

Perancangan Alat Penyiram Tanaman Seledri Otomatis Berbasis LoRa dan Arduino Uno

Juita Mandasari^a, Dolly Indra^b, Andi Widya Mufila Gaffar^c

Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

^a13020210094@umi.ac.id; ^bdolly.indra@umi.ac.id; ^cwidya.mufila@umi.ac.id

Received: 08-08-2025 | Revised: 20-08-2025 | Accepted: 13-09-2025 | Published: 29-09-2025

Abstrak

Tanaman seledri merupakan komoditas hortikultura bernilai tinggi yang membutuhkan kelembapan tanah ideal antara 65%–75% untuk pertumbuhan optimal. Namun, proses penyiraman secara manual sering kali tidak konsisten dan bergantung pada kehadiran petani. Pemantauan kondisi tanah merupakan hal yang penting dalam melakukan penyiraman tanaman dengan kadar air yang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem penyiraman otomatis berbasis Arduino Uno dan komunikasi LoRa untuk budidaya seledri skala kecil. Sistem ini memanfaatkan sensor soil moisture untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah, kemudian mengaktifkan pompa air secara otomatis melalui relay jika kelembapan berada di bawah ambang batas. Modul LoRa digunakan sebagai media komunikasi jarak jauh antara unit *transmitter* dan *receiver*, sementara LCD 16x2 menampilkan data kelembapan dan status pompa secara real-time. Sistem ini dirancang untuk melakukan penyiraman otomatis dan komunikasi LoRa yang dapat memantau kondisi tanah dan melakukan penyiraman secara mandiri sesuai dengan kebutuhan tanaman. Hasil pengujian simulator menunjukkan bahwa seluruh komponen bekerja dengan baik.

Kata kunci: Seledri, Arduino Uno, LoRa, Soil Moisture

Pendahuluan

Tanaman seledri (*Apium graveolens* var. *dulce*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Selain digunakan sebagai penyedap masakan, seledri juga dikenal sebagai tanaman obat (biofarmaka) yang bermanfaat dalam menurunkan tekanan darah, mengatasi gangguan pencernaan, serta mengandung berbagai nutrisi seperti kalium, natrium, kalsium, dan vitamin B6. Namun, budidaya seledri memerlukan perhatian khusus, terutama dalam pengelolaan kelembapan tanah yang ideal berkisar antara 65%–75% [1]. Pemantauan kondisi tanah merupakan hal yang penting dalam melakukan penyiraman tanaman dengan kadar air yang sesuai. Hal ini karena harus dilakukan secara manual serta tidak diketahui berapa banyak air yang dibutuhkan oleh tanaman [2]. Saat ini, proses penyiraman tanaman seledri masih banyak dilakukan secara manual oleh petani menggunakan alat sederhana seperti gayung, yang tidak dapat menjamin takaran penyiraman secara tepat dan konsisten. Hal ini diperparah jika petani tidak berada di lokasi, sehingga menyulitkan perawatan tanaman secara rutin [1].

Oleh karena itu, diperlukan sistem penyiraman otomatis berbasis teknologi yang dapat memantau kondisi tanah dan melakukan penyiraman secara mandiri sesuai dengan kebutuhan tanaman. Saat ini suatu sistem dengan perencanaan yang kompleks sangat diperlukan untuk mempermudah manusia dalam melakukan suatu aktivitas. Terlebih lagi jika sistem yang dibuat tersebut digerakan dengan suatu kontrol yang terintegrasi, hal tersebutlah yang memberi dampak kepada manusia agar bisa merancang dan membuat suatu bentuk kontrol yang diharapkan dapat digunakan secara efisien. Termasuk juga dalam hal perkebunan yang diantaranya adalah proses penyiraman. Menyiram tanaman dalam bentuk sistem yang dapat berkerja secara otomatis merupakan suatu rancangan yang terintegrasi yang dapat membantu pekerjaan manusia [3].

