

IMPLEMENTASI PURWARUPA WIRELESS SENSOR NETWORK UNTUK MONITORING DAN PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN MINT MENGGUNAKAN ESP32 BERBASIS IoT-LoRa

Azhar^{1*}, Sudi M. Al Sasongko², Djul Fikry Budiman³

^{1*,2,3}Universitas Mataram; Jl. Majapahit No.62, Gomong, Kec. Selaparang, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat 83115; Telepon/Fax: (0370) 633007

Received: 28 Juni 2024

Accepted: 31 Juli 2024

Published: 7 Agustus 2024

Keywords:

LoRa, Node Sensor, *firebase*, Aplikasi, RSSI

Correspondent Email:

azhar.bma2020@gmail.com

Abstrak. Permintaan industri terhadap produk berbahan tanaman mint begitu besar sehingga banyak masyarakat Indonesia yang mencoba menanam tanaman mint di pekarangan rumahnya. Kelembaban optimum dari tanaman mint antara 70% - 80% dan suhu 20°C - 30°C. Daun mint tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik apabila pengairan tidak dilakukan dengan tepat. Untuk mengatasi masalah tersebut dibuatlah sebuah alat monitoring dan penyiraman otomatis menggunakan ESP32 berbasis IoT-LoRa. Alat yang dirancang untuk mengetahui suhu dan kelembaban tanah, serta penyiraman otomatis pada tanaman mint. Sensor yang digunakan yaitu sensor DHT22 dan *soil moisture* yang terhubung dengan masing-masing node sensor. Peneliti membuat alat monitoring dengan 3 node sensor dan LoRa gateway. Sistem ini memanfaatkan perangkat monitoring, aplikasi android, dan database *firebase*. Akurasi yang dihasilkan dari sensor *soil moisture* cukup baik dengan pengujian dilakukan pada tanah basah. Nilai rata-rata kesalahan yaitu 1.525%. Selain itu, sensor DHT22 juga menunjukkan tingkat akurasi yang baik ketika diuji pada pagi, siang, dan malam hari. Rata-rata kesalahan pengukuran suhu yaitu 2.334°C dan kelembabannya yaitu 1.872%. Jangkauan komunikasi antara node sensor dan LoRa gateway setelah pengujian diperoleh jarak maksimumnya adalah 350 meter dengan nilai rata-rata RSSI sebesar -119 dBm pada area *Line of Sight* (LOS).

Abstract. The industrial demand for mint plant products is high, and many Indonesians grow them in their home gardens. The optimal humidity for mint plants is between 70%-80%, and the temperature is between 20°C-30°C. Mint leaves grow and develop well if watered correctly. Related to this issue, an automatic monitoring and watering tool was created using IoT-LoRa-based ESP32 with soil temperature and humidity sensors. The researchers created a monitoring tool with three sensor nodes and a LoRa gateway. This system utilizes monitoring devices, an Android application, and a Firebase database. The soil moisture sensor demonstrated good accuracy when tested on wet soil, with an average error rate of 1.525%. Additionally, the DHT22 sensor also showed a good level of accuracy when tested in the morning, afternoon, and evening. The average error of temperature measurement was 2.334°C and the humidity measurement was 1.872%. The communication range between the sensor nodes and the LoRa gateway, after testing, reached a maximum distance of 350 meters with an average RSSI value of -119 dBm in the Line of Sight (LOS) area.

1. PENDAHULUAN

Mint adalah ramuan aromatik yang tumbuh di daerah subtropis. Daun mint dapat menghasilkan minyak atsiri yang berguna sebagai penambah aroma dan rasa pada makanan, minuman, obat-obatan, dan produk kosmetik, serta sebagai bahan penyegar. Permintaan industri terhadap produk berbahan daun mint begitu besar sehingga banyak masyarakat Indonesia yang mencoba menanam tanaman mint di pekarangan rumahnya.

Daun mint tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik apabila pengairan tidak dilakukan dengan tepat, karena hal ini akan mempengaruhi hasil produksi. Pada masa pertumbuhan, ketersediaan air perlu diperhatikan, karena kekurangan air akan menyebabkan daun mint layu [1]. Penyediaan air yang cukup merupakan aspek penting dalam pertumbuhan tanaman, karena air mengangkut nutrisi ke daun dan berfungsi sebagai bahan penyusun sel tanaman [2]. Kelembaban optimum dari tanaman mint antara 70% - 80%, suhu 20°C – 30°C, dan intensitas cahaya penuh.

