design of an Iot-Based Smart Irrigation System Using Soil Moisture Sensors for Water Efficiency. *JoP*, *11*(1), 89–97.

Aldhaheri, L., Alshehhi, N., Manzil, I. I. J., Khalil, R. A., Javaid, S., Saeed, N., & Alouini, M. S. (2025). LoRa Communication for Agriculture 4.0: Opportunities, Chal

Analisa Kinerja LoRa di Bidang Pertanian di Desa Sitoluama, Toba. Piston: Journal of Technical Engineering, 6(2), 29–34. https://doi.org/10.32493/pjte.v6i2.28473

Arianti, S. F. (2023). Solar-powered smart irrigation and fertilization with LoRa remote monitoring. *Indonesian Journal of Digital System and Smart Technology*, *3*(2), 88–96.

Atthoyib, L. H., Irsyadi, F., & Baskoro, H. R. (2024). Rancang Bangun Sistem Komunikasi Sensor Nirkabel Pada Perangkat Pertanian Menggunakan Lora Dengan Topologi Mesh. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, *12*(1), 35–45. https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2024.012.01.04

Azam, I. A., Pujiharsono, H., & Indriyanto, S. (2023). SISTEM IRIGASI TETES MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN TANAH YL-69 BERBASIS

Darmawan, A. (2025). Performance Analysis of Lora Communication on Air Quality Monitoring Quadcopter. *Telecommunications, Computers, and Electricals Engineering Journal*, *3*(1), 15–23.
https://doi.org/10.26418/telectrical.v3i1.93205

Dirayati, F., Sari, R. A., & Purnomo, R. F. (2025). Perancangan dan Implementasi Sistem Smart Agriculture Berbasis Internet of Things untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian. *Jurnal Media Informatika*, *6*(2), 863–872.

Dwianti Westari, & Syaeful Ilman. (2024). Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan ESP32, Moisture Sensor, DHT22 Sensor dan Blynk. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*, *3*(4), 314–

ETSI. (1999). *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General Aspects of Quality of Service (QoS)* (ETSI TR 101 329 V2.1.1). European Telecommunications Standards Institute.

Faizal Rahmansyah, Prihadi Murdiyat, & Rusda. (2024). Unjuk Kerja LoRa Untuk Media Komunikasi Smart Farming di Area Persawahan Desa Manunggal Jaya. *PoliGrid*, *5*(1), 34–41. https://doi.org/10.46964/poligrid.v5i1.42

Fatullah, F. F., & Pranita, E. (2025). *Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Berbasis LoRa untuk Pengelolaan Air Irigasi*. *9503*(10), 183–194.

INTERNET OF THINGS (IoT). *Teodolita: Media Komunkasi Ilmiah Di Bidang Teknik*, *24*(1), 65–73. https://doi.org/10.53810/jt.v24i1.477

Irianto, K. D. (2022). Performance Evaluation of LoRa in Farm Irrigation System with Internet of Things. *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*, *7*(4). https://doi.org/10.22219/kinetik.v7i4.1551

Islami, S. A., Budiarti, T., & Makalew, A. D. N. (2025). Kajian Implementasi dan Manfaat Pertanian Perkotaan pada Kelompok Tani di Kota Bogor. Jurnal Penyuluhan, 21(01), 74–90. https://doi.org/10.25015/21202561348

Jha, S., & Singh, D. (2025). Internet of Things in the Agriculture Sector: A Review. *Journal of Scientific Research and Reports*, *31*(8), 662–678. https://doi.org/10.9734/jsrr/2025/v31i83410

lenges, and Future Directions. *IEEE Internet of Things Journal*, *12*(2), 1380–1407. https://doi.org/10.1109/JIOT.2024.3486369

Liu, J., Shu, L., Lu, X., & Liu, Y. (2023). Survey of Intelligent Agricultural IoT Based on 5G. *Electronics (Switzerland)*, *12*(10). https://doi.org/10.3390/electronics12102336

Manalu, I., Naibaho, F., Siahaan, E. S. L., & Hadi, H. (2023).

Narji, M., Agustino, R., Setiadi, D., & Effendi, M. R. (2022). Simulasi Otomatisasi Sistem Penyiraman Tanaman Menggunakan Moisture Sensor Berbasis Mobile. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, *8*(1), 215–227. https://doi.org/10.37012/jtik.v8i1.853

Öztürk, M. A., Ünsal, E., & Yelkuvan, A. F. (2025). Development of an Internet of Things-Based Ultra-Pure Water Quality Monitoring System. *Sensors*, *25*(4).

https://doi.org/10.3390/s25041186

Pathmudi, V. R., Khatri, N., Kumar, S., Abdul-Qawy, A. S. H., & Vyas, A. K. (2023). A systematic review of IoT technologies and their constituents for smart and sustainable agriculture applications. *Scientific African*, *19*, e01577. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01577

Permana, A. K., & Rachmawan, A. (2023). Studi Komparasi Platform Open-Source Internet of Things. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, *21*(1), 43–48. https://doi.org/10.52330/jtm.v21i1.38

Pranoto, D., Nasrullah, E., Sulistiyanti, S. R., Fitriawan, H., Lampung, U., & Lampung, B. (2024). *Otomatis Pada Keramba Jaring Apung Menggunakan Mikrokontroler Mappi32*. *12*(1).

