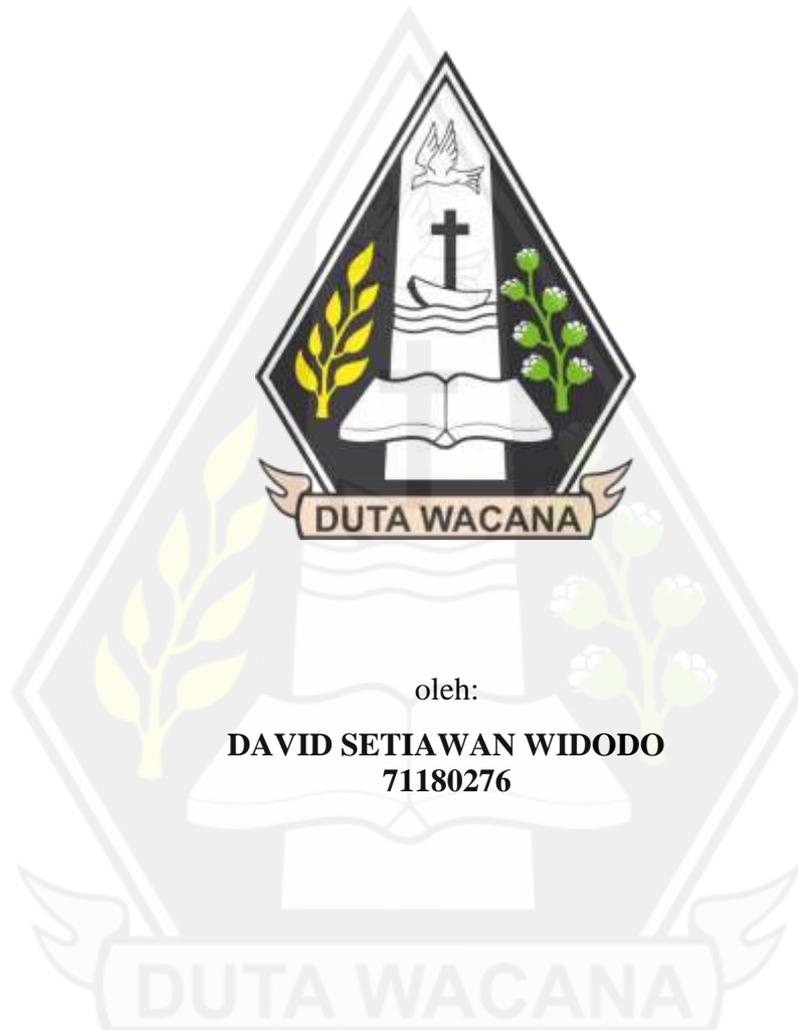


**PERANCANGAN ALAT MONITORING DAN PENYIRAMAN
LAHAN TERBUKA MELALUI JARINGAN LONG RANGE**

Skripsi



oleh:

**DAVID SETIAWAN WIDODO
71180276**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA**

2023

**PERANCANGAN ALAT MONITORING DAN PENYIRAMAN
LAHAN TERBUKA MELALUI JARINGAN LONG RANGE**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

DAVID SETIAWAN WIDODO

71180276

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2023

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PERANCANGAN ALAT MONITORING DAN PENYIRAMAN LAHAN TERBUKA MELALUI JARINGAN LONG RANGE

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 9 Februari 2023



DAVID SETIAWAN WIDODO
71180276

DUTA WACANA

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PERANCANGAN ALAT MONITORING DAN
PENYIRAMAN LAHAN TERBUKA MELALUI
JARINGAN LONG RANGE
Nama Mahasiswa : DAVID SETIAWAN WIDODO
N I M : 71180276
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TI0366
Semester : Gasal
Tahun Akademik : 2022/2023

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 9 Februari 2023

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Laurentius Kuncoro Probo Saputra,
S.T., M.Eng.


R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS
SECARA ONLINE
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA YOGYAKARTA**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NIM : 71180276
Nama : David Setiawan Widodo
Prodi / Fakultas : Teknologi Informasi / Informatika
Judul Tugas Akhir : Perancangan Alat Monitoring Untuk Penyiraman
Lahan Terbuka Melalui Jaringan Long Range

bersedia menyerahkan Tugas Akhir kepada Universitas melalui Perpustakaan untuk keperluan akademis dan memberikan **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-free Right*) serta bersedia Tugas Akhirnya dipublikasikan secara online dan dapat diakses secara lengkap (*full access*).

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Perpustakaan Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk *database*, merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 9 Februari 2023

Yang menyatakan,


71180276 - David Setiawan Widodo

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN ALAT MONITORING DAN PENYIRAMAN LAHAN TERBUKA MELALUI JARINGAN LONG RANGE

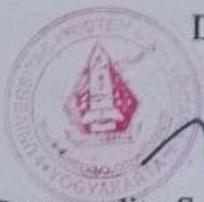
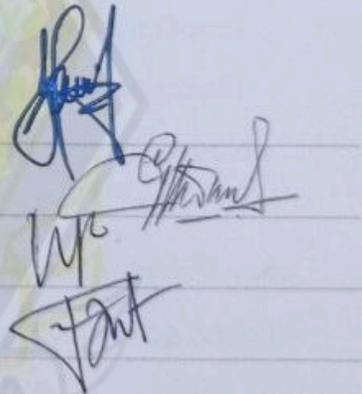
Oleh: DAVID SETIAWAN WIDODO / 71180276

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 12 Januari 2023

Yogyakarta, 9 Februari 2023
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

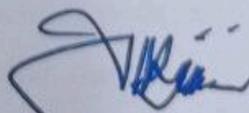
1. Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T.,
M.Eng.
2. R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.
3. Rosa Delima, Dr. S.Kom., M.Kom.
4. Antonius Rachmat C., S.Kom., M.Cs.



Dekan

(Restyandito, S.Kom., MSIS., Ph.D.)

Ketua Program Studi



(Gloria Virginia, Ph.D.)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS
SECARA ONLINE
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA YOGYAKARTA**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NIM : 71180276
Nama : David Setiawan Widodo
Prodi / Fakultas : Teknologi Informasi / Informatika
Judul Tugas Akhir : Perancangan Alat Monitoring Untuk Penyiraman
Lahan Terbuka Melalui Jaringan Long Range

bersedia menyerahkan Tugas Akhir kepada Universitas melalui Perpustakaan untuk keperluan akademis dan memberikan **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-free Right*) serta bersedia Tugas Akhirnya dipublikasikan secara online dan dapat diakses secara lengkap (*full access*).

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Perpustakaan Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk *database*, merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 9 Februari 2023

Yang menyatakan,


71180276 – David Setiawan Widodo

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan yang maha kasih, karena atas segala rahmat, bimbingan, dan bantuan-Nya maka akhirnya Skripsi dengan judul Perancangan Alat Monitoring Dan Penyiraman Lahan Terbuka Melalui Jaringan Long Range ini telah selesai disusun.

Penulis memperoleh banyak bantuan dari kerja sama baik secara moral maupun spiritual dalam penulisan Skripsi ini, untuk itu tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang maha kasih,
2. Kedua orang tua yang selama ini telah sabar memberi semangat, mendoakan penulis dari awal penulisan hingga akhir,
3. Bapak Restyandito S.Kom, MSIS., Ph.D selaku Dekan FTI Universitas Kristen Duta Wacana,
4. Ibu Gloria Virginia S.Kom., MAI., Ph.D selaku Kaprodi Informatika Universitas Duta Wacana,
5. Bapak Laurentius Kuncoro Probo Saputra., S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing 1, yang telah memberikan waktu, ilmu dan dengan penuh kesabaran membimbing penulis hingga penghujung waktu pengumpulan laporan,
6. Bapak Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si, selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan waktu, ilmu dan kesabaran dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan laporan,
7. Bapak Dr. Soeharsono, S.Pt, M.Si selaku Kepala BPTP Yogyakarta beserta seluruh jajaran staff BPTP Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melaukan penelitian pada fasilitas instansi,
8. Teman saya Mardonius Riel Luhulima yang telah meluangkan waktu untuk membatu dan menemani penulis dalam menyelesaikan laporan dan penelitian,

9. Teman-teman LB dan Ceria yang telah mendukung moral, spiritual penulis dari awal masa perkuliahan hingga menyelesaikan penelitian.

Laporan proposal/skripsi ini tentunya tidak lepas dari segala kekurangan dan kelemahan, untuk itu segala kritikan dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan. Semoga proposal/skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca semua dan lebih khusus lagi bagi pengembangan ilmu komputer dan teknologi informasi.



Yogyakarta, 9 Februari 2023

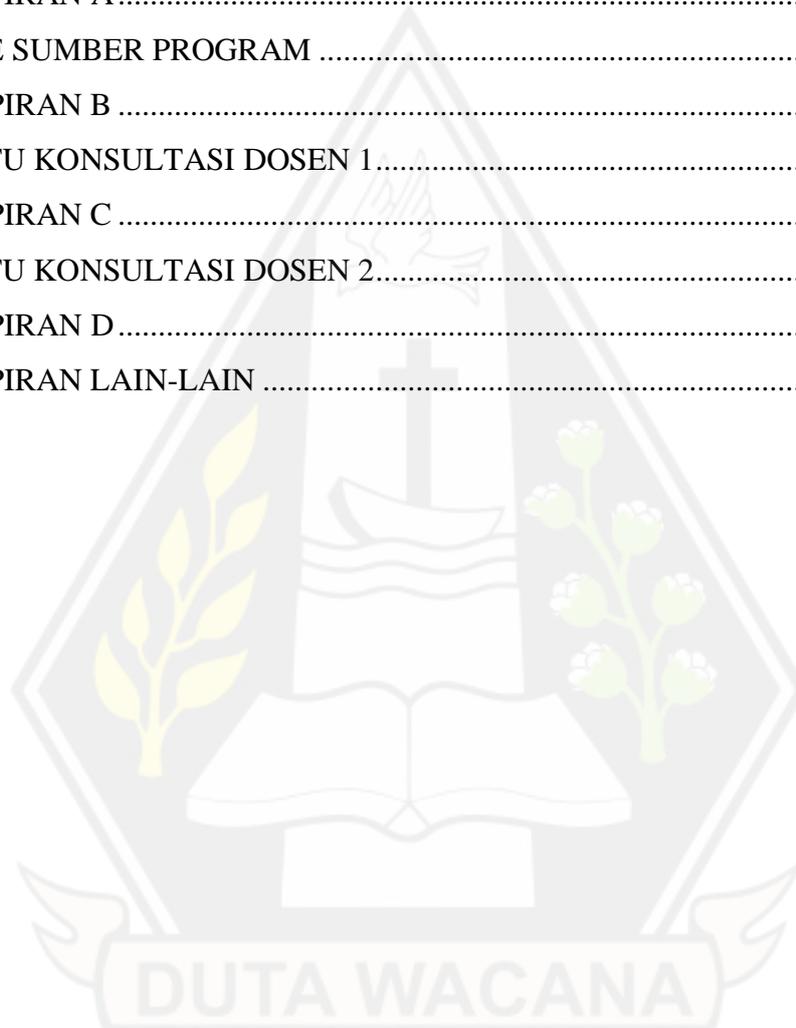
Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS SECARA ONLINE.....	vi
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA YOGYAKARTA	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
INTISARI.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	6
2.1.1 <i>Internet of Things</i>	6
2.1.2 <i>Embedded System</i>	7
2.1.3 Long Range	7
2.1.4 <i>Chirp Spread Spectrum</i>	8
2.1.5 <i>IQ Signal</i>	9