Sistem yang dapat digunakan untuk pemantauan perkebunan dan pertanian adalah *Wireless Sensor Network* (WSN). WSN adalah jaringan *ad-hoc* yang terdiri dari perangkat kecil dengan kapasitas energi dan sumber daya komputasi terbatas yang dilengkapi dengan sensor yang dapat mengumpulkan data pengukuran. Namun, ada beberapa faktor yang dapat menghambat pemasangan WSN di bidang pertanian atau perkebunan. Misalnya, sistem komunikasi tidak dapat menjangkau wilayah yang terlalu jauh, dan konsumsi daya WSN sangat tinggi. Oleh karena itu, diperlukan perangkat antarmuka komunikasi nirkabel dengan konsumsi daya yang rendah dan jangkauan komunikasi yang relatif jauh [3].

Protokol komunikasi yang dapat mendukung hal tersebut adalah protokol *Long Range* (LoRa), yang termasuk dalam kategori komunikasi jaringan area luas berdaya rendah (*Low Power Wide Area Network*, LPWAN). LoRa merupakan teknologi nirkabel berdaya rendah yang menggunakan spektrum radio pada frekuensi 433 MHz di Asia, 868 MHz di Eropa, dan 915 MHz di Amerika Utara. Di Indonesia regulasi frekuensi yang digunakan menurut Peraturan Direktur Jendral Sumber Daya dan Perangkat Pos Indonesia No. 3 Tahun 2019

frekuensi perangkat LPWA non seluler adalah frekuensi 920 - 923 MHz. Penerapan teknologi LoRa melibatkan antarmuka yang dirancang untuk menghubungkan manusia dengan komputer, khususnya pada perangkat monitoring dan kontrol yang dikembangkan [3].

Berdasarkan penjabaran diatas, maka dilakukan penelitian untuk merancang sistem yang dapat memantau dan menyiram tanaman dengan memanfaatkan teknologi LoRa, sehingga data dan informasi perkebunan atau pertanian tanaman mint dapat diakses melalui aplikasi Android dengan menggunakan database real-time Firebase. Aplikasi digunakan oleh pengguna sebagai monitor. Informasi yang dikumpulkan meliputi suhu dan kelembaban di sekitar tanaman, serta kelembaban tanah. Sistem ini juga menciptakan sistem penyiraman otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Internet of Things* (IoT)

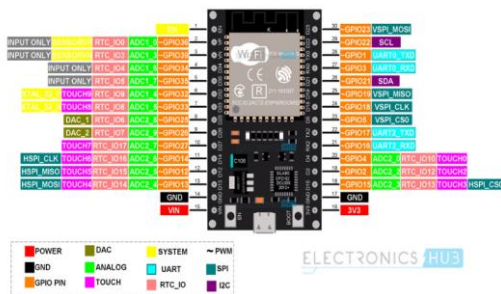
Internet of Things (IoT) adalah konsep bahwa objek dapat saling berkomunikasi dan mengirimkan data melalui Internet tanpa perlu interaksi langsung antara manusia, baik itu dari manusia ke manusia atau manusia ke komputer [4]. IoT merupakan teknologi yang memungkinkan perangkat elektronik terhubung ke internet dan dapat dikontrol secara terus-menerus dari berbagai lokasi di seluruh dunia. Contohnya pada setiap perangkat, elektronik, barang koleksi, makhluk hidup, dan termasuk makanan, terhubung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif [5].

2.2 *Wireless Sensor Network* (WSN)

Wireless Sensor Network (WSN) adalah sekumpulan node yang terstruktur dalam sebuah jaringan, dilengkapi dengan kemampuan pemrosesan data, dan mendukung berbagai aplikasi [6]. WSN adalah sistem *embedded* yang terdiri dari perangkat-perangkat seperti sensor node, *router*, dan *sink* node yang terhubung dalam jaringan. Perangkat WSN terhubung secara *ad-hoc*, memungkinkan komunikasi antar perangkat tanpa memerlukan infrastruktur jaringan seperti *access point* atau *router*.

2.3 NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah sistem berdaya rendah [7]. ESP32 merupakan mikrokontroler yang dapat terhubung dengan Wi-Fi, sehingga memungkinkan pengembangan perangkat berbasis IoT. ESP32 memiliki 48 pin, termasuk 18 pin ADC (12-bit), empat unit SPI, dan dua unit I2C [8].



