

**ANALISIS UNJUK KERJA SISTEM *MONITORING* KELEMBABAN
TANAH DENGAN MEDIA TRANSMISI LoRa DI KEBUN NANAS**

(Skripsi)

Oleh

HARDIAWAN YUNANTO

1815031069



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRACT

PERFORMANCE ANALYSIS OF SOIL MONITORING SYSTEM USING LoRa TRANSMISSION MEDIA IN PINEAPPLE PLANTATIONS

By:

HARDIAWAN YUNANTO

Indonesia is the third largest pineapple producer in Southeast Asia after the Philippines and Thailand with a market contribution of 23%. Indonesia's pineapple production in 2018 occupies the 4th position in fruit production with a total production of 1,795,986 tons. The need for pineapples is very high at home and abroad so that an effective agricultural system is needed to increase the production of pineapple plants in terms of quantity and quality. One of the factors that can affect the good and bad quality of pineapple plant growth is sufficient soil moisture.

From these problems the author initiated to design a soil moisture monitoring system in pineapple plants that can be seen anywhere and anytime. This system uses an ESP32 microcontroller with DFRobot SEN0308 as a soil moisture sensor, then LoRa E32 as a data transmission medium. Then this system will be connected to a data visualization platform that can be accessed from anywhere and anytime via smartphones and computers.

This study uses 2 main scenarios with different success rates. In scenario 1, the success rate of soil moisture data is 89.85% and temperature data is 97.56% for node 1; soil moisture data 89.55% and temperature data 95.54% for node 2; and soil moisture data 89.61% and temperature data 97.20% for node 3. Then in scenario 2, the success rate of soil moisture data is 91.47%, temperature data is 99.57% and voltage data is 99.49% for node 1; soil moisture data 99.57%, temperature data 99.91% and stress data 99.91% for node 2; and 99.91% soil moisture data, 99.74% temperature data and 99.66% stress data for node 3.

Keywords: pineapple, soil moisture, ESP32, LoRa, DFRobot SEN0308, Percentage of success of data transmission.

ABSTRAK

ANALISIS UNJUK KERJA SISTEM *MONITORING* KELEMBABAN TANAH DENGAN MEDIA TRANSMISI LoRa DI KEBUN NANAS

Oleh:

HARDIAWAN YUNANTO

Indonesia merupakan negara dengan penghasil nanas terbesar ketiga di Asia Tenggara setelah Filipina dan Thailand dengan nilai kontribusi pasar sebesar 23%. Produksi nanas Indonesia di tahun 2018 menempati posisi ke-4 produksi tanaman buah-buahan dengan total produksi mencapai 1.795.986 ton. Kebutuhan akan adanya buah nanas sangat tinggi didalam maupun luar negeri sehingga diperlukannya sistem pertanian yang efektif untuk meningkatkan produksi tanaman nanas dalam segi kuantitas dan kualitas. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi baik dan buruknya kualitas pertumbuhan tanaman nanas adalah kelembaban pada tanah yang cukup.

Dari permasalahan tersebut penulis menginisiasi untuk merancang sebuah sistem *monitoring* kelembaban tanah pada tumbuhan nanas yang dapat dilihat dimanapun dan kapanpun. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan DFRobot SEN0308 sebagai sensor kelembaban tanah, lalu LoRa E32 sebagai media transmisi data. Lalu sistem ini akan terhubung dengan platform visualisasi data yang bisa diakses dari manapun dan kapanpun melalui *smartphone* dan komputer.

Penelitian ini menggunakan 2 skenario utama dengan tingkat keberhasilan yang berbeda. Pada skenario 1, tingkat keberhasilan data *soil moisture* 89,85% dan data suhu 97,56 % untuk node 1; data *soil moisture* 89,55% dan data suhu 95,54% untuk node 2; dan data *soil moisture* 89,61% dan data suhu 97,20% untuk node 3. Lalu pada skenario 2, tingkat keberhasilan data *soil moisture* 91,47%, data suhu 99,57% dan data tegangan 99,49% untuk node 1; data *soil moisture* 99,57% data suhu 99,91% dan data tegangan 99,91% untuk node 2; dan data *soil moisture* 99,91% data suhu 99,74% dan data tegangan 99,66% untuk node 3.

Kata Kunci: nanas, kelembaban tanah, ESP32, LoRa, DFRobot SEN0308, Persentasi Keberhasilan Transmisi data.

**ANALISIS UNJUK KERJA SISTEM *MONITORING* KELEMBABAN
TANAH DENGAN MEDIA TRANSMISI LoRa DI KEBUN NANAS**

Oleh

HARDIAWAN YUNANTO

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Univeritas Lampung**



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

2022

Judul Skripsi : **UNJUK KERJA SISTEM MONITORING KELEMBABAN TANAH DENGAN MEDIA TRANSMISI LORA DI KEBUN NANAS**

Nama Mahasiswa : **Hardiawan Yunanto**
Nomor Pokok Mahasiswa : **1815031069**

Jurusan : **Teknik Elektro**

Fakultas : **Teknik**

MENYETUJUI

1. **Komisi Pembimbing**



Dr.-ing. Melvi, S.T., M.T.
NIP. 197301182000032001



Aryanto, S.T., M.T.
NIP. 199006212019031011

2. **Mengetahui**

Ketua Jurusan
Teknik Elektro



Herlinawati, S.T., M.T.
NIP. 19710314 199903 2 001

Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.
NIP. 19740422 200012 2 001

MENGESAHKAN

3. Tim Penguji

Ketua : Dr.-ing. Melvi, S.T., M.T.



Sekretaris : Aryanto, S.T., M.T.

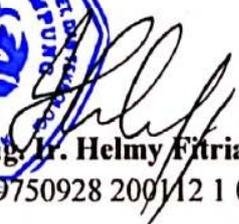


Penguji : Dr.-ing Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.



4. Dekan Fakultas Teknik




Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. J
NIP. 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 12 Agustus 2022

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hardiawan Yunanto

NPM : 1815031069

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini dibuat tidak ada terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan di dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandarlampung, 22 Agustus 2022

Hardiawan Yunanto
NPM. 1815031069

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, 30 Oktober 2000. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Harsono Sucipto dan Ibu Enen Yunengsih.

Penulis memulai pendidikan di TK Al-Hikmah pada tahun 2005-2006, SDN 1 Sukarame pada tahun 2006-2012, SMPN 4 Bandar Lampung pada tahun 2012-2015, dan SMAN 3 Bandar Lampung pada tahun 2015-2018.

Penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung pada tahun 2018 melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) sebagai anggota divisi Media Informasi pada periode 2019 dan periode 2020. Penulis juga mengikuti lembaga riset Unila Robotika dan Otomasi (URO) sejak 2019 sebagai anggota dan sebagai ketua divisi *Racing Plane* (RP) URO Unila pada 2020.

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya kecil ini dengan rasa hormat,
cinta dan kasih sayang, kepada:

Bapak dan Ibu yang terkasih

Harsono Sucipto dan Enen Yunengsih

Serta

Saudari:

Handini Pujitiasih

Hesti Setianingrum

Hidayati Putri Ambarsari

Yang telah menjadi motivasi dan inspirasi serta tiada
hentinya memberikan dukungan dan do'a-nya:

Eltics 2018

HIMATRO UNILA

Unila Robotika & Otomasi

Drone Nirwana Bentala

Terima kasih atas kekeluargaan, do'a, serta dukungan
yang selalu mengiringi hingga merasa lebih baik dari
hari ke hari

MOTTO HIDUP

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan,”

(QS. Al-Insyirah 94: ayat 5)

“Life needs more than solving everyday problems. You need to be
awake and excited about the future”

(Elon Musk - CEO SpaceX, TESLA, Starlink)

“A person who is happy is not because everything is right in his life,
He is happy because of his attitude towards everything in his life is
right”

(Sundar Pichai – CEO Google & Alphabet)

“Veni, vidi, vici”

(Julius Caesar – Jendral Romawi pada tahun 47 SM)

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim.

Alhamdulillah rabbil'alamin. Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

Skripsi dengan judul “UNJUK KERJA SISTEM *MONITORING* KELEMBABAN TANAH DENGAN MEDIA TRANSMISI LoRa DI KEBUN NANAS ” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Dalam penulisan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng., Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Ibu Herlina, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
4. Unila Robotika Otomasi (URO) dengan pimpinan Bapak Dr.-ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc. yang telah membantu dalam memberikan ide dan fasilitas dalam penyelesaian pelaksanaan penelitian ini.
5. Bapak Dr. Ing. Melvi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan ilmu, bimbingan, bantuan, arahan, masukan, motivasi, dan pandangan kehidupan kepada penulis disetiap kesempatan dengan baik dan ramah.
6. Bapak Aryanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan ilmu, bimbingan, bantuan, arahan, masukan, motivasi, dan pandangan kehidupan kepada penulis disetiap kesempatan dengan baik dan ramah.
7. Bapak Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun kepada penulis.