Kecanggihan teknologi membuat hal yang tidak mungkin menjadi mungkin. Menjangkau daerah yang lebih jauh dan memudahkan manusia dalam memantau keadaan, seperti keadaan pertanian, keadaan pabrik, pemantauan transportasi dan sampai kepada pemantauan keadaan hutan. LoRa (*Long Range*) adalah sebuah teknologi komunikasi masa kini dimana teknologi ini menggunakan radio frekuensi ISM (*Industrial, Scientific, and Medical*) yang tidak berlisensi yang tersedia diseluruh dunia. LoRa ini menggunakan data rate rendah dengan jangkauan jarak sangat luas [4].

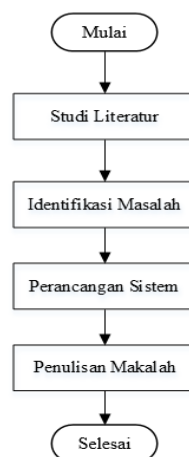
Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penyiraman otomatis tanaman seledri berbasis Arduino Uno dan modul komunikasi LoRa. Sistem ini menggunakan sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi tingkat

kelembapan dan secara otomatis mengaktifkan pompa air melalui relay ketika nilai kelembapan berada di bawah ambang batas tertentu. Teknologi LoRa dimanfaatkan sebagai pengirim data dari alat pemantau ke alat penerima secara jarak jauh tanpa memerlukan koneksi internet, sehingga cocok digunakan di daerah pertanian dengan keterbatasan jaringan.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas sistem serupa. Usman (2021) mengembangkan sistem monitoring kelembapan dan pH berbasis IoT menggunakan LoRa untuk tanaman hidroponik, yang mengirimkan data ke cloud dan dapat diakses melalui aplikasi Android [5]. Rilangi (2022) menerapkan sistem pemantauan pH dan kelembapan tanah tanaman stroberi berbasis IoT-LoRa dengan komunikasi waktu nyata [6]. Cahyono (2020) merancang sistem penyiram otomatis menggunakan sensor soil moisture dan Arduino tanpa menggunakan sistem komunikasi jarak jauh [7]. Rafidah (2023) membangun sistem pengendali nutrisi hidroponik berbasis LoRa 915 MHz yang secara otomatis menambahkan larutan nutrisi [8]. Junita dan Arifuddin (2021) mengembangkan sistem pemantauan pH air, pH tanah, dan kelembapan tanah berbasis Arduino dan LoRa pada sistem irigasi pertanian [9]. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada fokus tanaman dan ruang lingkup implementasi. Penelitian ini secara khusus ditujukan untuk budidaya tanaman seledri dalam skala kecil (1 *polybag*). Sistem ini dirancang lebih sederhana dan efisien dengan komunikasi LoRa yang hemat energi serta berbasis lokal untuk monitoring dan pengendalian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancang bangun prototype alat penyiraman otomatis berbasis Arduino Uno, dengan komponen utama berupa sensor soil moisture, relay, pompa air, dan LCD untuk tampilan data, serta modul LoRa untuk komunikasi data antara *transmitter* dan *receiver*.

Metode

Penulisan makalah ini disusun dengan menggunakan metode studi literatur, yang menitikberatkan pada pengumpulan data dan informasi dari berbagai sumber yang relevan, seperti buku referensi, hasil penelitian sebelumnya, artikel, catatan, serta jurnal ilmiah. Proses penelitian dilakukan secara terstruktur dengan cara mengelompokkan, menganalisis, dan merumuskan data menggunakan metode tertentu guna memperoleh solusi dari permasalahan yang diteliti. Adapun tahapannya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Gambar 1. menggambarkan alur pembuatan sistem penyiraman otomatis tanaman seledri. Dimulai dari studi literatur untuk mengumpulkan informasi dan menganalisis kebutuhan alat, dilanjutkan dengan identifikasi masalah berdasarkan kelembapan ideal tanaman. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem menggunakan Arduino Uno, sensor soil moisture, relay, pompa air, modul LoRa, dan LCD menggunakan tools. Setelah sistem dirancang, hasilnya didokumentasikan dalam penulisan makalah. Adapun komponen yang digunakan yaitu sebagai berikut :

A. Arduino Uno

Arduino adalah platform hardware dan software yang dapat digunakan oleh penggiat elektronika untuk membuat prototype alat kontroler berbasis mikrokontroler [10]. Arduino merupakan platform elektronik

yang bersifat *open source* serta mudah digunakan. Arduino uno merupakan papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328 [11].

