

ID: 02

Implementasi LDR (*LoRa Drip Sistem Irrigation*) Sebagai Sistem Penyiraman Drip Otomatis Berbasis LoRa Pada Tanaman Sawi

Implementation of LDR (LoRa Drip System Irrigation) as an Automatic Drip Irrigation System Based on LoRa for Mustard Greens Plants

Daffa Faturrahman^{1*}, Adhitya Fahreza Septian², Dimas Ali Mukhtar³, Gilang Gimnastiyar⁴, Muhammad Lahwa Algifari⁵, Lia Kamelia⁶

^{1,2,3,4,5,6}Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Jl. AH. Nasution 105 Bandung, Indonesia

daffafathurrahman1@gmail.com.^{1*}, adhityafahrezaaa08@gmail.com², dimasalimukhtar@gmail.com³, gilanggimnastiyar17@gmail.com⁴, mlahwaalgifari@gmail.com⁵, lia.kamelia@uinsgd.ac.id⁶

Abstrak - Irigasi tetes adalah metode irigasi dengan cara meneteskan air ke daerah perakaran dengan debit air yang rendah namun frekuensi yang tinggi. Irigasi tetes digunakan sebagai langkah solutif untuk menghemat air dan membuat pertumbuhan tanaman lebih baik sehingga proses penyiraman menjadi tepat guna. Menurut Badan Pusat Statistik bahwa 62,9% dari total petani di Indonesia masih menggunakan sistem penyiraman konvensional. Salah satunya Di daerah Pangalengan Kabupaten Bandung. Jika terus dilakukan dapat mengganggu pertumbuhan tanaman dan memicu tumbuhnya hama serta pemborosan air. Oleh karena itu, sistem irigasi tetes menggunakan LoRa berbasis Internet of Things menjadi solusi teknologi ramah lingkungan untuk proses irigasi. Penambahan LoRa digunakan agar sistem dapat bekerja pada kawasan yang kesulitan internet serta dapat dipantau melalui aplikasi di smartphone. Jenis penelitian adalah kuantitatif dengan teknik pengambilan data melalui eksperimen. Analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif. Sistem ini terdiri dari tiga proses, yaitu input, pengolahan data, output. Sistem ini memanfaatkan sensor kelembapan tanah sebagai alat pengambil data dan teknologi IoT untuk menampilkan data kelembapan tanah sehingga dapat diakses melalui aplikasi pada smartphone untuk memantau kondisi tanah. Sistem akan mendeteksi kelembapan tanah pada tanaman lalu mengirimkan instruksi terhadap pompa untuk mengalirkan air atau tidak. Selain itu, LoRa digunakan untuk memudahkan dalam pengiriman data sehingga pengiriman data dapat dilakukan secara nirkabel serta dapat digunakan ketika tidak ada internet dan skala yang lebih luas. Hasil yang didapatkan, sistem dapat bekerja sesuai dengan nilai kelembapan tanah sehingga dapat menghemat air sebanyak 63,64% dibanding sistem konvensional, kemudian data dapat dipantau pada aplikasi di smartphone.

Kata Kunci: *Internet of Things, Irigasi tetes, LoRa, Penghematan air, Perubahan iklim, Sawi;*

Abstract – Drip irrigation is a method of irrigation that delivers water directly to the root zone with a low water flow rate but high frequency. This method is used as a solution to save water and improve plant growth, ensuring efficient watering. According to the Central Statistics Agency, 62.9% of farmers in Indonesia still use conventional watering systems, including those in the Pangalengan area of Bandung Regency. If this practice continues, it could hinder plant growth, encourage pest infestations, and lead to water wastage. Therefore, a drip irrigation system using LoRa-based Internet of Things (IoT) technology offers an eco-friendly technological solution for the irrigation process. The addition of LoRa allows the system to operate in areas with limited internet access and enables monitoring via a smartphone application. The research is quantitative, utilizing data collection techniques through experimentation and descriptive analysis. The system comprises three processes: input, data processing, and output. It employs soil moisture sensors for data collection and IoT technology to display soil moisture data, which can be accessed via a smartphone application for monitoring soil conditions. The system detects soil moisture levels in plants and sends instructions to the pump to either supply water or not. Additionally, LoRa facilitates data transmission, allowing wireless data transfer even without internet access and on a larger

SENTER 2024, 03 Oktober 2024, pp. 01-12

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477

scale. The results showed that the system effectively responds to soil moisture levels, saving 63.64% of water compared to conventional systems, with data being accessible via the smartphone application.