8. Bapak Herri Gusmedi, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik dari semester 1 hingga sampai sekarang yang telah memberikan arahan, nasehat, dan bimbingan yang membangun bagi penulis dalam masa perkuliahan.
9. Segenap dosen di Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama menempuh pendidikan perkuliahan.
10. Segenap staff di Jurusan Teknik Elektro yang telah membantu penulis baik dalam hal administrasi dan lain-lain.
11. Keluarga Besar Unila Robotika dan Otomasi yang memberikan banyak ilmu, masukan dan saran kepada penulis yang tidak bisa dibayarkan.
12. ITIK'S Army yang telah memberi semangat, bantuan dan canda tawa kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
13. Letingku Teknik Elektro'18, terimakasih atas semangat dan kebersamaannya selama menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Elektro.
14. Keluarga Besar HIMATRO yang telah memberikan ilmu dan pengalaman kepada penulis selama pendidikan baik secara langsung maupun tak langsung.
15. Seluruh pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi kemajuan bersama. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Alhamdulillahil'alamin

Bandar Lampung, 22 Agustus 2022

Penulis

Hardiawan Yunanto

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---------------------------------|---------|
| ABSTRACT | ii |
| ABSTRAK | iii |
| LEMBAR PERSETUJUAN..... | v |
| LEMBAR PENGESAHAN | vi |
| SURAT PERNYATAAN..... | vii |
| RIWAYAT HIDUP..... | viii |
| PERSEMBAHAN | ix |
| MOTTO HIDUP | x |
| SANWACANA..... | xi |
| DAFTAR ISI..... | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR TABEL..... | xvii |
| I. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.3. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.4. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.6. Hipotesis..... | 3 |
| 1.7. Sistematika Penulisan..... | 4 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1. Penelitian Terdahulu | 5 |
| 2.2. Kelembaban Tanah..... | 7 |

| | |
|--|----|
| 2.3. ESP32 Dev Kit C V4..... | 7 |
| 2.4. DFRobot SEN0308 | 9 |
| 2.5. DHT22..... | 10 |
| 2.6. INA219..... | 12 |
| 2.7. Real Time Clock (RTC) | 13 |
| 2.8. LoRa | 14 |
| 2.9. Arduino IDE | 17 |
| III. METODOLOGI PENELITIAN..... | 19 |
| 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian | 19 |
| 3.2. Komponen dan Perangkat Lunak | 19 |
| 3.3. Rancangan Sistem | 20 |
| 3.4. Diagram Alir Penelitian | 22 |
| 3.5. Diagram Blok Komunikasi Perangkat <i>Monitoring</i> Kelembaban Tanah ... | 23 |
| 3.6. Diagram Blok Perangkat <i>Node</i> | 24 |
| 3.7. Diagram Blok Perangkat <i>Gateway</i> | 25 |
| 3.8. Skenario <i>Monitoring</i> Kelembaban Tanah dengan LoRa dan Mikrokontroler | 26 |
| V. PENUTUP | 30 |
| 5.1. Kesimpulan | 30 |
| 5.2. Saran..... | 31 |
| DAFTAR PUSTAKA | 32 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32 Dev Kit C V4 | 8 |
| Gambar 2.2 Sensor DFRobot SEN0308 | 10 |
| Gambar 2.3 DHT22..... | 11 |
| Gambar 2.4 Sensor INA219..... | 12 |
| Gambar 2.5 RTC | 13 |
| Gambar 2.6 Modul LoRa | 14 |
| Gambar 2.7 Tipe Pengiriman Data Lora | 15 |
| Gambar 2.8 Arduino IDE..... | 17 |
| Gambar 2.9 Logo Thingsboard | 18 |
| Gambar 3. 1. Posisi Peletakkan <i>Node</i> dan <i>Gateway</i> | 21 |
| Gambar 3. 2. Diagram alir penelitian..... | 22 |
| Gambar 3. 3. Komunikasi Perangkat Monitoring Kelembaban Tanah..... | 23 |
| Gambar 3. 4. Ilustrasi <i>fixed transmission: ponit to point</i> | 24 |
| Gambar 3. 5. diagram blok perangkat <i>node</i> | 25 |
| Gambar 3. 6 Diagram blok perangkat <i>gateway</i> | 26 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2.1. spesifikasi mikrokontroler ESP32 DevKit C V4 | 9 |
| Tabel 2.2. Tabel spesifikasi sensor DFRobot SEN0308 | 10 |
| Tabel 2. 3 Tabel spesifikasi DHT22 | 11 |
| Tabel 2.4. Spesifikasi sensor INA219 | 12 |
| Tabel 2. 5. Spesifikasi RTC | 13 |
| Tabel 2.6 Tabel perbandingan teknologi | 14 |
| Tabel 2.7 Spesifikasi LoRa | 16 |
| Tabel 3.1 Komponen dan Perangkat Lunak | 19 |
| Tabel 3.2 Komponen pada Skenario 1 | 27 |
| Tabel 3.3 Komponen pada Skenario 2 | 28 |
| Tabel 3.4. Perbedaan komponen di skenario 1 dan skenario 2 | 29 |

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara dengan penghasil nanas terbesar ketiga di Asia Tenggara setelah Filipina dan Thailand dengan nilai kontribusi pasar sebesar 23% [1]. Tanaman nanas (*Ananas comosus*) tersebar dan tumbuh baik di Indonesia. Tanaman ini berasal dari daerah beriklim tropis di Amerika Selatan. Hampir di seluruh wilayah Indonesia merupakan daerah penghasil nanas karena didukung iklim tropis yang sesuai dengan tumbuh kembang tanaman nanas. Produksi nanas Indonesia di tahun 2018 menempati posisi ke-4 produksi tanaman buah-buahan dengan total produksi mencapai 1.795.986 ton. Provinsi dengan produksi nanas terbesar adalah provinsi Lampung dengan total mencapai 622.881 ton, diikuti oleh Jawa Tengah (202.823 ton), Jawa Barat (180.802 ton), Sumatera Utara (145.618 ton), Jawa Timur (139.234 ton), dan provinsi-provinsi lainnya menghasilkan 514.148 ton nanas [2].

PT. Great Giant Pineapple adalah perusahaan yang didirikan pada tahun 1979 dan bergerak dibidang agroindustri yaitu penanaman nanas. Jenis nanas yang ditanam adalah '*Smooth Cayenne*' (nanas tanpa duri) dengan jenis bibit sucker dan kelas bibit GP-3 atau klon nanas ukuran yang lebih besar, biasanya varietas ini digunakan sebagai buah nanas kalengan. Nanas menjadi komoditas buah unggulan dengan volume ekspor paling tinggi di Indonesia. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat, volume ekspor nanas mencapai 236.226 ton pada 2019, meningkat sebesar 7.693 ton dari tahun 2018 [3]. Menurut Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Lampung PT. Great Giant Pineapple sejak dua tahun terakhir menjadi perusahaan pengeksport nanas terbesar di dunia. Dengan lebih dari 13.000 kontainer nanas pertahun, PT. Great Giant Pineapple mampu melampaui ekspor

nanas dari Thailand dan beberapa negara penghasil nanas lainnya [4]. Dengan besarnya tingkat produksi nanas, dibutuhkan sistem pertanian efektif untuk meningkatkan produksi tanaman nanas dalam segi kuantitas dan kualitas. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas tanaman nanas baik adalah kadar air pada tanah yang cukup. Saat ini pemantauan lahan pertanian dilakukan secara manual dan pemantauan yang dilakukan masih menggunakan cara tradisional dan kurang efisien. Oleh karena itu dibutuhkan sistem *monitoring* kadar air tanah atau kadar kelembaban tanah pada perkebunan nanas.

Internet Of Things merupakan suatu konsep dimana suatu objek memiliki kemampuan untuk terhubung melalui jaringan tanpa harus melakukan interaksi langsung antar manusia, ataupun dari manusia ke perangkat komputer. *Internet of Things* dapat di terapkan dalam pertanian dalam rangka pemantauan kondisi lahan pertanian. Memanfaatkan *Internet Of Things* dalam pertanian merupakan sebuah langkah yang tepat untuk dapat memantau tanaman agar terhindar dari kegagalan panen dan mendapatkan hasil panen yang baik [5].

Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem *monitoring* kelembaban tanah pada tumbuhan hortikultura nanas dengan berbasis IoT. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan DFRobot SEN0308 sebagai sensor kelembaban tanah dan LoRa E32 sebagai media transmisi data. Dengan berbasis IoT, sistem ini terhubung dengan *platform* visualisasi data sehingga memudahkan pengguna mengakses data kelembaban tanah dari manapun dan kapanpun melalui *smartphone*.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat sistem *monitoring* kelembaban tanah yang dapat dijangkau tanpa harus melakukan interaksi langsung.
2. Membuat suatu alat yang dapat mengirimkan dan menerima data melalui media transmisi LoRa.
3. Melaporkan dan menganalisa masalah yang ditemui pada saat instalasi alat.

1.3. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana membuat perangkat yang dapat melakukan *monitoring* terhadap kelembaban tanah yang dapat dijangkau tanpa harus melakukan interaksi langsung.
2. Bagaimana merancang skenario pemasangan agar efisien dan berkelanjutan.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 dengan media transmisi LoRa.
2. Modul Sensor yang digunakan yaitu sensor DFRobot SEN0308, DHT22, RTC, Relay, Konverter dan Baterai.
3. Alat yang telah dibuat dipasang pada kebun nanas di Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah.
4. Berfokus dalam pengiriman data melalui media transmisi LoRa.
5. Hanya membahas hingga pengiriman data ke *web server*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah menghasilkannya perangkat *monitoring* kelembaban tanah berbasis IoT yang mana hasil *monitoring* disimpan di *platform* IoT dan dapat dilihat oleh semua *user* untuk memantau kelembaban tanah agar dapat melakukan penanganan.

1.6. Hipotesis

Pada penelitian ini, menggunakan dua jenis perangkat yaitu *node* dan *gateway*. Perangkat *node* berfungsi untuk melakukan *monitoring* menggunakan mikrokontroler ESP32, DFRobot SEN0308, DHT22, RTC dan LoRa. Data yang diolah oleh perangkat *node* akan dikirim ke perangkat *gateway* dengan media transmisi LoRa. Selanjutnya data akan diunggah ke *platform* visualisasi data oleh

router WiFi di perangkat *gateway*. Dengan demikian, data kelembaban tanah dapat dipantau dari jarak jauh tanpa harus datang ke lokasi perkebunan.

1.7. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini untuk memberikan suatu gambaran sederhana mengenai pembahasan tugas akhir serta untuk memudahkan pemahaman materi pada penelitian ini yang dituliskan menjadi beberapa bab, adalah sebagai berikut:

I. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, hipotesis serta sistematika penulisan pada penelitian ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori pendukung yang menjadi pengantar pemahaman dan berkaitan dengan materi penelitian yang diambil dari berbagai sumber ilmiah seperti buku dan jurnal.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memaparkan metodologi penelitian antara lain waktu dan tempat pengerjaan, alat dan bahan yang digunakan dalam pengerjaan penelitian, serta metode dan diagram penelitian yang akan digunakan dalam pengerjaan penelitian tugas akhir.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil dan menganalisa hasil data yang didapatkan dari simulasi yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir.

V. PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan dari hasil analisa dan pembahasan serta saran yang dapat diberikan

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Jorgi Taufan AJY Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung pada tahun 2021 dengan judul “Peningkatan Performa LoRa (*Long Range*) Pada Frekuensi 923 MHz Dengan Pengkodean Parameter Fisik LoRa” [6]. Penelitian ini dilakukan di Lampung dengan jarak pengiriman data yang diperoleh adalah 5,1 km pada saat di laut dan 3,7 pada saat di sawah. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis performa LoRa sehingga dapat melakukan pengiriman data hingga jarak 5 km.

Perbedaan antara penelitian ini dan penelitian yang dilakukan penulis adalah pada penelitian ini menggunakan jenis mikrokontroler Arduino Uno dan jenis LoRa yang digunakan dalam penelitian ini adalah LoRa tipe SX1276 dengan frekuensi 923 MHz sedangkan pada penelitian yang penulis lakukan menggunakan jenis mikrokontroler ESP32 DevKitC V4 dan jenis LoRa yang digunakan adalah LoRa tipe Ebyte E32-433T30D dengan frekuensi 433 MHz.

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan oleh Jorgi Taufan AJY ini adalah performa LoRa berhasil ditingkatkan sehingga jarak Komunikasi bisa mencapai 5,1 km pada saat di laut dan 3,7 km pada saat disawah.

Selanjutnya terdapat penelitian yang dilakukan oleh Husnun Nadzif dari Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer di Universitas Negeri Semarang pada tahun 2019 dengan judul “Sistem *Monitoring* Kelembaban Tanah dan Kendali Pompa Air Menggunakan Arduino Dan Internet (Studi Kasus Pada Tanaman Terong) [7]”. Penelitian ini mengukur kelembaban tanah menggunakan sensor *soil moisture* (YL69) dengan menggunakan Arduino Uno sebagai

mikrokontrolernya. Penelitian ini menggunakan modul GSM sebagai perangkat untuk berkomunikasi ke internet. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengetahui kinerja sistem *monitoring* kelembaban tanah dan kendali pompa air menggunakan arduino dan internet.

Perbedaan antara penelitian ini dan penelitian yang dilakukan penulis adalah pada penelitian ini menggunakan jenis mikrokontroler Arduino Uno dan menggunakan modul GSM sebagai perangkat komunikasi ke internet. Penelitian ini juga menggunakan pompa air sebagai aksi respon dari keadaan tanah yang diteliti. Sedangkan pada penelitian yang penulis lakukan menggunakan mikrokontroler ESP32 DevKitC V4 dan jenis LoRa yang digunakan adalah LoRa tipe Ebyte E32-433T30D dengan frekuensi 433 MHz.

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan oleh Husnun Nadzif adalah sistem *monitoring* kelembaban tanah dan kendali pompa air pada tanaman terong berjalan dengan baik.

Terdapat juga penelitian yang dilakukan oleh Sri Widya Nengsi Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar pada tahun 2019 dengan judul ”*Monitoring* Kendaraan Menggunakan *Long Range* Radio Frekuensi Berbasis Web [8]”. Penelitian ini dilakukan di area Kampus II Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar (UINAM). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sistem *monitoring* kendaraan dengan menggunakan LoRa Radio Frekuensi yang berbasis web yang dapat meningkatkan keamanan terhadap kendaraan.

Perbedaan antara penelitian ini dan penelitian yang dilakukan penulis adalah penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, GPS, dan jenis LoRa yang digunakan dalam penelitian ini adalah Dragino LoRa Shield 915Mhz. Lalu data GPS pada kendaraan dikirim melalui LoRa kepada perangkat *gateway* untuk diunggah ke internet. Sedangkan penelitian yang penulis lakukan menggunakan ESP32 DevKitC V4 dan jenis LoRa yang digunakan adalah LoRa tipe Ebyte E32-433T30D dengan frekuensi 433 MHz. Selain itu, penelitian yang dilakukan penulis menggunakan data kelembaban tanah yang didapat dari sensor SEN0308.

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan oleh Sri Widya Nengsi adalah data yang dikirimkan oleh Dragino LoRa Shield 915Mhz dapat ditempuh oleh alat sejauh 20 km.

2.2. Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori-pori tanah yang berada di atas water tabel (air tanah yang terperangkap diatas permukaan air tanah [9]). Kadar tanah air adalah komponen penting dari sistem iklim, hidrologi, dan ekologi. Perkiraan klasik kelembaban tanah global sekitar $70 \times 10^3 \text{ km}^3$ (0,005% dari total volume bumi), dengan waktu perpanjangan 280 hari. Hal ini telah lama dikenal sebagai variabel keadaan kunci dari siklus energi dan air global karena kontrol terhadap pertukaran energi dan materi dan prosos fisik, khususnya partisi energi yang tersedia dipermukaan bumi menjadi laten (LE) dan masuk akal (H) pertukaran panas dengan atmosfer.

Kelembaban tanah erat kaitannya dengan kadar air yang dibutuhkan oleh tanaman. Kelembaban berbanding terbalik dengan suhu/temperatur. Semakin tinggi suhu maka semakin rendah nilai kelembabannya begitupula sebaliknya. Pengaruh kelembaban tanah pada tanaman hampir sama seperti suhu, karena pada dasarnya tumbuhan sangat membutuhkan air.

