

SISTEM IoT BERBASIS LoRa UNTUK PEMANTAUAN PARAMETER pH DAN KELEMBABAN TANAH PADA TANAMAN STROBERI

¹Eggie Yayang Dewangga Rilangi, ²Misbahuddin, ³Muhamad Syamsu Iqbal

Teknik Elektro, Universitas Mataram, Mataram

¹eydrilangi@gmail.com, ²misbahuddin@unram.ac.id, ³msiqbal@unram.ac.id

Abstract — Strawberry plants can only be grown in the highlands, where the soil pH ranges from 5.5 to 7.5 and the humidity is between 80 and 90%. Strawberry plants, on the other hand, can only be grown in the lowlands by creating environmental and soil conditions that are similar to those found in the highlands. As a result of this research, a highland soil pH and moisture monitoring system for strawberry plants was developed using the Internet of Things (IoT) and LoRa communication devices to aid cultivators in designing acceptable ambient and soil conditions. Strawberry plants can absorb available nutrients based on the pH value and soil moisture. The pH levels in the highlands of Sembalun, which range from 5.9 to 6.8, and the lowlands of Mataram, which range from 6.4 to 7.4, are significantly different, according to the monitoring results. Meanwhile, the soil moisture value in Sembalun's highlands is 80-100 percent and in Mataram's lowlands is 20-70 percent. Lora IoT-based monitoring system with real-time LoRa connectivity has been successfully developed.

Keywords — IoT, LoRa, Strawberry Plants, pH, Soil Moisture

Abstrak—Tanaman stroberi pada umumnya hanya dapat tumbuh di dataran tinggi dengan pH tanah 5,5 – 7,5, dan kelembaban 80 – 90%. Namun, tanaman stroberi hanya dapat dibudidayakan di dataran rendah dengan cara melakukan rekayasa kondisi lingkungan dan tanah yang mengikuti kondisi pada dataran tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini membuat sistem pemantauan pH dan kelembaban tanah dataran tinggi untuk tanaman stroberi berbasis Internet of Thing (IoT) dengan perangkat komunikasi LoRa untuk membantu pembudidaya dalam merakayasa kondisi lingkungan dan tanah yang sesuai. Nilai pH dan kelembaban tanah menjadi indikator tanaman stroberi dapat menyerap nutrisi yang tersedia. Hasil pemantauan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan kadar pH antara dataran tinggi Sembalun 5,9 – 6,8 dan dataran rendah Mataram 6,4 – 7,4. Sementara, nilai kelembaban tanah dataran tinggi Sembalun 80 – 100% dan dataran rendah Mataram 20 -70%. Sistem pemantauan berbasis IoT Lora ini berhasil diterapkan dengan komunikasi LoRa dalam waktu nyata.

Kata Kunci — IoT, LoRa, Tanamaan Stroberi, pH, Kelembaban Tanah

I. PENDAHULUAN

Tanaman stroberi adalah tanaman yang dapat tumbuh pada daratan tinggi yang memiliki suhu yang cukup sejuk dan kualitas tanah yang baik. Kualitas tanah pada lahan pertanian

dengan pH tanah ideal berada pada rentang 6 – 7. Parameter pH merupakan unsur hara yang lebih mudah larut dalam tanah. Selain itu unsur-unsur yang bersifat racun bagi tanaman dapat ditunjukkan dari tinggi rendahnya pH. Suhu dan kelembaban tanah yang baik juga dapat mempengaruhi pembentukan ruang pori tanah untuk mendapatkan sirkulasi udara yang baik dalam tanah [1].

Beberapa penelitian yang mengembangkan sistem internet of things (IoT) berbasis LoRa pada bidang pertanian khususnya untuk pemantauan parameter lingkungan telah banyak dilakukan oleh peneliti dalam berbagai aplikasi. Penulis [2] memperkenalkan sistem IoT berbasis LoRa untuk pemantauan pH dan kelembaban tanah pada perkebunan belimbing wuluh. Sementara peneliti [3] juga mengembangkan sistem yang sama untuk pemantauan suhu udara dan kelembaban tanah menggunakan aplikasi Ceyene.