Keywords: Climate Change, Drip Irrigation, Internet of Things, LoRa, Mustard Greens, Water Conservation;

1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu unsur kehidupan yang sangat penting dan menjadi kebutuhan bagi semua makhluk hidup tidak terkecuali tumbuhan. Air membantu tumbuhan dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan oksigen dan makanan bagi makhluk hidup lainnya. Di era pertanian modern, perubahan iklim global menjadi tantangan yang memberikan dampak terhadap sektor pertanian baik dari produksi maupun produktivitas komoditas pangan yang dihasilkan. Perubahan pola hujan, peningkatan suhu udara dan air laut, serta frekuensi banjir dan kekeringan menjadi tanda perubahan iklim terjadi [1]. Perubahan iklim dipengaruhi oleh banyak hal, salah satunya air. Penggunaan air menjadi sangat penting karena persediaan air terbatas akibat banyak terjadi deforestasi hutan dan pemborosan air. Permasalahan perubahan kondisi iklim sekarang menjadi hal yang penting untuk diperhatikan. Oleh karena itu, tercipta upaya-upaya global untuk menekan perubahan iklim yang dituangkan dalam program *Sustainable Development Goals (SDGs)*. Salah satunya, pada poin ke-13 yaitu penanganan perubahan iklim [2].

Untuk menghadapi tantangan iklim, penggunaan air menjadi sangat krusial. Pada bidang pertanian, sistem irigasi memiliki peran penting untuk memberikan kestabilan air terhadap tanaman tani akibat perubahan iklim. Irigasi merupakan suatu proses menyadap atau mengambil dari sumbernya untuk keperluan pertanian guna memenuhi kebutuhan air tanaman [1]. Irigasi menjadi faktor penting untuk meningkatkan efisiensi dan produksi hasil pertanian berdasarkan kebutuhan tanaman dan kondisi tanah [1].

Pada umumnya, petani masih menggunakan sistem irigasi konvensional dengan cara penyemburan air. Menurut survei oleh Badan Pusat Statistik tahun 2023 menyatakan bahwa 62,9% dari total petani di Indonesia masih menggunakan sistem penyiraman konvensional [3]. Jika terus dilakukan dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman seperti gangguan dari gulma dan terjadinya pemborosan air. Air yang disiramkan tidak sepenuhnya diserap oleh tanaman karena air yang diserap hanya air yang berada pada sekitar akar tanaman. Hal ini menjadikan sistem irigasi konvensional tidak ramah lingkungan karena penggunaan air yang tidak tepat guna. Penggunaan air harus digunakan seefisien mungkin agar tidak terjadi bencana kekeringan. Oleh karena itu, salah satu upaya yang muncul di bidang pertanian sebagai solusi untuk menghemat air adalah sistem irigasi tetes (*drip irrigation system*).

Irigasi tetes (*drip irrigation*) adalah metode irigasi dengan cara meneteskan air ke daerah perakaran dengan debit yang rendah serta frekuensi yang tinggi (terus menerus) [4]. Hal itu membuat efisiensi penggunaan air menjadi sangat tinggi dan menekan konsumsi air secara signifikan. Irigasi tetes sering digunakan dalam pertanian hortikultura seperti tanaman sawi (*Brassica Juncea L.*) yang dapat tumbuh maksimal pada kondisi tanah lembap sehingga dengan sistem irigasi ini dapat tercapainya penghematan air pada proses irigasi, meningkatkan kualitas produksi tanaman serta pengendalian gulma yang lebih baik, dan mencegah daun terbakar (*leaf burn*) [5]. Kelembapan tanah ideal berkisar antara 50%-70% RH (*Relative Humidity*) untuk menjaga kondisi tanah dalam kondisi kelembapan optimal [6]. Selain itu, jenis tanah pada objek penelitian ini berjenis tanah lempung yang bagus untuk pertanian dan memiliki kelembapan optimal pada rentang 60-70% [7]. Kontrol penyiraman yang dilakukan secara otomatis pada sistem irigasi tetes dapat menjadi solusi agar penggunaannya lebih efisien karena selain dapat melakukan penyiraman dengan mengikuti indikator nilai kelembapan yang terukur secara aktual pada tanaman, juga dapat memudahkan petani dalam upaya penghematan air agar optimal.

Sistem ini memerlukan pompa untuk mengangkat air dari sumber air menuju jaringan perpipaan lalu jaringan perpipaan akan mendistribusikan air ke tanaman [1]. Sistem irigasi tetes konvensional akan terus melakukan proses irigasi secara kontinu dengan debit yang rendah. Oleh karena itu, dibuat sistem irigasi tetes otomatis dengan memanfaatkan sensor kelembapan kapasitif untuk mendeteksi kelembapan tanah pada media tanam agar proses irigasi hanya dilakukan ketika tanahnya kering atau tidak lembap. Pompa akan hidup jika terdeteksi tanahnya kering dan pompa akan mati jika terdeteksi tanahnya lembap. Karena tanaman akan tumbuh dengan baik pada tanah dengan kelembapan yang sesuai. Selain itu, penambahan teknologi *Long Range* (LoRa) berbasis *Internet of Things* (IoT) digunakan untuk menjangkau daerah yang luas pada zona yang memiliki kesulitan akses internet dan dapat membantu petani dalam memonitoring kondisi tanah dan penyiraman.