Tanah merupakan media tumbuh yang ideal bagi tanaman, sehingga tanaman akan tumbuh subur dan memiliki produktifitas yang baik jika ditanam di tanah. Faktor kelembaban sangat penting bagi tanah untuk proses pelapukan mineral dan bahan organik tanah, selain itu juga sebagai media gerak unsur hara ke akar-akar tanaman. Akan tetapi jika terlalu lembab maka pergerakan udara didalam tanah akan terbatas, menghalangi akar tanaman mendapatkan oksigen sehingga menyebabkan kematian

2.3. ESP32 Dev Kit C V4

ESP32 merupakan sebuah perangkat *microcontroller* yang dikemas dalam bentuk chip IC (*Integrated Circuit*) dan dirancang untuk melakukan sebuah tugas tertentu. ESP32 merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266 yang dikenalkan oleh

3. *Port*, dimana bertugas sebagai penghubung berbagai perangkat seperti LCD, sensor, memori dan perangkat lainnya ke mikrokontroler. Port terbagi menjadi dua jenis yaitu port sebagai *input* atau *output*, dan port sebagai serial.
4. *Converter Signal*, kegunaannya untuk mengubah sinyal analog menjadi digital maupunn sebaliknya. Bagian ini biasanya digunakan untuk aplikasi seperti sensor dan LCD.

Berikut untuk *input/output* diagram dan spesifikasi untuk microcontroller ESP32.

Tabel 2.1. spesifikasi mikrokontroler ESP32 DevKit C V4 [10]

| | |
|--|--|
| <i>Microprosesor</i> | Xtensa Dual-Core 32 Bit LX6, operating at 160 or 240 MHz and performing at up to 600 DMIPS |
| <i>Dimension</i> | 54,4 mm x 27,9 mm |
| SRAM | 520 kB |
| <i>Flash memory</i> | 4 MB |
| <i>Antenna</i> | Onboard Antenna |
| <i>Operating Voltage of Power Module</i> | 5V |
| <i>USB Voltage</i> | 5V \pm 0.3V |
| <i>Operating Temperature</i> | (-40) - 85 °C |
| <i>Number of Pins</i> | 32 pin |
| <i>Wi-Fi</i> | 802.11 b/g/n (802.11n up to 150 Mbps) |
| <i>Bluetooth</i> | Bluetooth v4.2 BR/EDR and Bluetooth LE specification |

2.4. DFRobot SEN0308

Sensor merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk merubah perubahan fisik seperti tekanan, kelembaban, suhu, dan lainnya menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisis. *Capasitive soil moisture sensor* SEN0308 yang diproduksi oleh DFRobot merupakan modul sensor yang digunakan untuk pengukuran kadar kelembaban pada tanah. Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan pedoman kapasitansi untuk mengukur kelembaban tanah yang

kemudian diubah menjadi tegangan analog, lalu pembacaan tegangan akan dibaca oleh mikrokontroler. Semakin basah kondisi tanah maka semakin kecil tegangan yang dikeluarkan oleh sensor. Modul sensor DFRobot SEN0308 dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sensor DFRobot SEN0308

[Sumber: The Pi Hut, <https://thepihut.com/>]

Spesifikasi *DFRobot Capacitive soil moisture sensor v0*. SEN0308 dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Tabel spesifikasi sensor DFRobot SEN0308

| | |
|--------------------------|--------------|
| <i>Supply Voltage</i> | 3.3 ~ 5.5VDC |
| <i>Output Voltage</i> | 0 ~ 3VDC |
| <i>Dimension (L x W)</i> | 175 x 30mm |

Sumber: DFRobot, <https://wiki.dfrobot.com/>.

2.5. DHT22

Sensor DHT22 merupakan modul sensor yang digunakan untuk pengukuran suhu dan kelembaban udara. Sensor ini digunakan sebagai sensor pendukung dalam mengawasi suhu sekitar pada komponen perangkat. Pada implementasinya sebuah perangkat mempunyai rentang suhu optimal saat bekerja, saat suhu perangkat melebihi ambang batas maka komponen tidak akan bekerja dengan baik bahkan

mungkin mati. Dengan demikian diperlukannya sensor suhu agar dapat memonitoring keadaan suhu pada perangkat. Salah satu sensor suhu dan kelembaban yang ada dipasaran adalah sensor DHT11 dan DHT22. Penelitian ini menggunakan sensor DHT22, sensor ini dipilih karena sensor DHT22 lebih akurat dan mempunyai range pengukuran yang lebih lebar dibanding DHT11. Sensor suhu DHT22 dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 DHT22

[Sumber: Voltaat, <https://www.voltaat.com/>]

Spesifikasi sensor suhu DHT22 dapat dilihat pada Tabel 2.3.

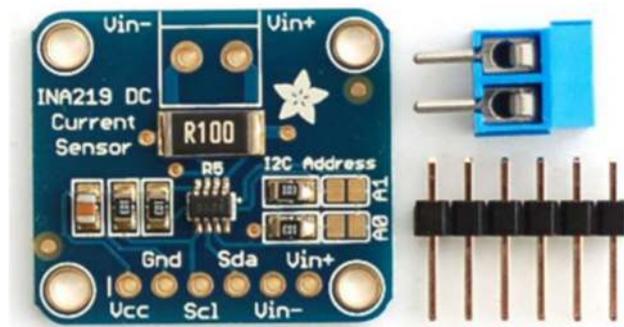
Tabel 2. 3 Tabel spesifikasi DHT22

| | |
|-------------------------------|--------------------------|
| Tegangan kerja | 3.3V - 5V |
| Arus maksimum | 2.5mA |
| Range pengukuran kelembaban | 0 - 100% |
| Akurasi pengukuran kelembaban | 2 - 5% |
| Range pengukuran suhu | -40°C - 80°C |
| Akurasi pengukuran suhu | 0.5°C |
| Ukuran | 15.1 mm x 25 mm x 7.7 mm |

Sumber: Muhammad Habib, <https://www.mahirelektro.com/>.

2.6. INA219

Sensor INA219 merupakan modul sensor yang digunakan untuk mengukur arus, tegangan dan daya pada suatu rangkaian dengan tingkat keakurasian yang tinggi [11]. Sensor ini menggunakan jalur komunikasi I2C dengan menggunakan pin SDA dan SCL pada mikrokontroler. Sensor INA219 menyediakan *address* untuk komunikasi I2C nya. Dengan demikian pengguna dapat menggunakan satu pin I2C untuk beberapa komponen, dengan ketentuan penggunaan *address* komponen satu sama lain tidak boleh sama. Sensor INA219 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Sensor INA219 [11].

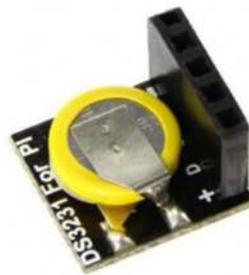
Sensor INA219 merupakan sensor pendukung yang digunakan dalam penelitian ini. Sensor ini digunakan setelah mendapatkan beberapa permasalahan pada perangkat *node* pada beberapa kali uji coba pemasangan. Sensor ini digunakan sebagai pemantau kapasitas baterai pada perangkat *node*, sehingga pengguna dapat menanggulangi permasalahan baterai pada perangkat *node*. Adapun spesifikasi sensor INA219 dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Spesifikasi sensor INA219 [11]

| | |
|---------------------|--------------------------|
| Tegangan kerja | 3.3V - 5V |
| Maksimal pengukuran | 26 VDC dan 3,2 A |
| Suhu operasi | -40°C - 125°C |
| Tingkat ketelitian | 1% |
| Ukuran | 15.1 mm x 25 mm x 7.7 mm |

2.7. Real Time Clock (RTC)

RTC (Real Time Clock) merupakan sebuah modul yang berfungsi untuk menjalankan fungsi waktu dan tanggal secara *realtime*. Komponen ini dapat berdiri sendiri, maksudnya adalah komponen ini mempunyai *power supply* mandiri dan tidak bergantung pada mikrokontroler yang dipakai. Sehingga waktu yang telah diatur pada saat pertama kali akan terus berjalan walaupun komponen ini tidak terhubung dengan *power supply* manapun. Pada penelitian ini RTC digunakan untuk mengatur pengiriman data agar lebih terjadwal. Komponen RTC dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 RTC

[Sumber : Fab-to-Lab, <https://www.fabtolab.com/>]

Adapun spesifikasi lebih lanjut terkait RTC DS3231 adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 5. Spesifikasi RTC

| | |
|---------------------|--|
| Tegangan kerja | 2.3V - 5V |
| Konsumsi arus | 500 nA (saat bekerja) |
| Suhu operasi sensor | -40°C - 85°C |
| Akurasi | 5 ppm |
| Fungsi | Detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, tahun |

Sumber: Fab-to-Lab, <https://www.fabtolab.com/>

2.8. LoRa

LoRa (*Long Range*) adalah teknologi komunikasi nirkabel jarak jauh yang menggunakan radio frekuensi. Lora merupakan salah satu teknologi LPWAN (*Low Power Wide Access Network*) dengan frekuensi operasi yang berbeda disetiap daerahnya. Pada kawasan Asia frekuensi yang digunakan yaitu 433 MHZ, di Eropa nilai frekuensi yang digunakan yaitu 868 MHZ, sedangkan di Amerika Utara frekuensi yang digunakan yaitu 915 MHZ [12]. Modul LoRa dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Modul LoRa [13]

LoRa merupakan teknologi yang pertama kali dibuat oleh perusahaan Semtech pada tahun 2013. Teknologi ini mempunyai keunggulan dapat berkomunikasi dalam area yang relatif luas namun dengan pemakaian daya yang rendah, sehingga banyak digunakan dalam perangkat LPWAN. Kemunculan Lora dapat mengungguli beberapa teknologi yang telah ada sebelumnya, seperti Bluetooth, Wifi, ZigBee, dan RFID.