Di sisi lain, aplikasi pertanian untuk sistem pemantauan variasi parameter pertanian seperti cuaca, air, tanah, deteksi hama, deteksi intrusi, deteksi kebakaran secara berkala dikembangkan oleh [4]. Sistem pemantau ini lebih presisi dalam waktu nyata, hemat biaya, konsumsi daya lebih rendah, emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang lebih sedikit. Selanjutnya, sistem pemantauan parameter lingkungan dengan menerapkan kerangka *Local Management Subsystem* (LMS) dan *Global Management Subsystem* (GMS) dikembangkan oleh [5]. Fokus dari penelitian ini pada jarak transmisi optimal LoRa dengan mengukur RSSI, dan *packet loss*. Selain itu, sistem manajemen dan pemantauan pertanian cerdas berbasis LoRa menggunakan Wireless Sensor Networks diperkenalkan oleh [6]. Sistem ini mengembangkan server jaringan pribadi dan dihubungkan dengan *gateway* yang mengumpulkan data atau sinyal dari node dan mengirimkan data ke *cloud* tanpa menggunakan *router*.

Dari penelitian tersebut membuktikan bahwa sistem IoT berbasis LoRa dapat digunakan dalam pemantauan berbagai aplikasi pertanian. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan parameter pH dan kelembaban tanah secara waktu nyata yang diperuntukan pada tanaman stroberi yang hanya dapat tumbuh pada dataran tinggi. Data pemantauan parameter tanah pada dataran tinggi tersebut dapat digunakan sebagai acuan oleh pembudidaya tanaman stroberi dalam merakayasa parameter tanah di dataran rendah sehingga tanaman stroberi dapat ditumbuhkan dan dibudidayakan dengan baik.

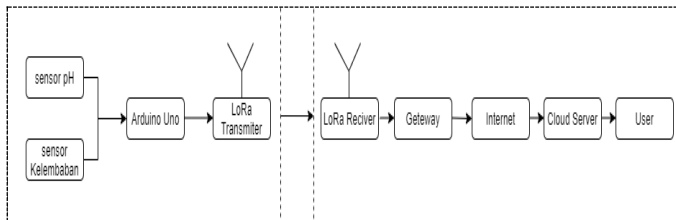
II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan pengamatan langsung pada lokasi tanaman stroberi yang berada pada dataran tinggi di Desa Sembalun, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Tahapan penelitian ini adalah merancang, membuat dan menguji sistem pemantauan parameter pH dan kelembaban tanah dalam waktu nyata.

A. Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini dilakukan melalui dua tahapan yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan adalah sensor pH dan kelembaban tanah, mikrokontroler arduino uno, perangkat komunikasi LoRa dan ESP8266 dan baterai Lipo 3.3V. Rancangan sistem pemantauan pH dan kelembaban tanah dapat dilihat pada Gambar 1.

Dua sensor yang terpasang untuk membaca kadar pH dan kelembaban tanah diolah oleh mikrokontroler arduino untuk dikirim ke MQTT broker melalui perangkat komunikasi LoRa dan ESP8266. Nilai pH dan kelembaban tanah yang tersimpan di MQTT broker dapat diakses oleh pengguna menggunakan *smartphone* melalui mekanisme protokol MQTT *publish-subscribe*. Protokol MQTT ini bekerja dengan mekanisme *publish-subscribe* berbasis broker yang berjalan di atas *Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP)* [7].