2.1.6	<i>Receive Signal Strength Indicator</i>	9
2.1.7	<i>Delay</i>	9
2.1.8	<i>Line of Sight</i>	10
2.1.9	<i>Message Query Telemetry Transport</i>	10
2.1.10	ESP32 DevKit	11
2.1.11	Bawang Merah	11
BAB III.....		13
METODOLOGI PENELITIAN		13
3.1	Wawancara Kebutuhan Pengguna.....	13
3.2	Analisis Kebutuhan Sistem.....	14
3.3	Perancangan Sistem.....	14
3.1.1	Blok Diagram Sistem	15
3.1.2	Rangkaian Alat.....	16
3.1.3	Telkom Antares MQTT Server	18
3.1.4	Diagram Alir	20
BAB IV		22
IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN.....		22
4.1	Implementasi Sistem	22
4.1.1	Hasil Perakitan Node Sensor.....	22
4.1.2	Hasil Perakitan Node Gateway	25
4.1.3	Titik Implementasi Node Sensor pada Lahan Pertanian	30
4.2	Pengujian Sistem	33
4.1.1	Pengujian Implementasi Node Sensor	33
4.1.2	Pengujian Operasional Sistem Oleh Pengguna	34
4.1.3	Pengujian Waktu Reaksi Jaringan LoRa Pada Titik Jarak Tertentu Antara Node Gateway Dan Node Sensor.....	35
4.3	Pembahasan	37

BAB V.....	40
KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN A	44
KODE SUMBER PROGRAM	44
LAMPIRAN B	58
KARTU KONSULTASI DOSEN 1.....	58
LAMPIRAN C	59
KARTU KONSULTASI DOSEN 2.....	59
LAMPIRAN D.....	60
LAMPIRAN LAIN-LAIN	60



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nomor dan fungsi pin modul LoRa RA-02	8
Tabel 2.2 Kategori <i>delay</i>	10
Tabel 3.1 Hasil wawancara kebutuhan sistem dengan peneliti BPTP Yogyakarta	13
Tabel 3.2 Interkoneksi pin modul sensor kelembaban tanah dengan ESP32.....	16
Tabel 3.3 Interkoneksi pin modul DHT11 dengan ESP32.....	16
Tabel 3.4 Interkoneksi pin modul LoRa RA-02 dengan ESP32	16
Tabel 3.5 Interkoneksi pin modul LoRa RA-02 dengan ESP32	17
Tabel 3.6 Interkoneksi pin pada modul relay dengan ESP32	17
Tabel 4.1 Daftar komponen alat.....	22
Tabel 4.2 Hasil wawancara pengujian alat yang telah diimplementasi	34
Tabel 4.3 Hasil pengujian kekuatan sinyal node sensor pada titik pertama.....	35
Tabel 4.4 Hasil pengujian kekuatan sinyal node sensor pada titik kedua.....	35
Tabel 4.6 Hasil pengujian kekuatan sinyal node sensor pada titik ketiga.....	36
Tabel 4.7 Hasil pengujian kekuatan sinyal node sensor pada titik keempat.....	37
Tabel 4.8.....	38
Tabel 4.9 Hasil pengujian Modul sensor DHT11 dengan perbandingan temperatur digital.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram sistem.....	15
Gambar 3.2 Rangkaian node sensor.....	16
Gambar 3.3 Rangkaian node gateway.....	17
Gambar 3.4 Arsitektur MQTT server Telkom Antares.....	18
Gambar 3.5 Home page Antares MQTT Server	19
Gambar 3.6 Produk yang disediakan Telkom Antares.....	19
Gambar 3.7 Pilihan paket Antares MQTT Server.....	20
Gambar 3.8 Diagram alir.....	21
Gambar 4.1 Pemasangan node sensor pada penyangga naungan di titik lahan pertanian.....	23
Gambar 4.2 Titik pemasangan node sensor pada lahan pertanian	23
Gambar 4.3 Potongan kode blok fungsi dataSensor	24
Gambar 4.4 Potongan kode blok fungsi onRecieve pada node sensor	24
Gambar 4.5 Pemasangan node gateway pada titik pompa penyiraman	25
Gambar 4.6 Titik pompa penyiraman	26
Gambar 4.7 Potongam kode blok fungsi onReceive pada node gateway	27
Gambar 4.8 Potongan kode blok fungsi loop pada node gateway	28
Gambar 4.9 Potongan kode blok fungsi callback pada node gateway	29
Gambar 4.10 Penempatan posisi peletakan node sensor dan gateway.....	30
Gambar 4.11 Implementasi node sensor pada titik 1	31
Gambar 4.12 Implementasi node sensor pada titik 2	32
Gambar 4.13 Implementasi node sensor pada titik 3	32
Gambar 4.14 Implementasi node sensor pada titik 4	33

INTISARI

PERANCANGAN ALAT MONITORING DAN PENYIRAMAN LAHAN TERBUKA MELALUI JARINGAN LONG RANGE

Oleh

DAVID SETIAWAN WIDODO

71180276

Penerapan *smart-farming* merupakan sebuah gagasan modern untuk mewujudkan pertanian Indonesia yang maju dan modern yang dapat meningkatkan produksi pangan lokal untuk mengurangi ketergantungan terhadap pangan impor. Dengan luasnya potensi lahan pertanian di Indonesia dibutuhkan teknologi pertanian presisi untuk menekan biaya produksi dalam pertanian, khususnya untuk pertanian dalam skala kecil untuk kelompok tani maupun perorangan.

Alat monitoring dan penyiraman lahan bisa menjadi salah satu cara untuk menjadikan budidaya pertanian menjadi presisi, namun diperlukan koneksi menuju internet untuk dapat menghubungkan perangkat dengan basis internet of things(IoT), penggunaan jaringan WiFi atau LAN nirkabel dirasa kurang cocok untuk jangkauan yang jauh dengan penggunaan daya rendah. Oleh karena itu jaringan Long Range(LoRa) menjadi pilihan yang menarik untuk dilakukan penelitian, dikarenakan perangkat jaringan LoRa dapat bekerja dengan daya rendah dengan jangkauan yang luas.

Dari hasil pengujian pada lahan percobaan perbenihan bawang merah di BPTP Yogyakarta didapatkan hasil yang cukup memuaskan. Penggunaan jaringan LoRa dapat mencakup seluruh wilayah lahan percobaan dengan transmisi data yang sangat cepat.

Kata-kata kunci : LoRa, IoT, Mikrokontroller, Smart Farming, Teknologi Pertanian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Ketersediaan pangan lokal dan produksi hasil pertanian yang tidak stabil merupakan hal yang perlu diperhatikan dengan serius, terlebih untuk membangun kemandirian pangan sebagai upaya menggantikan ketergantungan pada komoditas pangan impor. Penerapan teknologi pertanian modern yang merupakan teknologi pertanian berbasis menjadikan budidaya pertanian dapat menjadi efisien, terukur, dan terintegrasi yang memudahkan petani melakukan pekerjaan. Penerapan *smart farming* 4.0 merupakan ide yang bagus untuk memajukan pertanian Indonesia. Namun penerapan tersebut memerlukan sumber daya yang besar, salah satunya adalah penggunaan mesin tanpa awak (*autonomous*) seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Rachmawati dalam penelitiannya yang berjudul “*Smart Farming* 4.0 Untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, Dan Modern”(Rachmawati, 2021).

Melihat peluang dalam perkembangan digitalisasi berbagai macam industri didapatkan ide perancangan teknologi pertanian modern yang sederhana dan tepat guna untuk mendukung era industri 4.0 dengan tetap memperhatikan sisi ekonomis dari pengembangan teknologi tersebut, sehingga dapat diimplementasi pada pertanian skala kecil. Terlebih dalam percobaan perbenihan bawang merah di BPTP Yogyakarta yang berupaya mengembangkan benih umbi bawang merah yang dapat ditanaman pada ketinggian rendah dengan cuaca yang berbeda dengan daerah asal benih dan dapat dibudidaya dengan biaya yang rendah tanpa mengurangi kualitas hasil produksi.

Dari studi kasus tersebut dilakukan pengambilan data seperti kelembaban tanah, suhu udara, dan kelembaban udara untuk mengetahui kebutuhan air dari lahan percobaan perbenihan bawang merah menggunakan sensor yang dapat terhubung dengan internet sebagai implementasi dari penggunaan sistem monitoring berbasis Internet of Things(IoT), namun untuk memperoleh data

tersebut dari lahan pertanian dengan menggunakan alat monitoring yang langsung terhubung melalui protokol jaringan LAN nirkabel(IEEE 802.11) memiliki kendala pada jangkauan yang kurang cocok digunakan pada jarak jauh. Sementara dengan penggunaan jaringan Long Range(LoRa) yang terhubung dengan alat monitoring memungkinkan pengiriman data berbentuk teks yang dipancarkan pada frekuensi rendah, sehingga memungkinkan digunakan pada lahan pertanian terbuka dengan jangkauan yang jauh(Wang, 2021).

Diharapkan dengan penelitian ini akan menghasilkan sebuah teknologi tepat guna yang terintegrasi pada sebuah aplikasi yang berfungsi untuk monitoring dan otomatisasi penyiraman lahan pertanian. Diharapkan juga dari penelitian ini dapat dikembangkan sesuai dengan karakteristik pertanian di Indonesia.

1.2 Perumusan Masalah

Dari gambaran yang telah diperoleh pada latar belakang di atas, maka dapat diperoleh rumusan masalah untuk melakukan pembuatan piranti bantu pertanian dengan fungsi monitoring dan penyiraman dengan jangkauan pengambilan data yang mencakup luas lahan yang digunakan dan dapat diterapkan pada budidaya bawang merah di BPTP Yogyakarta.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini ditetapkan batasan masalah untuk pengembangan piranti bantu lahan pertanian sebagai berikut:

1. Implementasi dilakukan di lahan pertanian terbuka di BPTP Yogyakarta.
2. Sampel tanaman menggunakan bawang merah dengan varietas Bima Brebes yang ditanam di BPTP Yogyakarta.
3. *Node* bersifat portabel yang bertujuan untuk kemudahan pemasangan.
4. Node Sensor yang digunakan untuk pengujian dibatasi 4 node sensor saja.
5. Dalam pengembangan piranti ini peneliti tidak memperhatikan aspek keamanan transmisi data perangkat IoT.

