

Perancangan Monitoring Teknologi Long Range (LoRa) Untuk Mendeteksi Kekeringan Tanah Berbasis IOT

Muhammad Safii*¹, Dilla Seltika², Vidy³, Djumhadi⁴

^{1,2,3,4}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mulia
Jl. Letjend. TNI. Z.A Maulani No. 9 Damai, Bahagia, Kec. Balikpapan Selatan, Kota Balikpapan,
Kalimantan Timur

^{1*} safii@universitasmulia.ac.id, ²dilaseltika@universitasmulia.ac.id, ³vidy@universitasmulia.ac.id,
⁴djumhadi@universitasmulia.ac.id,

*) Corresponding author

Abstract

The temperature and moisture of soil is an important factor that greatly influences plant growth. Currently, monitoring of the temperature and moisture of soil is done directly, and still uses manual methods which involve using a moisture meter and soil thermometer. With the development of the times, information and communication technology has been implemented into agriculture such as with the use of sensors and microcontrollers. LoRa is a wireless network technology that was specifically designed for long range communication, making it suitable to be implemented as a medium for transmission of monitoring data in the use of sensors and microcontrollers. This system uses the bases of the Internet of Things (IoT), which will ease the use of monitoring systems through android applications. Temperature sensors are capable of acquiring data with an average error rate of 3.1%, meanwhile soil moisture sensors are capable of acquiring data with an average error rate of 7.3%. With the hope that devices for monitoring the temperature and moisture of soil are able to help farmer reduce a number of adverse effects on plant growth conditions.

Keywords : monitoring , soil temperature , soil moisture , LoRa , Internet of Things (IoT)

Abstrak

Suhu dan kelembaban tanah merupakan faktor penting dalam mempengaruhi kondisi pertumbuhan tanaman. Pada saat ini untuk memonitoring suhu dan kelembaban tanah harus memantau secara langsung dan masih menggunakan cara manual yaitu menggunakan moisture meter dan termometer tanah. Seiring perkembangan zaman, teknologi informasi dan komunikasi diterapkan pada pertanian seperti penggunaan sensor dan mikrokontroler. LoRa merupakan teknologi jaringan nirkabel yang dirancang khusus untuk komunikasi jarak jauh, sehingga dapat digunakan sebagai alat mengirim data monitoring dalam penggunaan sensor dan mikrokontroler, sistem ini berbasis Internet of Things (IoT), yang akan memudahkan penggunaan memonitoring sistem melalui aplikasi android. Sensor suhu mampu mengakuisisi data dengan rata-rata error 3.1%, sedangkan sensor kelembaban tanah mampu mengakuisisi data dengan rata-rata error 7.3%. Dengan harapan alat monitoring suhu dan kelembaban tanah mampu membantu petani mengurangi berbagai dampak buruk kondisi pertumbuhan tanaman.

Kata kunci : monitoring , suhu tanah , kelembaban tanah , LoRa , Internet of Things (IoT)

I. Pendahuluan

Salah satu media utama dalam bercocok tanam adalah tanah. Kualitas tanah mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Faktor yang membantu pertumbuhan suatu tanaman adalah suhu dan kelembaban tanah. Suhu tanah akan dipengaruhi oleh jumlah serapan radiasi matahari oleh permukaan tanah [1]. Suhu tanah juga berpengaruh terhadap penyerapan air [2]. Semakin rendah suhu, maka semakin sedikit air yang diserap oleh akar, karena itulah penurunan suhu tanah mendadak dapat menyebabkan kelayuan tanaman.

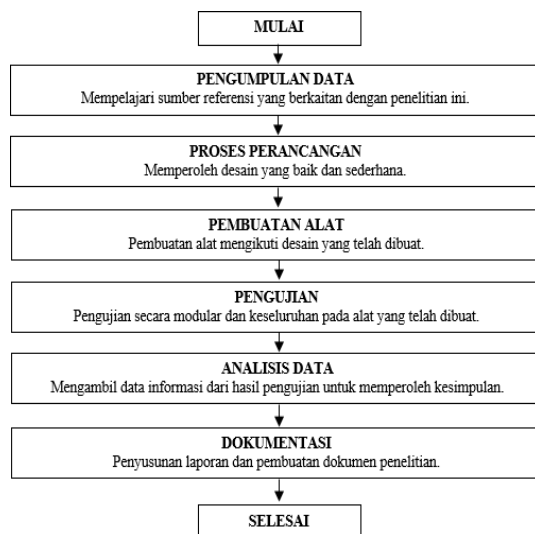
Dalam sektor pertanian, monitoring tanah yang lembab dan suhu yang sesuai sangat diperlukan agar pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik dan meningkatkan kualitas maupun kuantitas hasil produksi sehingga dibutuhkan sebuah alat monitoring suhu dan kelembaban tanah. Pada saat ini untuk memonitoring suhu dan

