

Rancang Bangun *Smart Controller* untuk Tanaman Anggur di *Greenhouse* Menggunakan Modul *Long Range (LoRa)*

Mohammad Alif Budiman¹, Vania Reviana² dan Viving Frendiana³

^{1,2,3}Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok 16425

E-mail: mohammad.alifbudiman.te18@mhs.wpnj.ac.id

Abstrak

Anggur merupakan salah satu tanaman yang dibudidayakan oleh *greenhouse* Duren Tiga. Untuk menanam anggur dibutuhkan tanah yang tidak terlalu basah, suhu yang tidak terlalu panas, dan pH tanah yang sesuai sehingga diperlukan *smart greenhouse* untuk membantu melakukan monitoring dan proses penyiraman pada tanaman anggur. Pada makalah ini disajikan rancang bangun *smart controller* dengan menggunakan modul *Long Range (LoRa)* untuk sistem *smart greenhouse*. Sistem ini menggunakan sensor suhu DHT11, sensor *soil moisture* sebagai sensor lembap tanah, sensor pH tanah, dan sensor intensitas cahaya BH1750. Untuk proses transmisi data diperlukan modul LoRa dengan frekuensi 922 Mhz dan *NodeMCU ESP32* sebagai mikrokontroler pada sisi *transmitter* dan *receiver*. Hasil pengujian sensor suhu di kedua *node* menunjukkan akurasi yang sangat baik dengan nilai error masing-masing 1.40 dan 1.49. Hasil pengujian sensor lembap tanah di kedua *node* juga menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik dengan nilai error 1.97 dan 2.36. Begitu juga pengujian sensor pH tanah di kedua *node* menghasilkan akurasi yang baik dengan nilai error 1.34 dan 1.72. Hasil pengujian sensor intensitas cahaya BH1750 juga menunjukkan akurasi yang baik dengan nilai error 4.13 dan 5.08. Pengujian LoRa dapat menjangkau 1.4 Km dengan nilai RSSI -109 dBm dan SNR -9.5 dB serta data yang dapat diterima sebanyak 10 paket data dengan *throughput* sebesar 42.67 bps termasuk kategori cukup.

Kata kunci: *Greenhouse, Long Range, sistem sensor, tanaman anggur*

Abstract

Grapes are one of the plants cultivated by the Duren Tiga greenhouse. Growing grapes requires soil that is not too wet, a temperature that is not too hot, and soil pH that is suitable are needed, so a smart greenhouse is needed to help monitor and irrigate the grapes. In this paper, a design of a smart controller using a Long Range (LoRa) module for a smart greenhouse system is presented. The system uses a DHT11 temperature sensor, a soil moisture sensor as a soil humidity sensor, a soil pH sensor, and a BH1750 light intensity sensor. A LoRa module with a frequency of 922 MHz and an ESP32 NodeMCU as a microcontroller on the transmitter and receiver side are needed for data transmission. Testing results of the temperature sensor in both nodes showed very good accuracy with error values of 1.40 and 1.49. Testing results of the soil humidity sensor in both nodes also showed very good accuracy with error values of 1.97 and 2.36. Similarly, testing of the soil pH sensor in both nodes resulted in good accuracy with error values of 1.34 and 1.72. Testing of the BH1750 light intensity sensor also showed good accuracy with error values of 4.13 and 5.08. Testing of the LoRa module showed a range of 1.4 km with an RSSI of -109 dBm and an SNR of -9.5 dB, and data that can be received up to 10 packets with a throughput of 42.67 bps, which is considered sufficient.

Keywords : *grape, greenhouse, Long Range, sensors.*

1. Pendahuluan

Buah anggur adalah salah satu buah yang disukai dan dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Menurut Badan

Pusat Statistik, produksi anggur di Indonesia mencapai 13.724 ton pada tahun 2019, di tahun 2020 mencapai 11.905 ton dan di tahun 2021 mencapai 12.164 ton [1]. Untuk menanam anggur dibutuhkan iklim dan

ketinggian tertentu. Tanaman anggur dapat tumbuh baik di dataran rendah (0-300 mdpl) dan membutuhkan intensitas sinar matahari yang tinggi serta udara yang kering. Selain itu agar pertumbuhan semakin baik curah hujan optimum maksimal 800 mm/tahun, dan suhu rata-rata maksimal pada siang hari 31°C dan minimal 23°C dengan kelembapan udara 75-80%. Tanaman anggur juga membutuhkan pH berkisar 5,5-7,3 [2].

Dengan banyaknya kondisi ideal yang diperlukan seperti yang disebutkan diatas, maka ditemukan beberapa kesulitan dalam menanam anggur di *Greenhouse* Duren Tiga yang merupakan salah satu sentra *urban farming* di Ibukota. *Smart Greenhouse* dapat membantu petani anggur di RPTRA Duren Tiga untuk memonitoring dan menyiram tanaman secara otomatis.