6. Digunakan aplikasi MQTT Dashboard berbasis android yang terdapat di toko aplikasi yang dibuat oleh vetru sebagai sarana pendukung operasional piranti.

1.4 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini, diharapkan dapat mencapai tujuan untuk merancang alat monitoring dan penyiraman berbasis IoT untuk lahan pertanian yang sederhana dan tepat guna, serta mengukur kecepatan transmisi data dan jangkauan penggunaan jaringan LoRa dalam lahan pertanian terbuka.

1.5 Manfaat Penelitian

- Manfaat fungsional

Diharapkan pada penelitian ini dapat menghasilkan teknologi sederhana dan tepat guna yang mudah digunakan oleh kelompok tani maupun perorangan, serta menghemat pengeluaran biaya produksi yang digunakan untuk tenaga kerja.

- Manfaat non-fungsional

Dengan hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan evaluasi untuk pengembangan sistem sejenis dimasa yang akan datang.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1 Pendahuluan berisi alasan penelitian beserta tujuan dari penulis yang dicakup dalam latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, dan tujuan penelitian.

BAB 2 Tinjauan Pustaka Dan Landasan Teori berisi tinjauan Pustaka yang digunakan sebagai dasar penulis melakukan penelitian, dalam bab ini juga memuat landasan teori sebagai bahan pendukung dalam penelitian.

BAB 3 Perancangan Sistem berisi tentang penjelasan kebutuhan sistem, desain sistem, perancangan sistem, dan blok diagram sistem.

BAB 4 Hasil Dan Analisis Sistem berisi tentang hasil pengujian sistem yang telah dibuat dengan alat ukur yang memiliki ketepatan cukup secara ilmiah.

BAB 5 Kesimpulan Dan Saran berisi tentang kesimpulan penulis terhadap penelitian dengan saran dari hasil yang didapat untuk penelitian selanjutnya



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam tulisan Rachmawati pada “*Smart farming 4.0 Untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, Dan Modern*”, disampaikan bahwa penerapan teknologi modern dalam pertanian seperti blockchain untuk melacak supply chain produk pertanian, drone untuk melakukan penyemprotan pupuk dan pestisida serta pemetaan lahan, penggunaan sensor pada tanah dan pemantauan cuaca, sistem irigasi cerdas, juga beberapa teknologi lainnya dapat menjadikan budi daya pertanian efisien, terukur, dan terintegrasi (Rachmawati, 2020).

Penelitian terkait jaringan Long Rang(LoRa) yang berbasis pada aplikasi Internet of Things(IoT) untuk monitoring aktivitas pengawasan gedung yang dilakukan oleh Saputro S.R. (2020) dengan kasus penjagaan titik lokasi yang dilakukan oleh pihak keamanan instansi pada suatu lokasi yang secara konvensional dengan cara menjaga beberapa lokasi lalu kembali ke titik kumpul keamanan untuk mencatat kondisi lalu kembali lagi ke pos jaga hingga waktu pertukaran penjaga, untuk mempermudah dalam pelaporan lokasi maka dibangun sistem monitoring dengan basis konsep Internet of Things(IoT) yang berfungsi menghubungkan checkpoint dengan server pada suatu instansi yang saling terkoneksi dan terintegrasi menggunakan protokol MQTT sebagai perantara komunikasi antar perangkat, serta memanfaatkan QRCode dinamis yang dihasilkan server secara realtime ke masing-masing perangkat pada checkpoint.

Dengan adanya teknologi tersebut petugas penjaga dapat melaporkan lokasi dengan cara memindai QRCode tersebut dengan smartphone lalu memberi keterangan serta dapat melampirkan foto untuk menunjukkan kondisi titik tersebut maka petugas penjaga tidak perlu kembali ke titik kumpul untuk melakukan pelaporan. Dalam penerapan teknologi oleh (Saputro, 2020) ini juga memiliki kendala karena sistem yang digunakan masih bergantung pada jaringan WiFi yang memiliki cakupan yang terbatas maupun ditemukan titik yang tidak terpasang

WiFi, selain itu apabila memasang titik akses baru akan memakan sumber daya yang cukup besar, dan apabila digantikan dengan kabel juga akan mengalami kesulitan jika diimplementasikan pada lokasi-lokasi yang terpencil.

Melihat kondisi tersebut diperlukan membangun sebuah jaringan yang dapat mencakup seluruh tempat instalasi checkpoint. Kebutuhan tersebut dapat direalisasikan dengan modul LoRa yang memiliki cakupan luas dengan kebutuhan sumber daya yang rendah (Workgroup, 2015).

Kualitas tanah dapat diukur berdasarkan pengamatan kondisi dinamis pada indikator-indikator kualitas tanah yang dihitung dari nilai dan bobot setiap indikator kualitas tanah (Minarsih & Hanudin, 2020). Menurut buku yang ditulis oleh tim pustaka pusat perpustakaan dan penyebaran teknologi pertanian yang berjudul “Bertanam Bawang Merah Tak Kenal Musim” menyebutkan penanaman bawang merah dapat terpengaruh dari kondisi lingkungan, iklim, dan varietas yang mengakibatkan keberhasilan dari proses budidaya (Tim Pustaka Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian, 2017).

Dengan beberapa tinjauan pustaka di atas, didapatkan ide dan informasi tentang modernisasi di bidang pertanian dengan teknologi IoT yang digabungkan dengan metode dan sensor yang telah ada untuk membantu proses produksi pada lahan yang dapat mempersingkat waktu pengamatan dan penyiraman lahan dan , kemudian menggunakan jaringan LoRa yang dapat mencakup area yang luas sebagai perantara komunikasi antar perangkat.

2.2 Landasan Teori

2.1.1 *Internet of Things*

Keberadaan internet telah merubah banyak hal hingga saat ini dan akan terus berlanjut. Kemudian *Internet of Things* merupakan dasar untuk menghubungkan berbagai hal, seperti sensor, aktuator, dan banyak teknologi pintar lainnya. Keberadaan ini memungkinkan terjadinya interaksi orang-ke-objek dan objek-ke-objek (Lee & Ke, 2018).

Dalam penggunaannya IoT dapat diterapkan kedalam berbagai bidang baik dalam rumah tangga atau kehidupan sehari-hari, transportasi, pada berbagai macam industri, dan pertanian.

2.1.2 Embedded System

Perkembangan teknologi perangkat sejak *integrated circuit* (IC) ditemukan sangat pesat, hal tersebut juga menjadikan berbagai macam perangkat dapat dibuat dalam bentuk yang ringkas, salah satunya merupakan *embeded system* atau perangkat tanam yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Sesuai dengan penamaannya perangkat tanam merupakan sesuatu yang menempel benda lainnya, perangkat tanam dapat terdiri dari sistem yang berdiri sendiri maupun bagian dari sistem yang besar (Tutorialspoint, 2022).

2.1.3 Long Range

Long range (LoRa) merupakan modulasi nirkabel yang berada pada lapisan fisik untuk memungkinkan jangkauan komunikasi jarak jauh dengan menggunakan frekuensi di bawah 1GHz. Teknologi LoRa didesain untuk penggunaan daya rendah dan dapat mengirim sejumlah kecil data dari sensor dan aplikasi keberbagai sistem dengan perantara LoRa gateway menuju jaringan TCP/IP.

Secara signifikan dengan penggunaan LoRa dapat menghemat biaya pemasangan dan kebutuhan pada infrastruktur, cakupan jarak dari teknologi ini juga lebih luas dari jaringan seluler, selain itu LoRa juga memiliki kapasitas pengguna yang besar dalam satu jaringan (Wang, 2021). Dengan kelebihan yang dimiliki, teknologi LoRa dapat mendukung perangkat yang tersebar dalam cakupan daerah yang luas.

Dalam penelitian ini digunakan perangkat LoRa RA-02 dengan chip SX1278 yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Rentang Frekuensi 410 – 525 MHz

- Bit Rate data up to 300Kbps
- Daya pancar maksimum 18 dBm
- Tegangan 2.5~3.7V
- Arus daya pada 433MHz TX : 93mA RX 12.15mA
- Temperatur pengoperasian -30 °C ~ 85 °C

Tabel 2.1 Nomor dan fungsi pin modul LoRa RA-02

No.	Nama pin	Fungsi pin
1, 2	Ground	Ground
3	3.3V	3.3V power supply
4	RESET	Reset
5	DIO0	Digital IO0, software configuration
6	DIO1	Digital IO1 software configuration
7	DIO2	Digital IO2 software configuration
8	DIO3	Digital IO3 software configuration
9	GND	Ground
10	DIO4	Digital IO 4-piece configuration
11	DIO5	Digital IO5 software configuration
12	SCK	SPI clock input
13	MISO	SPI data output
14	MOSI	SPI data input
15	NSS	SPI chip select input
16	GND	Ground

2.1.4 Chirp Spread Spectrum

Chirp Spread Spectrum (CSS) merupakan teknik modulasi yang mengirimkan data melalui chirp atau disebut sebagai *sweep signal* yang berbentuk gelombang linier naik dan turun. Teknik modulasi digunakan juga pada jaringan LoRa sebagai salah satu pemanfaatan dari teknologi CSS yang mengirimkan simbol-simbol melalui gelombang linier, modulasi data yang dikirimkan tersebut sering disebut carrier signal (Nguyen et al., 2019).

2.1.5 IQ Signal

IQ signal mengacu pada gelombang in-phase dan quadrature, kedua gelombang ini memiliki frekuensi yang sama namun modulasi amplitudo gelombang Q bergeser sebanyak 90° dari fase aslinya atau gelombang I yang dapat diatur menggunakan perangkat lunak. Pada perangkat jaringan LoRa sinyal IQ memungkinkan pemisahan pengirim dan penerima dengan mengubah gelombang tersebut (Consortium, 2022).

2.1.6 Receive Signal Strength Indicator

(Feby, 2011) Menyatakan bahwa *Receive Signal Strength Indicator* (RSSI) merupakan teknologi yang digunakan untuk mengukur kekuatan pancaran sinyal yang dapat diterima oleh perangkat wireless dan menunjukkan variasi nilai dari tangkapan sinyal yang dapat terpengaruh oleh fading dan shadowing. RSSI diukur menggunakan nilai spesifik yang dipengaruhi juga oleh vendor perangkat yang digunakan. Dalam dokumentasi LoRa nilai dari RSSI dituliskan bahwa, kekuatan sinyal -30 dbm merupakan indikasi sinyal kuat dan -120 dbm merupakan kekuatan sinyal lemah, yang mana akan berakibat pada durasi dalam pengiriman data dari titik satu menuju titik lainnya (Eric, 2018). Dalam penelitian ini juga akan mengukur nilai dari RSSI sensor ke gateway yang nanti digunakan sebagai acuan peletakan sensor di lokasi yang dapat mengirim data dengan hasil terbaik.