Gambar 1. Modul ESP32

2.4 Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara secara relatif. Sensor ini menghasilkan data digital yang tidak memerlukan ADC, karena telah dikalibrasi secara otomatis [9].

2.5 Sensor Soil Moisture

Sensor Soil Moisture adalah perangkat yang dirancang untuk mengukur kelembaban tanah dengan cara mendeteksi kadar air di dalam tanah dan sekitarnya. Sensor ini sangat cocok digunakan untuk memantau tingkat kelembaban tanah bagi keperluan pertanian dan perkebunan [10].

2.6 Long Range (LoRa)

LoRa adalah teknik modulasi jaringan area luas berdaya rendah [11]. LoRa merupakan teknik modulasi spektrum penyebaran yang berasal dari teknologi chirp spread spektrum (CSS) [12]. Frekuensi radio yang dialokasikan terdiri dari EU 433 (433.05-434.79 MHz) dan EU 863-870 (863-870/873 MHz) di Eropa; AU915-928/AS923-1 (915-928 MHz) di Australia; US 902-928 (902-928 MHz) di Amerika Utara; DALAM 865-867 (865-867 MHz) di India; AU 915-928/AS 923-1 dan EU433 Asia Tenggara dan 2.4GHz di seluruh dunia [11].

2.7 Firebase

Firebase adalah layanan yang menyediakan database real-time dan *backend* yang dapat digunakan di berbagai platform. *Backend* merupakan bagian dari kode aplikasi yang berhubungan langsung dengan isi database. Dengan Firebase, pengembang aplikasi tidak perlu membuat *backend* sendiri, melainkan dapat menggunakan API yang telah disediakan oleh Firebase, sehingga pengembangan aplikasi dapat dipercepat. Firebase dikembangkan menggunakan database MongoDB, sehingga menggunakan tipe database NoSQL. Karena menggunakan tipe database NoSQL, struktur database Firebase bersifat fleksibel dan cepat, sehingga cocok untuk digunakan pada aplikasi berbasis *mobile* [13].



Gambar 2. Database Firebase

2.8 MIT App Inventor

MIT App Inventor adalah aplikasi inovatif yang dikembangkan oleh Google dan MIT untuk memperkenalkan serta mengembangkan pemrograman Android. Aplikasi ini mengubah bahasa pemrograman teks yang kompleks menjadi berbasis visual (*drag and drop*) dalam bentuk blok-blok. MIT App Inventor memungkinkan pembuatan aplikasi tanpa memerlukan latar belakang sebagai programmer, pemahaman tentang kode, atau pengalaman di bidang teknologi informasi. Selain untuk merancang aplikasi, App Inventor juga bisa digunakan untuk mengasah logika seperti menyusun puzzle. Bagi programmer, terdapat opsi lanjutan untuk membuat aplikasi sesuai dengan tingkat keahlian mereka [13].



Gambar 3. MIT App Inventor

3. METODE PENELITIAN

Proses pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan agar dapat mencapai hasil pengujian yang sesuai, diantaranya pengujian sensor kelembaban tanah (*soil moisture*), pengujian sensor DHT-22, pengujian jarak komunikasi LoRa, pengujian jarak komunikasi node sensor ke LoRa, pengujian penyiraman otomatis, pengujian respon waktu penyiraman otomatis, serta pengujian aplikasi antarmuka pengguna.

3.1. Perancangan Sistem

Pada alat penyiraman otomatis dan monitoring suhu dan kelembaban terdapat 3 perancangan yaitu perancangan sistem keseluruhan, perancangan node sensor dan perancangan *receiver* (LoRa gateway).

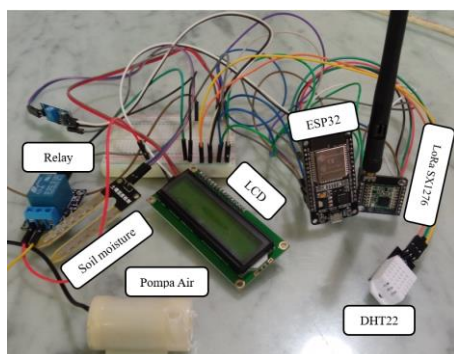
3.1.1. Blok Diagram Sistem Keseluruhan



Gambar 4. Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Pada perancangan sistem monitoring dan penyiraman otomatis terdapat node 1, node 2, dan node 3 sebagai pengirim data suhu, kelembaban, kelembaban tanah, serta status penyiraman. *Receiver* (LoRa gateway) akan menerima data yang dikirim secara berurutan dari node 1, node 2, kemudian node 3. Setelah itu data yang diterima akan dikirim ke *firebase* real-time database. Kemudian data yang diterima *firebase* dihubungkan dengan aplikasi MIT App Inventor sebagai aplikasi antarmuka pengguna.