kelembaban tanah harus memantau secara langsung dan masih menggunakan cara manual yaitu menggunakan moisture meter untuk menguji kelembaban tanah dengan mengukur tingkat kadar air sedangkan untuk mengukur suhu tanah masih menggunakan termometer tanah. Seiring dengan perkembangan zaman, perkembangan teknologi informasi dan komunikasi turut mengalami kemajuan yang cukup pesat, hal ini dibuktikan dengan banyaknya inovasi teknologi informasi dan komunikasi dalam bidang pertanian.

Salah satu kendala dalam penggunaan teknologi IoT untuk memantau kesuburan tanah adalah jangkauan sinyal yang terbatas dan biaya operasional yang cukup tinggi. Untuk mengatasi kendala ini, diperlukan teknologi yang dapat memperluas jangkauan sinyal dan mengurangi biaya operasional. Teknologi Long Range (LoRa) dapat menjadi solusi yang tepat untuk mengatasi kendala tersebut. Teknologi LoRa memiliki jangkauan sinyal yang lebih luas dan biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan teknologi lainnya [4],[5]. Oleh karena itu, teknologi LoRa berbasis IoT dapat digunakan untuk memantau kesuburan tanah secara real-time dengan lebih efektif dan efisien. LoRa merupakan teknologi jaringan nirkabel yang dirancang khusus untuk komunikasi jarak jauh, sehingga cocok diterapkan sebagai media transmisi data monitoring dalam penggunaan sensor dan mikrokontroler dengan sistem berbasis Internet of Things (IoT), yang akan memudahkan pengguna memonitoring sistem melalui aplikasi android [6].

II. Metodologi Penelitian

Konsep Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif, yaitu penelitian yang bersifat deskriptif dan menggunakan analisis dengan mengamati suatu kejadian dan digunakan sebagai data penelitian sehingga menghasilkan hasil yang diharapkan [7][8]. Analisis dan ketajaman penelitian kualitatif sangat berpengaruh pada kekuatan kata dan kalimat yang digunakan. Dalam penelitian ini digunakan metode pengumpulan data yaitu observasi dan studi literature. Maka dari itu, alur penelitian yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Konsep Metode Penelitian

Uraian metode yang digunakan berdasarkan tahap penelitian adalah sebagai berikut.[9]:

1. Pengumpulan data
Pengumpulan data dimulai dengan mempelajari sumber referensi yang berkaitan dengan penelitian ini, mulai dari analisis hardware dan analisis software.
2. Desain perancangan elektronik dan perancangan mekanik difokuskan pada penelitian yang dilakukan dengan menggunakan teknik pengembangan prototipe.
3. Membuat Alat dan source code program dilanjutkan dengan menghubungkan semua alat yang telah ditentukan sesuai dengan skema desain perancangan.
4. Pengujian alat yaitu prototipe diuji untuk mengevaluasi dan mengevaluasi apakah tujuan telah tercapai. Pengujian prototipe dilakukan di lapangan kampus universitas mulia yang tidak terjangkau jaringan internet kampus.
5. Pelaporan dan analisis dilakukan berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh.
Tujuan analisis adalah untuk memberikan gambaran keadaan prototipe dan memberikan informasi arah pengembangan selanjutnya.

6. Dokumentasi yaitu melakukan penyusunan laporan penelitian yang berisi deskripsi detail tentang seluruh proses penelitian, mulai dari perancangan sistem hingga evaluasi kinerja, serta kesimpulan dan rekomendasi untuk pengembangan selanjutnya.