2.1.7 Delay

Delay merupakan durasi waktu untuk transmisi sebuah data dari titik awal ke tujuan. *Delay* terpengaruh karena jarak, media transmisi, hingga waktu proses. Berdasarkan Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) *delay* ditetapkan menjadi beberapa kategori yang terdapat pada s(Ramadhani et al., 2021).

Tabel 2.2 Kategori *delay*

Kategori	Besaran Delay(ms)	Nilai Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 – 300	3
Sedang	300 – 450	2
Buruk	>450	1

2.1.8 *Line of Sight*

Line Of Sight (LOS) adalah garis imajiner yang didapatkan dari titik satu ke titik lainnya, dalam komunikasi jaringan nirkabel LOS merupakan jalur komunikasi langsung antara pengirim dengan penerima yang dilalui tanpa hambatan yang dapat menghasilkan kecepatan data transfer yang tinggi. Konsep line of sight sangat diperlukan dan merupakan fital dari metode komunikasi nirkabel, pengimplementasian konsep ini dapat diibaratkan sebagai menara pengawas yang berdiri tinggi sehingga dapat mendapat jangkauan pandangan luas (Wright, 2022).

2.1.9 *Message Query Telemetry Transport*

Message Query Telemetry Transport (MQTT) merupakan protokol komunikasi yang dapat diterapkan dalam perangkat IoT melalui TCP/IP dengan prinsip kerja *publish* dan *subscribe* untuk perangkat dengan fungsi terbatas seperti perangkat sistem tertanam. Dalam protokol ini terdapat istilah seperti Broker, Topic, Publish, dan Subscribe. Istilah Broker mengacu kepada server MQTT yang mengatur komunikasi data pada protokol, topic mengacu pada nama pesan yang menjadi jembatan pengiriman data, publish mengacu pada pengirim data dengan topic tertentu yang dapat berisi nilai dari topic tersebut, subscriber merupakan penerima data dari sebuah topic yang dikirim (OASIS, 2019).

2.1.10 ESP32 DevKit

ESP32 DevKit merupakan microcontroller unit yang terintegrasi dengan WiFi dan Bluetooth rendah daya bersumber terbuka yang mudah didapat dan dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan pengguna. ESP32 DevKit memiliki pin I/O yang mengarah pada kedua sisi yang memudahkan untuk menghubungkan peripheral dengan kabel maupun menggunakan papan pengembangan (Espressif, 2022).

2.1.11 Bawang Merah

Di Indonesia sendiri mengenal tanaman bawang merah mulai abad ke-19. Namun terdapat spesies lokal sejenis bawang merah dan dianggap sebagai tanaman liar, bawang merah memiliki sistem perakaran serabut yang bercabang dan terpencah pada kedalaman antara 15-30 cm dalam tanah dengan ketebalah diameter 2-5 mm. Penanaman bawang merah di Indonesia terjadi pada musim puncak pada sekitar bulan April-Oktober yang puncak panennya terjadi dibulan Juni-Januari, sedangkan pada bulan Februari-Mei merupakan bulan kosong atau disebut off season yang menyebabkan kurangnya persediaan untuk memenuhi konsumsi dalam negeri. Melalui Kementerian Pertanian, pemerintah mengintensifkan program upaya khusus untuk meningkatkan produksi dengan tujuan menstabilkan harga dan upaya pembentukan kemandirian produksi bawang merah (Tim Pustaka Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian, 2017).

Penanaman bawang merah memerlukan kondisi lingkungan yang memiliki suhu udara dalam rentang 25-32 °C dengan kelembaban udara 50-70% terlebih pada musim kemarau, penanaman bawang merah cenderung mengkonsumsi air yang cukup banyak untuk mencapai kondisi ideal bagi pertumbuhan tanaman, karena hal tersebut diperlukan pengaturan sumberdaya yang dibutuhkan dalam hal ini air dan penghematan biaya tenaga kerja yang dibutuhkan untuk proses budidaya. Dengan perancangan teknologi yang tepat dan memiliki tingkat

kepresisian dalam pertanian merupakan upaya yang baik dalam meningkatkan produksi dan menekan biaya proses budidaya.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Wawancara Kebutuhan Pengguna

Dilakukan pengumpulan data kebutuhan pengguna untuk mengetahui piranti yang akan digunakan pada sistem, dengan melakukan wawancara dengan peneliti di BPTP agar sistem yang digunakan dapat memenuhi kebutuhan. Berikut pertanyaan dan jawaban yang diajukan peneliti dalam di bawah ini:

Tabel 3.1 Hasil wawancara kebutuhan sistem dengan peneliti BPTP Yogyakarta

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Data apa saja yang diperlukan dalam pelaksanaan penanaman dalam hal ini bawang merah	Data agronomis, suhu lingkungan, pengamatan ph tanah, dan kelembaban tanah berpengaruh dalam pembudidayaan.
2.	Teknologi pertanian apa saja yang saat ini sudah diterapkan pada lahan percobaan	Saat ini lahan percobaan sudah menggunakan metode penyiraman curah dengan pengkabut
3.	Apabila diimplementasikan piranti bantu dengan basis aturan untuk memantau kelembaban tanah dan suhu lingkungan apakah akan berdampak dalam proses produksi dan penelitian pada lahan percobaan	Sangat membantu, dikarenakan pengukuran pada lahan percobaan yang dilakukan secara manual dilakukan dengan perbedaan waktu yang berpengaruh pada hasil pengukuran
4.	Apakah seluruh pengelola lahan percobaan memiliki dan dapat mengoperasikan ponsel android	Tidak seluruhnya dan pengelolaan kebun percobaan dilakukan oleh orang yang sudah ditunjuk saja, dan dapat mengoperasikan ponsel android

3.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Pada perancangan sistem otomatisasi ini memiliki kebutuhan fungsional berupa perangkat keras untuk masing-masing *node* antara lain :

1. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai inti dari alat monitoring
2. LoRa *module* RA-02 berfungsi sebagai perangkat komunikasi antar *node*
3. Sumber daya *node* (Baterai, panel surya, adaptor)
4. Sensor kelembaban tanah berfungsi untuk mengambil data dari kondisi kelembaban tanah
5. Sensor suhu dan kelembaban udara berfungsi untuk mengambil data temperatur dan kelembaban udara terdiri dari satu *module*

Kemudian untuk kebutuhan non fungsional berupa perangkat lunak, bahasa pemrograman, dan alat kalibrasi yang digunakan antara lain :

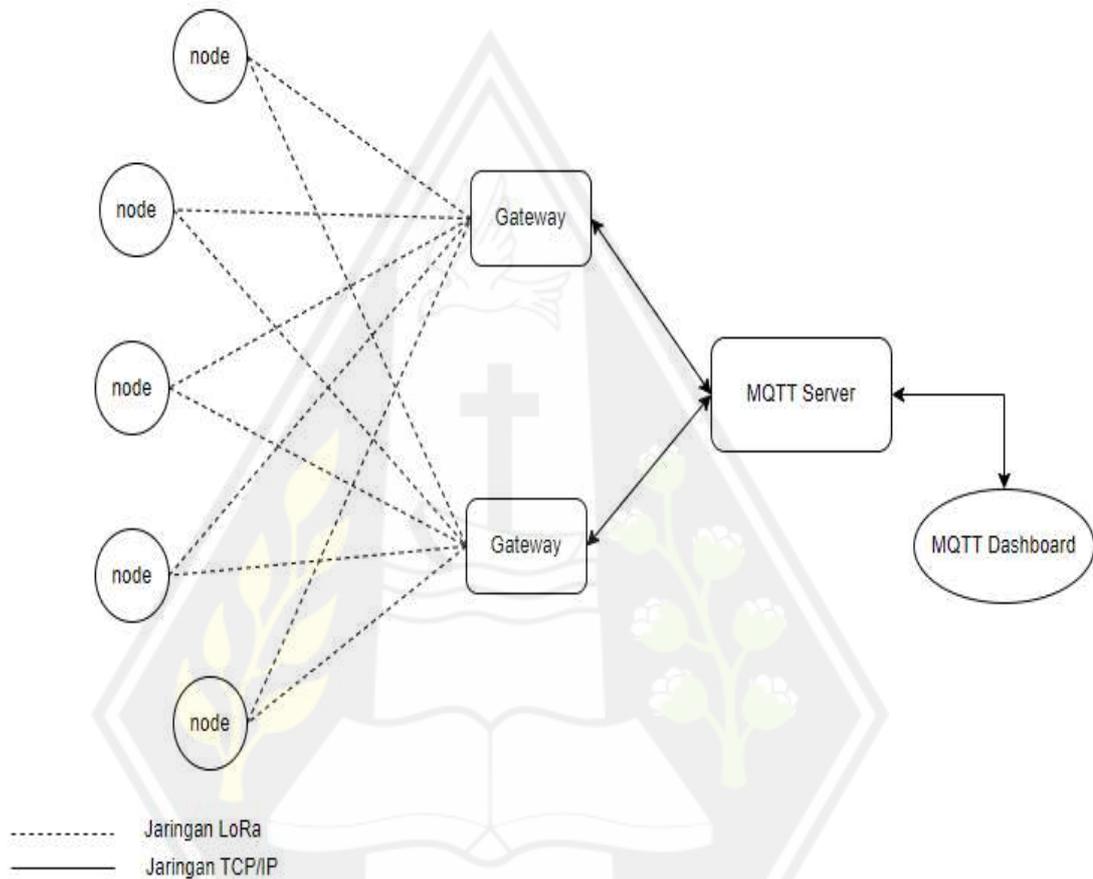
1. MQTT *Server*
2. MQTT *Dashboard*
3. Aplikasi mesin pencarian
4. Bahasa pemrograman C
5. Electrical conductivity sensor
6. Pengukur kelembaban dan temperatur udara digital

3.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dimulai dari perancangan *node* dengan fungsi mengumpulkan informasi lahan dari beberapa sensor yang terpasang pada mikrokontrol dengan daya dari baterai dan panel surya sebagai cadangan, juga perancangan *node* yang berfungsi sebagai pengendali aktuator. Setiap *node* yang berfungsi untuk mengumpulkan informasi lahan akan didesain portabel agar mudah dipasang dan dipindahkan sesuai dengan lahan yang dibutuhkan, kemudian data informasi lahan dikirimkan melalui jaringan nirkabel menggunakan protokol

LoRa untuk jangkauan koneksi pada area yang luas menuju *node gateway* ke *server* MQTT dengan koneksi *WiFi/LAN* nirkabel.

