

Karya Ilmiah Makalah Perancangan Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Tanaman Sawi Berbasis Arduino Uno

Muhammad Nur Firdaus^a, Purnawansyah^b, St. Hajrah Mansyur^c

Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

^a13020190286@umi.ac.id; ^bpurnawansyah@umi.ac.id; ^c@sthajrahmansyur@umi.ac.id

Received: xx xx xxxx | Revised: xx xx xxxx | Accepted: xx xx xxxx | Published: xx xx xxxx

Abstrak

Sawi merupakan tanaman yang rentan terhadap perubahan suhu dan kelembaban, dimana kondisi yang tidak optimal dapat menghambat pertumbuhan dan bahkan dapat mengakibatkan pembusukan pada tanaman. Untuk mengatasi masalah ini, perancangan alat monitoring menjadi penting guna meningkatkan hasil panen tanaman sawi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sketsa alat monitoring suhu dan kelembaban pada tanaman sawi berbasis Arduino Uno. Alat ini menggunakan Sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara, dan Sensor YL-69 untuk mengukur kelembaban tanah, faktor penting dalam pertumbuhan tanaman. Data yang diperoleh dari sensor diproses oleh Arduino Uno dan ditampilkan pada layar LCD untuk memudahkan pemantauan oleh petani. Selain itu, data sensor juga disimpan dalam database untuk analisis lebih lanjut. Alat ini diharapkan dapat membantu petani dalam memantau kondisi tanaman sawi secara *real-time*, sehingga memungkinkan mereka untuk mengambil tindakan yang tepat untuk menjaga tanaman dalam kondisi optimal. Dengan adanya sketsa alat monitoring ini, diharapkan dapat dikembangkan menjadi prototype oleh mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer dan juga diharapkan dapat direalisasikan serta diimplementasikan kepada petani yang melakukan proses penanaman sawi agar dapat membantu untuk memonitoring suhu dan kelembaban tanah khususnya pada tanaman sawi sehingga alat ini dapat digunakan oleh petani.

Kata kunci: Arduino Uno, Sensor DHT11, Sensor YL-69, Tanaman Sawi

Pendahuluan

Sayuran merupakan bagian penting dari pola makan sehat. Meningkatnya kesadaran masyarakat akan kesehatan mendorong permintaan sayur yang terus melonjak. Selain memiliki banyak manfaat bagi kesehatan, tanaman sawi juga mudah diolah [1]. Pertumbuhan tanaman sawi yang optimal memerlukan suhu dan kelembaban yang tepat. Pengukuran suhu dan kelembaban secara manual memerlukan waktu dan tenaga yang besar. Hal ini menjadi kendala bagi petani terutama dalam mengelola lahan yang luas [2].

Suhu merupakan besaran yang menunjukkan tingkat energi kinetik rata-rata partikel penyusun suatu benda. Makin tinggi energi kinetik partikel, makin tinggi pula suhu benda tersebut. Pengukuran suhu dilakukandengan menggunakan alat yang disebut termometer [3]. Suhu merupakan salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan dalam pertumbuhan tanaman sawi [4]. Pengaturan suhu yang optimal dapat membantu meningkatkan hasil panen. Suhu sangat memengaruhi tanaman sawi [5]. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan tanaman sawi stres dan layu. Pada hakikatnya, suhu adalah ukuran energi kinetik rata-rata yang dimiliki oleh molekul-molekul [6]. Suhu yang terlalu rendah dapat menghambat pertumbuhan tanaman sawi dan dapat mengakibatkan pembusukan. Suhu yang optimal untuk pertumbuhan tanaman sawi berkisar antara 15°C hingga 25°C [7].