B. Soil Moisture

Sensor soil moisture adalah sensor yang mampu mengukur kelembapan suatu tanah. Cara menggunakannya cukup mudah, yaitu membenamkan probe sensor ke dalam tanah dan kemudian sensor akan langsung membaca kondisi kelembapan tanah [12].

C. Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Elektro Mechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Saklar berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik yang mengalir yang dikontrol sebagai sebuah output dari Arduino [9]. Relay berfungsi sebagai pemilih hubungan, untuk penggarap rangkaian *delay* (tunda), untuk pemutus arus pada kondisi tertentu [13].

D. LoRa (*Long Range*)

LoRa, singkatan dari "*Long Range*", adalah sistem komunikasi nirkabel jarak jauh yang dipromosikan oleh LoRa Alliance, yang telah merancang protokol bawaan untuk sistem komunikasi. Sistem ini dimaksudkan untuk digunakan pada perangkat bertenaga baterai rendah energi sehingga dapat bertahan lama. Lapisan fisik LoRa, yang dikembangkan oleh Semtech, memungkinkan komunikasi jarak jauh dengan kecepatan rendah dan daya rendah [1]. LoRa merupakan sistem telekomunikasi jarak jauh yang memanfaatkan frekuensi radio (RF) dengan penggunaan daya rendah dan pengiriman data yang kecil [4].

E. Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah jenis monitoring yang digunakan untuk menampilkan karakter-karakter baik berupa angka, huruf, simbol dan sebagainya, LCD digunakan untuk monitoring hasil data pembacaan sensor yang digunakan [10]. LCD merupakan salah satu jenis display elektronik yang dibuat menggunakan teknologi CMOS logic [14].

F. Pompa Air

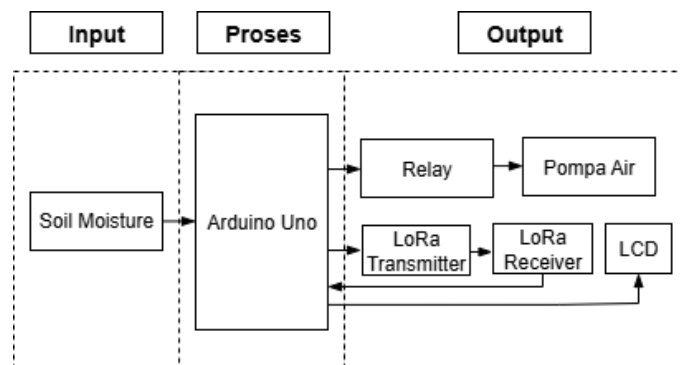
Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari satu tempat ke tempat yang lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut, kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran, hambatan-hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan perbedaan ketinggian atau hambatan gesek [15].

Perancangan

Perancangan system dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut:

A. Diagram Blok

Diagram blok menjelaskan bagaimana alat bekerja sesuai dengan sebab dan akibat [1]. Perancangan diagram blok dimaksudkan untuk memberikan gambaran mengenai alat yang akan dirancang memudahkan proses perancangan dan pembuatan pada masing-masing bagian, sehingga akan terbentuk suatu system yang sesuai dengan perancangan [15].