Selanjutnya dalam metode pengumpulan data [10][11], peneliti menggunakan metode pengumpulan data sebagai berikut:

1. Observasi adalah suatu metode yang dilakukan dengan cara mendatangi langsung tempat kejadian perkara dan mengamati secara sistematis permasalahan, peristiwa, tindakan, dan objek yang dilihat secara langsung di tempat kejadian perkara. Apa yang diperlukan untuk mendukung penelitian yang sedang berlangsung.
2. Wawancara adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara tatap muka melalui sesi tanya jawab langsung antara pengumpul data dengan informan/sumber data. Sumber data peneliti adalah karyawan dan tenaga penjualan genset.
3. Tinjauan Pustaka adalah metode pengumpulan data dengan cara membaca buku dan majalah sesuai dengan data yang diperlukan. Dalam penelitian ini, penulis memilih literatur review untuk mengumpulkan referensi dari buku-buku tentang mikrokontroler dan Jurnal yang berhubungan dengan Internet of Things.

III. Analisis, Perancangan Sistem, Implementasi dan Pengujian

3.1 Desain Perancangan Sistem

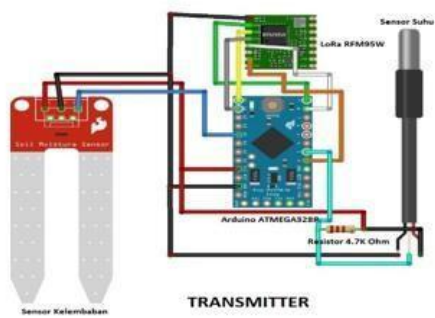
Pada perncangan system dapat dilihat pada gambar dibawah alur flowchart dari alat yang dibuat mulai dari dihidupkan kemudian sensor yang telah diletakan didalam tanah akan menampilkan nilai pada aplikasi smartphone. LoRa transmitter akan merubah data real menjadi data string untuk mengirimkan data string ke *receiver*. Dari data *receiver* akan mengirimkan ke Arduino 2 untuk memproses data string yang akan dikirimkan ke Get web server melalui ESP 32 [12]. Dari data web server akan diproses ke aplikasi dan ke lcd untuk menampilkan nilai dari sensor suhu dan kelembapan tanah.



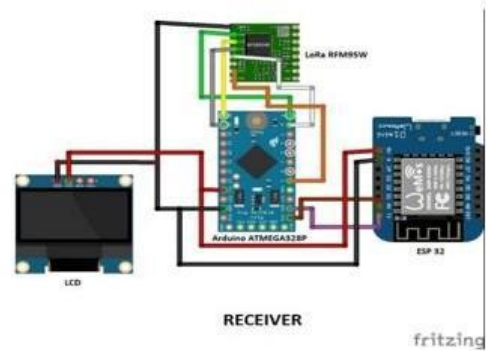
Gambar 1. Flowchart Sistem

3.2 Skema Perancangan Elektronik

Perancangan skema elektronik trasnmiter dan *receiver* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



TRANSMITTER



RECEIVER

fritzing

Gambar 2.1 Skema Perancangan Transmitter

Gambar 2.2 Skema Perancangan Receiver

Berdasarkan pada Gambar 2.1, perancangan elektronik *transmitter* memiliki beberapa komponen yaitu sebagai berikut:

1. Arduino Promini ATMEGA328
2. LoRa RFM95W
3. Sensor Suhu
4. Sensor Kelembaban
5. Resistor 4.7 K Ohm

Berdasarkan pada Gambar 2.2, perancangan elektronik *receiver* memiliki beberapa komponen yaitu sebagai berikut:

1. Arduino Promini ATMEGA328
2. LoRa RFM95W
3. LCD
4. ESP 32

3.3 Hasil dan Pengujian Alat

Setelah Semua komponen dirangkai dan di program selanjutnya adalah melakukan serangkaian uji coba pada masing-masing komponen rangkaian yang bertujuan untuk mendapatkan kesesuaian spesifikasi dan hasil yang diinginkan yaitu alat monitoring kelembapan tanah menggunakan LoRa. Setelah itu dilanjutkan dengan pengujian alat sebagai berikut.