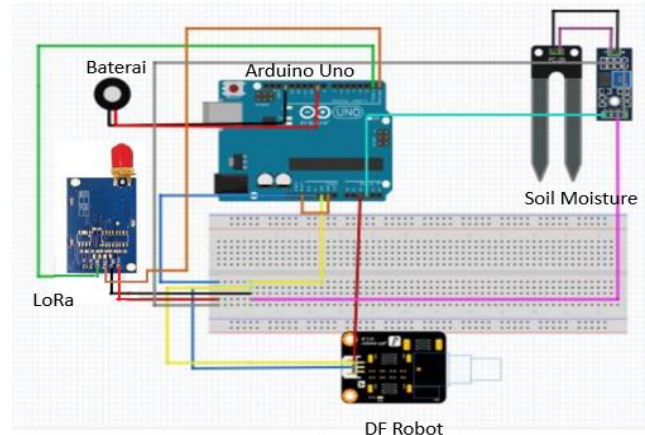


Gambar 1. Diagram Blok Sistem Pemantauan

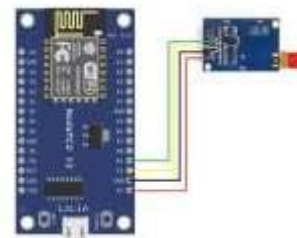
B. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras adalah merangkai komponen elektronik pengirim dan penerima. Pada bagian pengirim terdiri dari sensor pH, sensor kelembaban tanah, mikrokontroler arduino uno, dan perangkat komunikasi nirkabel LoRa. Kedua sensor disatukan oleh DFRobot agar mudah dipantau melalui perangkat lunak. Skema rangkaian pengirim ditunjukkan pada Gambar 2.

Sementara, pada bagian penerima terdiri dari komponen LoRa dan ESP266. Skema rangkain penerima ditunjukkan Pada Gambar 3. Perangkat pengirim dan penerima ini dikemas dalam box plastis seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 2. Skema Rangkaian Pengirim



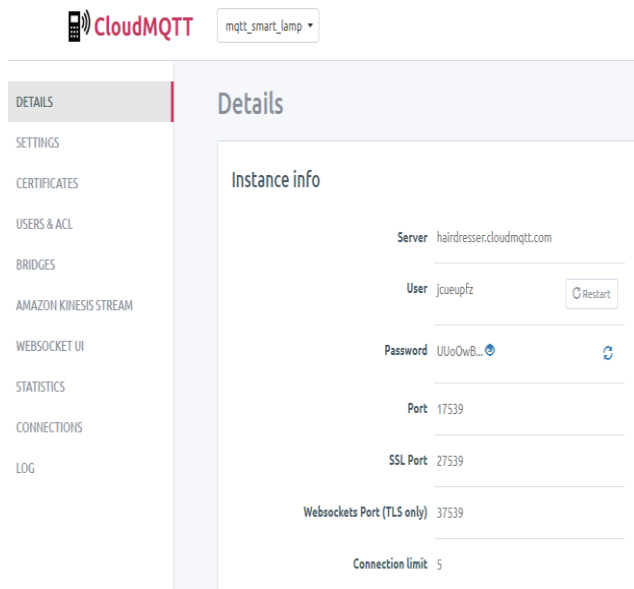
Gambar 3. Skema Rangkaian Penerima



Gambar 4. Perangkat Keras Sistem Monitoring.

C. Konfigurasi MQTT Broker

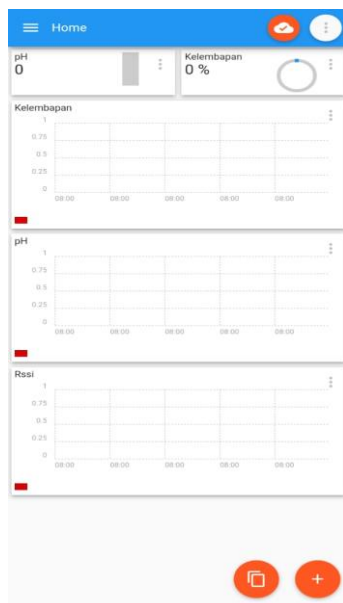
Pada konfigurasi pada MQTT broker, *user* dan *port* harus sama dengan konfigurasi pada IoT MQTT Panel pada *smartphone* agar supaya mekanisme MQTT *publish-subscribe* dapat berjalan dengan baik. MQTT broker yang digunakan dalam penelitian ini adalah cloudMQTT [8]. Konfigurasi user dan port pada MQTT broker ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Konfigurasi MQTT broker