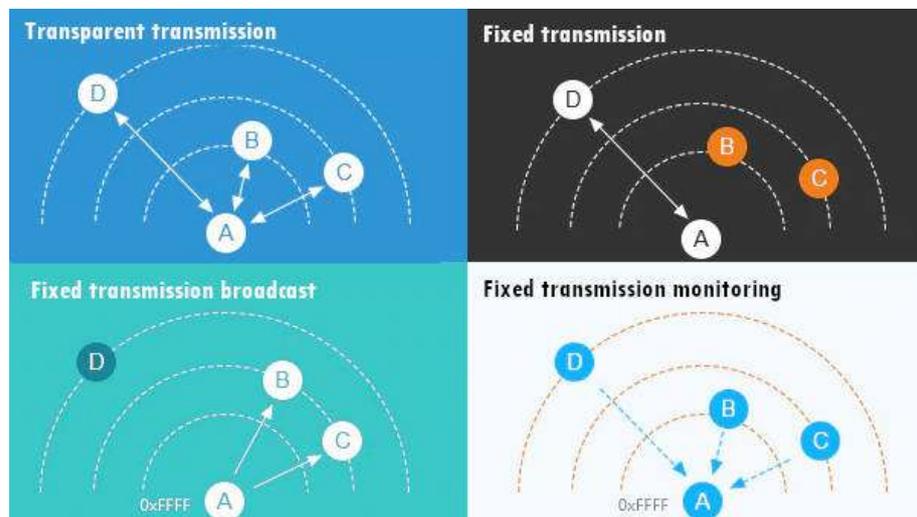
Tabel 2.6 Tabel perbandingan teknologi [14].

| No. | Teknologi | Jarak | Max. Rate | Konsumsi daya |
|-----|-----------|--------|-----------|---------------|
| 1. | Bluetooth | 10 m | 2 MB/s | Low |
| 2. | Wifi | 0~60 m | 54 MB/s | High |

| No. | Teknologi | Jarak | Max. Rate | Konsumsi daya |
|-----|-----------|----------|-----------|---------------|
| 3. | RFID | 0~100 m | 10 KB/s | Low |
| 4. | ZigBee | 0~1500 m | 250 KB/s | Low |
| 5. | LoRa | 0~15 km | 600 KB/s | Low |

Ditinjau dari tipe pengiriman data, Lora mempunyai empat tipe pengiriman data, yaitu:

- Transparent*, tipe jenis ini memungkinkan antara *device slaves* dan *device master* berkomunikasi secara dua arah.
- Fixed transmission*, tipe jenis ini memungkinkan komunikasi satu arah terjadi antara satu *device slaves* dan satu *device master*.
- Fixed transmission broadcast*, tipe ini memungkinkan komunikasi satu arah terjadi antara satu *device master* dengan beberapa *device slaves*.
- Fixed transmission monitoring*, tipe ini memungkinkan komunikasi satu arah terjadi antara banyak *device slaves* dengan satu *device master*.



Gambar 2.7 Tipe Pengiriman Data Lora
[sumber : Renzo Mischianti, <https://www.mischianti.org/>]

Penelitian ini menggunakan LoRa tipe E32-TTL-1W. E32-TTL-1W adalah modul transceiver nirkabel 1W, beroperasi pada 410-441MHz dari SEMTECH. Modul

ini mengadopsi teknologi *spread spectrum* LoRa, yang berarti jarak transmisi lebih jauh dari sebelumnya. Kelebihan modul ini adalah penggunaan daya yang lebih terkonsentrasi dan kinerja anti-interferensi yang lebih baik [13]. Adapun spesifikasi LoRa tipe E32-TTL-1W dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7 Spesifikasi LoRa [13].

| <i>Parameter</i> | <i>Value</i> | <i>Remark</i> |
|--------------------------------|--|--|
| <i>Working frequency</i> | 410~441 MHz | <i>Default: 433MHz</i> |
| <i>Transmitting power</i> | 21~30 dBm | <i>Default: 30dBm (About 1W)</i> |
| <i>Receiving sensitivity</i> | -147 dBm | <i>Air data rate: 0.3kbps</i> |
| <i>Air data rate</i> | 0.3k~19.2kbps | <i>Default: 2.4kbps</i> |
| <i>Test distance</i> | <i>Up to 8000 meter</i> | <i>In open and clear air, with maximum power, 5dBi antenna gain, height of 2 m, air data rate: 2.4kbps</i> |
| <i>Size</i> | 24 x 43 mm | <i>Without SMA (antenna)</i> |
| <i>Communication interface</i> | UART | <i>Baud rate: 1200~115200, default: 9600</i> |
| <i>Power supply</i> | 3.3 ~ 5.2 V | <i>Default: 5.0</i> |
| <i>Communication level</i> | 3.3 V | <i>For 5V TTL, it may be at risk of burning down</i> |
| <i>Transmitting current</i> | 106 mA ~ <i>Instant power consumption</i> | - |
| <i>Receiving current</i> | 15 mA | - |
| <i>Turn-off current</i> | 4 μ A | <i>Software is shut down</i> |
| <i>Operating temperature</i> | -40 ~ +85 $^{\circ}$ C | - |
| <i>Max Tx power</i> | 19 ~ 30 dBm | - |
| <i>Air data rate</i> | 0.3kbps ~ 19.2 kbps | <i>Controlled via user's, default: 2.4kbps</i> |

2.9. Arduino IDE



Gambar 2.8 Arduino IDE

[sumber: Arduino, <https://www.arduino.cc/>]

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan *software* yang berfungsi untuk membangun program yang akan dijalankan oleh mikrokontroler. *Software* ini menggunakan bahasa pemrograman C dalam pembuatan programnya. Selain sebagai editor program, Arduino IDE memiliki kemampuan untuk meng-*compile* atau memverifikasi program yang telah dibuat sehingga memudahkan seorang programmer dalam membangun sebuah program.

Arduino IDE mempunyai struktur dasar alam membuat sebuah program atau *sketch*, yaitu *void setup()* dan *void loop()*. *Void setup()* merupakan sebuah fungsi yang dijalankan hanya satu kali pada sebuah program, fungsi ini digunakan untuk mempersiapkan semua yang dibutuhkan dalam menjalankan program. *Void loop()* merupakan isi dari program yang dibangun. Fungsi ini dijalankan terus-menerus (*looping*) hingga perangkat dimatikan.

2.10. Thingsboard

Sebuah perangkat IoT memerlukan sebuah platform untuk menyimpan dan memvisualisasikan data yang telah diproses. ThingsBoard adalah platform IoT *open source* untuk pengumpulan data, pemrosesan, visualisasi, dan manajemen

perangkat [15]. Platform ini memungkinkan konektivitas perangkat melalui protokol IoT standar industri, seperti MQTT, CoAP, dan HTTP dan mendukung penyebaran *cloud* dan lokal. Pada penelitian ini menggunakan Thingsboard *Professional Edition* dengan edisi *cloud maker*.



Gambar 2.9 Logo Thingsboard

[sumber: Thingsboard, <https://thingsboard.io/>]

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian skripsi ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung dan di area perkebunan nanas Kecamatan Terbanggi Besar, Lampung Tengah. Sedangkan waktu penelitian skripsi ini dimulai dari bulan Januari – Juli 2022.