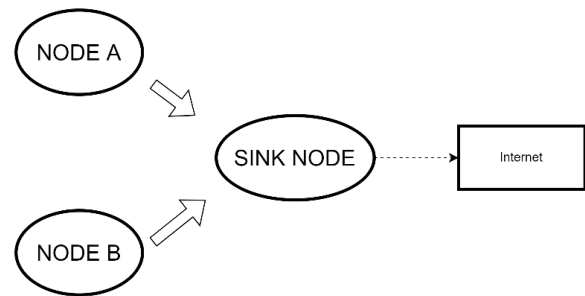
Internet of Things (IoT) adalah sistem yang menghubungkan perangkat keras komputer atau *embedded* dengan koneksi jaringan internet [3] Teknologi ini dapat dimanfaatkan dalam pemantauan jarak jauh *Greenhouse* Duren Tiga melalui *smartphone* menggunakan modul komunikasi *Long Range* (LoRA) yang merupakan teknologi platform nirkabel dengan daya panjang jarak jauh [4]. *Smart Greenhouse* dirancang memiliki beberapa fitur teknologi seperti monitoring terhadap kelembapan udara dan tanah, suhu, pH tanah, dan intensitas cahaya matahari.

2. Metode Penelitian

Sistem yang dibangun menggunakan perangkat berupa: (i) sensor suhu DHT11, (ii) sensor lembap tanah, (iii) sensor cahaya BH1750, dan (iv) sensor pH tanah yang menggunakan *NodeMCU* ESP32 serta LoRA Hope RFM 95W dengan menggunakan *module* RFM950.

Sensor suhu DHT11 digunakan untuk mengukur suhu ruangan dan kelembapan udara sekitar alat [5]. Sensor lembap tanah digunakan untuk mengukur lembap tanah sekitar alat. Sensor cahaya BH1750 digunakan untuk mengukur intensitas cahaya pada area tersebut dan sensor pH tanah digunakan untuk mengukur pH tanah pada area tersebut [6].

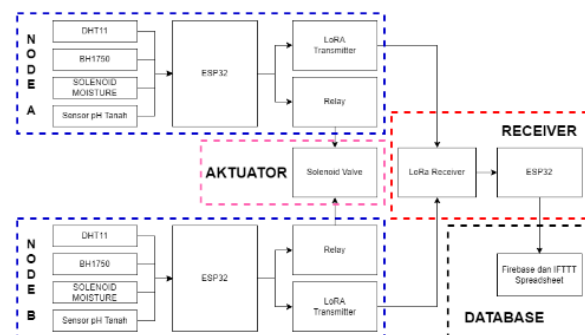
NodeMCU ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler pengendali sistem pengendali pada *transmitter* dan *receiver* pada alat [7]. Pada saat yang sama, modul *development board* ESP 32 berkomunikasi dengan menggunakan Wi-Fi sehingga dapat digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler dengan jaringan internet. Pada *NodeMCU* ESP32 sudah dilengkapi dengan *on board micro* USB dan serial driver sehingga tidak perlu lagi USB to TTL atau FTDI adapter.



Gambar 1. Topologi jaringan pada *Greenhouse*

Rancangan jaringan yang digunakan adalah jaringan topologi bintang atau *star topology* [8] seperti pada Gambar 1. Jaringan ini memiliki satu *node master* yaitu *sink node* yang akan menerima dari dua *node slave* yaitu *node A* dan *node B* sehingga lompatan informasi akan langsung dikirim ke *node master* dan kemudian akan segera dikirim ke jaringan internet. Pada sistem ini akan dibagi menjadi dua bagian yaitu *hardware* dan *software*. Pada bagian *hardware* akan terdapat 3 bagian yaitu 2 *node* dan 1 *gateway*. 2 *node* merupakan 2 LoRa *transmitter* dan 1 *Gateway* merupakan 1 LoRa *receiver*.

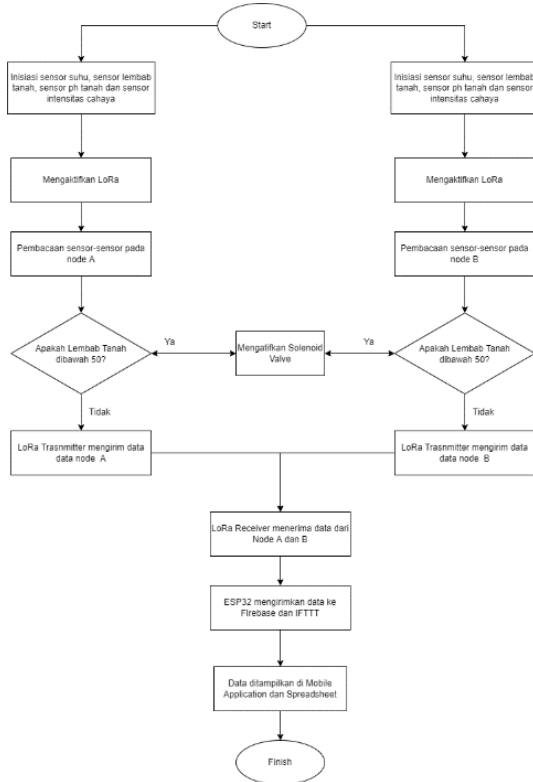
Bagian *node* LoRa *transmitter* terdiri dari masing-masing sensor yang berperan sebagai parameter pemantauan kondisi tanaman sekitar seperti suhu, lembap udara, lembap tanah, pH tanah dan intensitas cahaya matahari. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu dengan tipe DHT11, sensor lembap tanah dengan *Soil moisture* ver 2.0., sensor pH tanah dan sensor intensitas cahaya tipe BH1750. Hasil pengukuran dari sensor diproses dan diolah oleh mikrokontroler ESP32 yang selanjutnya akan dikirim menggunakan LoRa *transmitter* dengan konfigurasi frekuensi MHz dengan komunikasi *star*.