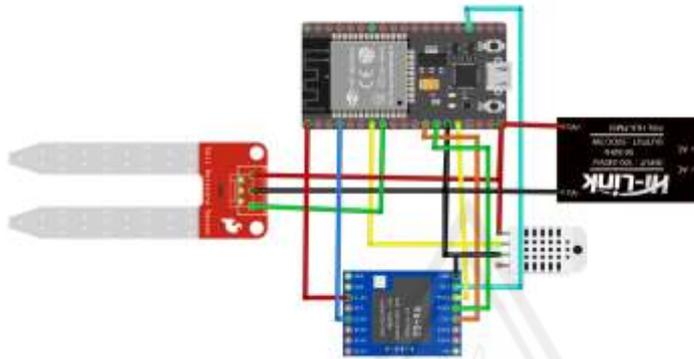
3.1.1 Blok Diagram Sistem



Gambar 3.1 Diagram sistem

Gambar 3.1 Merupakan diagram sistem dari sistem monitoring dan penyiraman lahan pertanian yang digunakan. Simbol node merupakan piranti yang berfungsi untuk melakukan pengambilan data pada lahan pertanian yang dihubungkan dengan jaringan LoRa menuju gateway yang tidak dapat terkoneksi dengan jaringan TCP/IP menuju MQTT Server.

3.1.2 Rangkaian Alat



Gambar 3.2 Rangkaian node sensor

Gambar 3.2 Merupakan Interkoneksi mikrokontroler dengan modul LoRa melalui pin pada Tabel 3.4, sensor kelembaban tanah pada Tabel 3.2 dan modul DHT11 untuk mengukur kelembaban dan temperatur udara pada Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Interkoneksi pin modul sensor kelembaban tanah dengan ESP32

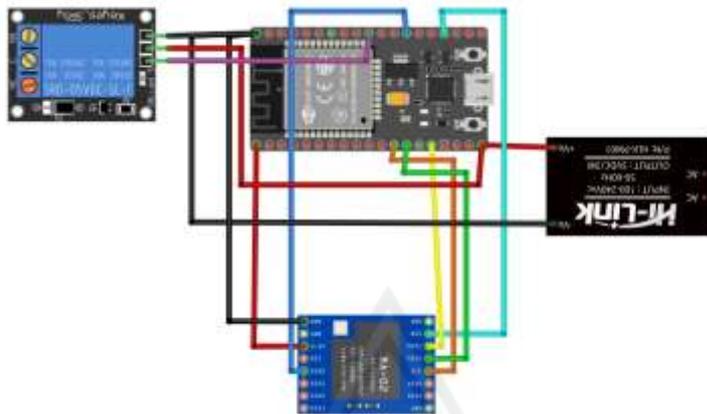
Pin Sensor Kelembaban Tanah	Pin ESP32	Fungsi Pin
VCC	5V	Arus +
GND	GND	Arus -
A0	35	Data In

Tabel 3.3 Interkoneksi pin modul DHT11 dengan ESP32

Pin Modul DHT11	Pin ESP32	Fungsi Pin
VCC	5V	Arus +
GND	GND	Arus -
Data	32	Data In

Tabel 3.4 Interkoneksi pin modul LoRa RA-02 dengan ESP32

Pin Modul LoRa RA-02	Pin ESP32	Fungsi Pin
VCC	3.3V	Arus +
GND	GND	Arus -
SCK	SCK	Serial Clock
MISO	MISO	Data serial
MOSI	MOSI	Data serial
NSS	15	Chip Select
NRESET	22	Reset
DIO0	4	Interupt



Gambar 3.3 Rangkaian node gateway

Gambar 3.3 Merupakan Interkoneksi mikrokontroler dengan modul LoRa RA-02 melalui pin pada Tabel 3.5 dan modul relay pada pin dalam Tabel 3.6 yang berfungsi menyalakan pompa air ketika mendapatkan data dari node sensor di bawah batas aturan yang telah ditentukan.

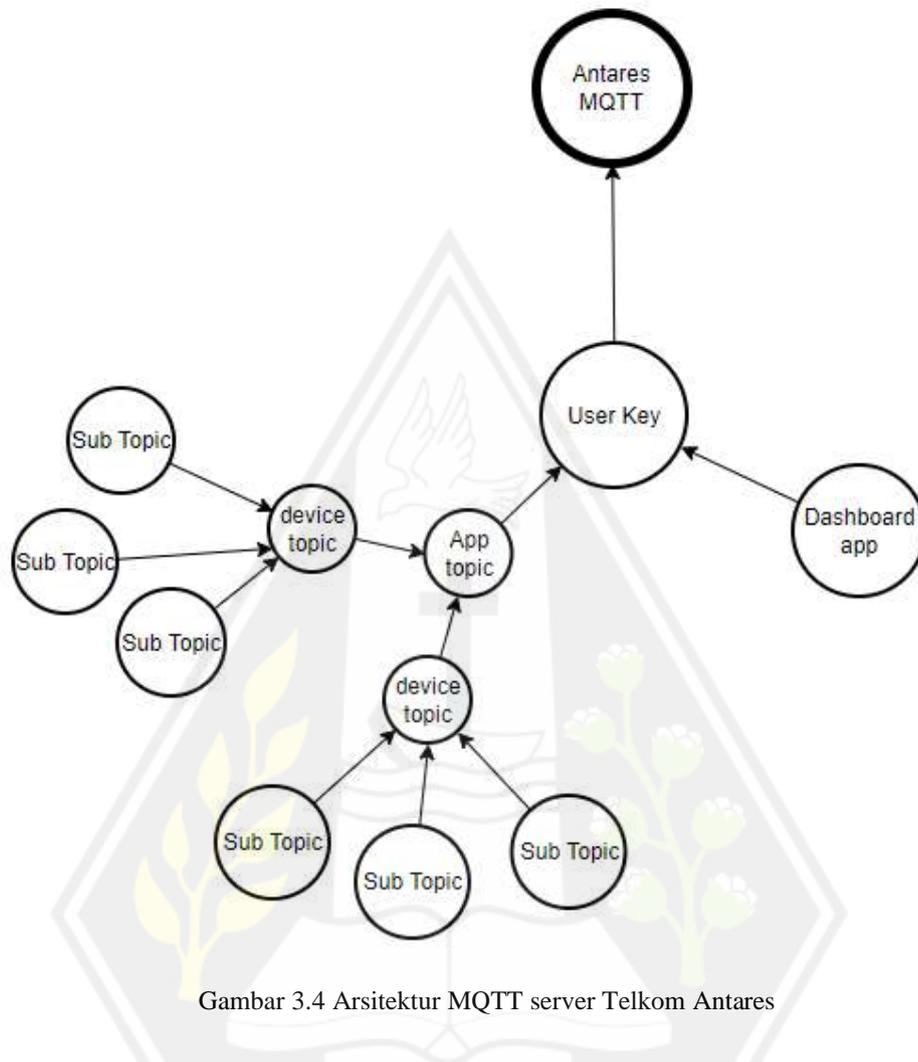
Tabel 3.5 Interkoneksi pin modul LoRa RA-02 dengan ESP32

Pin Modul LoRa RA-02	Pin ESP32	Fungsi Pin
VCC	3.3V	Arus +
GND	GND	Arus -
SCK	SCK	Serial Clock
MISO	MISO	Data serial
MOSI	MOSI	Data serial
NSS	15	Chip Select
NRESET	22	Reset
DIO0	4	Interupt

Tabel 3.6 Interkoneksi pin pada modul relay dengan ESP32

Pin Modul Relay	Pin ESP32	Fungsi Pin
VCC	5V	Arus +
GND	GND	Arus -
IN	14	Data Out

3.1.3 Telkom Antares MQTT Server

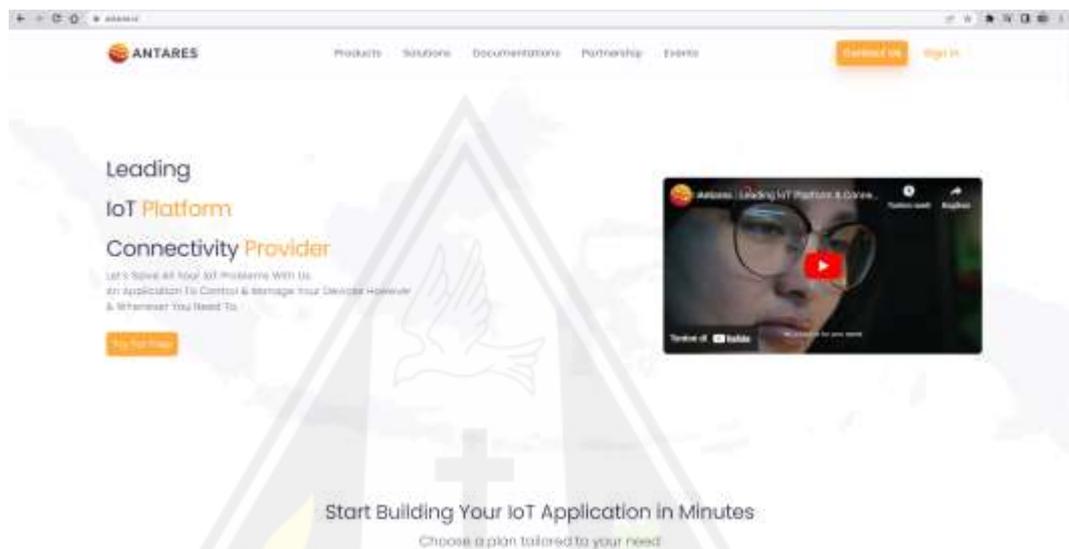


Gambar 3.4 Arsitektur MQTT server Telkom Antares

Telkom Antares merupakan salah satu penyedia layanan MQTT *server* dan koneksi LoRaWAN prabayar di bawah PT Telkom Indonesia untuk memenuhi kebutuhan IoT. Layanan MQTT *server* antares memiliki arsitektur seperti Gambar 3.4 yang memberikan pengamanan *topic* pengguna dengan menggunakan akses dengan *user key* yang dimiliki setiap akun dengan sifat yang unik, dari *user key* tersebut pengguna baru dapat mengakses *topic-topic* dengan *sub topic* dengan nama *app topic* kemudian masuk kedalam *device topic* dan pada bagian akhir merupakan *sub topic* dari setiap perangkat yang telah terdaftar.

MQTT Server ini berfungsi untuk menghubungkan piranti IoT dengan perangkat kontrol atau aplikasi MQTT dashboard, sehingga memungkinkan

pengaksesan dari jarak jauh dengan syarat terhubung ke jaringan internet. Antares MQTT Server memberikan pilihan langganan yang dapat diakses pada laman website Antares.id seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Home page Antares MQTT Server

Pengguna dapat memilih produk yang disediakan pada Gambar 3.6 seperti IoT Platform berupa MQTT Server, IoT Connectivity berupa layanan jaringan LoRa, hingga IoT Device yang sudah disesuaikan dengan layanan mereka, untuk menggunakan layanan dari Telkom Antares juga hanya membutuhkan biaya yang cukup murah setiap paketnya.