Kelembaban udara atau, RH (*Relative Humidity*) merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan dalam pertumbuhan tanaman sawi. Kelembaban udara, atau RH (*Relative Humidity*), menunjukkan kadar air di udara. Kadar ini diukur dengan membandingkan tekanan uap air aktual dengan tekanan uap air jenuh pada temperatur tertentu. Sederhananya, kelembaban menunjukkan seberapa banyak uapair yang terkandung dalam udara dibandingkan dengan kapasitas maksimalnya [2]. kelembaban udara adalah jumlah kandungan uap air yang ada dalam udara, Pengaruh kelembaban udara yang terlalu tinggi dapat menyebabkan tanaman sawi mudah terserang penyakit jamur dan kelembaban udara yang terlalu rendah dapat menyebabkan tanaman layu dan kering [8]. Selain kelembaban udara, kelembaban tanah atau *soil moisture* juga merupakan faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan tanaman sawi [9]. Kelembaban tanah merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, diperlukan melakukan pengukuran kelembaban tanah yang optimal sehingga dapat membantu tanaman sawi menyerap air dan nutrisi dengan mudah, mendukung perkembangan akar yang kuat, serta mencegah tanaman sawi stres dan layu [10]. Sensor

kelembaban tanah akan terhubung pada mikrokontroler guna mengukur kadarair tanah secara *real time*, kelembaban tanah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan tanah menjadi mudah tergenang air, meningkatkan risiko penyakit jamur pada tanaman sawi, serta menghambat pertumbuhan akar tanaman sawi. Jika kelembaban tanah terlalu rendah dapat menyebabkan tanah menjadi kering dan keras yang dapat menghambat penyerapan air dan nutrisi oleh tanaman sawi [11].

Sebuah studi mengenai sistem pengendalian suhu dan kelembaban pada budidaya tanaman sawi dan melakukan uji coba sistem penyiraman otomatis pada pengendalian menjelaskan bahwa sistem ini dirancang untuk mengendalikan suhu, kelembaban, dan penyiraman secara otomatis pada tanaman sawi. Komponen yang digunakan terdiri dari sensor DHT11 sebagai alat untuk mengukur suhu, sensor *soil moisture* sebagai alat untuk mengukur kelembaban, Arduino Uno, modul RTC, dan pompa air. Dengan adanya sistem perangkat yang dirancang, pemilik budidaya tanaman sawi dapat dengan mudah memantau kondisi lingkungan di ruang budidaya tanaman sawi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Sistem pengendali suhu dan kelembaban dapat mengendalikan nilai suhu dan kelembaban udara dalam media yaitu suhu pada kisaran $22^{\circ} - 33^{\circ}\text{C}$. Kemudian untuk sensor tanah yang digunakan adalah sensor *soil moisture* yang dimana kelembaban tanah pada sensor yaitu 0-100% [2].

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan, maka penulis bermaksud merancang sketsa alat monitoring suhu pada tanaman sawi berbasis Arduino Uno agar dapat membantu petani dalam menjaga kondisi optimal dan meningkatkan hasil panennya.

Metode

Penulisan makalah ini menggunakan metode studi kepustakaan yang berfokus pada pengumpulan data dan informasi melalui berbagai sumber, seperti buku referensi, penelitian terdahulu, artikel, catatan, dan jurnal yang relevan. Proses penelitian dilakukan secara sistematis dengan mengelompokkan, menganalisis, dan merumuskan data menggunakan metode dan program tertentu untuk menemukan solusi atas permasalahan yang dikaji. Gambar 1 menggambarkan tahapan-tahapan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Tahapan proses penelitian

Gambar 1 menunjukkan tahapan penelitian yang dimulai dengan studi literatur terhadap penelitian terdahulu terkait penggunaan Arduino Uno, Sensor DHT11, dan Sensor YL-69. Langkah berikutnya adalah mengidentifikasi permasalahan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman sawi untuk meningkatkan hasil panen petani. Dari hasil identifikasi, ditemukan solusi berupa perancangan alat monitoring yang dapat memantau suhu dan kelembaban, dua faktor penting dalam pertumbuhan dan perkembangan