Gambar 2. Diagram Blok

Pada *node* LoRa *receiver* data yang telah diterima dikirim ke *mobile application* dengan menggunakan jaringan internet melalui *NodeMCU* ESP32. ESP32 sebagai modul menghubungkan ke jaringan internet. Pengiriman data dari LoRa *receiver* ke *NodeMCU* ESP32 dilakukan melalui komunikasi serial diantara kedua *board* tersebut.

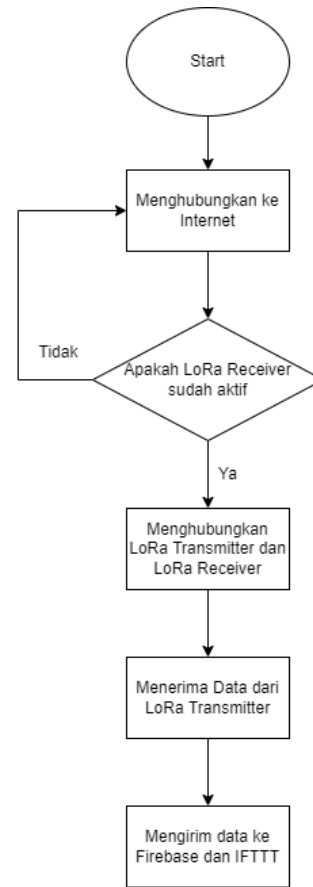
Pada diagram alir seluruh *hardware* pada *smart greenhouse* pada tanaman anggur menggunakan modul *Long Range* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir *Hardware*

Gambar 3 diatas menampilkan diagram alir dari sistem *hardware* secara keseluruhan pada *Smart Greenhouse* RPTRA Duren Tiga.

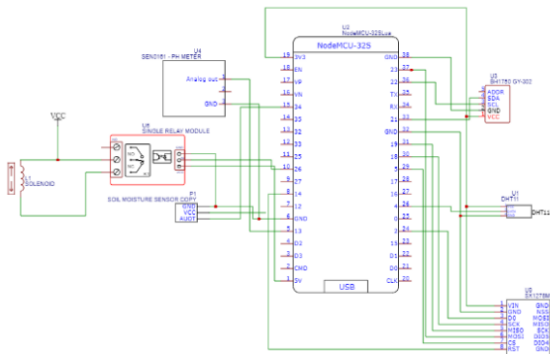
1. Sistem dimulai dengan meninisiasi sensor-sensor yang terdapat dimasing-masing *node*, baik *node A* dan *node B*.
2. Setelah inisiasi sensor, modul LoRa akan diaktifkan
3. Setelah itu dilakukan pembacaan sensor-sensor yang telah diaktifkan.
4. Apabila nilai bacaan pada sensor lembab tanah dibawah 50, maka sistem akan terhubung ke relay yang mengaktifkan *solenoid valve*.
5. Apabila tidak, maka semua data akan dikirim ke LoRa receiver. Setelah data diterima oleh LoRa receiver, akan diolah dan kemudian baru akan diupdate *Firestore* dan *IFTTT*, baru setelahnya data dapat ditampilkan di *spreadsheet*.



Gambar 4. Diagram alir LoRa Receiver

Sistem kerja pada *node* LoRa receiver diawali dengan memastikan koneksi yang terjadi antara LoRa transmitter dengan LoRa receiver. Apabila koneksi diantara keduanya telah berhasil maka data akan diterima oleh LoRa receiver. Selanjutnya data dikirimkan kembali ke board *NodeMCU* ESP32. Pengiriman data dari perangkat LoRa receiver ke board *NodeMCU* ESP32 menggunakan komunikasi serial diantara keduanya. Data yang diterima oleh ESP32 selanjutnya akan dikirimkan ke *database*.