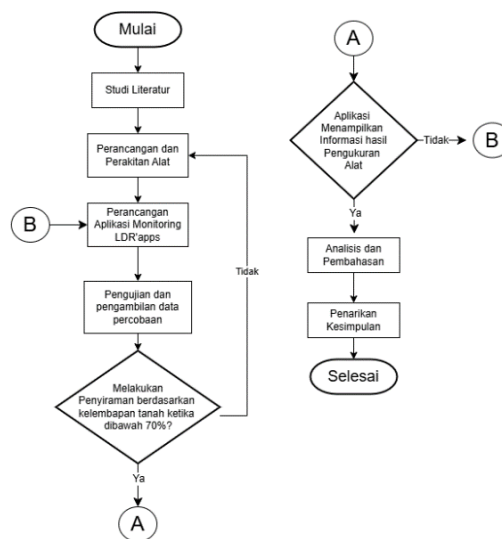
LoRa merupakan salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang memiliki kemampuan untuk melakukan komunikasi jarak jauh dengan data *rate* yang kecil dengan kemampuan berkisar 0.3-37.5 Kbps dan jarak terjauh yang dapat dijangkau sekitar 15 km [8]. LoRa dapat menghubungkan perangkat *Internet of Things* (IoT) yang sulit dijangkau oleh jaringan nirkabel. Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) digunakan untuk menghubungkan sistem ke internet sehingga dapat diakses melalui aplikasi di manapun dan kapanpun untuk memantau kondisi tanah sehingga diharapkan kondisi tanah selalu dalam kondisi optimal [9]. Penggabungan teknologi LoRa dan *Internet of Things* membuat proses *monitoring* menjadi lebih mudah dan dapat dilakukan tanpa kabel di daerah yang kesulitan akses internet.

Berdasarkan latar belakang tersebut, sistem irigasi tetes menggunakan LoRa berbasis IoT menjadi solusi tepat untuk mengatasi permasalahan air pada proses irigasi dan memudahkan petani dalam memantau proses penyiraman di lahan pertanian pada Kawasan sulit akses internet menggunakan aplikasi di *smartphone*. Dampak dari penerapan rancangan alat yang dibangun ini dapat menjadi salah satu kontribusi pada upaya mewujudkan satu di antara tujuan program *Sustainable Development Goals* (SDGs) untuk penanganan perubahan iklim.

2. Metode Penelitian

2.1. Alur Penelitian

Adapun kerangka berpikir pada penelitian dan pembuatan alat “LDR” dalam diagram berikut ini pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram kerangka berpikir penelitian.

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur dari berbagai jurnal penelitian diantaranya hasil penelitian I. A. Azam, H. Pujiharsono dan S. Indriyanto pada jurnal Teodolita dan M. A. Awaludin and A. B. Utomo pada jurnal JTEIN berdasarkan topik yang diteliti agar memperoleh informasi relevan untuk melakukan penelitian ini [4] [6]. Selanjutnya dilakukan perancangan dan pengonsepan alat berdasarkan studi literature dan survei lapangan. Selain itu dilakukan perancangan aplikasi monitoring LDR'apps sebagai penunjang fungsi pemantauan dari alat yang dirancang. Setelah perancangan alat dan aplikasi, dilakukan pengujian dan pengambilan data untuk membuktikan bahwa alat yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan perencanaan.

Selanjutnya dilakukan analisis hasil pengujian jika pada kondisi kelembapan tanah kurang dari 50% maka penyiraman akan aktif dan penyiraman akan non-aktif ketika kelembapan tanah lebih dari 70%. Jika hasil yang diperoleh dari pengujian tidak sesuai maka akan kembali dilakukan perancangan alat sebagai bentuk perbaikan. Hasil pengukuran sensor yang terdapat pada alat kemudian akan ditampilkan pada aplikasi yang telah dirancang sebagai bentuk pemantauan jarak jauh menggunakan *Internet of Things* (IoT). Jika sudah sesuai dengan perencanaan maka alat yang dirancang dinyatakan berhasil berdasarkan analisis dan penarikan kesimpulan akhir yang dilakukan.

2.2. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan metode penelitian kuantitatif. Metode Kuantitatif adalah metode yang cenderung mengutamakan pengumpulan data berupa nilai atau angka [10]. Selain itu data yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari hasil wawancara pemilik lahan penelitian; eksperimen percobaan alat pada objek lokasi penelitian meliputi data kelembapan tanah yang diukur menggunakan sensor kelembapan tanah kapasitif, data debit air penyiraman menggunakan sensor *water flowmeter*, data pengujian sinyal LoRa; jurnal penelitian terkait; dan beberapa referensi yang berkaitan dengan topik penelitian ini sebagai pendukung penelitian ini. Data yang diperoleh menggunakan metode kuantitatif meliputi tingkat akurasi sensor yang digunakan dalam tahap perancangan, sehingga penelitian ini juga menerapkan metode observasi non-partisipan yang meninjau secara langsung objek penelitian lapangan [11].