Gambar 3.6 Produk yang disediakan Telkom Antares

	Free Trial	Device Count	On Premise
Total Application You will get quota of application that will connect into your dashboard	1	Unlimited	Unlimited
Total Devices You will get quota of device that will connect into your dashboard	10	Based on requirement buy. Minimum 25 devices required	Unlimited
Active You will get the active time span depending on how much you paid for	3 Months	1 Month for Monthly 1 Year for Yearly	OTC One Time Charge only on the first payment
Price Variety of prices depending on the amount of device and active time you need		Monthly Rp 53,250 per 25 devices Yearly Rp 539,000 per 25 devices 	By Request Please contact us for details 

Gambar 3.7 Pilihan paket Antares MQTT Server

Dalam penelitian ini digunakan layanan IoT platform seharga Rp53.250/bulan untuk 25 akses perangkat ke MQTT Server, namun terdapat opsi lain yang dapat dipilih jika penggunaan perangkat lebih banyak, berikut opsi paket yang ditawarkan pada Telkom Antares MQTT Server pada Gambar 3.7 diatas.

3.1.4 Diagram Alir

Gambar 3.8 merupakan gambar diagram alir yang digunakan pada sistem berjalan, dimulai dengan perangkat gateway mencari koneksi wifi yang sudah dituliskan dalam baris kode, setelah terkoneksi sistem akan menjalankan konfigurasi yang sudah ditentukan, jika pengguna melakukan perubahan maka pada perulangan berikutnya akan berjalan aturan yang baru yang disimpan pada eeprom dengan membandingkan hasil yang terbaca dari sensor.



Gambar 3.8 Diagram alir

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem

4.1.1 Hasil Perakitan Node Sensor

Dari hasil perakitan alat yang digunakan untuk pengujian, setiap node sensor dan node gateway yang dibuat menggunakan mikrokontroler dan modul lora yang sama, beberapa piranti pendukung seperti sensor dan relay saja yang menjadi perbedaan pada setiap nodenya, untuk setiap node memerlukan paling tidak Rp 250.000 untuk dapat melakukan komunikasi dengan node lainnya, berikut detail kebutuhan komponen alat dan modul dalam Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Daftar komponen alat

Modul	Merek/Tipe	Harga
Mikrokontroler	Espressif Esp32	Rp 100.000;00
*Radio LoRa	Ra – 02	Rp 100.000;00
Sensor Temperatur Dan Kelembaban Udara	DHT11(sensitivitas 5%)	Rp 30.000;00
Sensor Kelambaban Tanah	PCB Probe	Rp 20.000;00
1 Ch Relay blok	Songle	Rp 10.000;00
Solar Panel	1Wp/6v	Rp 25.000;00
Baterai + konektor	9v	Rp 17.000;00
Biaya lain-lain	PCB, konektor, kabel	Rp 40.000;00
TOTAL		Rp 342.000;00



Gambar 4.1 Pemasangan node sensor pada penyangga naungan di titik lahan pertanian

Gambar 4.1 merupakan hasil perakitan *node* sensor yang dipasangkan pada salah satu penyangga naungan lahan dengan fungsi mengambil data dengan komponen yang digambarkan pada Gambar 3.2.



Gambar 4.2 Titik pemasangan node sensor pada lahan pertanian

Gambar 4.2 Merupakan contoh pemasangan node sensor pada titik yang telah dipilih untuk peletakan sensor lahan, ketinggian pemasangan pada tiang penyangga naungan merupakan perkiraan dari antenna modul LoRa berada pada line of sight, juga upaya untuk melindungi alat dari penyiraman kabut dan memberikan ruang gerak untuk melakukan perawatan pada bawang merah.

```

void dataSensor() {
  srand(time(NULL));
  String message = String(devId)+"#"+String(devId2)+"#";
  message += String(rand()%100000)+"#"; //ini header yang digenerate random untuk identifikasi data terkirim
  message += String(soilHumidFun()+"#"); //ini isi datanya
  message += String(h)+"#";
  message += String(t)+"#";
  message += String(message.length()); //Footer untuk menghitung panjang data dalam 1 packet yang dikirim
  Serial.println(message);
  LoRa_sendMessage(message); // send a message
}

```

Gambar 4.3 Potongan kode blok fungsi dataSensor

Pada Gambar 4.3 merupakan blok fungsi kode yang membungkus data yang didapatkan dari *node* sensor dan mengirim data menuju *node gateway*.

```

void onReceive(int packetSize) {
  String message = "";

  while (LoRa.available()) {
    message += (char)LoRa.read();
  }

  Serial.print("Node Receive: ");
  Serial.println(message);

  switch (message.toInt()) {
    case 1: dataSensor();
           break;
    case 2: esp_deep_sleep_start();
           break;
    case 3: ESP.restart();
           break;
  }
}

```

Gambar 4.4 Potongan kode blok fungsi onRecieve pada node sensor

Pada Gambar 4.4 Merupakan potongan dari blok fungsi yang menerima perintah dari *node gateway* dan akan menjalankan *case* yang sudah ditentukan. *Case 1* merupakan fungsi untuk membaca dan mengirim data menuju *node gateway*, *case 2* merupakan fungsi agar *node* sensor memasuki mode *deep sleep* yang berfungsi untuk menghemat baterai jika tidak melakukan pengiriman data, *case 3* merupakan fungsi yang akan menyalakan ulang *node* sensor jika diperlukan.

4.1.2 Hasil Perakitan Node Gateway



Gambar 4.5 Pemasangan node gateway pada titik pompa penyiraman

Gambar 4.5 merupakan titik pemasangan *node gateway* yang terletak pada pompa air yang digunakan untuk mengairi lahan percobaan di BPTP Yogyakarta.



Gambar 4.6 Titik pompa penyiraman

Gambar 4.6 merupakan tampak jauh pompa air dan *node gateway* yang menjadi titik pemasangan. Letak pemasangan node gateway dekat pompa air dan bak penampungan merupakan pilihan terbaik pada lahan perbenihan bawang merah di BPTP Yogyakarta untuk menghemat biaya pemasangan perangkat, titik yang dipilih juga merupakan daerah tercover jaringan internet melalui WiFi, sehingga memungkinkan titik tersebut menjadi gateway dari node sensor yang menggunakan jaringan LoRa.

```

void onReceive(int packetSize)
{
  String message = "";

  while (LoRa.available())
  {
    message += (char)LoRa.read();
  }
  Serial.print("Gateway Receive: ");

  int StringCount = 0;
  int msg1 = message.length() - 2;
  Serial.print(message);
  Serial.println(strs[6]);
  while (message.length() > 0)
  {
    int index = message.indexOf('#');
    if (index == -1)
    {
      strs[StringCount++] = message;
      break;
    }
    else
    {
      strs[StringCount++] = message.substring(0, index);
      message = message.substring(index + 1);
    }
  }
  if (msg1 == strs[6].toInt())
  {
    Serial.println(strs[0]);
    Serial.println(strs[1]);
    Serial.println(strs[3]);
    Serial.println(strs[4]);
    Serial.println(strs[5]);
    trigger = 1;

    if (strs[3].toInt() <= EEPROM.read(1)) {
      digitalWrite(re11, HIGH);
    } else {
      digitalWrite(re11, LOW);
    }
  }
}
}

```

Gambar 4.7 Potongam kode blok fungsi onReceive pada node gateway

Gambar 4.7 merupakan potongan kode pada node *gateway* yang berfungsi menerima data yang dikirim node sensor, melakukan pengecekan data yang diterima kemudian memecahnya sesuai dengan urutan yang sudah ditentukan, dan memasukan data tersebut kedalam sebuah *array*.

```
void loop()
{
  antares.checkMqttConnection();

  if (runEvery(EEPROM.read(0) * 3600))
  {
    LoRa_sendMessage("1");
  }
  if (strs[2] != 0)
  {
    if (trigger == runEvery(1))
    {
      antares.add("devId", String(strs[0]) + "," + String(strs[1]));
      antares.add("dataId", strs[2]);
      antares.add("soilHumidity", int(strs[3].toInt()));
      antares.add("airTemp", int(strs[5].toInt()));
      antares.add("airHumid", int(strs[4].toInt()));
      antares.publish(projectName, deviceName);
      trigger = 0;
    }
    for (int i=0;i<7;i++)
    {
      strs[i]="0";
    }
  }
}
```

Gambar 4.8 Potongan kode blok fungsi loop pada node gateway

Gambar 4.8 Merupakan potongan kode pada *node gateway* yang berfungsi mengatur durasi permintaan data pada *node* sensor dengan memasukan nilai pada parameter fungsi 'runEvery()' dengan hitungan jam dan mengirim data menuju MQTT Server.