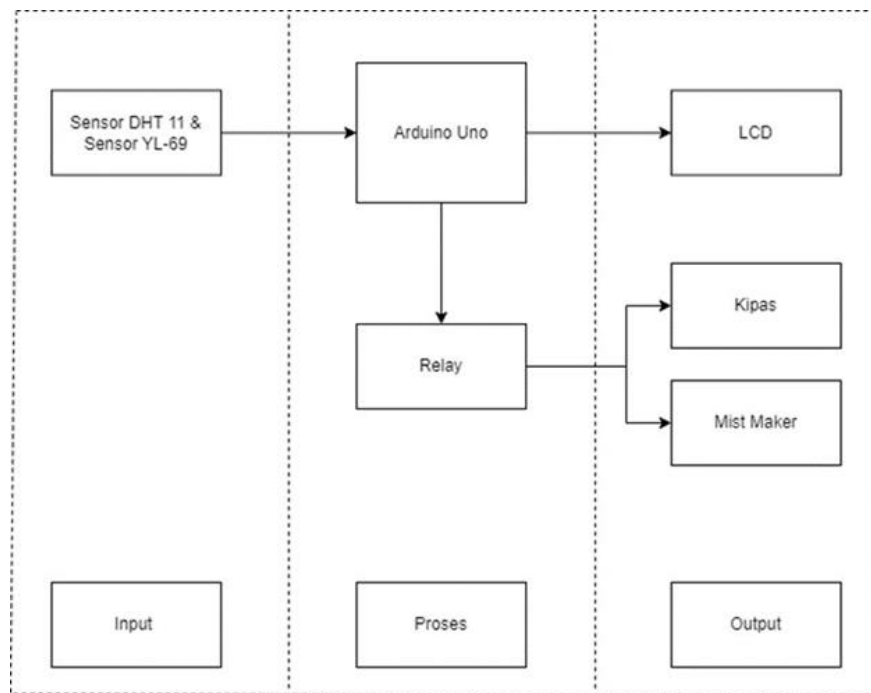
tanaman sawi. Perancangan alat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Fritzing. Adapun perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- A. **Arduino Uno**
 Arduino Uno adalah papan elektronik yang menggunakan mikrokontroler ATmega. Mikrokontroler ini memiliki sistem minimum yang memungkinkannya bekerja secara mandiri (*standalone controller*). Komponen utama di dalam Arduino Uno adalah mikrokontroler 8 bit merk ATmega buatan *Atmel corporation*. [12].
- B. **Sensor DHT11**
 DHT11 merupakan sensor digital yang mampu mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini mudah digunakan bersama Arduino Uno dan memiliki stabilitas serta fitur kalibrasi yang akurat. Koefisien kalibrasinya disimpan dalam memori OTP program, sehingga ketika sensor mendeteksi sesuatu, koefisien tersebut akan diikutsertakan dalam kalkulasi [13]. Berdasarkan pengujian, sensor ini dapat menerima masukan suhu dan kelembaban ruangan serta menampilkan data melalui website. Pengujian dilakukan dengan menaikkan suhu di sekitar sensor [14].
- C. **Sensor Kelembaban Tanah (YL-69)**
 Sensor YL-69 mengukur nilai kelembaban tanah berdasarkan konstanta dielektriknya. Pengukuran dilakukan dengan teknik saluran transmisi saat sensor dialiri listrik. Sensor ini menghasilkan nilai yang besar pada tanah kering dan nilai yang kecil pada tanah basah [15].
- D. **Relay**
 Relay adalah papan yang terdiri dari satu atau beberapa sakelar elektromagnetik (relay) yang dapat dikendalikan oleh mikrokontroler. Pengendalian dilakukan melalui pin digital pada mikrokontroler. Modul relay berfungsi sebagai perantara bagi mikrokontroler untuk mengendalikan perangkat yang membutuhkan tegangan besar. Prinsip kerja relay terbagi menjadi tiga kondisi, yaitu *normally close*, *normally open*, *common*. [16].
- E. **LCD**
 LCD (Liquid Crystal Display) merupakan jenis display elektronik yang memanfaatkan teknologi CMOS logic (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor). Berbeda dengan display lain, LCD tidak menghasilkan cahaya sendiri, melainkan memantulkan cahaya di sekitarnya (*front-lit*) atau meneruskan cahaya dari belakang (*back-lit*). Fungsi utama LCD adalah sebagai penampil data, baik dalam bentuk karakter, huruf, angka, maupun grafik. LCD tersusun atas campuran organik yang diapit oleh dua lapisan kaca bening. Lapisan depan dilengkapi elektroda transparan indium oksida yang membentuk tampilan, sedangkan di belakang terdapat elektroda pada kaca. [17].
- F. **Mist Maker**
 Mist maker adalah alat yang menghasilkan kabut atau butiran air berukuran mikro dari cairan [7]. Penelitian ini menggunakan *transduser ultrasonik* sebagai penghasil kabut. *Transduser ultrasonik* adalah komponen elektronik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gelombang ultrasonik (frekuensi > 20 KHz) dengan menggetarkan membran tipis [18].
- G. **Kipas DC**
 Kipas DC adalah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik untuk menggerakkan kipas atau blower. Kipas DC memiliki dua kutub medan, yaitu utara dan selatan, yang dipisahkan oleh ruang terbuka. Rotor berbentuk silinder terhubung ke penggerak untuk memutar beban, dan blower atau baling-baling bertindak sebagai bagian pasif untuk meniupkan angin [19].