2.3. Metode Analisis Data

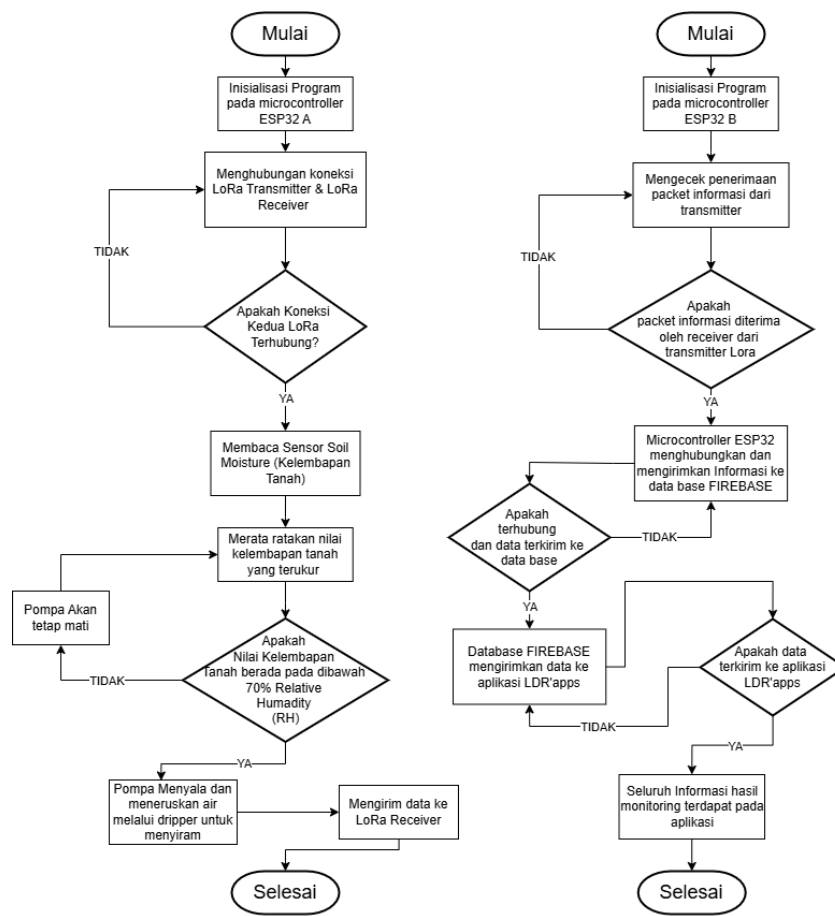
Berdasarkan data kuantitatif yang diperoleh dari percobaan yang ada, dilakukan analisis data menggunakan metode analisis deskriptif. Analisis deskriptif ini digunakan untuk mengevaluasi dan menggambarkan hasil dan kondisi dari sistem atau keadaan sekelompok peristiwa percobaan tertentu. Melalui pendekatan ini, hasil kuantitatif disimpulkan menjadi gambaran rinci tentang fenomena hasil yang diperoleh.

2.4. Desain Rancangan Alat

Langkah pertama yang dilakukan dalam membuat desain rancangan alat menggunakan *software* SketchUp sebagai alat bantu untuk desain 3D. Alat bernama LDR atau kependekan dari *LoRa Drip System Irrigation* didesain berbentuk kotak sebagai *control box* yang menyimpan *microcontroller* yang tersambung dengan modul LoRa, sensor kelembapan tanah dan relay. Selanjutnya, kotak tersebut terhubung ke pompa (*actuator*) untuk mengalirkan air dari sumber air ke tanah melalui selang dan emitter (*dripper*). *Control box* diletakan di tempat yang jauh dari tanah untuk menghindari kerusakan alat akibat terkena air. Langkah kedua, merancang *hardware* yang terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian sistem *transmitter*, sistem *actuator*, dan bagian sistem *receiver*. Sistem *transmitter* terdiri dari ESP32, sensor kelembapan tanah kapasitif, relay, dan LoRa *transmitter*. ESP32 berperan sebagai pengatur kerja sistem. ESP32 akan mengirimkan data *input* yang diperoleh sensor kelembapan tanah kapasitif (kering pada $<50\% Rh$ atau lembap pada rentang $50\%-70\% Rh$ dan basah pada $>70\% Rh$) lalu mengirimkan instruksi ke relay untuk mengaktifkan pompa (jika tanah kering) atau mematikan pompa (jika tanah lembap/basah). Selain

itu, ESP32 akan mengirimkan data melalui LoRa transmitter ke LoRa receiver. Pada sistem *actuator* terdiri dari pompa, selang, dan emitter. Pompa akan mengalirkan air jika mendapatkan instruksi dari relay. Air dialirkan dari sumber air ke jaringan selang lalu ke emitter sehingga air mengalir dengan debit yang rendah dan kontinu. Sedangkan, pada sistem *receiver* terdiri dari LoRa receiver dan ESP32. LoRa receiver akan menerima data dari LoRa transmitter, selanjutnya ESP32 akan mengirimkan data informasi hasil ke Firebase sebagai pusat *database*. Langkah ketiga, merancang *software* dengan membuat *database* menggunakan Firebase. Data yang diterima oleh sistem *receiver* akan dikirim ke FireBase. Setelah itu, merancang *front-end*, membuat tampilan aplikasi yang menarik dan efisien. Lalu, merancang *back-end* sehingga data yang berada di Firebase dapat diakses melalui aplikasi bernama “LDR’apps”.