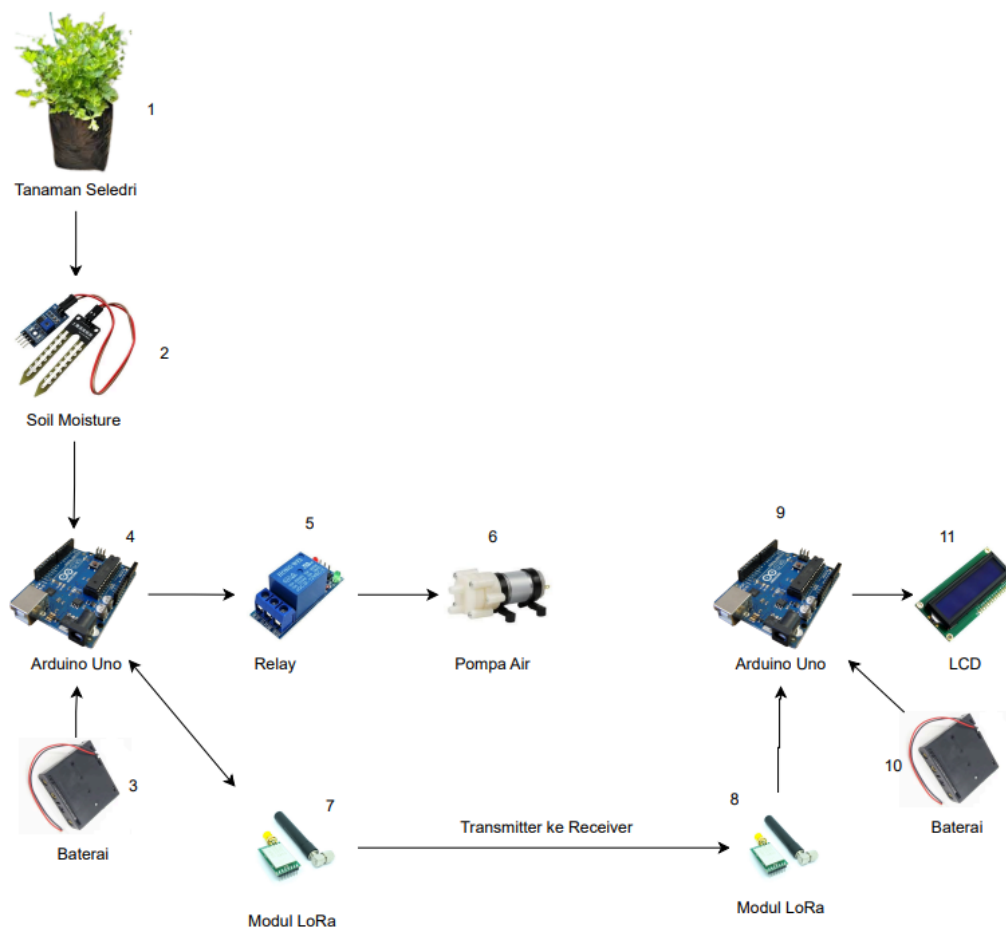


Gambar 2. Diagram Blok

Adapun penjelasan diagram blok diatas sebagai berikut:

1. Sensor Soil Moisture bertugas mengukur tingkat kelembaban tanah di area tanaman seledri. Nilai kelembaban yang diperoleh dari sensor akan menjadi data utama untuk menentukan apakah tanaman membutuhkan penyiraman.
2. Arduino Uno berfungsi sebagai unit pemrosesan utama yang membaca data dari sensor soil moisture dan menentukan apakah pompa perlu diaktifkan.
3. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh Arduino Uno untuk menghidupkan atau mematikan pompa air.
4. Pompa Air digunakan untuk menyiram tanaman seledri apabila tingkat kelembaban tanah dibawah ambang batas yang telah ditentukan.
5. LoRa berfungsi mengirim dan menerima data secara jarak jauh tanpa memerlukan koneksi internet. LoRa *transmitter* di unit sensor mengirimkan data kelembaban dan status pompa ke LoRa *receiver*.
6. LCD menampilkan informasi mengenai Tingkat kelembaban tanah yang terukur dan status pompa (ON/OFF).