Gambar 3. Receiver dan transmitter

Implementasi dari aplikasi yang dibangun menggunakan MIT App Inventor. MIT App Inventor yang memungkinkan pengguna lebih mudah dalam membuat objek visual untuk menciptakan aplikasi yang bisa dijalankan pada perangkat android. Hasil dari perancangan dapat di jalankan di Hp android dengan versi 5.0 ke

atas. Pada saat di install dan dijalankan terlihat nilai suhu dan kelembapan yang diambil dari server web Implementasi aplikasi ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Tampilan aplikasi Mobbille

3.3.1 Algoritma Pengambilan data Sensor

Sensor kelembapan tanah dan suhu yang dikirimkan oleh LoRa hingga bisa tampil diaplikasi mobile melalui beberap tahapan seperti berikut ini:

- Inisialisasi Sensor suhu dan kelembapan yang terdapat modul LoRa sebagai *receiver* atau gateway di Microcontroller mengirimkan format data string ke Transmitter.
- Transmitter akan menerima data string dari modul LoRa *receiver* untuk kemudian di kirimkan ke web server melalui modul Esp32.
- Gateway LoRa akan menerima data dari Transmitter lalu mengirimkan data ke web server. Kemudian web server menyimpan data sementara dan dapat menampilkan melalui HTTP POST /GET
- Aplikasi mobile akan mengirim permintaan HTTP ke web server untuk mengambil data sensor
- Web server merespons dengan data yang diminta dalam format JSON.
- Menampilkan Data di Aplikasi Mobile:

3.3.2 Kode Program sensor *moistute* dan sensor DS18B20 sebagai input

Proses pertama dalam mendeklarasikan pin yang digunakan oleh sensor *moisture* dan sensor DS18B20 pada transmitter menggunakan LoRa adalah dengan menambahkan directory library Arduino yang bernama *OneWire.h*. Library *OneWire.h* digunakan berkomunikasi dengan perangkat OneWire, seperti sensor suhu DS18B20, yang menggunakan protokol komunikasi satu kawat (single-wire).

```
Transmitter.ino
1  #include <OneWire.h>
2  #include <DallasTemperature.h>
3  #include <SPI.h>
4  #include <LoRa.h>
5
6  // Menginisialisasi pin yang digunakan untuk sensor DS18B20
7  const int oneWireBus = 3; // Pindahkan OneWire bus ke pin 3
8
9  // Menginisialisasi pin yang digunakan untuk sensor Soil Moisture
10 const int moisturePin = A0;
11
12 // Inisialisasi objek sensor DS18B20
13 OneWire oneWire(oneWireBus);
14 DallasTemperature sensors(&oneWire);
15
```

Gambar 5 . Deklarasi pin sensor *moisture* dan sensor DS18B20 sebagai input

Untuk pin yang digunakan sensor *moisture* adalah A0 dan untuk sensor DS18B20 adalah pin 3. Kemudian untuk sensor *moisture* kita perlu menambahkan library DallasTemperature.h. Library DallasTemperature.h membuat pengambilan data suhu dari sensor-sensor OneWire seperti DS18B20 menjadi lebih sederhana dan efisien, mengabstraksi banyak detail teknis dari komunikasi OneWire dan menyediakan API yang mudah digunakan untuk berbagai operasi yang umum dilakukan dengan sensor suhu tersebut.

```
36
37 void loop() {
38     // Membaca nilai suhu dari sensor DS18B20
39     sensors.requestTemperatures();
40     float temperatureCelsius = sensors.getTempCByIndex(0);
41
42     // Membaca nilai analog dari sensor Soil Moisture
43     int moistureValue = analogRead(moisturePin);
44
45     // Menghitung persentase kelembaban tanah (asumsi nilai analog 0-1023)
46     int moisturePercentage = map(moistureValue, 0, 1023, 0, 100);
47
48     // Mencetak nilai suhu dan kelembaban ke Serial Monitor
49     Serial.print("Suhu: ");
50     Serial.print(temperatureCelsius);
51     Serial.print("\nC\nKelembaban Tanah: ");
52     Serial.print(moisturePercentage);
53     Serial.println("%");
54
55     // Mengirim data menggunakan LoRa
56     String dataToSend = "Suhu: " + String(temperatureCelsius) + "\nC\nKelembaban Tanah: " + String(moisturePercentage) + "%";
57     LoRa.beginPacket();
58     LoRa.print(dataToSend);
59     LoRa.endPacket();
60
61     delay(1000); // Menunda pembacaan dan pengiriman data selama 1 detik
62 }
63
```

Gambar 6. Kode program transmitter membaca nilai sensor

Pada gambar diatas terdapat syntak penulisan kode program untuk menampilkan nilai sensor *moisture* dan sensor suhu untuk kemudian dikirimkan melalu LoRa ke alat *receiver* yang kemudian data dikirimkan ke webserver untuk bisa ditampilkan dalam aplikasi mobile.