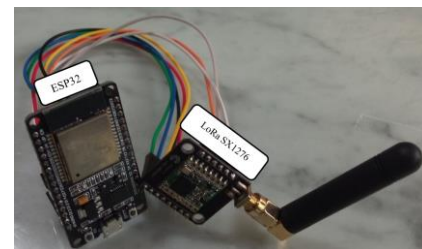
3.1.2. Blok Diagram Node Sensor



Gambar 5. Blok Diagram Node Sensor

Pada perancangan node sensor terdapat sensor DHT22 untuk mengetahui nilai suhu dan kelembaban udara, sensor *Soil Moisture* untuk mengetahui nilai kelembaban pada tanah, LCD sebagai tampilan antar muka, dan *Relay* sebagai saklar *on/off* yang terhubung dengan pompa air. Dimana semua komponen tersebut terhubung ke ESP32 yang berfungsi sebagai pengendali utama seluruh sensor, kemudian data dikirimkan menggunakan modul LoRa.

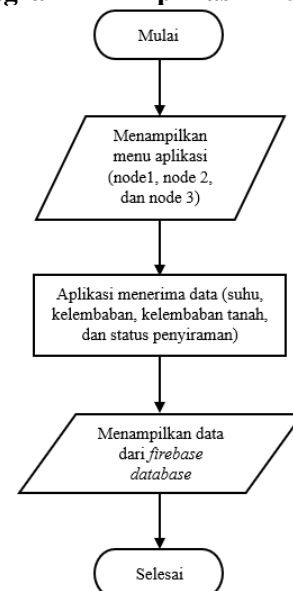
3.1.3. Receiver (LoRa Gateway)



Gambar 6. Receiver (LoRa Gateway)

Pada perancangan receiver, terdapat modul LoRa yang dihubungkan pada ESP32. Modul ini digunakan untuk menerima data yang dikirimkan melalui LoRa, yang kemudian diteruskan ke Firebase Realtime Database dan selanjutnya dikirimkan ke aplikasi Android.

3.2. Diagram Alir Aplikasi Antarmuka



Gambar 7. Proses Aplikasi Antarmuka

Perancangan aplikasi antarmuka pengguna menampilkan menu node1, node 2, dan node 3. Pada setiap menu node terdapat data

suhu, kelembaban, kelembaban tanah, dan status penyiraman. Aplikasi antarmuka pengguna diakses melalui aplikasi yang terdapat pada android. Tampilan data suhu, kelembaban, kelembaban tanah, dan status penyiraman ditampilkan secara *real-time*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sensor *soil moisture* digunakan untuk mengukur kelembaban tanah pada tanaman mint. Pengujian sensor *soil moisture* dilakukan dengan membandingkannya dengan alat referensi yaitu *soil analyzer*. Pada nilai pembacaan *soil analyzer* memiliki rentang pengukuran kelembaban mulai dari 1-10, maka nilai rentang *soil analyzer* diubah menjadi bentuk persen seperti 1 = 10% sampai 10 = 100%. Pada tabel 1 dapat dilihat perbandingan nilai ukur dari *soil moisture* dengan nilai referensi (*soil analyzer*).

Tabel 1. Hasil Pengujian Akurasi Kelembaban Tanah dengan Sensor *Soil Moisture*

No.	<i>Soil analyzer</i> (%)	<i>Soil moisture</i> (%)	Persentase Error (%)
1	65	66	1.53
2	79	80	1.26
3	76	73	3.94
4	80	83	3.75
5	85	83	2.35
6	76	77	1.31
7	92	92	0
8	85	85	0
9	90	89	1.11
10	90	90	0
Rata-rata			1.525

Berdasarkan hasil pengujian akurasi sensor kelembaban tanah (*Soil moisture*) di atas dapat dilihat bahwa pada hasil pengujian memiliki persentase *error* dibawah 5%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor kelembaban tanah cukup akurat dalam mengukur kelembaban pada tanah secara terukur. Rata-rata persentase *error* pada pengujian sebesar 1.525%, ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan sensor kelembaban tanah memiliki akurasi yang cukup baik.

Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban pada tanaman mint. Pengujian sensor DHT22 dilakukan dengan membandingkannya dengan alat referensi yaitu hygrometer. Pada tabel 2 dan

tabel 3 dapat dilihat perbandingan nilai ukur dari DHT22 dengan nilai referensi (hygrometer).

Tabel 2. Hasil Pengujian Akurasi Suhu Hygrometer dengan Sensor DHT22

No.	Hygrometer (°C)	DHT22 (°C)	Persentase Error (%)
1	22	21.7	1.36
2	24	23.4	2.5
3	25	25	0
4	27	26.7	1.11
5	26	26.2	0.76
6	29	29.5	1.72
7	24	22.7	5.41
8	23.3	23.5	0.85
9	20.1	21.1	4.97
10	19.3	20.2	4.66
Rata-rata			2.334

Berdasarkan hasil pengujian akurasi sensor DHT22 diatas dapat dilihat bahwa pada hasil pengujian memiliki persentase *error* dibawah 5%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor suhu cukup akurat dalam mengukur suhu secara terukur. Rata-rata persentase *error* pada pengujian sebesar 2.334%, ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan sensor suhu memiliki akurasi yang cukup baik.

Tabel 3. Hasil Pengujian Akurasi Kelembaban Hygrometer dengan Sensor DHT22

No.	Hygrometer (%)	DHT22 (%)	Persentase Error (%)
1	70	70	0
2	69	71	2.89
3	71	73.7	3.8
4	73	74	1.36
5	74	74.9	1.21
6	57.8	60.8	5.19
7	65.4	64.4	1.52
8	76	78	2.63
9	77	76.9	0.12
10	78	78	0
Rata-rata			1.872

Berdasarkan hasil pengujian akurasi sensor DHT22 diatas dapat dilihat bahwa pada hasil pengujian memiliki persentase *error* dibawah 5%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor DHT22 cukup akurat dalam mengukur kelembaban secara terukur. Rata-rata persentase *error* pada pengujian sebesar 1.872%, ini menunjukkan bahwa secara

keseluruhan sensor suhu memiliki akurasi yang cukup baik.

Pengujian jarak komunikasi LoRa bertujuan untuk mengetahui jarak maksimum dari modul LoRa. Skenario yang digunakan yaitu dilakukan pengujian jarak antara node sensor dan LoRa gateway dengan memonitoring informasi yang dikirim oleh node sensor dan kemudian diterima oleh LoRa gateway dengan jarak yang bervariasi. Pengujian dilakukan di area *Line of Sight* (LOS) yaitu node sensor dengan LoRa gateway saling berkomunikasi dengan keadaan sedikit halangan yaitu pepohonan dan kendaraan. Hasil data yang diperoleh dari pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Jarak Komunikasi Lora

No.	Jarak (Meter)	Rata-rata RSSI (dBm)	Kondisi
1	50	-80	Terhubung
2	100	-91	Terhubung
3	150	-102	Terhubung
4	200	-105	Terhubung
5	250	-112	Terhubung
6	300	-116	Terhubung
7	350	-119	Tidak Stabil
8	400-450	-	Tidak terhubung

Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa pada jarak 50 - 300 meter komunikasi antara LoRa masih terhubung, pada jarak 350 meter komunikasi antara LoRa sudah tidak stabil, sedangkan pada jarak 400-450 komunikasi antara LoRa tidak terhubung sama sekali. Hal ini dikarenakan semakin jauh jarak pengukuran yang dilakukan dari pengirim ke penerima dengan propagasi LOS (*Line of Sight*) maka dihasilkan nilai RSSI yang semakin menurun yang disebabkan oleh melemahnya daya sinyal yang diterima pada sisi penerima.

Pengujian komunikasi node sensor ke LoRa gateway pada tanaman mint dilakukan dengan 3 buah node sensor mengirim data secara bersamaan dengan jarak yang berbeda. Node sensor mengirim data dari sensor DHT22, *soil moisture*, dan *relay*. Setelah itu, LoRa gateway menerima informasi data berupa suhu, kelembaban, kelembaban tanah, dan status penyiraman. Pengujian dilakukan dengan memantau nilai yang dikirim dan diterima melalui *serial monitor*. Pengujian dilakukan

dengan jarak node sensor ke LoRa gateway yaitu 20 meter. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Komunikasi Node Sensor ke LoRa Gateway