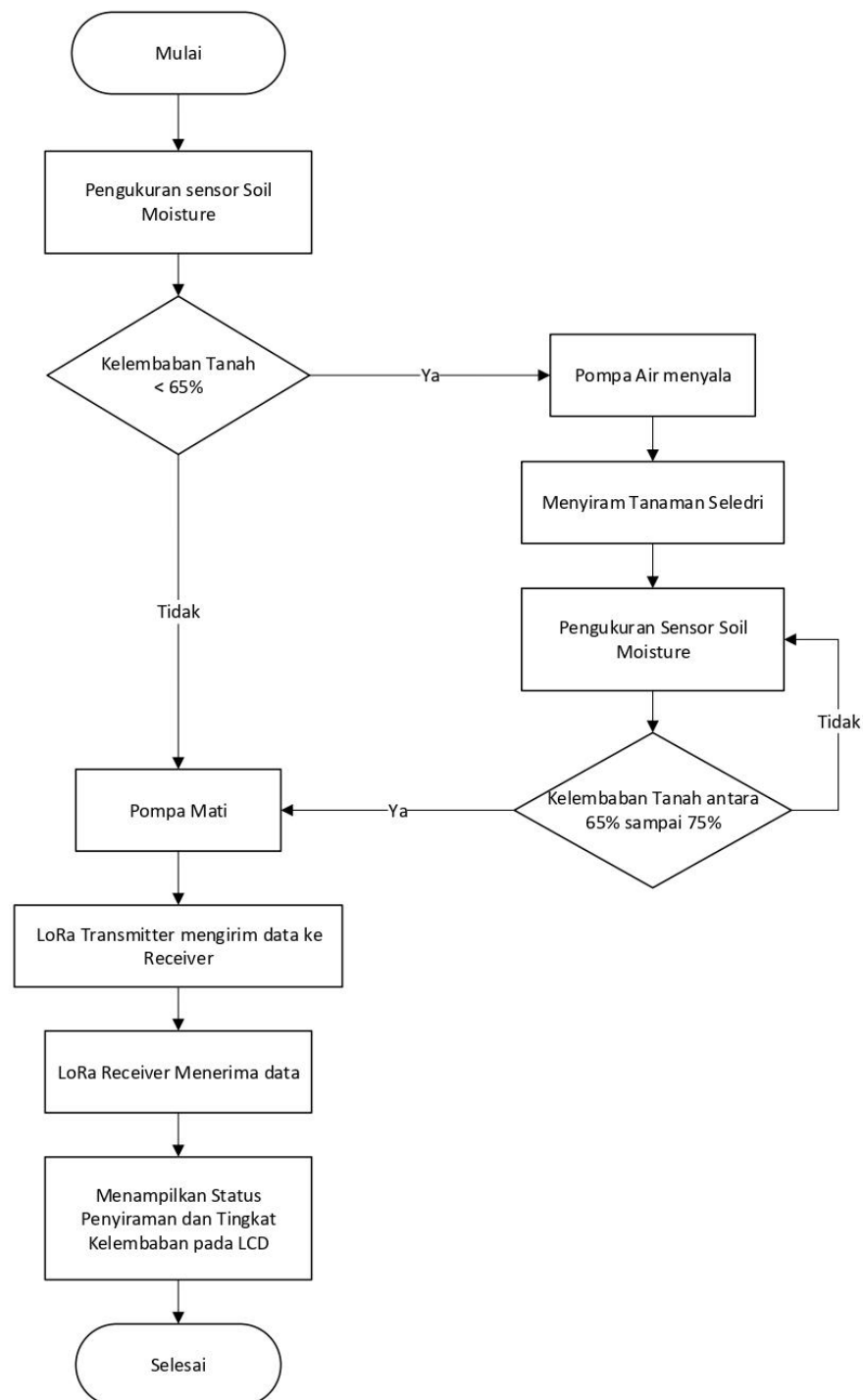
B. Arsitektur Sistem



Gambar 3. Arsitektur Sistem

Berdasarkan desain arsitektur sistem pada gambar diatas, sistem ini dirancang untuk memantau kelembaban tanah pada tanaman seledri menggunakan sensor soil moisture yang terhubung ke Arduino Uno. Jika kelembaban rendah, pompa air otomatis diaktifkan melalui relay. Komunikasi jarak jauh dilakukan dengan modul LoRa antara dua Arduino, dimana data kelembaban dan status pompa ditampilkan secara *real time* pada LCD di sisi *receiver*.