D. Perancangan Antarmuka

Antarmuka yang digunakan pada penelitian ini adalah IoT MQTT Panel [9] yaitu sebuah *platform* yang dapat memvisualisasikan data grafik pada *smartphone* sehingga mudah bagi pengguna dalam membaca data yang dikirim oleh sensor. Rancangan visualisasi data pada IoT MQTT Panel pada *smartphone* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rancangan visualisasi data pada IoT MQTT Panel

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Jangkauan Komunikasi LoRa

Pengujian jangkauan komunikasi LoRa antara pengirim dan penerima dilakukan untuk mengetahui jangkauan maksimum pengirim LoRa. Pengaturan parameter transmisi LoRa yang diberikan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaturan Parameter Transmisi LoRa

Parameter	Nilai
Frekuensi	915 kHz
Daya Transmisi	17 dBm
Coding rate	4/5
Bandwidth	125 kHz
Spreading Factor	7

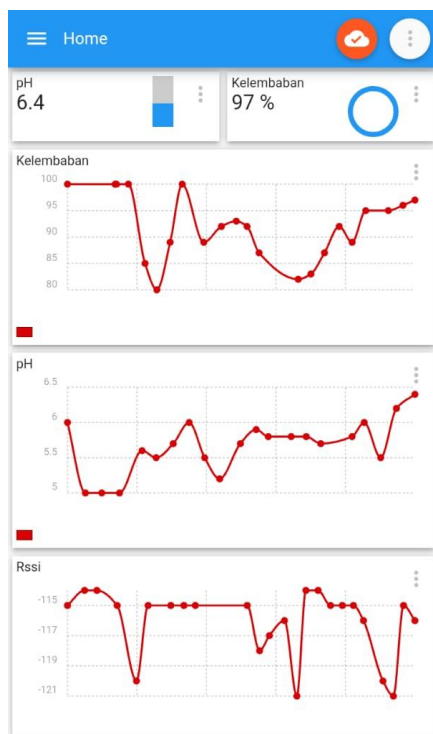
Jarak pengujian dimulai dari 50 hingga 610 meter. Bila data dapat terbaca dengan baik pada penerima LoRa, maka koneksi dianggap terhubung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jangkauan maksimum adalah 600 meter sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Jangkauan Komunikasi LoRa

Jarak (meter)	Indikator	Koneksi
50	Terbaca	Terhubung
100	Terbaca	Terhubung
150	Terbaca	Terhubung
200	Terbaca	Terhubung
250	Terbaca	Terhubung
300	Terbaca	Terhubung
350	Terbaca	Terhubung
400	Terbaca	Terhubung
450	Terbaca	Terhubung
500	Terbaca	Terhubung
550	Terbaca	Terhubung
600	Terbaca	Terhubung
610	Tidak terbaca	Tidak terhubung

B. Pengujian Antarmuka IoT MQTT Panel

Pengujian ini adalah pembacaan data pengukuran oleh sensor pH dan kelembaban tanah yang dapat ditampilkan secara waktu nyata pada antarmuka IoT MQTT panel yang terpasang pada *smartphone*. Pada Gambar 7 terlihat pembacaan kelembaban tanah, pH dan kuat sinyal yang diterima oleh penerima (RSSI). Hasil pembacaan menunjukkan bahwa kelembaban tanah berada pada rentang 80–100% , pH tanah pada rentang 5,9 –6,8, dan kuat sinyal komunikasi LoRa (RSSI) pada rentang -121 sampai -114 dBm.