3.3.3 Kode Program receiver

Pada *receiver* terdapat 2 Mikrokontroler yang pertama adalah Arduino ProMini ATmega328 dan ESP 32. Arduino ProMini ATmega328 berfungsi untuk menerima data string dari Transmitter yang dikirim melalui sinyal LoRa. Kemudian dari Arduino ATmega 329 mengirimkan data string ke webserver melalui perangkat mikrokontroler ESP32. Fungsi *receiver* pada alat ini adalah menerima data dari transmitter untuk kemudian mengirimkan data string ke webserver melalui perangkat esp32. Berikut kode program *receiver* seperti gambar dibawah ini:

```
Receiver.ino
54     display.clearDisplay();
55 }
56
57 void loop() {
58     // Pemrosesan data akan dilakukan di dalam loop()
59     int packetSize = LoRa.parsePacket();
60     if (packetSize) {
61         // Membaca data dari modul LoRa
62         String receivedData = "";
63         while (LoRa.available()) {
64             receivedData = LoRa.readString();
65         }
66
67         // Menampilkan data diterima di layar OLED
68         display.clearDisplay();
69         display.setTextSize(1);
70         display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
71         display.setCursor(0, 0);
72         display.println(F("Data diterima:"));
73         display.println(receivedData);
74         display.display();
75
76         // Menampilkan data diterima ke Serial Monitor
77         Serial.println(receivedData);
78     }
79     delay(1000);
80 }
81
82
```

Gambar 7. Kode program receiver

Pada gambar diatas dijelaskan tentang kode program pemrosesan data string dari LoRa transmitter yang dikirim ke *receiver* dengan perintah *LoRa.parsePacket()* yang digunakan untuk memeriksa apakah ada paket data yang masuk. Fungsi ini mengembalikan panjang (dalam byte) dari paket data yang diterima, dan jika tidak ada paket yang diterima, ia akan mengembalikan 0. Dalam membaca data string dengan LoRa menggunakan perintah *Lora.readString()*.

3.3.4 Kode Program ESP32

Mikrokontroler ESP32 digunakan untuk menerima data string dari *receiver* lalu dikirimkan ke webserver. Program kode dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

```

ESP_32.mo
1 #include <ESP8266WiFi.h>
2 #include <ESP8266WebServer.h>
3
4 const char* ssid = "512"; // Ganti dengan nama SSID WiFi Anda
5 const char* password = "Qerty12212"; // Ganti dengan kata sandi WiFi Anda
6
7 ESP8266WebServer server(80);
8
9 String receivedData = "Tidak ada data yang diterima"; // Variabel untuk menyimpan data yang diterima
10
11 void handleRoot() {
12   String response = "<!DOCTYPE html>";
13   response += "<html>";
14   response += "<head>";
15   response += "<meta charset='UTF-8'>";
16   response += "<meta name='viewport' content='width=device-width, initial-scale=1.0'>";
17   response += "<title>Data Monitoring Memos D1</title>";
18   response += "<style>";
19   response += "body { font-family: Arial, sans-serif; display: flex; justify-content: center; align-items: center; height: 100vh; background-color: #282c34; margin: 0; }";
20   response += "#data-box { width: 300px; height: 150px; border: 2px solid #fff; background-color: #1e272e; color: #fff; display: flex; justify-content: center; align-items: center; box";
21   response += "#data { text-align: center; font-size: 24px; }";
22   response += "</style>";
23   response += "</head>";
24   response += "<body>";
25   response += "<div id='data-box'>";
26   response += "<p id='data'>" + receivedData + "</p>";
27   response += "</div>";
28   response += "<script>";
29   response += "function updateData() { var xhr = new XMLHttpRequest(); xhr.open('GET', '/data', true); xhr.onload = function() { if (xhr.status == 200) { document.getElementById('data'";
30   response += "</script>";
31   response += "</body>";
32   response += "</html>";
33
34   server.send(200, "text/html", response);
35 }
36
    
```

Gambar 7. Kode program ESP32

fungsi void handleRoot() sering digunakan dalam proyek yang melibatkan server web, terutama ketika menggunakan pustaka ESP8266WiFi atau pustaka sejenis untuk membuat server web di atas mikrokontroler ESP8266 atau ESP32. Fungsi ini biasanya bertanggung jawab untuk menangani permintaan HTTP ke rute root ("/") dari server web.