C. Flowchart

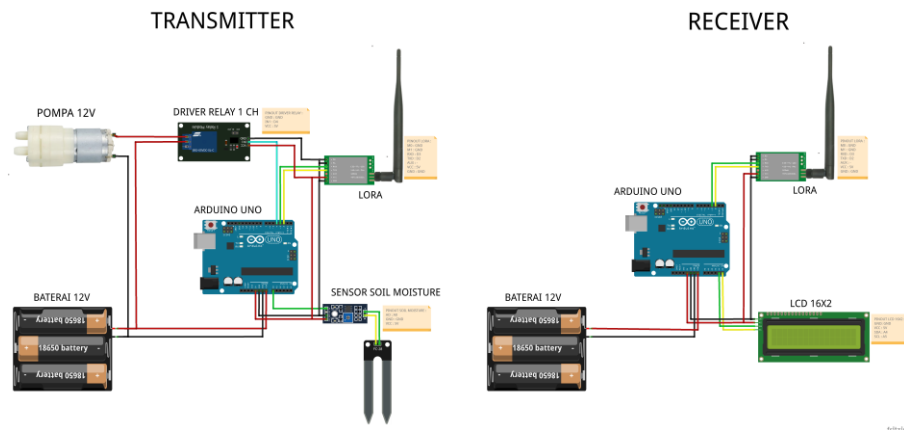


Gambar 4. Flowchart

Berdasarkan Gambar 4. Sistem ini menggunakan sensor kelembapan tanah (soil moisture sensor) sebagai input untuk membaca tingkat kelembapan tanah. Sistem penyiraman otomatis ini dimulai dengan sensor soil moisture yang mengukur kelembapan tanah. Jika kelembapan di bawah 65%, pompa air otomatis menyala untuk menyiram hingga kelembapan mencapai rentang optimal (65%-75%). Setelah itu, pompa dimatikan untuk mencegah penyiraman berlebih. Data kelembapan dan status pompa dikirim melalui LoRa *transmitter* ke *receiver*, lalu ditampilkan di LCD.

Pemodelan

Dalam pemodelan, ditampilkan hasil akhir rancangan beserta alur kerja system yang dirancang berdasarkan diagram blok dan flowchart.



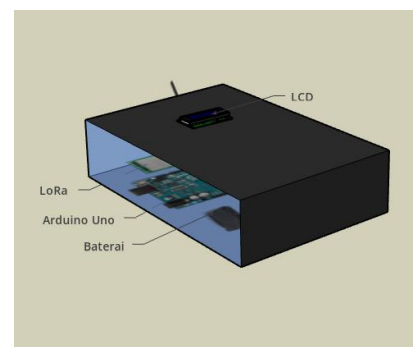
Gambar 5. Pemodelan Sistem

Berdasarkan pemodelan sistem yang ditampilkan pada Gambar 5. Berikut uraian fungsi dari masing-masing komponen yang digunakan:

1. Sensor Soil Moisture digunakan untuk mendeteksi Tingkat kelembaban tanah pada tanaman seledri. Data kelembaban ini menjadi acuan utama dalam menentukan perlu tidaknya dilakukan penyiraman.
2. Arduino Uno (*Transmitter*) menerima inputan analog dari sensor soil moisture, mengolah nilai tersebut, dan memutuskan akan dilakukan penyiraman atau tidak. Jika nilai kelembaban dibawah ambang batas, Arduino mengaktifkan pompa melalui relay dan sekaligus mengirimkan data kelembaban ke perangkat *receiver* melalui modul LoRa.
3. Relay bertugas sebagai pemutus dan penyambung arus listrik dari sumber daya ke pompa air. Relay ini bekerja berdasarkan sinyal kontrol digital ke Arduino uno, yang diaktifkan jika kondisi tanah terlalu kering.
4. Pompa Air akan otomatis menyala untuk menyiram tanaman seledri ketika mendapat sinyal dari relay. Penyiraman berhenti ketika kelembaban kelembaban tanah kembali normal atau sesuai nilai ambang yang ditentukan.
5. Modul LoRa berperan dalam komunikasi jarak jauh antara perangkat *transmitter* dan *receiver*. Modul ini mengirim data kelembaban dan status pompa (ON/OFF) dari sisi *transmitter* ke sisi *receiver*.
6. Arduino Uno (*Receiver*) menerima data dari LoRa *transmitter* kemudian diproses dan dikirimkan ke LCD agar informasi kelembaban tanah dan status pompa dapat diketahui oleh pengguna.
7. LCD 16x2 menampilkan nilai kelembaban tanah dan status pompa penyiraman berdasarkan data yang diterima dari transmitter, sehingga pengguna dapat memantau kondisi penyiraman tanaman meskipun berada di Lokasi berbeda.
8. Baterai digunakan sebagai sumber daya listrik.