3.2. Komponen dan Perangkat Lunak

Adapun komponen dan perangkat lunak pada penelitian ini seperti pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Komponen dan Perangkat Lunak.

| No. | Nama Komponen dan Perangkat Lunak | Keterangan Penggunaan |
|-----|-----------------------------------|--|
| 1. | ESP32 Dev Kit C V4 | Sebagai pusat kontrol untuk melakukan pengolahan data |
| 2. | DFRobot SEN0308 | Sebagai sensor kelembaban tanah |
| 3. | DHT22 | Sebagai sensor suhu |
| 4. | INA219 | Sebagai sensor tegangan |
| 5. | LoRA dan Antenna | Sebagai pusat kontrol untuk pengiriman data |
| 6. | <i>Buck Boost Converter</i> | Sebagai komponen untuk menaikkan dan menurunkan tegangan |
| 7. | <i>Real Time Clock (RTC)</i> | Sebagai pengatur waktu penjadwalan |
| 8. | <i>Router WiFi</i> | Sebagai penghubung ke layanan internet |
| 9. | <i>Ethernet Network Module</i> | Sebagai komponen penghubung jaringan koneksi kabel |

| No. | Nama Komponen dan Perangkat Lunak | Keterangan Penggunaan |
|-----|-----------------------------------|---|
| 10. | <i>Relay</i> | Sebagai pemutus aliran listrik |
| 11. | Panel Surya | Sebagai sumber daya listrik |
| 12. | <i>Solar Charge Controller</i> | Sebagai kontrol pengisian daya oleh panel surya |
| 13. | Baterai | Sebagai komponen penyimpanan daya |
| 14. | ThingsBoard | Sebagai platform penyimpanan dan visualisasi data |
| 15. | Arduino IDE versi 1.8.19 | Sebagai <i>software</i> untuk membangun program yang akan dijalankan mikrokontroler |

3.3. Rancangan Sistem

Pada penelitian ini dirancang sebuah alat untuk mengamati persentase kelembaban pada tanah yang menggunakan mekanisme komunikasi radio dan dapat dilihat melalui internet. Alat ini akan dibagi menjadi dua bagian yaitu perangkat *node* dan perangkat *gateway*. *Node* memiliki tugas utama untuk membaca data sensor dan mengirimkannya ke *gateway*. Lalu *gateway* memiliki tugas utama untuk menerima data yang telah dikirimkan *node* dan mengunggahnya ke internet.

Penelitian ini menggunakan 3 *node* dan 1 *gateway* yang diletakkan pada jarak berbeda. Peletakkan *node* berada pada kebun nanas dengan jarak antara setiap *node* diatur dengan jarak 4 km, 2.5 km, dan 0.5 km dari *gateway*. Komunikasi yang dilakukan oleh *node* dan *gateway* berbasis komunikasi radio dengan frekuensi 433 MHz yang dihasilkan oleh LoRa. Data sensor yang dibaca oleh *node* akan dikirimkan ke perangkat *gateway* melalui gelombang radio dengan frekuensi yang telah ditentukan. Kemudian *gateway* akan menerima data yang telah dikirimkan *node*, lalu *gateway* akan mengirimkan data tersebut kedalam platform IoT Thingsboard.

Pada perangkat *node*, sensor *soil moisture* (sensor kelembaban tanah) diletakkan pada kedalaman 20 cm dari permukaan tanah. Kedalaman ini dianggap sesuai dengan batas optimum akar tumbuhan nanas dapat menyerap air untuk kebutuhan fotosintesis.



(a)



(b)



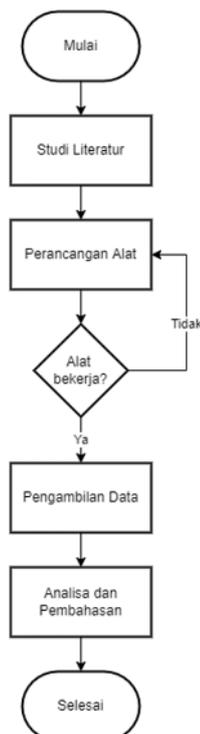
(c)

Gambar 3.1 Posisi Peletakkan *Node* dan *Gateway*

Gambar 3.1 (a) menunjukkan posisi peletakkan *node 1* dan *gateway*, Gambar 3.1 (b) menunjukkan posisi peletakkan *node 2* dan *gateway*, dan Gambar 3.1 (c) menunjukkan posisi peletakkan *node 3* dan *gateway*. Sebagai perangkat luar ruangan yang memerlukan aliran listrik secara kontinyu, perangkat ini dilengkapi dengan catu daya dari baterai dengan pasokan daya dari panel surya. Pemilihan panel surya untuk memenuhi kebutuhan konsumsi daya pada perangkat ini adalah sebesar 1 x 15 Wp untuk perangkat *gateway* dan 2 x 2 Wp / 2 x 5 Wp untuk perangkat *node*.

3.4. Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian dari penelitian ini dimulai dari studi literatur sampai dengan analisa hasil pembahasan dapat dipresentasikan dengan cara membuat sebuah diagram alir penelitian ini secara keseluruhan. Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat dalam Gambar 3.2.

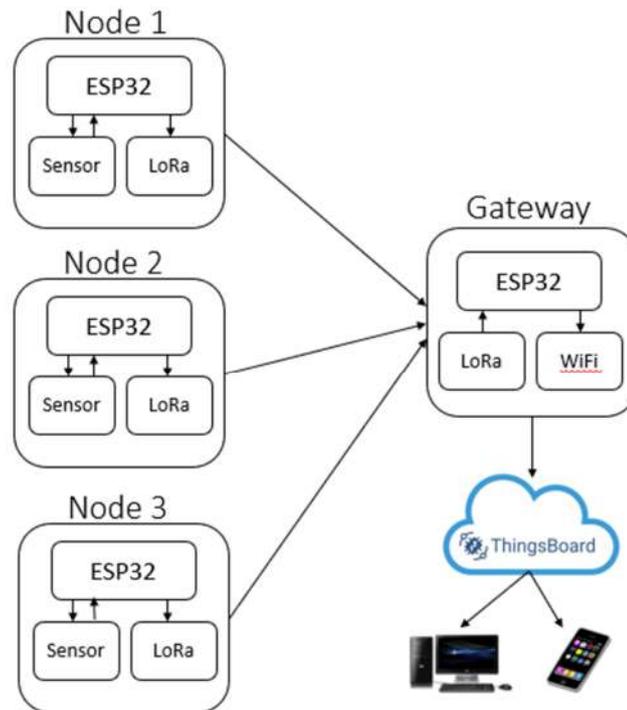


Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.2 dapat kita ketahui bahwa penelitian ini dimulai dengan cara mengumpulkan studi literatur sebagai bahan acuan untuk penelitian. Selanjutnya melakukan perancangan alat lalu dilanjutkan dengan pengujian alat tersebut, pada saat pengujian pada alat ini dilakukan apabila hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka akan kembali ke tahap pembuatan alat hingga sesuai dengan apa yang diharapkan. Setelah alat sesuai dengan apa yang diharapkan maka selanjutnya akan dilakukan pengambilan data untuk dapat dilakukannya analisa dan pembahasan pada data yang telah didapat tersebut. Penelitian ini diakhiri dengan cara penulisan skripsi.

3.5. Diagram Blok Komunikasi Perangkat *Monitoring* Kelembaban Tanah

Adapun diagram blok dari proses *monitoring* kelembaban tanah dirancang seperti Gambar 3.3.