Error! Reference source not found. merupakan potongan kode pada *node gateway* yang berfungsi untuk *subscribe topic* dari MQTT server untuk mengatur durasi waktu permintaan data untuk *node* sensor pada Gambar 4.8 dan mengirimkan pilihan perintah untuk *node* sensor yang dijalankan potongan kode pada Gambar 4.4.

```

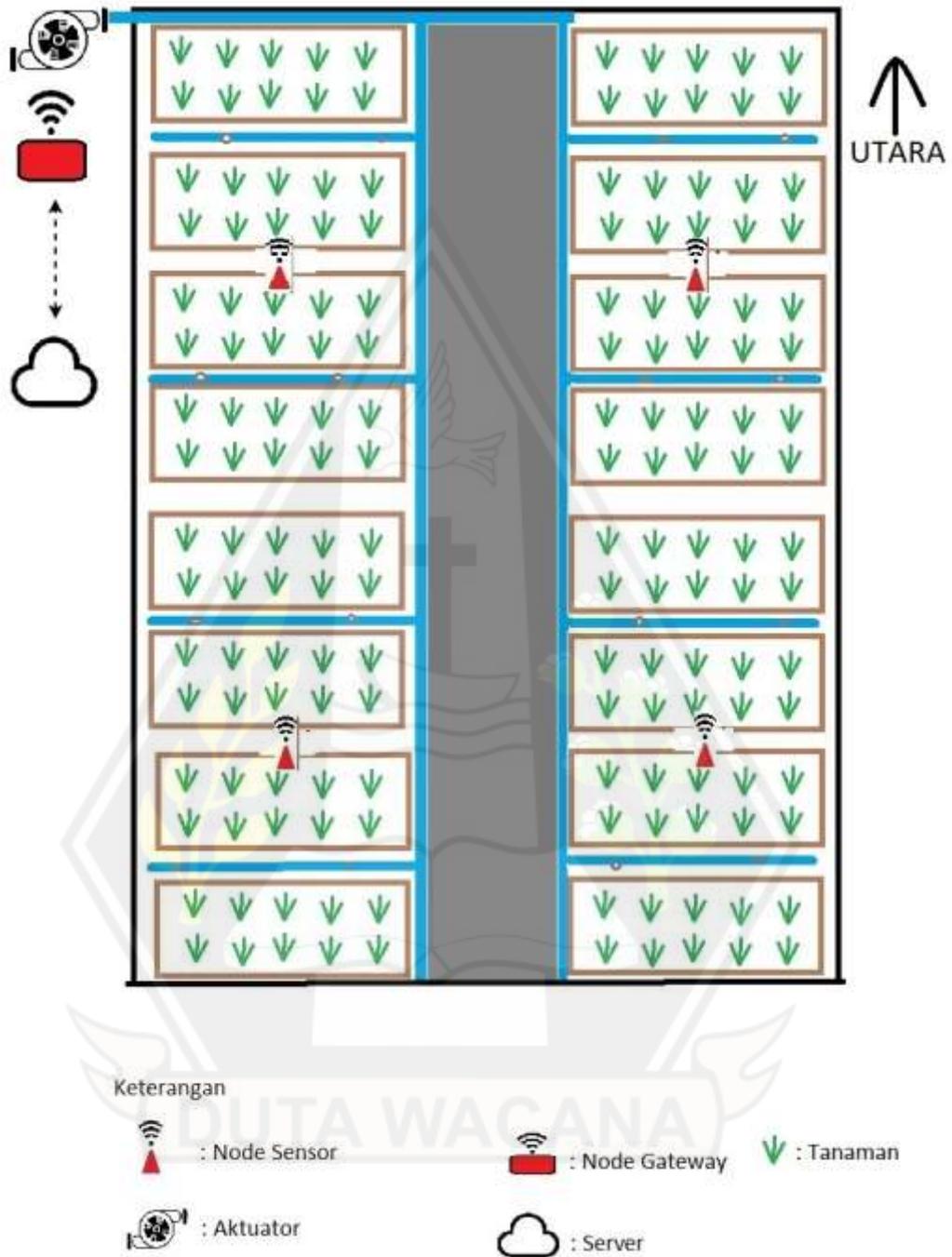
void callback(char topic[], byte payload[], unsigned int length)
{
    /*
     * Get the whole received data, including the topic,
     * and parse the data according to the Antares data format.
     */
    antares.get(topic, payload, length);

    Serial.println("New Message!");
    // Print topic and payload
    Serial.println("Topic: " + antares.getTopic());
    Serial.println("Payload: " + antares.getPayload());
    // Print individual data
    Serial.println("Temperature: " + String(antares.getInt("airTemp")));
    Serial.println("Humidity: " + String(antares.getInt("soilHumidity")));
    if (antares.getInt("time"))
    {
        EEPROM.write(0, antares.getInt("time"));
        EEPROM.commit();
    }
    if (antares.getInt("soilHumidParam"))
    {
        EEPROM.write(1, antares.getInt("soilHumidParam"));
        EEPROM.commit();
    }
    /*
     * devDo menu---
     * 1 req node sensor data
     * 2 trigger rell 1
     * 3 trigger rell 0
     */
    if (antares.getInt("devDo"))
    {
        if (antares.getInt("devDo") == 1){
            LoRa_sendMessage(String(antares.getInt("devDo")));
        }else if (antares.getInt("devDo") == 2){
            digitalWrite(rell,HIGH);
        }else if (antares.getInt("devDo") == 3){
            digitalWrite(rell,LOW);
        }
    }
}
}

```

Gambar 4.9 Potongan kode blok fungsi callback pada node gateway

4.1.3 Titik Implementasi Node Sensor pada Lahan Pertanian



Gambar 4.10 Penempatan posisi peletakan node sensor dan gateway

Gambar 4.10 Merupakan posisi untuk meletakkan *node* sensor yang berfungsi untuk mengambil data lahan dari setiap sensor yang terpasang, kemudian data tersebut akan dikirim melalui jaringan lora menuju gateway. Fungsi pada *node gateway* juga dapat menyalakan pompa air, dari data yang diterima kemudian menjadi acuan untuk menyalakan relay pompa air. Titik *node* sensor yang dipilih juga merupakan titik tengah dari penyiraman kabut yang paling optimal untuk mengumpulkan data, sehingga toleransi akurasi sensor dapat ditekan menjadi seminimal mungkin.



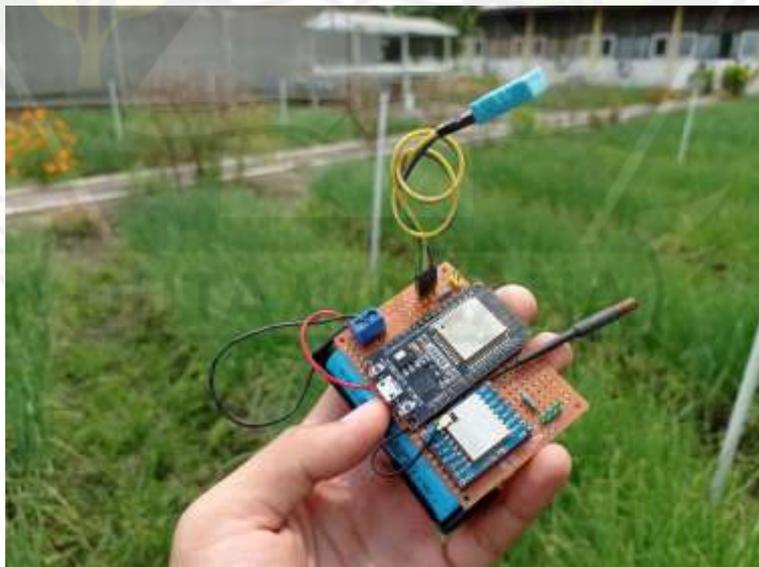
Gambar 4.11 Implementasi node sensor pada titik 1

Gambar 4.11 Merupakan titik pertama dan terdekat dari *node gateway* pada lahan perbenihan bawang merah dengan perkiraan jarak 15 meter.



Gambar 4.12 Implementasi node sensor pada titik 2

Gambar 4.12 Merupakan titik kedua *node* sensor pada lahan perbenihan bawang merah dengan jarak dari *node gateway* sekitar 20 meter. Pada titik ini *node* sensor mendapat *line of sight* menuju *node gateway* yang membuat koneksi antar alat menjadi sangat bagus.



Gambar 4.13 Implementasi node sensor pada titik 3

Gambar 4.13 Merupakan titik ketiga *node* sensor pada lahan perbenihan bawang merah dengan jarak paling jauh dengan *node gateway* sekitar 35 meter, namun pada titik ini *Line of Sight* *node* sensor menuju *node gateway* terhalang oleh bangunan yang menyebabkan turunnya performa dari jaringan nirkabel.



Gambar 4.14 Implementasi *node* sensor pada titik 4

Gambar 4.14 Merupakan titik empat *node* sensor pada lahan perbenihan bawang merah dengan jarak dengan *node gateway* sekitar 20 meter, pada titik ini pancaran jaringan lora juga terhalang oleh bangunan untuk menuju *node gateway*.

4.2 Pengujian Sistem

4.1.1 Pengujian Implementasi Node Sensor

Pengujian *node* sensor dilakukan untuk mendapatkan akurasi data dari alat yang telah dibuat dengan membandingkan alat ukur yang digunakan pada lahan perbenihan bawang merah. Alat pembanding yang digunakan berupa *electrical conductivity* yang berfungsi untuk mengukur kelembaban tanah, kemudian pengukur temperatur dan kelembapan ruang digital.

4.1.2 Pengujian Operasional Sistem Oleh Pengguna

Hasil penggunaan alat monitoring dan penyiraman oleh pengguna mendapatkan respon positif yang didapat dalam hasil wawancara oleh penulis kepada tim budidaya dan pengelola lahan percobaan perbenihan bawang merah yang dituliskan dalam Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Hasil wawancara pengujian alat yang telah diimplementasi

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apakah dampak yang didapat pengguna setelah implementasi alat monitoring dan penyiraman pada lahan percobaan perbenihan bawang merah	Fungsi penyiraman dapat mengurangi kebutuhan tenaga kerja yang bertugas untuk melakukan perawatan, dan tidak diperlukan usaha yang besar untuk menyalakan pompa air. Namun untuk fungsi otomatis dengan monitoring masih sulit untuk digunakan dan belum cocok untuk komoditas bawang merah.
2.	Apakah pengguna merasa terganggu dengan adanya alat tersebut	Tidak, implementasi alat tersebut sangat membantu dalam kegiatan budidaya bawang merah, dan memberikan kesan pertanian yang lebih maju
3.	Bagaimana pendapat pengguna tentang alat monitoring yang terpasang pada lahan percobaan perbenihan bawang merah	Alat tersebut menarik karena tidak memerlukan kabel untuk sumber daya yang harus dipasang sehingga tidak mengganggu lahan yang digunakan, namun fungsi alat harus disempurnakan lebih lagi, dan memastikan ketahanan alat sebanding dengan nominal yang dikeluarkan

4.1.3 Pengujian Waktu Reaksi Jaringan LoRa Pada Titik Jarak Tertentu Antara Node Gateway Dan Node Sensor

Berdasarkan perancangan yang telah dijelaskan pada bab 3 dilakukan pengujian untuk mengukur waktu reaksi *node* sensor dalam satuan ms dan kuat sinyal dalam satuan dBm dari setiap titik pemasangan menuju *node gateway*, didapatkan hasil yang terlampir pada tabel-tabel di bawah ini.

Tabel 4.3 Hasil pengujian kekuatan sinyal node sensor pada titik pertama

No.	RSSI	Delay(ms)
1	-61 dBm	100
2	-61 dBm	108
3	-60 dBm	100
4	-61dBm	105
5	-61 dBm	100
6	-61 dBm	100
7	-61 dBm	100
8	-61 dBm	100
9	-61 dBm	109
10	-61 dBm	100
Rata-rata	-61 dBm	102

Waktu yang didapat Tabel 4.3 dalam merupakan hasil dari titik *node* sensor pada Gambar 4.11 yang memiliki jarak sekitar 15 meter dari *node gateway* di Gambar 4.5. dengan *line of sight* tidak terhalang dengan bangunan.

Tabel 4.4 Hasil pengujian kekuatan sinyal node sensor pada titik kedua

No.	RSSI	Delay(ms)
1	-68 dBm	100
2	-71 dBm	100
3	-71 dBm	100
4	-72dBm	100
5	-72 dBm	100
6	-72 dBm	100

Tabel 4.4 (Lanjutan)

No.	RSSI	Delay(ms)
7	-73 dBm	100
8	-72 dBm	100
9	-72 dBm	100
10	-72 dBm	100
Rata-rata	-72 dBm	100

Waktu yang didapat dalam Tabel 4.4 merupakan hasil dari titik kedua pada Gambar 4.12 yang memiliki jarak sekitar 20 meter dari *node gateway* dengan *line of sight* yang tidak terhalang dengan bangunan.

Tabel 4.5 Hasil pengujian kekuatan sinyal node sensor pada titik ketiga

No.	RSSI	Delay(ms)
1	-113 dBm	100
2	-113 dBm	100
3	-113 dBm	100
4	-112dBm	100
5	-113 dBm	100
6	-113 dBm	100
7	-113 dBm	100
8	-113 dBm	100
9	-113 dBm	100
10	-113 dBm	100
Rata-rata	-113 dBm	100

Waktu yang didapat dalam Tabel 4.5 merupakan hasil dari titik pada Gambar 4.13 yang memiliki jarak sekitar 35 meter dari *node gateway*. *Node* sensor pada titik ketiga ini merupakan titik terjauh jika diukur dari *node gateway*, selain itu juga pada titik ini *line of sight* antar *node* terganggu oleh bangunan yang mengakibatkan penurunan kekuatan sinyal.