Gambar 7. Tampilan Antarmuka pada IoT MQTT Panel

C. Pengujian Pembacaan pH Tanah

Tabel 3 menunjukkan hasil pembacaan kadar pH tanah Sembalun baik oleh sensor yang dirancang dengan rentang 5,9 – 6,8 maupun alat pengukur pembanding dengan rentang 6,7 – 7,0. Terdapat selisih pembacaan dengan rerata persentase galat sebesar 5,8%. Hal ini menunjukkan bahwa alat pengukur sensor pH yang dirancang cukup valid.

Tabel 3. Hasil Pengujian pH Tanah Sembalun

No	Waktu	Kadar pH Sensor	Kadar pH Pembanding	Persentase Galat
1	Pagi	6,7	7,0	4,2%
2	Siang	5,9	6,7	9,2%
3	Sore	6,4	7,0	8,5%
4	Malam	6,8	7,0	1,4%
Rerata persentase galat				5,8%

Hasil pengukuran kadar pH tanah yang dilakukan di Sembalun mendekati hasil pengukuran kadar pH yang dilakukan oleh [10] dan [11] pada wilayah bukit dan persawahan Sembalun dengan rentang 5,4 – 6,8.

Tabel 4. Hasil Pengujian pH Tanah Mataram

No	Waktu	Kadar pH Sensor	Kadar pH Pembanding	Persentase Galat (%)
1	Pagi	6,8	6,4	6,2
2	Siang	6,4	6,7	4,2
3	Sore	6,5	7,3	10,9
4	Malam	7,9	7,4	6,7
Rerata persentase galat				5,6

Tabel 4 menunjukkan pembacaan sensor pH yang dirancang dan pembandingnya pada dataran rendah di Mataram dengan rentang 6,4 - 7,9 dengan rerata persentase galat sebesar 5,6%. Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan adanya perbedaan kadar pH antara dataran tinggi Sembalun dan dataran rendah Mataram. Namun perbedaan ini tidak signifikan.

D. Pengujian Pembacaan Kelembaban Tanah

Pada bagian ini dijelaskan pengujian hasil pengukuran kelembaban tanah baik pada dataran tinggi Sembalun maupun pada dataran rendah Mataram. Tabel 5 menunjukkan hasil pembacaan sensor kelembaban tanah yang dilakukan pada lokasi pertanian stroberi yang dimiliki oleh petani setempat dengan kondisi tanah gembur dengan rata-rata tingkat kelembaban tanah dengan rentang 80% - 100%. Sedangkan, Tabel 6 menunjukkan hasil pembacaan sensor kelembaban tanah pada dataran rendah Mataram sebagai pembanding dengan kondisi sebelum dan sesudah penyiraman pada tanah uji dengan rentang 20% - 70%. Kedua kondisi tersebut terlihat perbedaan yang sangat signifikan yang diakibatkan oleh perbedaan ketinggian terhadap permukaan air laut.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kelembaban Tanah Sembalun

No	Waktu	Kelembaban (%) pada kedalaman tanah (cm)			
		5 cm	10 cm	15 cm	20 cm
1	Pagi	80-100	80-100	90-100	90-100
2	Siang	80-90	80-90	90-100	90-100
3	Sore	80-96	80-90	90-100	90-100
4	Malam	90-100	80-100	90-100	90-100

Tabel 6. Hasil Pengujian Kelembaban Tanah Mataram

No	Waktu	Kelembaban (%) pada kedalaman tanah (cm)			
		5 cm	10 cm	15 cm	20 cm
1	Pagi	46-63	40-53	40-50	45-58
2	Siang	20-40	27-55	40-64	40-68
3	Sore	40-52	47-60	46-63	48-67
4	Malam	49-58	53-64	53-68	56-70