Pada bagian LoRa Transmitter terdiri dari beberapa komponen yaitu mikrokontroler ESP32, modul LoRa Hope RFM95W sebagai transmitter, 1 sensor suhu DHT11, 1 sensor lembab tanah, 1 sensor intensitas cahaya, dan 1 sensor pH tanah. Yang dimana masing-masing dimiliki di kedua *node*. Pada Gambar 7 menampilkan diagram skematik *node* LoRa transmitter, baik *node A* ataupun *node B*.

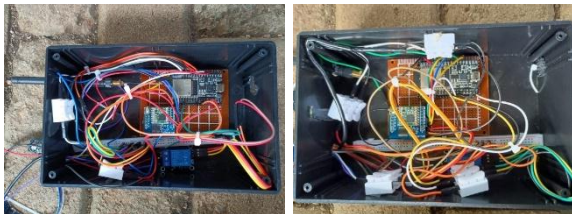


Gambar 5. Skematik LoRa Transmitter

Pada aplikasinya, komponen dan alat bagian *node receiver* tidak memiliki banyak komponen yang digunakan karena pada bagian ini hanya akan menerima data dan mengirimkan ke Internet.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian LoRa Transmitter terdiri dari beberapa komponen yaitu mikrokontroler ESP32, modul LoRa Hope RFM95W sebagai *transmitter*, 1 sensor suhu DHT11, 1 sensor kelembap tanah, 1 sensor intensitas cahaya, dan 1 sensor pH tanah. Sedangkan pada LoRa receiver hanya terdiri dari dua komponen yaitu mikrokontroler ESP32 dan modul LoRa Hope RFM95W.



Gambar 6. Komponen Alat

a. Pengujian Sensor Suhu DHT11

Pengujian sensor suhu dilakukan berdasarkan hasil pengukuran suhu sekitar yang diperoleh dan dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan Termometer. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor DHT11 yang digunakan akurat atau tidak. Tabel 1 dibawah ini merupakan data yang didapatkan selama proses pengujian berlangsung.

Berdasarkan hasil pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa sensor suhu DHT11 memiliki nilai rata-rata *error* pada *node A* sebesar 1.40% dan pada *node B* sebesar 1.79%. Dengan nilai rata-rata suhu pada *node A* sebesar 30.62°C dan pada *node B* sebesar 31.12°C.

Sehingga, dapat disimpulkan alat bekerja dengan baik, dengan nilai *error* dibawah 5% sesuai dengan nilai akurasi *error* yang terdapat pada datasheet DHT11. Dari hasil pemantauan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa suhu rata-rata pada *Greenhouse* di RPTRA Duren Tiga memiliki nilai yang mendekati dan ada yang melebihi batas yang disarankan yaitu 31°C.

Tabel 1. Hasil Akurasi Sensor Suhu

| Jam | Pembanding Termometer (°C.) | Node A (°C.) | Node B (°C.) | Selisih | | Error | |
|-----------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|---------|-----|-------|-------|
| | | | | A | B | A | B |
| 08.00 | 29.40 | 30.80 | 29.30 | 1.4 | 0.1 | 4.76 | 0.34 |
| 08.30 | 28.40 | 28.00 | 28.90 | 0.4 | 0.5 | 1.41 | 1.76 |
| 09.00 | 28.50 | 28.00 | 28.90 | 0.5 | 0.4 | 1.75 | 1.40 |
| 09.30 | 28.90 | 28.00 | 28.30 | 0.9 | 0.6 | 3.11 | 2.08 |
| 10.00 | 31.00 | 30.60 | 31.30 | 0.4 | 0.3 | 1.29 | 0.97 |
| 10.30 | 31.20 | 30.20 | 31.30 | 1 | 0.1 | 3.21 | 0.32 |
| 11.00 | 33.50 | 33.80 | 33.80 | 0.3 | 0.3 | 0.90 | 0.90 |
| 11.30 | 32.80 | 32.80 | 33.00 | 0 | 0.2 | 0.00 | 0.61 |
| 12.00 | 34.00 | 34.20 | 34.70 | 0.2 | 0.7 | 0.59 | 2.06 |
| 12.30 | 33.20 | 32.80 | 33.30 | 0.4 | 0.1 | 1.20 | 0.30 |
| 13.00 | 33.00 | 32.80 | 33.30 | 0.2 | 0.3 | 0.61 | 0.91 |
| 13.30 | 31.30 | 30.80 | 31.80 | 0.5 | 0.5 | 1.60 | 1.60 |
| 14.00 | 29.80 | 29.80 | 30.00 | 0 | 0.2 | 0.00 | 0.67 |
| 14.30 | 30.00 | 30.20 | 31.80 | 0.2 | 1.8 | 0.67 | 6.00 |
| 15.00 | 29.80 | 29.80 | 30.20 | 0 | 0.4 | 0.00 | 1.34 |
| 15.30 | 31.00 | 31.80 | 32.00 | 0.8 | 1 | 2.58 | 3.23 |
| 16.00 | 31.00 | 30.80 | 32.80 | 0.2 | 1.8 | 0.65 | 5.81 |
| 16.30 | 29.80 | 30.80 | 30.80 | 1 | 1 | 3.36 | 3.36 |
| 17.00 | 28.20 | 28.20 | 28.50 | 0 | 0.3 | 0.00 | 1.06 |
| 17.30 | 28.20 | 28.30 | 28.50 | 0.1 | 0.3 | 0.35 | 1.06 |
| Rata-rata nilai error | | | | | | 1.40 | 1.79 |
| Rata-rata nilai Suhu | | | | | | 30.62 | 31.12 |