3.3.5 Pengujian Sensor tanah

Pengujian sensor suhu tanah bertujuan untuk mengetahui informasi suhu yang sebenarnya. Pengujian sensor suhu dilakukan dengan membandingkan suhu tanah dari termometer digital dengan suhu tanah dari alat yang dibuat untuk mendapatkan nilai persentase error.

Tabel 1. Hasil pengujian Sensor tanah

Skenario Pengujian	Suhu Alat (°C)	Thermometer (°C)	Selisih	Error
Sampel Tanah Kering	29.44	31	1.56	5%
Sampel Tanah setengah basah	28.75	30	1.25	4.2%
Sampel tanah basah	28.98	29	0.06	0.2%
Rata-Rata Error (%)				3.1%

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan rata-rata error sebesar 3.1 %. Dari hasil pengujian dan perhitungan pada perbandingan pengukuran tersebut dapat dikatakan bahwa pembacaan suhu tanah pada sensor suhu tanah hampir mendekati sama dengan pembacaan menggunakan termometer digital yang digunakan sebagai pembanding dan tidak melebihi batas error.

3.3.6 Pengujian Kelembapan tanah

Dalam Pengujian sensor kelembapan tanah mempunyai tujuan untuk mengetahui nilai informasi kadar air tanah sebenarnya. Pengujian sensor kelembapan tanah dilakukan dengan membandingkan kelembapan tanah dari moisture meter dengan kelembapan tanah dari alat yang dibuat untuk mendapatkan nilai persentase error.

Tabel 2. Hasil pengujian Kelembapan tanah

Skenario Pengujian	Kelembapan Alat	Moisture Meter	Selisih	Error
Sampel Tanah Kering	42	40	2	5 %
Sampel Tanah setengah basah	41	45	4	8.9 %
Sampel tanah basah	35	38	3	7.9 %
Rata-Rata Error (%)				7.3 %

Berdasarkan Tabel 2 didapatkan rata-rata error sebesar 7.3 %. Dari table 2 diatas nilai saat dilakukan pengujian dan perhitungan pada perbandingan pengukuran tersebut dapat dikatakan bahwa pembacaan kelembapan tanah pada sensor kelembapan tanah hampir mendekati sama dengan pembacaan menggunakan moisture meter yang digunakan sebagai pembanding dan tidak melebihi batas error.

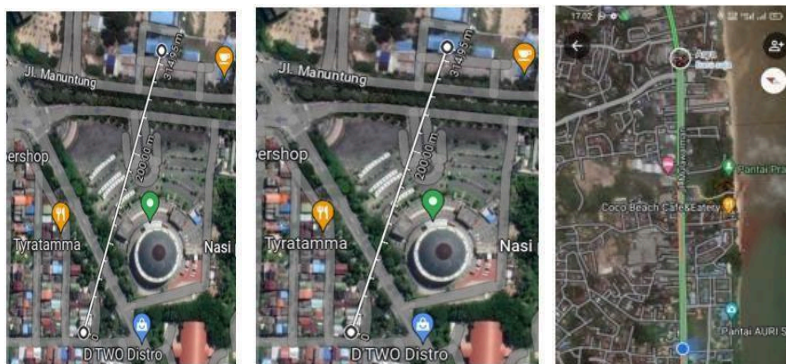
3.3.7 Pengujian Teknologi LoRa RFM95W

Pengujian teknologi LoRa bertujuan untuk mengetahui jarak tempuh teknologi LoRa antara LoRa sebagai transmitter dan LoRa sebagai *receiver* dapat terkoneksi dengan baik atau tidak. Pengujian teknologi LoRa dilakukan sebanyak empat kali dengan memberi jarak antara LoRa sebagai transmitter dan LoRa sebagai *receiver* dan posisi LoRa sebagai transmitter berada didalam rumah penulis sebanyak tiga kali dan pengujian keempat dilakukan di pinggir jalan depan Masjid Al-Amin ditampilkan pada Gambar 5, dan Gambar 6



Gambar 5. Jarak Titik dari Belatuk Ke SMP N 14

Pada pengujian LoRa jarak titik dari jalan belatuk ke SMP N 14 kurang lebih 116 meter. Sistem LoRa masih dapat membaca nilai kelembapan tanah yang di kirimkan Trasmiter ke *receiver* dengan sangat jelas.