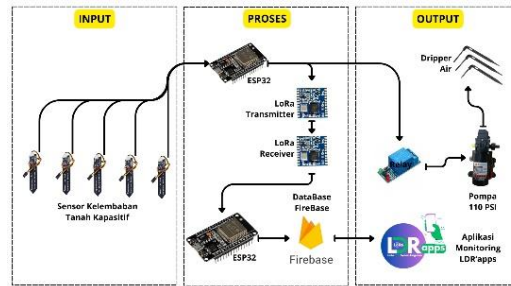
Selanjutnya pada Gambar 2 merupakan *flowchart* yang menunjukkan alur kerja keseluruhan alat dari mulai beroperasi hingga selesai sehingga diagram alur tersebut akan menggambarkan proses kerja yang berlangsung secara terstruktur.



a). Flowchart Sistem Transmitter b). Flowchart Sistem Receiver

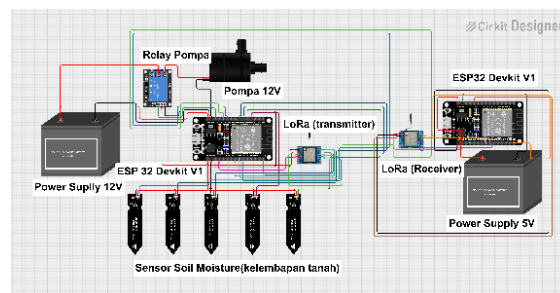
Gambar 2. Flowchart kinerja keseluruhan sistem.

Pada Gambar 3 merupakan desain sistem yang dibuat sebagai perencanaan awal untuk perancangan alat LDR. Pada desain sistem tersebut terdapat hubungan antara komponen-komponen yang diperlukan sebagai kebutuhan untuk proses selanjutnya yaitu perakitan alat.



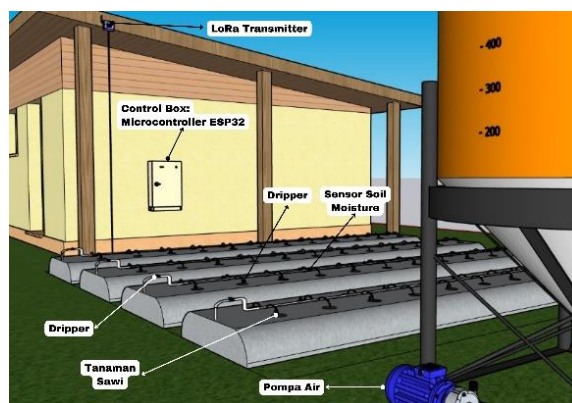
Gambar 3. Desain sistem.

Pada Gambar 4 dibawah merupakan skematik rangkaian atau pengkabelan (*wiring*) yang menunjukkan hubungan dari setiap komponen yang membentuk sistem kinerja yang direncanakan. Pada desain tersebut mencakup 2 sistem yaitu rangkaian pada sistem *transmitter* dan *receiver*.



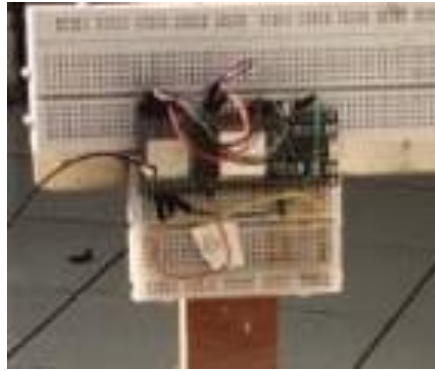
Gambar 4. Desain skematik sistem.

Gambar 5 merupakan desain 3D yang menunjukkan terkait ilustrasi implementasi alat yang telah dibuat. Terdapat pompa air sebagai penyuplai air dari penyimpanan menuju *dripper* penyiraman, kemudian sistem *microcontroller* ESP32 terdapat pada *box control* yang diletakan berdekatan dengan tiang *LoRa transmitter* sebagai pengirim informasi untuk diteruskan ke *LoRa receiver*. *Soil moisture sensor* atau sensor kelembapan tanah diletakan berdekatan dengan akar pada tanaman sawi, serta pada sisi yang berlawanan diletakan *dripper* sebagai media untuk irigasi tetes dalam penyiraman.



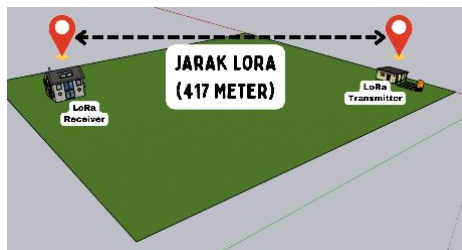
Gambar 5. Desain 3D sistem dan alat.

Pada Gambar 6 merupakan gambar LoRa yang digunakan pada perancangan alat ini.



Gambar 6. LoRa yang digunakan.

Pada Gambar 7 dibawah merupakan ilustrasi dari LoRa *transmitter* dan LoRa *receiver* tersambung untuk mentransmisikan data informasi kelembapan sehingga dapat ditinjau pada kondisi aktualnya melalui aplikasi walaupun jarak dan jangkauan cukup luas.



Gambar 7. Ilustrasi transmitter dengan receiver

Pada Gambar 8 merupakan denah implementasi alat dengan jarak antara *transmitter* dan *receiver* adalah 417,42 meter. Lokasi pengujian implementasi alat ini dilakukan pada lahan pertanian tanaman Sawi yang terletak di Desa Margamukti Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung, Jawa Barat.