b. Pengujian Soil Moisture

Pengujian sensor kelembapan dilakukan berdasarkan hasil pengukuran kelembapan tanah sekitar yang diperoleh dan dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan *soil moisture*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor kelembap tanah yang digunakan akurat atau tidak. Tabel 2 dibawah ini merupakan data yang didapatkan selama proses pengujian berlangsung.

Hasil pengujian sensor *soil moisture* yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2 dimana jika sensor kelembapan tanah ini ditancapkan pada tanah yang kering maka nilai persennya kecil dan jika sensor ini diletakkan pada tanah yang basah maka nilai persennya akan besar. Berdasarkan hasil pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa sensor *soil moisture* memiliki nilai rata-rata *error* pada *node A* sebesar 1.97% dan pada *node B* sebesar 2.36%.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Lembab Tanah

| Jam | Pembanding | | Node | | Selisih | | Error | |
|------------------------|----------------|----|-------|-------|--------------|---|-------|-------|
| | Soil Meter (%) | | A (%) | B (%) | Nilai Sensor | | A | B |
| | A | B | | | A | B | A | B |
| 08.00 | 90 | 98 | 90 | 94 | 0 | 4 | 0 | 4.08 |
| 08.30 | 95 | 94 | 93 | 94 | 2 | 0 | 2.10 | 0 |
| 09.00 | 93 | 94 | 93 | 93 | 0 | 1 | 0 | 1.06 |
| 09.30 | 88 | 90 | 90 | 90 | 2 | 0 | 2.27 | 0 |
| 10.00 | 90 | 85 | 90 | 87 | 0 | 2 | 0 | 2.35 |
| 10.30 | 85 | 88 | 87 | 85 | 2 | 3 | 2.35 | 3.40 |
| 11.00 | 85 | 85 | 86 | 83 | 1 | 2 | 1.17 | 2.35 |
| 11.30 | 82 | 86 | 83 | 86 | 1 | 0 | 1.21 | 0 |
| 12.00 | 80 | 80 | 80 | 85 | 0 | 5 | 0 | 6.25 |
| 12.30 | 80 | 76 | 82 | 80 | 2 | 4 | 2.5 | 5.25 |
| 13.00 | 84 | 77 | 80 | 78 | 4 | 1 | 4.7 | 1.29 |
| 13.30 | 82 | 78 | 78 | 78 | 4 | 0 | 4.8 | 0 |
| 14.00 | 80 | 75 | 77 | 78 | 3 | 3 | 3.75 | 4.00 |
| 14.30 | 78 | 75 | 75 | 79 | 3 | 4 | 3.84 | 5.33 |
| 15.00 | 76 | 80 | 74 | 80 | 2 | 0 | 2.61 | 0 |
| 15.30 | 65 | 76 | 64 | 76 | 1 | 0 | 1.53 | 0 |
| 16.00 | 68 | 68 | 67 | 67 | 1 | 1 | 1.47 | 1.47 |
| 16.30 | 68 | 65 | 68 | 67 | 0 | 2 | 0 | 3.07 |
| 17.00 | 68 | 65 | 67 | 67 | 1 | 2 | 1.47 | 3.07 |
| 17.30 | 60 | 60 | 60 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rata-Rata Error | | | | | | | 1.97 | 2.36 |
| Rata-Rata Nilai Lembap | | | | | | | 79.2 | 80.35 |

Dengan nilai rata-rata lembap tanah pada *node* A sebesar 79.2 °C dan pada *node* B sebesar 80.35°C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, alat bekerja dengan baik dengan rata-rata nilai *error* dibawah 5%, perbedaan angka hasil sensor dan angka nilai pembanding tidak terlalu jauh. Berdasarkan hasil pengujian dan pengamatan pada *Greenhouse* RPTRA Duren Tiga, nilai lembap tanah masih terlalu tinggi bahkan hingga sore hari sehingga dapat mengganggu pertumbuhan tanaman anggur yang semestinya tidak membutuhkan air yang begitu banyak dalam proses pertumbuhannya karena dapat merusak tanaman tersebut.

c. Pengujian pH Tanah

Pengujian sensor pH dilakukan berdasarkan hasil pengukuran pH sekitar yang diperoleh dan dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan pH meter. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor pH tanah yang digunakan akurat atau tidak.