Perancangan

Perancangan sistem pada makalah ini dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

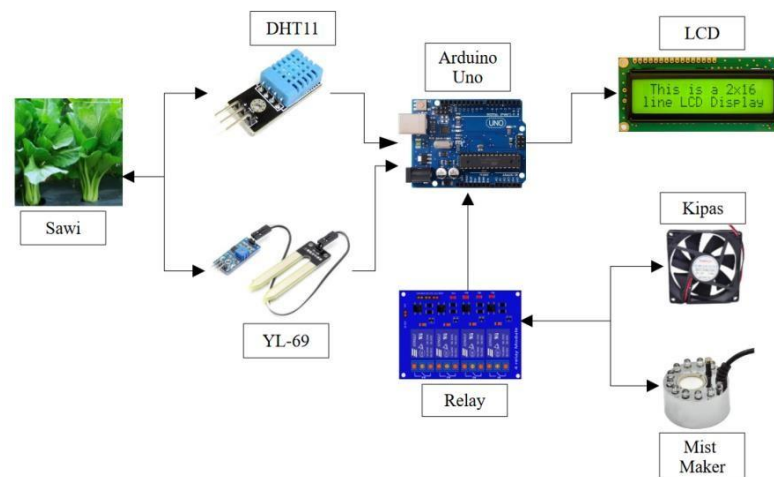
- A. **Diagram Blok**
 Diagram blok memiliki peran penting dalam perancangan peralatan elektronika. Diagram blok adalah representasi visual dari sistem elektronik yang menggunakan blok-blok untuk mewakili komponen atau modul utama dalam rangkaian. Diagram blok membantu perancang untuk menggambarkan prinsip kerja sistem secara keseluruhan dengan cara yang terstruktur dan terorganisir.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Gambar 2 menunjukkan diagram blok sistem alat monitoring yang menjelaskan alur kerjanya. Sistem ini terbagi menjadi tiga bagian utama:

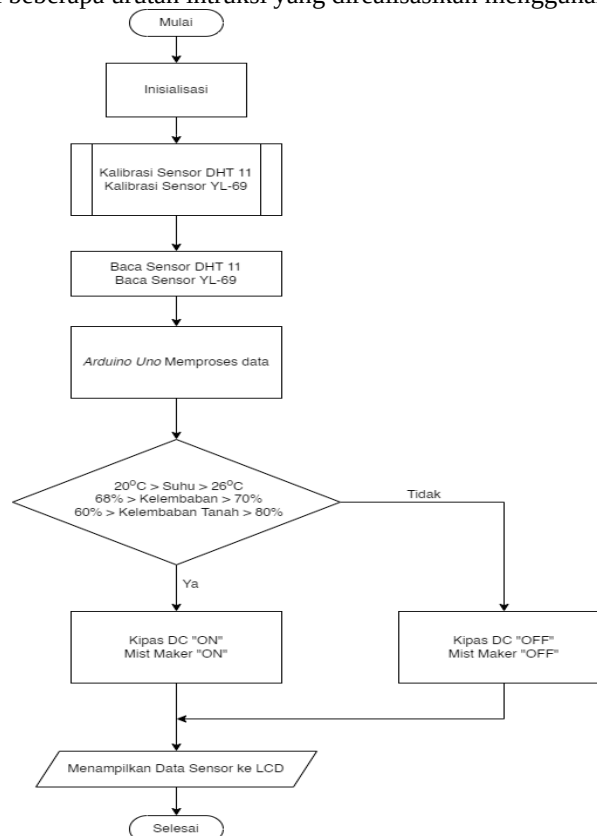
1. Input
 - 1) Sensor DHT11: Mengukur suhu dan kelembaban udara.
 - 2) Sensor YL-69: Mengukur kelembaban tanah.
 2. Proses: Arduino Uno:
 - 1) Prosesor utama.
 - 2) Menerima informasi dari sensor.
 - 3) Melakukan pemrosesan data.
 3. Output:
 - 1) LCD menampilkan informasi:
 - Data pengukuran suhu dan kelembaban.
 - 2) Menyampaikan:
 - Mengaktifkan/menonaktifkan Kipas DC dan Mist Maker.
 - Dikendalikan oleh Arduino.
 - 3) Kipas DC dan Mist Maker:
 - Mengatur suhu dan kelembaban lingkungan.
- B. Arsitektur Perancangan Sistem
- Gambar 3 menunjukkan arsitektur perancangan sistem untuk memantau kondisi lingkungan tanaman sawi. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yaitu:
1. Sensor DHT11: Mengukur suhu dan kelembaban udara.
 2. Sensor YL-69: Mengukur kelembaban tanah.
 3. Mikrokontroler: Arduino Uno: Memproses data dari sensor dan mengendalikan relay.
 4. Penampil: LCD I2C: Menampilkan informasi suhu dan kelembaban.
 5. Relay: Mengendalikan Kipas DC dan Mist Maker.
 6. Kipas DC: Mengatur suhu di sekitar tanaman sawi.
 7. Mist Maker: Mengatur kelembaban di sekitar tanaman sawi.



Gambar 3. Arsitektur Perancangan Sistem

C. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam alat ini memiliki beberapa urutan intruksi yang direalisasikan menggunakan kode program.



Gambar 4. Flowchart

Gambar 4 menunjukkan *flowchart* perancangan aplikasi untuk memonitor suhu dan kelembabantanaman sawi menggunakan Arduino Uno. Berikut penjelasannya:

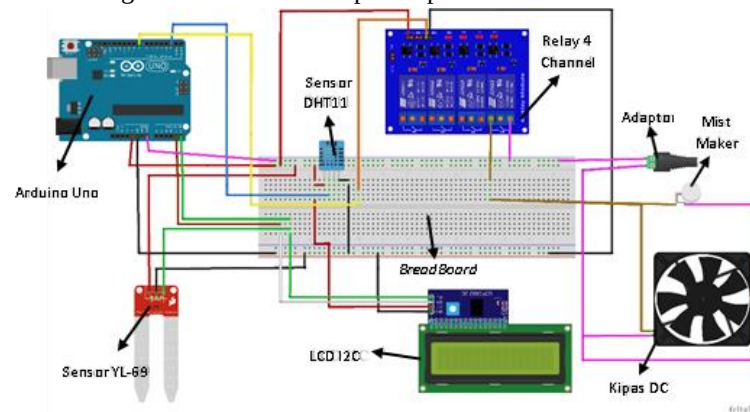
1. **Inisialisasi**
Program dimulai dengan menginisialisasi semua komponen yang digunakan. Sensor DHT11 dan YL-69 dikalibrasi untuk memastikan akurasi data.
2. **Pengukuran Data**
Sensor DHT11 mengukur suhu dan kelembaban udara. Sensor YL-69 mengukur kelembabantanah.
3. **Pemrosesan Data**
Data sensor diproses oleh Arduino Uno. Kondisi suhu, kelembaban udara, dan kelembabantanah dibandingkan dengan nilai ambang batas.