Gambar 6 Jarak Titik Jalan Belatuk sampai Gedung BSC Dome dan Gedung KNPI

Pada Pengujian berikutnya peneliti mencoba memasagkan alat *receiver* dan transmitter dari jarak titik jalan belatuk sampai ke Gedung KNPI. Jarak pemasangan alat dari *receiver* ke transmitter kurang lebih 3145,6 Meter. Data yang di kirim dari transmitter ker *receiver* tidak dapat di tampilkan dilayar aplikasi karena signal yang dikirim sangat lemah.

Tabel 3. Pengujian Teknologi LoRa

Skenario Pengujian	Jarak (m)	koneksi
Jalan belatuk sampai SMP 14	116	Terhubung
Jalan Belatuk sampai BSC Dome	213	Terhubung
Jalan Belatuk Sampai Gedung KNPI	315	Tidak Terhubung
Jalan Belatuk sampai Kafe Kopi Kenangan	1000	Tidak Terhubung

Berdasarkan Tabel 3, dari hasil pengujian dapat dikatakan bahwa koneksi jaringan LoRa RFM 95W sebagai transmitter dan *receiver* dalam mengirim data suhu dan kelembapan tanah dapat bekerja dengan baik pada jarak tempuh hingga 213m

IV. Kesimpulan

Prototype pemanfaatan teknologi LoRa (Long range) dalam monitoring kelembapan perlu dikembangkan sebuah sistem sensor yang terdiri dari sensor suhu, kelembaban, pH, dan kandungan nutrisi tanah. Tujuan utama adalah mendeteksi dan memonitor kesuburan tanah dengan akurasi tinggi. Selain itu dalam mentransmisikan data secara nirkabel dari sensor ke gateway pemanfaatan Lora sangat membantu khususnya daerah yang jangkauan internetnya masih belum stabil. Dalam penelitian telah diujikan dengan beberpa jarak mulai dari 116 m, 213 m, 315 m dan 1000 m. Teknologi LoRa RFM95W dari objek transmitter ke *receiver* dalam proses pengiriman data hanya dapat membaca jarak kurang dari 300 m, hal ini dikarekan salah satunya ada bangunan atau benda yang menghalangi proses pengiriman data. Sehingga jangkauannya dalam pengiriman data juga semakin pendek.

Daftar Pustaka

- [1] Brown, A., & Smith, C. LoRaWAN: A Low Power Wide Area Network for IoT Applications. *International Journal of Communication Systems*, 23(3), 289-307, 2020.
- [2] dams, J. IoT Applications in Agriculture: Current Uses and Future Potential. *Journal of Agro-Technology*, 5(2), 112-125, 2018.
- [3] Gupta, R., & Patel, V. Soil Moisture Detection Using IoT and LoRa Communication. *International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA)*, 1-6, 2017.
- [4] Husdi, Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor FC-28 dan Arduino UNO. Gorontalo: Universitas Ichsan Gorontalo, 2018.
- [5] Kumar, S., & Singh, M. Design and Implementation of LoRa-Based Soil Monitoring System. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 10(5), 148-152, 2019.
- [6] ANGGRAINI, Nenny, et al. Sistem Penyiram Tanaman Paralel Multikarakter dengan Logika Fuzzy Metode Sugeno dan LoRa Ra-02 SX1278 Berbasis IoT. 2023.
- [7] Mishra, S., & Reddy, B. Internet of Things (IoT) in Agriculture: A Review. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 17(4), 1-14, 2018.
- [8] Rosita Isa, et al. Monitoring Ketinggian Permukaan Air Menggunakan Telegram Bot Berbasis NODEMCU ESP8266. *METIK JURNAL*, 6.2: 123-132, 2022.
- [9] Isnanto, Hanum Fauziah, et al. Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Pada Tanaman Kacang Hijau Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer*, 3.3: 587-600, 2023
- [10] Safii, M., Et Al. "Perancangan Piranti Lunak Responsive Untuk Monitoring Ruang Server Menggunakan Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Things." *Jurnal Ilmiah Matrik* 22.3, 2020.
- [11] Tiwari, S., & Agarwal, A. Implementation of LoRaWAN Technology for Agriculture. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 2(5), 35-39, 2017.
- [12] Zhang, Y., & Zhang, J. IoT-Based Agricultural Monitoring System Using LoRa Technology. *International Conference on Computer, Information and Telecommunication Systems (CITS)*, 1-5, 2018.