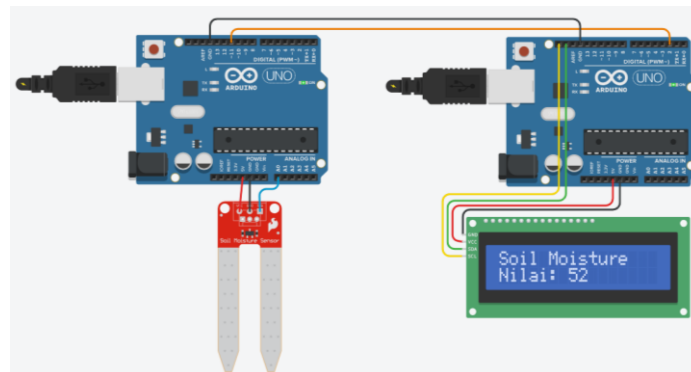
(a)



(b)

Gambar 6. (a.) Rancangan Desain Alat *Transmitter* (b.) Rancangan Desain Alat *Receiver*

Rancangan desain alat penyiram tanaman otomatis terdiri dari beberapa komponen utama, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Wadah air berfungsi untuk menampung air, yang akan dipompa ke tanaman seledri oleh pompa air melalui pipa. Pengendalian penyiraman secara otomatis dilakukan berdasarkan tingkat kelembaban tanah yang diukur oleh sensor kelembaban tanah. Mikrokontroler Arduino Uno menangani data sensor dan kemudian mengontrol relay untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa. Komunikasi jarak jauh menggunakan modul LoRa, yang memungkinkan pemantauan sistem dari jarak jauh. Di bagian atas rancangan merupakan kotak rancangan digunakan untuk menyimpan rangkaian elektronik seperti Arduino Uno, relay, modul LoRa, dan baterai. Sementara itu pada bagian receiver, modul LoRa yang ada pada perangkat ini bertugas menerima data dari transmitter. Data tersebut kemudian diproses oleh Arduino Uno dan ditampilkan melalui layar LCD 16x2. Informasi yang ditampilkan memungkinkan pengguna memantau kondisi tanah tanaman seledri dan status pompa dari jarak jauh tanpa harus datang langsung ke lokasi tanaman (*transmitter*).



Gambar 7. Rangkaian Simulasi

Tabel 1. Hasil Pengujian Rangkaian

No	Uraian Komponen	Keterangan
1.	Arduino Uno	Berfungsi
2.	Sensor Soil Moisture	Berfungsi
3.	LCD I2C 16 x 2	Berfungsi

Berdasarkan Gambar 7. rangkaian simulasi pemantauan kelembaban tanah ditunjukkan terdiri dari dua perangkat Arduino Uno, sensor kelembaban tanah, dan LCD 16x2. Sensor kelembaban tanah terhubung ke Arduino pengirim untuk mendeteksi kelembaban tanah. Data kemudian dikirim ke Arduino penerima melalui komunikasi serial (sebagai simulasi LoRa). Data yang dikumpulkan kemudian ditampilkan secara real-time pada LCD I2C. Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 1. setiap komponen berfungsi dengan baik dalam memfasilitasi proses pemeliharaan kelembaban tanah.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem penyiraman tanaman seledri menggunakan Arduino Uno, sensor kelembaban tanah, relay, pompa air, dan modul komunikasi LoRa. Sistem dapat mendeteksi ambang batas kelembaban tanah dan memulai penyiraman otomatis ketika kelembaban turun di bawah 65% dan sistem dapat mendeteksinya ketika mencapai 75%. LoRa digunakan untuk komunikasi data jarak jauh antara pengirim dan penerima, dan LCD digunakan untuk menampilkan informasi secara real-time. Hasil simulasi menunjukkan bahwa setiap komponen, termasuk Arduino, sensor, dan LCD, berfungsi dengan baik. Sistem ini efektif dan efisien untuk pertanian skala kecil, terutama di daerah dengan koneksi internet yang lemah.