Gambar 8. Denah implementasi penerapan alat pada lokasi percobaan.

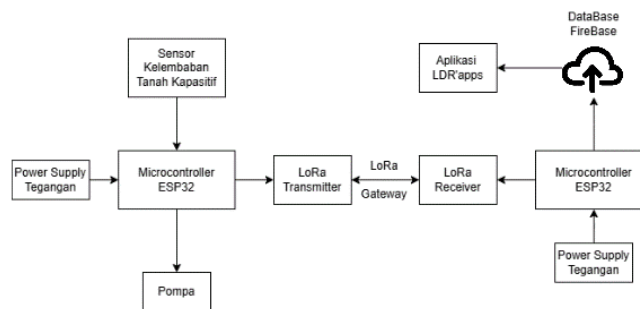
2.5. Desain Rancangan Aplikasi

Selanjutnya pada Gambar 9 merupakan tampilan *user interface* dari aplikasi *monitoring* dan *control* bernama “LDR’apps”. Pada *user interface* tersebut terdapat *widget monitoring* persentase kelembapan tanah, waktu aktual berupa hari, tanggal, dan jam dalam skala 24 jam. Pada *user interface* tersebut juga ditambah fitur manual untuk mengaktifkan sistem penyiraman untuk opsi yang dipakai oleh petani pada implementasinya.



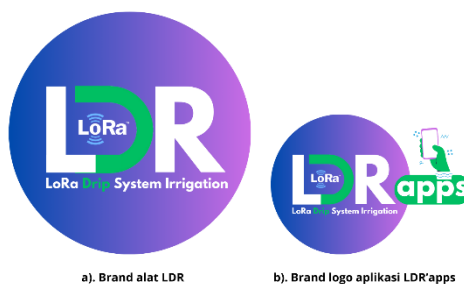
Gambar 9. Desain dan user interface aplikasi LDR'apps.

Pada Gambar 10 di bawah merupakan blok diagram sistem yang menggambarkan hubungan *input*, proses, dan *output* yang terdapat pada sistem yang dirancang.



Gambar 10. Diagram blok sistem LDR.

Selanjutnya pada gambar 11 merupakan logo sebagai identitas dari alat Bernama “LDR” yang terdiri dari enam elemen warna dengan warna hijau yang menunjukkan bahwa alat ini dimanfaatkan pada tanaman yang berwarna hijau. Terdapat dua buah logo diantaranya *brand* dari alat tersebut serta *brand* dari aplikasi monitoring yang dibangun.



a). Brand alat LDR b). Brand logo aplikasi LDR'apps

Gambar 11. Logo identitas alat.

3. Hasil dan Pembahasan

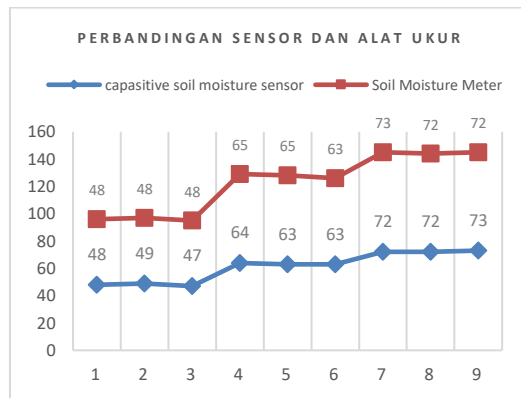
3.1. Pengujian Kualitas *Capacitive Soil Moisture Sensor*

Pada pengujian sensor kelembapan tanah atau *soil moisture sensor* dilakukan 9 kali percobaan dengan sampel kelembapan pada kondisi yang berbeda. Tujuan dari pengujian ini tentunya untuk mengetahui kualitas akurasi yang dihasilkan dari sensor yang digunakan. Pada

pengujian ini, sensor kelembapan yang akan digunakan pada sistem dibandingkan nilai hasil pengukurannya dengan alat ukur *soil moisture meter* yang terpercaya untuk diperoleh nilai perbandingannya. Hal itu untuk mengetahui nilai rata-rata error yang terjadi sehingga dapat disimpulkan bahwa pemakaian sensor kelembapan tanah tersebut tepat guna atau tidak untuk sistem sesuai dengan rancangan. Berdasarkan hasil percobaan, diperoleh nilai rata-rata akurasi 98,7%. Nilai yang dihasilkan memiliki rentang angka diatas *confidence interval* sebesar 95% artinya memiliki kualitas yang sangat baik [12]. Sehingga sensor kelembapan tanah yang digunakan layak diimplementasikan pada rancangan dan penelitian ini. Berikut hasil ditunjukkan pada tabel 1 yang menunjukkan hasil pengujian sensor kelembapan tanah kapasitif.

Tabel 1. Tabel pengujian *Capasitive Soil Moisture sensor*.