No.	Node Sensor	LoRa Gateway
1	Suhu : 31 °C Kelembaban: 71.7% Kelembaban tanah:76% Penyiraman:0	Suhu : 31 °C Kelembaban:71.7% Kelembaban tanah:76% Penyiraman: 0
2	Suhu : 31.1 °C Kelembaban: 70.7% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0	Suhu : 31.1 °C Kelembaban:70.7% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0
3	Suhu : 31.1 °C Kelembaban: 70.2% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0	Suhu : 31.1 °C Kelembaban:70.2% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0
4	Suhu : 31.1 °C Kelembaban: 70.6% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0	Suhu : 31.1 °C Kelembaban:70.6% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0
5	Suhu : 31 °C Kelembaban :71.4% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0	Suhu : 31 °C Kelembaban:71.4% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0
6	Suhu : 31.1 °C Kelembaban : 72% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0	Suhu : 31.1 °C Kelembaban :72% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0
7	Suhu : 31 °C Kelembaban :70.9% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0	Suhu : 31 °C Kelembaban:70.9% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0
8	Suhu : 31.3 °C Kelembaban :70.1% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0	Suhu : 31.3 °C Kelembaban:70.1% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0
9	Suhu : 31.2 °C Kelembaban :70.1% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0	Suhu : 31.2 °C Kelembaban:70.1% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0
10	Suhu : 31.2 °C Kelembaban :70.8% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0	Suhu : 31.2 °C Kelembaban:70.8% Kelembaban tanah:76% Penyiraman : 0

Berdasarkan hasil pengujian komunikasi antara node sensor dengan LoRa *gateway* hasilnya sesuai dengan kondisi suhu dan kelembaban secara real-time, maka pengujian komunikasi 3 buah node sensor dengan LoRa *gateway* untuk memonitoring kondisi suhu dan kelembaban dari sensor suhu DHT22 dan sensor kelembaban tanah bekerja dengan baik sesuai dengan instruksi.

Pengujian penyiraman otomatis dilakukan untuk dapat mengetahui kinerja dari penyiraman otomatis yang sudah diatur pada nilai $\leq 70\%$. Jika dilakukan monitoring, nilai kelembaban tanah pada tanaman mint didapatkan kurang dari 70% maka, pompa air akan hidup. Sedangkan ketika nilai kelembaban lebih dari 80% maka, pompa air akan mati. Pengujian dilakukan dengan cara menanamkan sensor kelembaban pada tanah, lalu memantau sinkronisasi antara pompa hidup dengan nilai kelembaban pada tanah. Pada pengujian ini hanya memastikan hidup dan mati pompa air berdasarkan nilai input. Hasil pengujian penyiraman otomatis dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Penyiraman Otomatis

No.	Kelembaban tanah (%)	Kondisi Tanah	Pompa Air
1	43	Kering	Hidup
2	46	Kering	Hidup
3	50	Lembab	Hidup
4	55	Lembab	Hidup
5	62	Lembab	Hidup
6	71	Basah	Hidup
7	81	Basah	Mati
8	83	Basah	Mati
9	84	Basah	Mati
10	84	Basah	Mati

Berdasarkan hasil pengujian penyiraman otomatis diatas diperoleh hasil kondisi tanah yang dibagi menjadi tiga yaitu basah, lembap dan kering. Kondisi tanah basah adalah ketika nilai kelembaban dari tanah tersebut lebih dari 70%, lembap adalah ketika nilai kelembaban 40%-70% sedangkan kondisi tanah kering ialah ketika nilai kelembaban dari tanah tersebut kurang dari 40%. Berdasarkan data pada tabel diatas diperoleh hasil yang sesuai dengan konfigurasi, yaitu ketika nilai kelembaban tanah kurang dari 70% maka, keadaan pompa akan hidup, sebaliknya ketika nilai kelembaban tanah

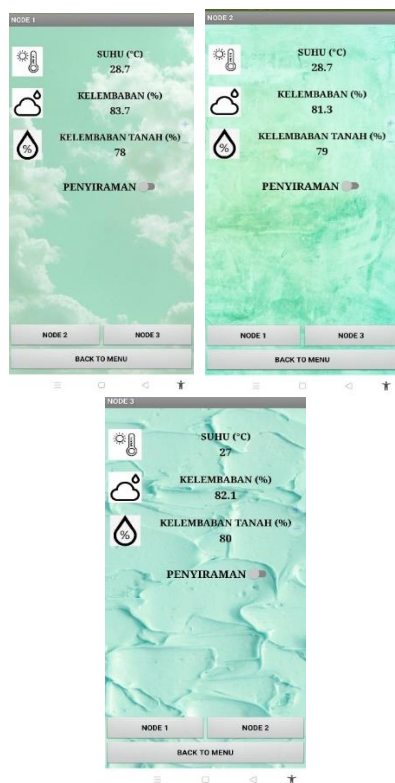
sudah lebih dari 80% maka, pompa akan dalam keadaan mati.