Daftar Pustaka

- [1] R. Romiyadi, S. M. Adi, B. A. Rozany, and R. Fitriani, "Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis Pada Tanaman Seledri Berbasis Telegram Menggunakan Nodemcu," *J. Ilm. Komput.*, vol. 20, pp. 951–960, 2024.
- [2] A. Ulinuha and A. G. Riza, "Sistem Monitoring Dan Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Android Dengan Aplikasi Blynk," *Abdi Teknayasa*, vol. 2, no. 1, pp. 26–31, 2021, doi: 10.23917/abditeknayasa.v2i1.318.
- [3] S. Prasetyo and S. Abdullah, "Jurnal Restikom : Riset Teknik Informatika dan Komputer Rancang Bangun Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU dan Telegram," *J. Restikom Ris. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 51–59, 2021, [Online]. Available: <https://restikom.nusaputra.ac.id>
- [4] H. Muchtar, H. Isyanto, and I. Prasetyo, "Desain Pembuatan Alat Pemantauan Temperatur dan Kelembaban dengan Menggunakan Teknologi LoRa," *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 5, no. 2, p. 145, 2022, doi: 10.24853/resistor.5.2.145-150.
- [5] U. Usman, A. Achmad, Y. Yuyun, R. Satra, D. Tribuana, and S. Konate, "Monitoring and controlling humidity and pH use of LoRa in IoT-Based hydroponic planting," *Bull. Soc. Informatics Theory Appl.*, vol. 8, no. 1, pp. 107–123, 2024.
- [6] E. Y. D. Rilangi and M. S. Iqbal, "Sistem IoT Berbasis LoRa Untuk Pemantauan Parameter pH Dan Kelembaban Tanah Pada Tanaman Stroberi," *Pros. Semin. Nas. Fortei7 ...*, pp. 7–11, 2021, [Online]. Available: <http://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/view/2>
- [7] A. Cahyono, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Penyiram Tanaman Berdasarkan Sensor Soil Moisture Dengan Menggunakan Arduino," *Explor. IT J. Keilmuan dan Apl. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 7–12, 2019, doi: 10.35891/explorit.v11i1.1469.
- [8] S. R. Rafidah and A. Wagyaana, "Rancang Bangun Sistem Pemantau dan Pengendali Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Modul Long Range (LoRa)," *Spektral*, vol. 1, no. 1, pp. 17–23, 2020, doi: 10.32722/spektral.v1i1.3434.
- [9] J. Junita, R. Arifuddin, and D. A. Prasetya, "Penerapan Teknologi dan Desain IoT-LoRa pada saluran irigasi untuk meningkatkan kualitas Produk pertanian di Batu Indonesia," *Civ. (Jurnal Pembelajaran Dan Ilmu Civ.)*, vol. 8, no. 1, pp. 19–35, 2022, doi: 10.36987/civitas.v8i1.3536.
- [10] S. Suleman, A. S. Hidayat, D. Ferdiansyah, P. M. Akhirianto, and N. Nuryadi, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi kelembaban tanah dan Penyiram Otomatis Berbasis Arduino Uno," *Indones. J. Softw. Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 240–249, 2020, doi: 10.31294/ijse.v6i2.9120.
- [11] N. Latif, "Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Soil Moisture dan Sensor Suhu," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 16–20, 2021, doi: 10.35329/jiik.v7i1.180.
- [12] N. Triana, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Seledri Menggunakan Metode Anfis," *J. Terap. Inform. Nusantara*, vol. 1, no. 8, pp. 418–423, 2020, [Online]. Available: <https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin/article/view/603>
- [13] S. Fuadi and O. Candra, "Prototype Alat Penyiram Tanaman Otomatis dengan Sensor Kelembaban dan Suhu Berbasis Arduino," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 21–25, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i1.12.
- [14] N. Fauziah, A. Munazilin, and F. Santoso, "Rancang Bangun Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino Uno," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 3, pp. 1464–1473, 2024, doi: 10.33379/gtech.v8i3.4343.
- [15] E. Orlando and Y. I. Chandra, "Penerapan Metode Prototype Dalam Membuat Alat Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Tekinfo J. Bid. Tek. Ind. dan Tek. Inform.*, vol. 23, no. 2, pp. 9–23, 2022, doi: 10.37817/tekinfo.v23i2.2593.