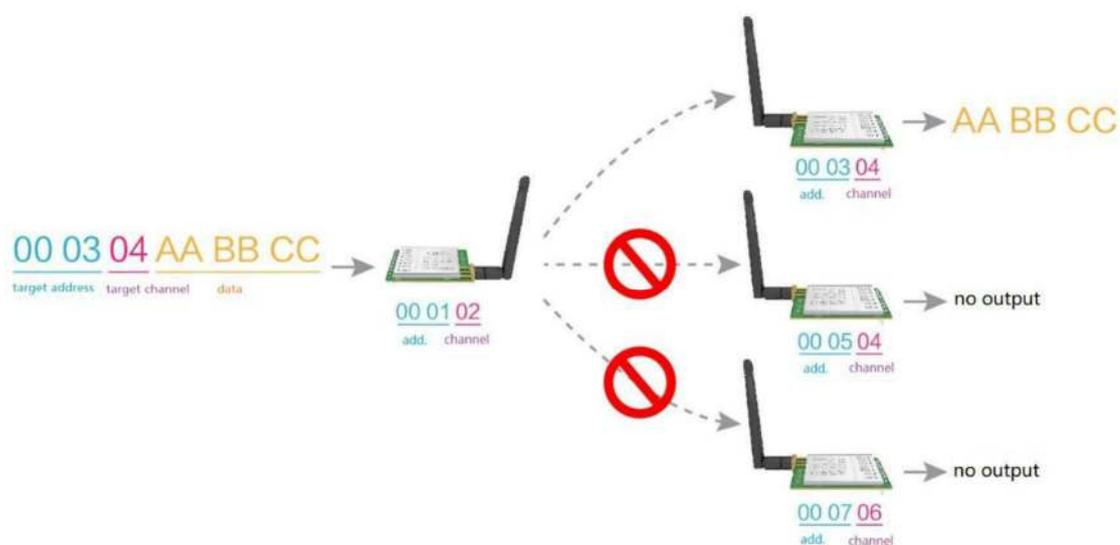


Gambar 3.3 Komunikasi Perangkat Monitoring Kelembaban Tanah

Berdasarkan Gambar 3.3 Komunikasi dilakukan secara satu arah dari *node* ke *gateway*. Pada penelitian ini menggunakan topologi jaringan *star* dengan posisi *gateway* sebagai pusat server. Proses pengiriman melalui media gelombang radio dengan frekuensi yang telah ditetapkan untuk penggunaan LoRa di kawasan Asia yaitu 433 MHz.

Komunikasi yang dipilih menggunakan metode komunikasi *fixed transmission: point to point*, yaitu komunikasi dilakukan secara satu arah secara bergantian dengan menggunakan alamat/ *address*. Untuk menggunakan jenis transmisi ini, pengguna harus menetapkan parameter pada konfigurasi dan menetapkan alamat yang ditentukan untuk setiap perangkat. Penggunaan metode komunikasi ini didasari karena beberapa permasalahan pada pengiriman data di beberapa kali uji coba pemasangan. Pemasangan sebelumnya menggunakan metode komunikasi *transparent*, dimana tipe komunikasi jenis ini memungkinkan antara *device slaves*

(*node*) dan *device master* (*gateway*) berkomunikasi secara dua arah. Pada uji coba menggunakan metode komunikasi *transparent* dianggap belum maksimal karena ada indikasi bahwa komunikasi terjadi antar *node* sehingga data tidak terkirim dengan baik pada *gateway*. Dengan demikian penulis menggunakan metode komunikasi *fixed transmission: ponit to point* pada penelitian ini dengan upaya memaksimalkan pengiriman data antara *node* dan *gateway*. Ilustrasi dari penggunaan *fixed transmission: ponit to point* dapat dijelaskan pada Gambar 3.4.



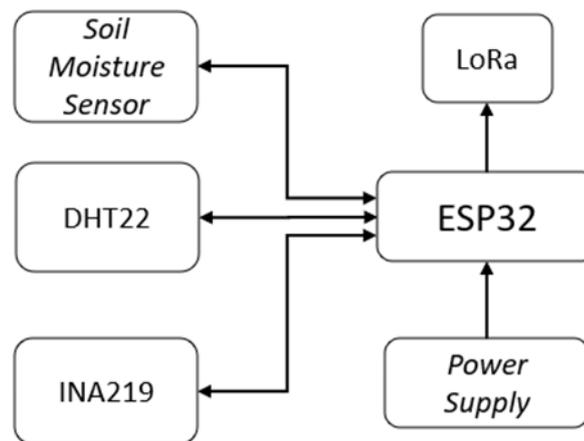
Gambar 3.4 Ilustrasi *Fixed Transmission: Ponit to Point*

[sumber: Renzo Mischinati, <https://www.mischianti.org>]

Data yang dikirim pada perangkat *node* akan diterima oleh LoRa pada perangkat *gateway* dan diolah pada mikrokontroler. Data yang sudah diolah akan dikirimkan pada platform Thingsboard melalui jaringan internet untuk ditampilkan pada *dashboard* visualisasi data.

3.6. Diagram Blok Perangkat *Node*

Adapun diagram blok perangkat *node* pada penelitian ini dirancang seperti pada gambar berikut.

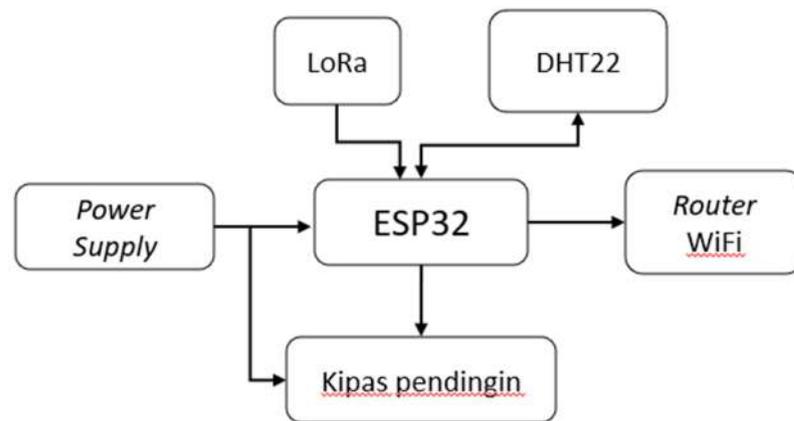


Gambar 3.5 Diagram Blok Perangkat *Node*

Pada Gambar 3.5 menunjukkan diagram blok pada perangkat *node*. Perangkat ini menggunakan beberapa komponen utama, seperti sensor *soil moisture*, DHT22, INA219, ESP32, LoRa, dan catu daya atau *power supply*. Catu daya pada perangkat ini berasal dari baterai dengan kapasitas 8 x 2500 mAh. Pasokan baterai menggunakan panel surya dengan kapasitas 2 x 5 Wp atau 2 x 2 Wp. Pembacaan sensor diawali dengan mikrokontroler (ESP32) memberikan perintah ke sensor untuk membaca kondisi lingkungan sekitarnya, lalu sensor memberikan jawaban dengan mengirimkan sinyal berupa tegangan ke mikrokontroler. Sinyal tersebut diartikan oleh mikrokontroler sesuai dengan fungsi sensor yang digunakan. Data sensor yang telah diolah akan dikirimkan menggunakan LoRa ke perangkat *gateway* melalui media gelombang radio.

3.7. Diagram Blok Perangkat *Gateway*

Adapun diagram blok perangkat *node* pada penelitian ini dirancang seperti pada Gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.6 Diagram blok perangkat *gateway*

Gambar 3.6. menunjukkan diagram blok pada perangkat *gateway*. Pada perangkat ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler, LoRa sebagai komponen transmisi data dari perangkat *node*, *router* WiFi sebagai penyedia akses internet, kipas pendingin sebagai komponen penjaga suhu kerja pada perangkat *gateway*, dan *power supply* yang berasal dari aki dengan spesifikasi 12 V 60 A. Pasokan aki didapat dari panel surya dengan kapasitas 15 Wp. Alur kerja *gateway* dimulai ketika catu daya dialirkan ke ESP32

ESP32 akan memberi perintah ke sensor DHT22 sebagai sensor suhu untuk mendeteksi suhu ruangan, ketika suhu ruangan berada pada angka 45 °C - 55 °C maka kipas akan hidup dengan kecepatan sedang dan ketika suhu ruangan lebih besar dari 55 °C maka kipas pendingin akan bekerja dengan kecepatan penuh.

3.8. Skenario *Monitoring* Kelembaban Tanah dengan LoRa dan Mikrokontroler

Pada pembuatan skripsi ini mempunyai dua skenario yang dijalankan. Adapun uraian skenario yang dijalankan adalah sebagai berikut.

1. Skenario 1

Pada skenario ini menggunakan 3 *node* dan 1 *gateway*, jarak antara setiap *node* dan *gateway* diatur sejauh 4 km, 2.5 km, dan 500 m. Perangkat *node* mempunyai skema pengiriman selama 3 menit dengan total 8 paket data. Paket data yang dikirim terdiri

dari persentase kelembaban tanah, suhu udara dan kelembaban udara. Adapun tahapan pada mode pengiriman yang dilakukan *node* adalah

- a) LoRa diatur pada mode *wake up* untuk mengirimkan data selama 3 menit.
- b) LoRa akan berubah ke mode *sleep* selama 56 menit
- c) Setelah 56 menit LoRa akan kembali ke mode *wake up* untuk mengirimkan data.
- d) Tahapan ini akan berulang terus menerus.