Pengujian akurasi sensor suhu pH tanah dilakukan pada kedua sensor masing-masing digunakan untuk mendeteksi pH pada tanaman Anggur di *Greenhouse* RPTRA Duren Tiga. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3 dimana ketika pada pagi hari nilai pH diangka 5 disebabkan apabila tanah yang terlalu banyak tergenang air maka akan bersifat asam dan apabila kadar air sudah berkurang maka akan naik. Hal ini dapat dilihat pada siang hari nilai pH sudah berada diangka 6 yang

kemudian perlahan naik sampai titik tertingginya diangka 6.8 pada sore hari.

Tabel 3. Hasil Pengujian pH Tanah

| Jam | Pembanding | | Node | | Selisih | | Error | |
|--------------------|-----------------|-----|------|-----|--------------|---|-------|------|
| | Sensor pH meter | | A | B | Nilai Sensor | | A | B |
| | A | B | | | A | B | A | B |
| 08.00 | 5.4 | 5.9 | 5.5 | 5.9 | 1 | 0 | 1.85 | 0.00 |
| 08.30 | 5.4 | 5.8 | 5.5 | 5.9 | 1 | 1 | 1.85 | 1.72 |
| 09.00 | 5.6 | 5.8 | 5.6 | 5.9 | 0 | 1 | 0.00 | 1.72 |
| 09.30 | 5.5 | 6.2 | 5.5 | 5.9 | 0 | 3 | 0.00 | 4.84 |
| 10.00 | 5.6 | 6.0 | 5.6 | 6.0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 10.30 | 6.0 | 6.2 | 5.9 | 6.2 | 1 | 0 | 1.67 | 0.00 |
| 11.00 | 6.1 | 6.4 | 6.0 | 6.2 | 1 | 2 | 1.64 | 3.13 |
| 11.30 | 6.0 | 6.5 | 6.0 | 6.5 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 12.00 | 6.3 | 6.5 | 6.4 | 6.4 | 1 | 1 | 1.59 | 1.54 |
| 12.30 | 6.3 | 6.3 | 6.4 | 6.3 | 1 | 0 | 1.59 | 0.00 |
| 13.00 | 6.5 | 6.3 | 6.7 | 6.5 | 2 | 2 | 3.08 | 3.17 |
| 13.30 | 6.5 | 6.6 | 6.5 | 6.6 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 14.00 | 6.6 | 6.5 | 6.8 | 6.8 | 2 | 3 | 3.03 | 4.62 |
| 14.30 | 6.7 | 6.5 | 6.8 | 6.7 | 1 | 2 | 1.49 | 3.08 |
| 15.00 | 6.5 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 2 | 2 | 3.08 | 2.94 |
| 15.30 | 6.6 | 6.7 | 6.5 | 6.6 | 1 | 1 | 1.52 | 1.49 |
| 16.00 | 6.4 | 6.7 | 6.4 | 6.7 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 16.30 | 6.6 | 6.7 | 6.6 | 6.7 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 17.00 | 6.7 | 6.6 | 6.8 | 6.8 | 1 | 2 | 1.49 | 3.03 |
| 17.30 | 6.9 | 6.6 | 6.7 | 6.8 | 2 | 2 | 2.90 | 3.03 |
| Rata-Rata Error | | | | | | | 1.34 | 1.72 |
| Rata-Rata Nilai pH | | | | | | | 6.32 | 6.4 |

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa sensor suhu pH memiliki nilai rata-rata *error* pada *node* A sebesar 1.52% dan pada *node* B sebesar 1.82%. Nilai rata-rata lembap tanah pada *node* A sebesar 6.32 dan pada *node* B sebesar 6.4.

Dapat disimpulkan bahwa nilai *error* masih dalam kategori sangat baik dikarenakan masih dibawah 5% sehingga dapat dikatakan alat bekerja dengan baik dan perbedaan angka nilai pembanding dan nilai sensor tidak terlalu jauh. Pada proses pengujian dan pengamatan nilai pH pada tanaman anggur di *Greenhouse* Duren Tiga memiliki nilai rata-rata sesuai seperti standar yang diharapkan yaitu 5.5 – 7.3.

d. Pengujian BH1750

Pengujian sensor intensitas cahaya dilakukan berdasarkan hasil pengukuran intensitas cahaya sekitar yang diperoleh dan dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan luxmeter. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor BH1750 yang digunakan memiliki sensitivitas atau tidak.