Pratama, A., & Zaeni, I. A. E. (2025). Perancangan Sensor NPK, pH, Suhu, dan Kelembapan Tanah Berbasis IoT dan Arduino untuk Pertanian Modern. *JUPITER: Journal of Computer & Information Technology*, *6*(1), 1–9.

Putri, A. O., Kurniawan, A., Saputra, K., & Wahyu, R. (2026). *Optimalisasi Sistem Pertanian Modern Poktan Sosial 3 melalui Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis Energi Surya*. *6*, 59–68.

Rifai, A., Octariano, A. E., Wagyana, A., & Damas Srihantaran, O. R. (2023). Implementasi Modul LoRa dan GPS untuk Efisiensi Pengumpulan Sampah. *Spektral*, *4*(2), 207–212. https://doi.org/10.32722/spektral.v4i2.6622

Rifki Fauzan Anshori, Muhammad Saleh, & Abqori Aula. (2025). Rancang Bangun Sistem Pertanian Pintar Berbasis Long Range dan Internet of Things. *Journal of Computer Science and Informatics Engineering*, *4*(2), 85–95. https://doi.org/10.55537/cosie.v4i2.1128

Rohmi Fuadi, & Istiqomah. (2025). Produktivitas Padi sebagai Indikator Modernisasi Pertanian dan Kaitannya dengan Ketahanan Pangan di Jawa Tengah Tahun 2023. *Jurnal Agrica*, *18*(2), 308–314. https://doi.org/10.31289/agrica.v18i2.15779

Saputra, M. J., & Suryono, R. R. (2025). Technology Implementation Drip Irrigation on Plants Corn uses Soil Moisture Sensor and Esp 32 Microcontroller. *Institut Riset Dan Publikasi Indonesia (IRPI)*, *5*(January), 111–118.

Saragih & Kurniawan. (2025). *2327-File Utama Naskah-13191-1-10-20250610*.

Tang, P., Liang, Q., Li, H., & Pang, Y. (2024). Application of Internet-of-Things Wireless Communication Technology in Agricultural Irrigation Management: A Review. *Sustainability (Switzerland)* , *16*(9). https://doi.org/10.3390/su16093575

Vegetation Effects on LoRa-Based Wireless Sensor Communication for Remote Monitoring of Automatic Orchard Irrigation Status. *Internet of Things*, *6*(1). https://doi.org/10.3390/iot6010002

Wahyudi, W., Pradana, A. I., & Permatasari, H. (2025). Implementasi Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT untuk Pertanian Greenhouse. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, *5*(2), 435–446. https://doi.org/10.52436/1.jpti.656

Wang, Y., Zhong, Y., & Wu, Y. (2025). Application of LoRaWAN and Sigfox in Different Agricultural Scenarios. *Theoretical and Natural Science*, *107*(1), 235–242. https://doi.org/10.54254/2753-8818/2025.22636

Wirawan, A. P., & Nugroho, H. (2023). Perancangan Node Sensor Nirkabel BLE Bertenaga Baterai menggunakan ESP32 untuk Aplikasi Pertanian Cerdas. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, *11*(1), 12–22. https://doi.org/10.34010/telekontran.v11i1.9607

Wulandari, K., Fitroh, F., Wardana, D. A., & Issyatirrahim, H. M. (2024). Analisis implementasi internet of things (IoT) pada bidang pertanian. *Informasi Interaktif : Jurnal Informatika Dan Teknologi Informasi*, *9*(1), 35–40. https://doi.org/10.37159/jii.v9i1.76

Yassir, M., Soepandi, H., Hanani, A., Prakasa, J. E. W., Puspitadewi, G. C., Wibowo, S. H., Adi, P. D. P., & Kitagawa, A. (2024). Performance Analysis of LoRaWAN Communication Utilizing the RFM96 Module. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, *16*(3), 255–270. https://doi.org/10.33096/ilkom.v16i3.2326.255-270

Yudamson, A., Ridho, M. M., & Alam, S. (2024). Perancangan dan Implementasi Sistem Kontrol dan Monitoring Pemberian Pakan Ikan Otomatis Pada Keramba Jaring Apung Menggunakan Modul Komunikasi LoRa Design and Implementation of Control and Monitoring System for Automatic Fish Feeding in Floating Net Cage. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, *6*(1), 79–86.

Zaky, M., Nuraji, D., Mu'afi, A., Harianto, Moh. A. S., & Ferdianto, M. R. (2025). Sistem, Perancangan Otomatis, Irigasi Iot, Berbasis Penggunaan, Optimalisasi Pada, A I R Pertanian, Lahan. *Jurnal Teknologi Informasi, Sistem Informasi, Dan Data Science (JESICA)*, *3*(April), 129–137.