Pengujian aplikasi antarmuka pengguna pada aplikasi untuk memonitoring suhu dan kelembaban bertujuan untuk mengetahui kesesuaian informasi yang diperoleh dari sensor dan output pada aplikasi. Metode pengujian dilakukan dengan menyesuaikan informasi dari sensor dengan informasi yang ditampilkan pada aplikasi. Hasil pengujian aplikasi antarmuka pengguna dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Aplikasi Antarmuka Node Sensor

No.	Node Sensor	Aplikasi
1	Suhu : 27.5 °C Kelembaban: 83.7% Kelembaban tanah:78% Penyiraman:0	Suhu : 27.5 °C Kelembaban:83.7% Kelembaban tanah:78% Penyiraman:0
2	Suhu : 28.7 °C Kelembaban: 83.7% Kelembaban tanah:78% Penyiraman : 0	Suhu : 28.7 °C Kelembaban:83.7% Kelembaban tanah:78% Penyiraman : 0
3	Suhu : 28.7 °C Kelembaban: 82.9% Kelembaban tanah:78% Penyiraman : 0	Suhu : 28.7 °C Kelembaban:82.9% Kelembaban tanah:78% Penyiraman : 0
4	Suhu : 28.7 °C Kelembaban: 82.9% Kelembaban tanah:78% Penyiraman : 0	Suhu : 28.7 °C Kelembaban:82.9% Kelembaban tanah:78% Penyiraman : 0
5	Suhu : 28.7 °C Kelembaban: 81.7% Kelembaban tanah:79% Penyiraman : 0	Suhu : 28.7 °C Kelembaban:81.7% Kelembaban tanah:79% Penyiraman : 0
6	Suhu : 28.7 °C Kelembaban: 81.3% Kelembaban tanah:79% Penyiraman : 0	Suhu : 28.7 °C Kelembaban:81.3% Kelembaban tanah:79% Penyiraman : 0
7	Suhu : 28.7 °C Kelembaban :81.3% Kelembaban tanah:79% Penyiraman : 0	Suhu : 28.7 °C Kelembaban:81.3% Kelembaban tanah:79% Penyiraman : 0
8	Suhu : 27 °C Kelembaban: 82.1% Kelembaban tanah:80% Penyiraman:0	Suhu : 27 °C Kelembaban:82.1% Kelembaban tanah:80% Penyiraman:0
9	Suhu : 27 °C	Suhu : 27 °C

	Kelembaban: 82.1% Kelembaban tanah: 80% Penyiraman : 0	Kelembaban: 82.1% Kelembaban tanah: 80% Penyiraman : 0
10	Suhu : 27 °C Kelembaban: 82.1% Kelembaban tanah: 80% Penyiraman : 0	Suhu : 27 °C Kelembaban: 82.1% Kelembaban tanah: 80% Penyiraman : 0



Gambar 8. Tampilan Hasil Aplikasi Antarmuka Node 1, Node 2, dan Node 3

Berdasarkan hasil pengujian pada node diatas dapat dilihat bahwa setelah dilakukan pengujian diperoleh hasil pengujian aplikasi antarmuka mendapatkan informasi yang tertera pada aplikasi sesuai dengan informasi yang dibaca oleh sensor sehingga didapatkan informasi mengenai suhu di sekitar tanaman dan kelembaban tanah secara real-time dengan tiga variasi suhu. Yaitu pagi hari, siang hari dan sore hari. Berdasarkan hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa aplikasi antarmuka pengguna bekerja sesuai dengan instruksi yang diberikan seperti yang ditunjukkan pada gambar 8.