Tabel 4. Data Hasil Intensitas Cahaya

| Jam | Pembanding | | Node | | Selisih | | Error | |
|-------|---------------|-------|-----------------|--------|---------|------|-------|-------|
| | Lux App (Lux) | | A | Node B | A | B | A | B |
| | A | B | (Lux) | (Lux) | | | | |
| 08.00 | 1293 | 1000 | 1302 | 980 | 9 | 20 | 0.70 | 2.00 |
| 08.30 | 1290 | 1123 | 1305 | 1030 | 15 | 93 | 1.16 | 8.28 |
| 11.30 | 2132 | 19023 | 2090 | 16129 | 42 | 2894 | 1.97 | 15.21 |
| 12.00 | 1000 | 1020 | 991 | 1036 | 9 | 16 | 0.90 | 1.57 |
| 12.30 | 1300 | 1400 | 1025 | 1336 | 275 | 64 | 21.12 | 4.57 |
| 16.00 | 4300 | 1050 | 4287 | 1024 | 13 | 26 | 0.30 | 2.48 |
| 16.30 | 5234 | 7895 | 5090 | 7779 | 144 | 116 | 2.75 | 1.47 |
| | | | Rata-Rata Error | | | | 4.13 | 5.08 |

Pengujian pada BH1750 dilakukan berdasarkan kondisi matahari di RPTRA Duren Tiga. Berdasarkan *library* yang ada di Arduino, rentang nilai 10-10.000 merupakan nilai wajar yang didapatkan apabila pengambilan data berada di ruangan yang tidak terkena matahari secara langsung.

Selama proses pengujian, nilai sensor yang didapatkan selalu diatas 900 artinya tanaman selalu terkena matahari. Hal ini mengindikasikan bahwa telah sesuai seperti standar yang diinginkan apabila ingin menanam anggur. Dengan nilai *error* sebesar 4.13% dan 5.08%, nilai *error* tersebut mendekati 5% sehingga termasuk kategori baik, nilai hasil bacaan sensor masih dapat diterima karena masih berada dalam rentang nilai sesuai *library* Arduino.

e. Pengujian Solenoid Valve

Data hasil pengujian terhadap *solenoid valve* akan dilihat dari kondisi suhu sekitar saat itu. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor BH1750 yang digunakan akurat atau tidak. Tabel 5 dibawah ini merupakan data yang didapatkan selama proses pengujian berlangsung.

Tabel 5. Hasil Pengujian Solenoid Valve

| Nilai Lembap Tanah (%) | Solenoid Valve |
|------------------------|----------------|
| 83 | Mati |
| 39 | Menyala |
| 74 | Mati |
| 41 | Menyala |

Pengujian pada *solenoid valve* dilakukan berdasarkan kondisi tanaman, saat melakukan pengujian tidak ada lembap tanah yang mencapai dibawah 50 sehingga pengujian dilakukan dengan media tanah lain untuk membuktikan bahwa *solenoid valve* telah aktif.

f. Pengujian Firebase

Hasil pengujian respon *database* ditunjukkan pada pengujian terhadap *firebase* dilakukan dengan menghubungkan semua komponen. Data yang diterima pada *node* akan dilakukan proses sinkronisasi secara terus menerus sehingga data yang sebelumnya diterima akan berubah dengan data yang baru diterima oleh *database* dengan begitu *database* akan bersifat realtime. Data yang diterima pada *database* akan secara langsung ditampilkan di aplikasi yang sudah dibuat.

g. Pengujian IFTTT

Proses pengujian dengan melihat data yang telah masuk di spreadsheet yang sudah ada. Data yang masuk harus sinkron dengan data yang dikirim dari *node receiver*. Data yang masuk nantinya akan disimpan dalam *spreadsheet*.

h. Pengujian LoRa

Hasil pengujian ini akan dilihat bagaimana respon, keakuratan serta ketepatan yang diberikan oleh perangkat LoRa dalam melakukan proses transmisi data. Pengujian LoRa dilakukan dengan menghubungkan LoRa *transmitter* dan LoRa *receiver* pada setiap jarak-jarak yang telah ditentukan. Pada hasil pengujian data yang diterima oleh perangkat LoRa *receiver* akan ditampilkan dengan menggunakan serial monitor seperti ditunjukkan pada di bawah ini.

Tabel 6 Hasil Pengujian LoRa

| Jarak | RSSI (dBm) | RSSI (mW) | SNR (dB) | Jumlah data yang diterima |
|-------|------------|--------------------------|----------|---------------------------|
| 10 | -32 | 6.30957×10^{-4} | 10 | 60 |
| 50 | -33 | 5.01187×10^{-4} | 9.75 | 60 |
| 100 | -40 | 1×10^{-4} | 9.75 | 60 |
| 150 | -42 | 6.30957×10^{-5} | 9.75 | 60 |
| 200 | -46 | 2.51189×10^{-5} | 9.50 | 60 |
| 250 | -49 | 1.25893×10^{-5} | 9.25 | 60 |
| 300 | -55 | 3.16228×10^{-6} | 9 | 60 |
| 400 | -63 | 5.01×10^{-7} | 8 | 55 |
| 500 | -69 | 1.26×10^{-7} | 7 | 53 |
| 600 | -75 | 3.16×10^{-8} | 5 | 45 |
| 700 | -79 | 1.26×10^{-8} | 4.5 | 45 |
| 800 | -84 | 3.98×10^{-9} | 2.5 | 36 |
| 900 | -88 | 1.58×10^{-9} | -2.7 | 30 |
| 1000 | -92 | 6.31×10^{-10} | -4.4 | 25 |
| 1100 | -97 | 2.00×10^{-10} | -8.3 | 22 |
| 1200 | -102 | 6.31×10^{-11} | -8.5 | 20 |
| 1300 | -104 | 3.98×10^{-11} | -9.25 | 16 |
| 1400 | -109 | 1.26×10^{-11} | -9.75 | 10 |