4. Pengendalian Kipas DC dan Mist Maker:
Kipas DC dan Mist Maker dinyalakan jika kondisi memenuhi kriteria:
 - 1) Suhu: 20-26°C
 - 2) Kelembaban udara: 68-70%
 - 3) Kelembaban tanah: 60-80%
 Kipas DC dan Mist Maker dimatikan jika kondisi tidak memenuhi kriteria.
5. Tampilan Data
Data sensor DHT11 dan YL-69 ditampilkan pada LCD.

Pemodelan

A. Rancangan Pemodelan Alat

Pemodelan alat monitoring tanaman sawi ditampilkan pada Gambar 5.

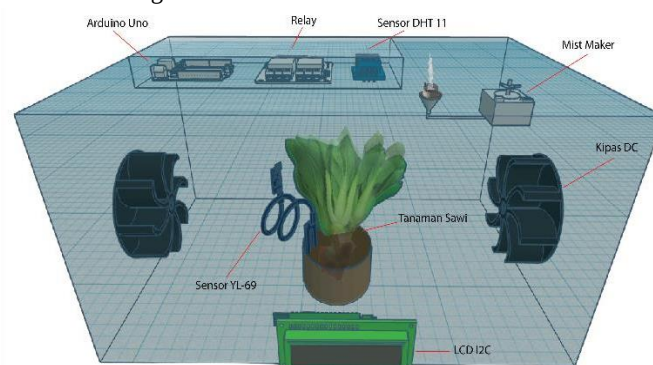


Gambar 5. Pemodelan Alat

Berdasarkan rancangan pemodelan alat pada Gambar 5 dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Sensor DHT11 berfungsi mengukur suhu dan kelembaban udara disekitar tanaman sawi.
2. Sensor YL-69 berfungsi mengukur kelembaban tanah yang ditanami bibit tanaman sawi.
3. Arduino Uno berfungsi membaca data dari Sensor DHT11 dan Sensor YL-69, serta mengolah data serta mengendalikan Relay 4 Channel untuk memberikan perintah kepada Kipas DC dan Mist Maker.
4. Relay 4 Channel berfungsi mengendalikan Kipas DC dan Mist Maker (menghidupkan/mematikan).
5. Kipas DC sebagai sirkulasi udara untuk membantu menjaga suhu tetap stabil.
6. Mist Maker untuk menyemprotkan air agar meningkatkan kelembaban udara.
7. LCD I2C untuk menampilkan data sensor dan status sistem.
8. Breadboard berfungsi sebagai platform untuk merakit dan menguji komponen elektronik agar peneliti dapat memastikan bahwa semua komponen bekerja dengan baik dan sesuai rancangan.
9. Adaptor berfungsi untuk menyuplai tegangan keseluruhan komponen dan menjaga tegangan agar tetap stabil.

B. Perancangan Sketsa Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban



Gambar 6. Sketsa Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban

Rancangan sketsa alat Monitoring suhu dan kelembaban tanaman sawi pada Gambar 6 merupakan gambaran desain alat secara keseluruhan yang di desain di website tinkercad.

Tabel 1. Interkoneksi Komponen Menggunakan Tools Simulator (wokwi)

No.	Komponen	Keterangan
1	Arduino Uno	Berfungsi
2	Sensor DHT11	Berfungsi
3	Relay 4 Channel	Berfungsi
4	LCD I2C	Berfungsi
5	Kipas DC	Berfungsi
6	Mist Maker	Berfungsi

Tabel 1 merupakan rangkaian hasil pengujian simulasi interkoneksi komponen, untuk mendapatkan keterangan berfungsi dilakukan 5 kali proses simulasi pada aplikasi tools simulator (wokwi). Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan penulis dapat mengetahui bahwa semua komponen terhubung dan berfungsi dengan baik.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang sketsa alat monitoring suhu dan kelembaban pada tanaman sawi. Sketsaini menunjukkan interkoneksi komponen alat, yaitu Arduino Uno, Sensor DHT11, Relay, LCD I2C, dan KipasDC. Simulasi sebanyak 5 kali menunjukkan bahwa alat ini berfungsi dengan baik. Diharapkan sketsa alat monitoring suhu dan kelembaban pada tanaman sawi dapat dikembangkan menjadi prototype oleh mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer. Prototype ini diharapkan dapat direalisasikan dan diimplementasikan kepada petani yang melakukan proses penanaman sawi.