KELEMBAPAN					
Sampel Kondisi	capasitive soil moisture sensor	Soil Moisture Meter	Error (%)	Akurasi (%)	Rata-rata Akurasi (%)
Kering	48	48	0,0%	100,0%	98,7%
	49	48	2,0%	98,0%	
	47	48	2,1%	97,9%	
Lembap	64	65	1,6%	98,4%	
	63	65	3,2%	96,8%	
	63	63	0,0%	100,0%	
Basah	72	73	1,4%	98,6%	
	72	72	0,0%	100,0%	
	73	72	1,4%	98,6%	



Gambar 12. Grafik perbandingan *Capasitive Soil Moisture Sensor* dan *Humidity Soil Meter*.

3.2. Pengujian Kekuatan Sinyal LoRa

Pada Tabel 2 dibawah menunjukkan hasil yang diperoleh dari pengujian berbentuk data RSSI yaitu *Received Signal Strength Indicator* sebagai pengukuran yang menentukan nilai secara numerik dari kekuatan sinyal yang diterima oleh penerima dari transmiter. Sedangkan SNR (*Signal Noise Ratio*) adalah sinyal yang diterima dari pengirim yang terganggu oleh *noise*. Semakin mendekati 0 nilai SNR, maka sinyalnya semakin bagus. Dari hasil percobaan yang dilakukan pada rentang jarak 0-700 meter dengan kelipatan 100 meter, kondisi optimal di lapangan tercapai pada jarak 400 meter dengan RSSI bernilai -94 dBm dan SNR bernilai -0,25 dB. Berdasarkan standar penggunaan LoRa bahwa nilai RSSI dinyatakan baik pada rentang -30 dBm hingga -120 dBm [13]. Pengujian RSSI pada percobaan menyatakan bahwa nilai RSSI berada dalam kondisi sinyal yang kuat dan masuk ke dalam standarnya.

Tabel 2. Pengujian kekuatan LoRa.

Ke	Jarak (m)	RSSI (dBm)	SNR (dB)
1	100	-87	7,75
2	200	-90	6,5
3	300	-92	2,2
4	400	-94	-0,25
5	500	-96	-5,5
6	600	-98	-8
7	700	-96	-8,5

3.3. Perbandingan Sistem Drip dengan Sistem Konvensional

Pada Tabel 3 merupakan data perbandingan hasil dari debit air dan volume air yang digunakan untuk melakukan penyiraman dengan sistem irigasi tetes (*drip irrigation system*) dan metode semburan air konvensional. Metode konvensional yang digunakan di Desa Margamukti Pangalengan Kabupaten Bandung dilakukan pada skala 1 m² menghabiskan volume air sebesar 2,42 Liter dari pompa sedangkan hasil pengujian dari penggunaan sistem LDR dengan implementasi di tempat yang sama menghabiskan sebesar 0,88 Liter pada penggunaannya untuk mencapai kelembapan relatif yaitu 50%-70% untuk lahan 1 m² membutuhkan waktu 0,22 menit. Berdasarkan perolehan data tersebut, diperoleh hasil bahwa penggunaan sistem irigasi tetes lebih cenderung hemat air dan lebih efisien dalam penggunaan air dengan selisih air yang digunakan sebanyak 1,54 liter atau sebesar 63,64% lebih hemat. Selain itu pada penyiraman konvensional untuk mencapai kelembapan relatif membutuhkan waktu lebih lambat dibandingkan dengan menggunakan irigasi tetes.

Tabel 3. Perbandingan hasil sistem drip dengan sistem konvensional.

Ketentuan	Penyiraman Drip dengan rancangan LDR	Penyiraman Konvensional
Debit Aliran	4 Liter/Menit	11 Liter/Menit
Waktu Penyiraman	0,22 Menit	0,22 Menit
Volume dihabiskan	0,88 Liter	2,42 Liter

3.4. Pengujian Otomatisasi Penyiraman Sistem Drip

Pada Tabel 4 merupakan data hasil pengujian sistem otomatisasi penyiraman dengan sistem *drip* pada satu kali penyiraman. Penyiraman akan dilakukan hingga mencapai nilai kelembapan tanah 70%, namun ketika sudah dalam kondisi tersebut atau lebih dari nilai tersebut, sistem penyiraman akan dinonaktifkan secara otomatis. Pompa akan aktif hanya ketika kelembapan tanah bernilai di bawah 50% dan akan terus aktif hingga mencapai nilai kelembapan tanah 70%, karena nilai kelembapan tanah optimal berada pada rentang 50%-70% [6].

Tabel 4. Hasil pengujian otomatisasi penyiraman sistem drip.