Tabel 4.6 Hasil pengujian kekuatan sinyal node sensor pada titik keempat

No.	RSSI	Delay(ms)
1	-103 dBm	100
2	-102 dBm	100
3	-109 dBm	100
4	-109dBm	100
5	-108 dBm	100
6	-108 dBm	100
7	-107 dBm	100
8	-109 dBm	100
9	-110 dBm	100
10	-109 dBm	100
Rata-rata	-107 dBm	100

Waktu yang didapat dalam Tabel 4.6 merupakan hasil dari titik pada Gambar 4.14 yang memiliki jarak sekitar 20 meter dari *node gateway*. Pada titik ini rata-rata kuat sinyal menunjukkan angka -107 dBm dengan *delay* sebesar 100 ms.

4.3 Pembahasan

Pengujian purwarupa satu dilakukan untuk mengukur waktu reaksi dan kekuatan sinyal yang didapatkan pada lahan percobaan di BPTP Yogyakarta, luas lahan yang digunakan yaitu 400 meter persegi dengan lebar 10 meter dan panjang 40 meter. Pengujian dilakukan dengan meletakkan *node* sensor pada 4 titik seperti pada Gambar 4.11, Gambar 4.12, Gambar 4.13, dan Gambar 4.14 dengan kekuatan pancaran maksimum dan kemampuan penerimaan maksimum pada setiap *node*, *node gateway* yang terletak seperti dalam Gambar 4.6 berjarak 15 meter dari titik node 1 pada Gambar 4.11. Dari ke 4 titik tersebut didapatkan waktu reaksi dari masing-masing titik yang sama di bawah 100 ms, kemudian kekuatan sinyal yang diterima *node gateway* dari setiap titik *node* sensor menunjukkan rentang -60 dbm hingga -113 dbm yang menunjukkan jangkauan jaringan LoRa dapat mencakup seluruh area lahan percobaan tanpa kendala

kehilangan sinyal. Dari hasil pengujian pertama, peneliti menyimpulkan bahwa kecepatan transmisi dan area jangkauan dengan modul LoRa RA-02 sangat cepat dan luas sehingga memungkinkan penggunaan modul tersebut untuk perangkat monitoring.

Pengujian purwarupa dua dilakukan untuk kalibrasi sensor dan mengukur akurasi modul sensor dengan alat ukur yang sudah terkalibrasi, pada Tabel 4.7 merupakan hasil dari modul sensor kelembaban tanah dengan EC sensor yang diuji dengan melakukan penyiraman air ke tanah yang terpasang kedua alat tersebut, pengujian dilakukan dengan durasi waktu 5 menit dan mengambil sampel data setiap 30 detik. Kemudian hasil pada Tabel 4.8 merupakan hasil pengujian temperatur udara dan kelembaban udara dengan pengukur suhu dan kelembaban udara digital, untuk modul DHT11 dilakukan pengujian dengan durasi 10 menit dan mengambil sampel setiap 1 menit.

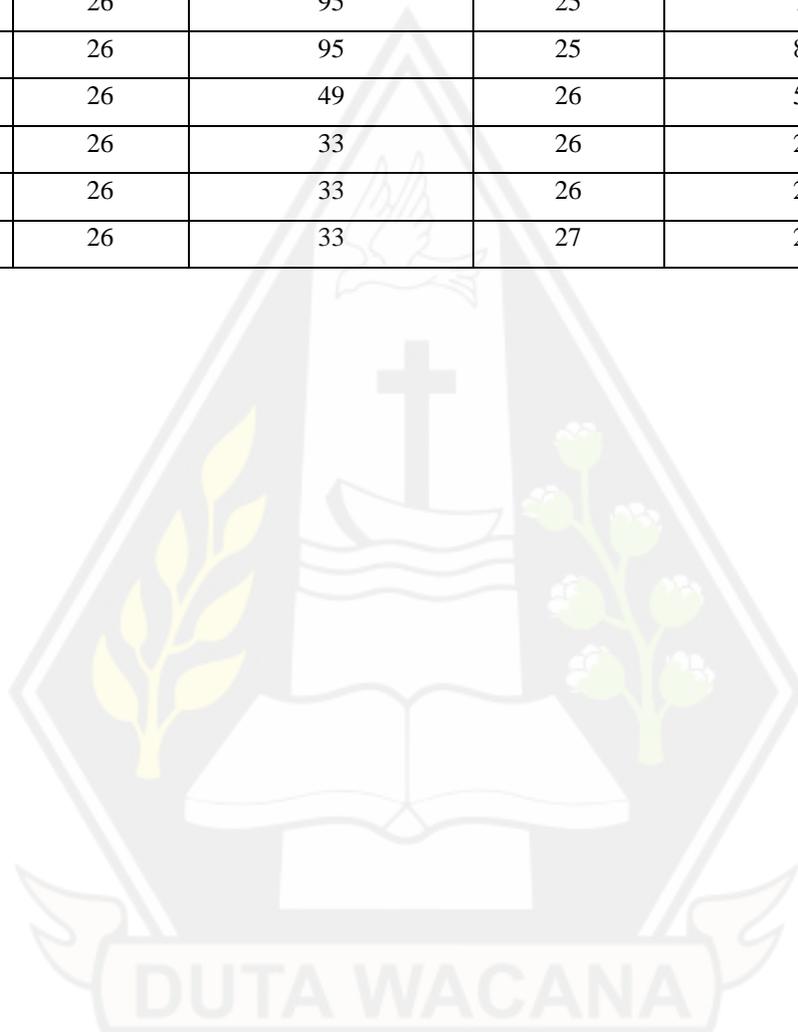
Tabel 4.7

Hasil pengujian sensor kelembaban tanah dengan perbandingan EC sensor

No.	Modul Kelembaban Tanah	EC Sensor
1	4	211
2	6	510
3	7	600
4	9	726
5	10	854
6	13	961
7	11	957
8	8	865
9	4	561
10	5	457

Tabel 4.8 Hasil pengujian Modul sensor DHT11 dengan perbandingan temperatur digital

No.	Temperatur	Kelembaban Udara	Temperatur	Kelembaban Udara
1	23	92	24	78
2	23	93	23	78
3	23	94	25	77
4	23	95	25	80
5	26	95	25	78
6	26	95	25	80
7	26	49	26	53
8	26	33	26	28
9	26	33	26	28
10	26	33	27	28



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan analisa terhadap hasil perancangan alat monitoring dan penyiraman lahan pertanian berbasis IoT dengan akuisisi data menggunakan jaringan LoRa didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan jaringan LoRa sebagai media transmisi data dalam lahan terbuka dapat terbukti baik karena kecepatan transmisi di bawah 100 ms yang menandakan transmisi data sangat cepat.
2. Kemampuan modul LoRa RA-02 untuk digunakan pada lahan pertanian dengan luasan 400 m² menunjukkan performa yang cukup baik dengan kuat sinyal antara -60 dBm sampai -113 dBm dengan daya sebesar 93 mA.
3. Hasil pengujian modul sensor DHT11 memiliki akurasi yang tidak jauh dari pengukur suhu dan kelembaban udara digital, sehingga peneliti mengambil kesimpulan modul dapat bekerja dengan baik. Tetapi untuk modul kelembaban tanah yang dibandingkan dengan EC sensor menunjukkan hasil nilai perbandingan yang sangat jauh, sehingga perlu dilakukan kalibrasi untuk mendapatkan nilai yang sesuai digunakan untuk penyiraman pada lahan pertanian.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, peneliti mendapatkan beberapa saran yang berguna untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Penggunaan baterai dengan ukuran kapasitas besar atau panel surya atau sumber daya alternatif lainnya jika dalam lahan pertanian tidak terdapat jalur listrik untuk menjaga *node* sensor yang digunakan tetap aktif.

2. Menggunakan jenis modul LoRa yang digunakan dengan model selain LoRa RA-02 untuk mengetahui kemampuan jangkauan dari perangkat LoRaWAN dengan spesifikasi dan tipe berbeda.
3. Melakukan pengujian batas maksimum yang dapat diterima *node gateway* dalam satu jaringan.
4. Perlu dikembangkan antarmuka dengan basis aplikasi atau website untuk mempermudah pengguna dalam membaca data yang terkumpul oleh sensor dan melakukan perubahan aturan pada alat.



DAFTAR PUSTAKA

- Consortium, S. (2022). *An Introduction to I / Q Signals Demodulation*. 1–3.
- Eric, B. (2018). *LoRa Documentation*. <https://lora.readthedocs.io/en/latest/#EspressifSystem>.
- EspressifSystem. (2022). *ESP-IDF Programming Guide*.
- Feby, N. (2011). ANALISIS RSSI (RECEIVE SIGNAL STRENGTH INDICATOR) TERHADAP KETINGGIAN PERANGKAT WI-FI DI LINGKUNGAN INDOOR Nila Feby Puspitasari Pendahuluan Latar Belakang Masalah Batasan Masalah Tujuan dan Manfaat Penelitian Dasar Teori Wi-Fi (Wireless Fidelity) Ars. *Jurnal Ilmiah Dasi*, 15(04), 32–38.
- Lee, H. C., & Ke, K. H. (2018). Monitoring of Large-Area IoT Sensors Using a LoRa Wireless Mesh Network System: Design and Evaluation. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 67(9), 2177–2187. <https://doi.org/10.1109/TIM.2018.2814082>
- Minarsih, S., & Hanudin, E. (2020). Kualitas Tanah Pada Beberapa Tipe Penggunaan Lahan. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Peternakan Terpadu Ke-3*, 592–602. <https://202.91.10.50/prosiding/index.php/pertanian/article/view/1300%0Ahttps://202.91.10.50/prosiding/index.php/pertanian/article/viewFile/1300/1118>
- Nguyen, T. T., Nguyen, H. H., Barton, R., & Grossetete, P. (2019). Efficient Design of Chirp Spread Spectrum Modulation for Low-Power Wide-Area Networks. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(6), 9503–9515. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2929496>
- OASIS. (2019). MQTT Version 5.0 OASIS Standard. *MQTT.Org, March*, 137. <https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/os/mqtt-v5.0-os.html>
- Rachmawati, R. R. (2021). SMART FARMING 4.0 UNTUK MEWUJUDKAN PERTANIAN INDONESIA MAJU, MANDIRI DAN MODEREN Smart Farming 4.0 to Build Advanced, Independent, and Modern Indonesian Agriculture. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 38(2), 137–155. <http://dx.doi.org/10.21082/fae.v38n2.2020.137-155>
- Ramadhani, A., Rusdinar, A., & Fuadi, A. Z. (2021). Real Time Communication