Disisi lain, LoRa pada *gateway* diatur untuk tidak mempunyai mode *sleep* untuk menerima data yang masuk. Selain menerima data yang dikirimkan *node*. Adapun perbedaan komponen antara *node* dan *gateway* yang digunakan pada skenario ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3.2 Komponen pada Skenario 1

| | <i>Node</i> | <i>Gateway</i> |
|---------------------|--|-------------------------|
| Sensor | DHT22, <i>capasitive soil moisture sensor</i> | DHT22 |
| Komponen komunikasi | Lora E32-TTL-1W 433T30D (node 1 dan 2), Lora E32-TTL-100mW 433T30D (node 3) | Lora E32-TTL-1W 433T30D |
| Baterai | Li-ion 8 x 2500 mAh | Aki 12 V 60 A |
| Ukuran panel surya | 1 x 15 Wp | 2 x 2 Wp |

2. Skenario 2

Pada skenario ini menggunakan 3 *node* dan 1 *gateway*, jarak antara setiap *node* dan *gateway* diatur sejauh 4 km, 2.5 km, dan 0.5 km. Perangkat *node* mempunyai skema pengiriman menggunakan penjadwalan dengan menggunakan RTC (*Real Time Clock*) sehingga pengiriman data menjadi lebih tepat waktu. Data yang dikirim terdiri 4 paket data dengan isi dari setiap paket data adalah persentase kelembaban tanah, suhu udara dan tegangan baterai. Adapun tahapan pada mode pengiriman yang dilakukan *node* dengan skenario ini adalah

- a) RTC akan membaca waktu.
- b) Bila masuk waktu penjadwalan maka mikrokontroller akan mengambil data sensor dan LoRa akan beralih ke mode *wake up* untuk mengirimkan data sebanyak 4 paket.
- c) Setelah paket selesai dikirimkan maka LoRa akan beralih ke mode *sleep* sampai penjadwalan selanjutnya.
- d) Tahapan ini akan berulang terus menerus.

Disisi lain, pada perangkat *gateway* terdapat dua mikrokontroller yang bekerja. Mikrokontroller pertama bertugas untuk menerima data dan mengirim ke platform IoT Thingsboard. Mikrokontroller kedua bertugas untuk mengelola sensor, relay dan pengaturan kecepatan kipas pendingin. Adapun perbedaan komponen antara *node* dan *gateway* yang digunakan pada skenario ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3.3 Komponen pada Skenario 2

| | <i>Node</i> | <i>Gateway</i> |
|---------------------|---|-------------------------|
| Mikrokontroller | ESP32 WROOM 32D | 2 x ESP32 WROOM 32D |
| Sensor | DHT22, <i>capasitive soil moisture sensor</i> , RTC | DHT22 |
| Komponen komunikasi | Lora E32-TTL-1W 433T30D (node 1 dan 2), Lora E32-TTL-100mW 433T30D (node 3) | Lora E32-TTL-1W 433T30D |
| Baterai | Li-ion 8 x 2500 mAh | Aki 12 V 60 A |
| Ukuran panel surya | 1 x 15 Wp | 2 x 5 Wp |

Secara umum perbedaan dari dua skenario yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4. Perbedaan komponen di skenario 1 dan skenario 2

| | Skenario 1 | | Skenario 2 | |
|------------------------|--|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| | <i>Node</i> | <i>Gateway</i> | <i>Node</i> | <i>Gateway</i> |
| Mikrokontrolle r | 1 x ESP32 DevKit C V4 | 1 x ESP32 DevKit C V4 | 1 x ESP32 DevKit C V4 | 2 x ESP32 DevKit C V4 32D |
| Panel surya | 2 x 2 Wp | 1 x 15 Wp | 2 x 5 Wp | 1 x 15 Wp |
| Penjadwalan | Menggunaka n delay pada ESP | Menggunaka n delay pada ESP | Menggunaka n RTC | Menggunaka n delay pada ESP |
| Banyak data dikirim | 8 paket data | | 4 paket data | |
| Sensor | <i>Soil moisture sensor, DHT22</i> | DHT22 | <i>Soil moisture sensor, DHT22, RTC, INA219</i> | DHT22, relay |

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan data pada penelitian “Analisis Unjuk Kerja Sistem *Monitoring* Kelembaban Tanah dengan Media Transmisi LoRa di Kebun Nanas” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat yang dibuat berhasil melakukan *monitoring* untuk kelembaban tanah menggunakan media transmisi LoRa dan berhasil mengunggah ke Thingsboard sebagai *platform* visualisasi data.
2. Berhasil menjalankan skenario 1 dengan tingkat keberhasilan data *soil moisture* 89,85% dan data suhu 97,56 % untuk node 1; data *soil moisture* 89,55% dan data suhu 95,54% untuk node 2; dan data *soil moisture* 89,61% dan data suhu 97,20% untuk node 3.
3. Berhasil menjalankan skenario 2 dengan tingkat keberhasilan data *soil moisture* 91,47%, data suhu 99,57% dan data tegangan 99,49% untuk node 1; data *soil moisture* 99,57% data suhu 99,91% dan data tegangan 99,91% untuk node 2; dan data *soil moisture* 99,91% data suhu 99,74% dan data tegangan 99,66% untuk node 3.
4. Merekomendasikan skenario 2 sebagai skenario dengan sistem terbaik dalam melakukan *monitoring* kelembaban tanah, dikarenakan tingkat persentase keberhasilan transmisi data yang tinggi dibandingkan skenario 1.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan data pada penelitian “Analisis Unjuk Kerja Sistem *Monitoring* Kelembaban Tanah dengan Media Transmisi LoRa di Kebun Nanas” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Menambahkan *data logger* pada perangkat *node* agar tetap dapat melihat data kelembaban tanah ketika perangkat *gateway* bermasalah.
2. Mengatur kembali urutan pengiriman data agar data kelembaban tanah sebagai data utama dapat dikirim secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. P. RI, "Outlook Nanas Komoditas Pertanian Sub Sektor Hortikultura," Kementerian Pertanian RI, Jakarta, 2016.
- [2] B. P. S. RI, "Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia," Badan Pusat Statistik RI, Jakarta, 2019.
- [3] databoks, "Nanas Jadi Komoditas Buah Unggulan dengan Volume Ekspor Tertinggi," 2021. [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/03/12/nanas-jadi-komoditas-buah-unggulan-dengan-volume-ekspor-tertinggi>. [Accessed 04 Januari 2022].
- [4] Lampost, "Nanas Lampung Kuasai Pasar Dunia," 2019. [Online]. Available: <https://m.lampost.co/berita-nanas-lampung-kuasai-pasar-dunia.html>. [Accessed 03 January 2022].
- [5] T. A. a. F. H. R. Gunawan, "Monitoring system for soil moisture, temperature, pH and automatic watering of tomato plants based on internet of things," *Telekontran J. Ilmu Telekomunikasi Kendali Dan Elektronika Terapan*, vol. 7, pp. 66-78, 2019.
- [6] J. T. AJY, "Peningkatan Performa LoRa pada Frekuensi 923 Mhz dengan Pengkodean Parameter Fisik LoRa," Universitas Lampung, Bandar Lampung, 2021.
- [7] H. Nadzi, "Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Kendali Pompa Air Menggunakan Arduino Dan Internet (Studi Kasus Pada Tanaman Terong)," Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2019.
- [8] S. W. Nengsi, "Monitoring Kendaraan Menggunakan Long Range Radio Frekuensi Berbasis Web," UIN Alauddin Makassar, Makassar, 2019.
- [9] R. K. Ardeana Galih Mardika, "Mengatur Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Y1-69 Berbasis Arduino pada Media Tanam

Pohon Gaharu," *JOEICT (Jurnal of Education and Information Communication Technology)*, Vols. 03, no. 02, pp. 130-140, 2019.

- [10] E. System, "ESP32-WROOM-32D & ESP32-WROOM-32U datasheet," Espressif System, Shanghai, 2022.
- [11] Adafruit, "INA219 High Side DC Current Sensor," Adafruit, 29 Januari 2021. [Online]. Available: <https://www.adafruit.com/product/904>. [Accessed 10 August 2022].
- [12] Kennedy, "Prediksi Pola Pencemaran Air Sungai Menggunakan Simple Neural Network," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 6, pp. 1590-1595, 2019.
- [13] Espressif, "E32-TTL-1W Datasheet V1.0," Chengdu Ebyte Electronic Technology, Chengdu.
- [14] K. Wang, "Application of Wireless Sensor Network based on LoRa in City Gas Meter Reading," 2017.
- [15] Thingsboard, "Thingsboard," 2022. [Online]. Available: <https://thingsboard.io/>. [Accessed 15 August 2022].