i. RSSI

Hasil pengujian terhadap daya jangkau LoRa dalam mengirimkan data dengan antara perangkat LoRa *transmitter* dan LoRa *receiver* ditunjukkan pada Tabel 6. Dari table 6 dapat disimpulkan, Nilai daya yang diterima *receiver* akan sebanding dengan jauh jaraknya. Bila jarak semakin menjauh di antara kedua LoRa maka akan semakin kecil nilai yang didapatkan dan hal ini menunjukkan bahwa yang diterima semakin lemah. Nilai daya yang semakin kecil dapat mengakibatkan kemampuan *receiver* berkurang dalam menerima data yang dikirimkan.

ii. SNR

Hasil pengujian terhadap daya jangkau LoRa dalam mengirimkan data dengan kondisi LOS atau tanpa adanya penghalang antara perangkat LoRa *transmitter* dan LoRa *receiver* ditunjukkan pada Tabel 6. Terlihat bahwa semakin jauh jarak dari LoRa *Transmitter* dan LoRa *Receiver* maka nilai SNR semakin rendah. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya nilai *noise* bertambahnya jarak.

iii. Jumlah Data

Hasil pengujian terhadap daya jangkau LoRa dalam mengirimkan data antara perangkat LoRa *transmitter* dan LoRa *receiver* ditunjukkan pada Tabel 6. Data sensor yang dikirimkan pada kondisi ini adalah dalam satu menit pada masing-masing jarak. Hal ini dapat dilihat bahwa banyak data yang diterima dipengaruhi oleh jarak diantara kedua *node* yang dimana semakin jauh perangkat semakin sedikit paket data yang diterima oleh *node receiver*. Banyaknya paket data yang diterima dipengaruhi oleh RSSI dan SNR yang semakin turun.

iv. Throughput

Pada proses pengiriman data terdapat 32 karakter yang dikirim dalam satu paket sehingga dalam satu paket terdapat 256 bit atau setara dengan 32 *bytes*. Pada pengiriman paket data 60, *throughput* yang didapatkan adalah 256 bps sedangkan pada paket data 10 *throughput* yang didapatkan nilai 42 bps, dimana hasil masuk dalam kategori bagus dan cukup.

dengan akurasi masing-masing sebesar 95.87% dan 94.92%. LoRa dapat menjangkau jarak 1400 meter dengan nilai RSSI -109 dengan kategori buruk, nilai SNR -9.5 dB dengan kategori buruk dan banyak paket data yang diterima 10 dengan *throughput* 42.6 bps dengan kategori cukup.

Daftar Acuan

- [1] Badan Pusat Statistik, Produksi Tanaman Buah-buahan, <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/4/produksi-tanaman-buah-buahan.html>, 2022.
- [2] Sukadi, Teknis Budidaya Anggur, Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, 2020.
- [3] M. Sauter, From GSM to LTE-Advanced: An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband, United Kingdom: Wiley, 2014.
- [4] D. S. Putra, N.B.A Karna, R. Mayasari, Rancang Bangun Smart Lighting dan Monitoring Kondisi Lampu Jalan Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan Lora, e-Proceedings of Engineering, 6(2), 2019.
- [5] K. S. Budi, Y. Pramudya, Pengembangan Sistem Akuisisi Data Kelembapan dan Suhu dengan Menggunakan Sensor DHT11 dan Arduino Berbasis IoT, Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal), Vol. 6, pp. SNF2017-CIP, October 2017.
- [6] C. L. Aritonang, M. Maison, Y.R. Hais, Sistem Monitoring Tegangan, Arus, dan Intensitas Cahaya pada Panel Surya dengan Thingspeak. Jurnal Engineering, 2(1), 11-24, 2020.
- [7] M. Muliadi, A. Imran, M. Rasul, Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32, Jurnal Media Elektrik, 17(2), 73-79, 2020.
- [8] J. S. Wilson, Sensor Technology Handbook, Burlington: Elsevier/Newness, 2005.

4. Kesimpulan

Sensor DHT11 bekerja dengan baik dengan akurasi masing-masing sebesar 98.60% dan 98.21%. Sensor kelembapan tanah bekerja dengan baik dengan akurasi masing-masing sebesar 98.21% dan 97.64%. Sensor pH bekerja dengan baik dengan akurasi sebesar 98.48% dan 98.18%. Sensor BH1750 bekerja dengan baik dan memiliki sensitivitas sesuai dengan kondisi *greenhouse* serta memiliki nilai rentang yang sesuai *libray* Arduino