5. KESIMPULAN

- Penggunaan sensor DHT22 dan sensor kelembaban tanah yang terhubung melalui sistem WSN berbasis IoT mampu menjaga suhu dan kelembaban tanaman mint dalam rentang optimal. Data menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis dapat berfungsi dengan baik untuk menjaga kondisi ideal bagi pertumbuhan tanaman mint. Penggunaan teknologi komunikasi LoRa memungkinkan transmisi data dari node sensor yang tersebar di area taman ke pusat penerima dengan efisiensi tinggi dan konsumsi daya yang rendah.
- Perancangan sistem monitoring berbasis IoT yang dapat memantau suhu dan kelembaban tanah pada tanaman mint menggunakan komunikasi LoRa dapat diselesaikan dengan menggunakan dua sistem yaitu node sensor dan *receiver* (LoRa gateway) yang dihubungkan dengan *firebase* untuk saling berkomunikasi dengan server sebagai penyimpanan data yang dikirim node sensor dan pengguna antarmuka pada aplikasi android sebagai outputnya. Implementasinya diperoleh jarak maksimum yang dapat dijangkau oleh node sensor dan LoRa gateway yaitu 350 meter.
- Perancangan sistem monitoring berbasis IoT yang dapat memantau suhu dan kelembaban tanah pada tanaman mint menggunakan komunikasi LoRa dapat diselesaikan dengan menggunakan *relay* sebagai sakelar dan pompa air sebagai aktuator. Implementasinya diperoleh hasil yang sesuai dengan konfigurasi yaitu pompa air mampu menyala ketika sensor kelembaban memiliki nilai dibawah 70% dan pompa air mati ketika nilai kelembaban melebihi 80%. Informasi yang tercantum pada aplikasi android sesuai dengan informasi yang dibaca oleh sensor. Ini menunjukkan bahwa aplikasi antarmuka pengguna pada android bekerja sesuai dengan instruksi yang diberikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Syafii, E. Budihartono, and A. Maulana, "Implementasi Internet of Things pada Alat Penyiraman dan Pengusir Hama Otomatis Tanaman Mint Menggunakan Website," *Politeknik Harapan Bersama*, 2021.
- [2] R. Alamsyah, E. Ryansyah, A. Y. Permana, and R. Mufidah, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy dengan Teknologi Internet of Things Berbasis ESP8266 dan Aplikasi Blynk," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 2, pp. 862-868, 2024.
- [3] S. T. Fauziah, S. Uyun, E. Mulyana, T. Yusuf, I. N. A, and R. Mardiaty, "Prototype of Smart Garden System for Monitoring Horticulture Plants Based on LoRa Technology," *UIN sunan Gunung Djati Bandung*, 2023.
- [4] Musyirifah, Asmawati, and M. F. Mansyur, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan dan Ketinggian Air Berbasis IoT pada Ikan Hias," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 2, pp. 837-843, 2024.
- [5] Hardana and R. F. Isputra, "Membuat Aplikasi IoT (Internet of Things)," *Lokomedia*, 2019.
- [6] F.A. Ramadhany, "Rancang Bangun Aplikasi Wireless Body Area Network untuk Motion Sensing Berbasis Android dengan Media Transmisi Bluetooth," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 393-399, 2020.
- [7] A. Sanaris, and I. Suharjo, "Protipe Alat Kendali Otomatis Penjemur Pakaian Menggunakan nodeMCU ESP32 dan Telegram Bot Berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 6, no. 3, pp. 17-24, 2020.
- [8] M. F. Soambaton, A. H. Al-Azhar, and Djuniadi, "Monitoring Kolam Ikan Nila Berbasis IoT dengan Sensor Amoniak, Suhu, Ketinggian, dan PH," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 2, pp. 919-926, 2024.
- [9] E. I. Mahaganti, S. R. U. A. Sompie, F. D. Kambey, and R. F. Robot, "Pengendalian Kelembaban Tanah dan Suhu Dalam Green House," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 8, no.1, pp. 21-28, 2019.
- [10] A. Sinaga, and Aswardi, "Rancangan Alat Penyiram Dan Pemupukan Tanaman Otomatis Menggunakan RTC Dan Soil Moisture Sensor Berbasis Arduino," *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 150-157, 2020.
- [11] R. Felch, "Introducing LoRa (Long Range) Wireless Technology," *blackhillsinfosec.com*, Dec. 8, 2021. [Online]. Available: <https://www.blackhillsinfosec.com/introducing-lora-long-range-wireless-technology-part-1> [Accessed: Oct. 25, 2023].
- [12] Semtech, "What is LoRa," *semtech.com*, n.d. [Online]. Available: <https://www.semtech.com/lora/what-is-lora> [Accessed: Oct. 25, 2023].
- [13] H.R. Maulida, F.T. Syifa, and M.a. Affandi, "Pengujian Sistem RSSI pada Perancangan Prototype Pemantauan Lahan Kebun Teh Berbasis LoRa," *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 117-127, 2022.