Sampel	Kelembapan Terukur (%)	Kondisi Pompa air
1	48	Aktif
2	57	Aktif
3	59	Aktif
4	60	Aktif
5	64	Aktif
6	66	Aktif
7	72	Nonaktif
8	74	Nonaktif
9	75	Nonaktif

4. Kesimpulan

Sistem penyiraman tetes (*drip*) otomatis menggunakan LoRa berbasis *Internet of Things* (IoT) diterapkan pada lahan tanaman sawi (*Brassica Juncea L.*) yang berlokasi di Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung terbukti secara data hasil percobaan dapat membantu menghemat jumlah air. Air yang digunakan untuk proses irigasi pada lahan 1 m² menggunakan “LDR” dapat menghemat 1,54 liter air atau 63,64% lebih hemat dibandingkan dengan sistem konvensional. Berdasarkan pengujian sensor kelembapan yang dijadikan sebagai indikator penyiraman, sensor memiliki rata-rata akurasi 98,7% yang angka tersebut melampaui nilai standar *confidence interval* sehingga layak untuk diimplementasikan. Selain itu monitoring melalui aplikasi menggunakan LoRa sebagai sarana pengiriman data informasi menjadi solusi yang tepat guna, karena berdasarkan pengujian, LoRa dapat memancarkan sinyal dengan baik dan *noise* yang kecil berdasarkan analisis dari nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dan *Signal Noise Ratio* (SNR) yang diperoleh.

Penelitian ini menghasilkan bukti bahwa sistem irigasi tetes otomatis menggunakan LoRa berbasis IoT yang kemudian disebut sebagai “LDR” memberikan solusi inovatif dan efektif dalam efisiensi penggunaan air dan kemudahan dalam proses pemantauan jarak jauh pada daerah yang kesulitan akses internet. Sehingga, penelitian ini berkontribusi terhadap *Sustainable Development Goals* (SDGs) poin ke 13 yaitu penanganan perubahan iklim. Karena dapat mengurangi pemborosan air dan mendukung pengelolaan air yang berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih kepada pihak yang telah turut berpartisipasi dalam penelitian ini baik penyedia fasilitas penelitian maupun narasumber serta teman-teman yang telah turut serta mengsucceskan penelitian ini.

Referensi

- [1] R. T. Adhiguna and A. Rejo, "Teknologi Irigasi Tetes dalam Mengoptimalkan Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Pertanian," in *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia*, Palembang, 2018.
- [2] M. Dr. Ir. Arifin Rudiyanto, *Pedoman Teknis Penyusunan Rencana Aksi Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB)/Sustainable Development Goals (SDGs)*, Jakarta: Kedepuitan Bidangng Kemaritiman dan Sumber Daya Alam; Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2020.

- [3] A. Dahlan, A. Nursaliyawati, A. Muslikhah and A. Wibowo, Hasil Pencacahan Lengkap Sensus Pertanian 2023, Jakarta: Badan Pusat Statistik BPS, 2023.
- [4] I. A. Azam, H. Pujiharsono and S. Indriyanto, "Sistem Irigasi Tetes Menggunakan Sensor Tanah YL-69 Berbasis Internet of Think (IoT)," *TEODOLITA : Media Komunikasi Ilmiah Di bidang Teknik*, vol. XXIV, no. 1, pp. 65 - 73, 2023.
- [5] S. M. Susmawati, "Irigasi Tetes, Solusi Efisien Penggunaan Air Untuk Tanaman," BBPP Binuang, 15 May 2023. [Online]. Available: <https://bbppbinuang.bppsdp.pertanian.go.id/artikel/irigasi-tetes,-solusi-efisien-penggunaan-air-untuk-tanaman>. [Accessed 2 July 2024].
- [6] M. A. Awaludin and A. B. Utomo, "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis pada Tanaman Sawi dengan Sistem Irigasi Tetes untuk Lahan Pertanian Lereng Gunung Ungaran," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. V, no. 1, pp. 32-41, 2024.
- [7] G. y. Setiawan and I. Yani, "STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PENAMBAHAN SERABUT KELAPA PADA PENGUJIAN KUAT GESER LANGSUNG (DIRECT SHEAR TEST)," *Jurnal Info Teknik*, vol. 22, no. 1, pp. 31-40, 2021.
- [8] M. M. Kurniawan, K. Amron and R. A. Siregar, "Analisis Karakteristik Transmisi LoRa pada Wilayah Perkotaan," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. VI, no. 8, pp. 3977-3986, 2022.
- [9] M. A. Azzani, B. M. Basuki and E. Noerhayati, "Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban Tanah Pada Irigasi Tetes Berbasis Internet of Things (IoT) Pada Tanaman Selada Merah," *Science Electro*, vol. XVI, no. 4, pp. 1-8, 2023.
- [10] F. Wajdi, D. Seplyana, Juliastuti, E. Rumahlewang, Fatchiatuzahro, N. N. Halisa, S. Rusmalinda, R. Kristiana, M. F. Niam, E. W. Purwanti, S. Melinasari and R. Kusumaningrum, *METODE PENELITIAN KUANTITATIF*, Bandung: Penerbit Widina Media Utama, 2024.
- [11] G. THABRONI, "Metode Penelitian Deskriptif: Pengertian, Langkah & Macam," serupa.id, 11 2 2021. [Online]. Available: <https://serupa.id/metode-penelitian-deskriptif/>. [Accessed 6 7 2024].
- [12] M. Smitson, *Confidence Intervals*, California: SAGE Publications US, 2002.
- [13] I. P. Manalu, F. Naibaho, E. S. L. Siahaan and H. Hadi, "Analisa Kinerja LoRa di Bidang Pertanian di Desa Sitoluama, Toba," *Journal of Technical Engineering*, vol. 6, no. 2, pp. 29-34, 2023.