Hasil pengukuran kelembaban tanah yang dilakukan di Sembalun mendekati hasil pengukuran kelembaban tanah yang dilakukan oleh [12] pada wilayah bukit dan persawahan Sembalun dengan rentang 79 - 84,5%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan melalui tahap perencanaan, perancangan dan pengujian, penelitian ini dapat disimpulkan bahwa jangkauan maksimum transmisi LoRa sejauh 600 meter. Kadar pH yang terukur pada tanah dataran tinggi Sembalun dengan rentang 5,9 – 6,8 dan tanah dataran rendah Mataram dengan rentang 6,4 – 7,4 memiliki perbedaan relatif dekat. Sementara, kelembaban tanah

Semalun dan Mataram memiliki perbedaan yang signifikan dengan rentang masing-masing 80% - 100% dan 20% - 70%. Pembacaan sensor yang terpasang di lahan stroberi dapat dikirim melalui komunikasi LoRa yang kemudian diteruskan ke MQTT broker melalui internet dengan perangkat WiFi ESP8266 untuk ditampilkan pada IoT MQTT Panel yang terpasang pada *smartphone* berfungsi dengan sangat baik.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Karamina, W. Fikrinda, and A. T. Murti, "Kompleksitas Pengaruh Temperatur dan Kelembaban Tanah Terhadap Nilai pH Tanah di Perkebunan Jambu Biji Varietas Kristal (Psidium guajava l) Bumiaji, Kota Batu," *Kultivasi*, vol. 16, no. 3, 2017.
- [2] A. F. Rachmani and F. Y. Zulkifli, "Design of IoT Monitoring System Based on LoRa Technology for Starfruit Plantation," in *TENCON 2018-2018 IEEE Region 10 Conference*, 2018, pp. 1241–1245.
- [3] F. A. Purnomo, N. M. Yoeseph, S. A. T. Bawono, and R. Hartono, "Development of Air Temperature and Soil Moisture Monitoring Systems with LoRA Technology," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1825, no. 1, p. 12029.
- [4] T. A. A. Ali, V. Choksi, and M. B. Potdar, "Precision Agriculture Monitoring System Using Green Internet of Things (G-IoT)," in *2018 2nd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*, 2018, pp. 481–487.
- [5] M. S. Hidayat, A. P. Nugroho, L. Sutiarsa, and T. Okayasu, "Development of Environmental Monitoring Systems Based on LoRa with Cloud Integration for Rural Area," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, vol. 355, no. 1, p. 12010.
- [6] S. J. Suji Prasad *et al.*, "An Efficient LoRa-based Smart Agriculture Management and Monitoring System Using Wireless Sensor Networks," *Int. J. Ambient Energy*, pp. 1–4, 2021.
- [7] Ninla Elmawati Falabiba *et al.*, *MQTT Essentials- A LightWeight IOT Protocol*, vol. 5, no. 2. 2014.
- [8] Anonim, "Cloud MQTT." [Online]. Available: <https://www.cloudmqtt.com>. [Accessed: 15-May-2021].
- [9] K. Rahul, "IoT MQTT Panel." [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=snr.lab.iot.mqttpanel.prod&hl=pt>. [Accessed: 08-May-2021].
- [10] A. Muspiah and F. Sukiman, "Keragaman Ganodermataceae dari Beberapa Kawasan Hutan Pulau Lombok," *BioWallacea*, vol. 2, no. 1, pp. 54–61, 2016.
- [11] R. Amrulloh, B. N. Hidayah, and M. Ghazali, "Analisis Karakter Morfologi Dan Fisiologis Bawang Putih Allium Sativum Var. Sangga Sembalun Pada Dua Karakteristik Budidaya Yang Berbeda Di Sembalun Lombok Timur," *BioWallacea J. Ilm. Ilmu Biol.*, vol. 5, no. 1, pp. 23–28, 2019.
- [12] I. N. Suhartawan, A. S. Rachman, and I. M. B. Suksmadana, "Sistem Pengendalian Green House Untuk Tanaman Strawberry Berbasis Raspberry PI 3," *J. Bakti Nusa*, vol. 1, no. 2, pp. 1–13, 2020.