Daftar Pustaka

- [1] T. Sofyanto, "Pengaruh Jarak Tanam dan Varietas Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)," pp. 17–21, 2018.
- [2] R. Noviany, R. R. Yacoub, and Elang Dardian Marindani, "Sistem Pengendalian Kelembaban Pada Budidaya Tanaman Sawi," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, pp. 1–10, 2019.
- [3] I. Aditia, R. Ilham, and J. P. Sembiring, "Penetas Telur Otomatis Berbasis Arduino dengan Menggunakan Sensor DHT11," *J. Ilm. Mhs. Kendali dan List.*, vol. 3, no. 1, pp. 113–119, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.33365/jimel.v1i1> available online at: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/teknikelektro/index>
- [4] A. Ekaprasyo and W. S. Pambudi, "Prototype Rancang Bangun Robot Penyiram Tanaman Otomatis Dengan Kendali Fuzzy," *J. Ilm. Matrik*, vol. 22, no. 1, pp. 102–109, 2020, doi: 10.33557/jurnalmatrik.v22i1.846.
- [5] M. Habib Rifai, N. Vera, N. Sekar, S. Dewi, and R. R. Narfandi, "ELTI Jurnal Elektronika, Listrik dan Teknologi Informasi Terapan Prototipe Alat Pengukur Kelembaban Tanah Berbasis Sensor Media Tanaman Padi," *J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap.*, vol. 5, no. 1, pp. 16–21, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.politeknikjambi.ac.id/elti>
- [6] I. F. Yusuf Nur and S. . M. K. Asep Saepuloh, "Jurnal Manajemen Dan Teknik Informatika Alat Monitoring Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Arduino Uno," *Jumantaka*, vol. 02, no. 1, p. 1, 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.stmik-dci.ac.id/index.php/jumantaka/article/view/361>
- [7] K. Anshori, E. Aryanto Soetedjo, Mi. Ashari, and K. Kunci, "Seminar Hasil Elektro S1 Itn Malang Tahun Akademik Ganjil Otomatisasi Dan Monitoring Parameter Lingkungan Pada Media Tumbuh Budidaya Jamur Tiram Berbasis Arduino," pp. 1–11, 2018.
- [8] J. S. Saputra and S. Siswanto, "Prototype Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Kandang Ayam Broiler Berbasis Internet of Things," *Prosisko J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.30656/prosisko.v7i1.2132.
- [9] P. Asriya and M. Yusfi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Menggunakan Wireless Sensor Berbasis Arduino Uno," *J. Fis. Unand*, vol. 5, no. 4, pp. 327–333, 2016, doi: 10.25077/jfu.5.4.327-333.2016.

- [10] M. Kharisma, I. Sugriwan, and A. A. Harnawan, "Pembuatan Alat Ukur Multi Kanal Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Fis. FLUX*, vol. 1, no. 1, p. 107, Jan. 2019, doi: 10.20527/flux.v1i1.6153.
- [11] S. Dwiyatno, E. Krisnaningsih, D. Ryan Hidayat, and Sulistiyono, "S Smart Agriculture Monitoring Penyiraman Tanaman Berbasis Internet of Things," *Prosisko J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 38–43, 2022, doi: 10.30656/prosisko.v9i1.4669.
- [12] A. Nur Alfian and V. Ramadhan, "Prototype Detektor Gas Dan Monitoring Suhu Berbasis Arduino Uno," *Prosisko J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 61–69, 2022, doi: 10.30656/prosisko.v9i2.5380.
- [13] A. Abdullah, R. Satra, and F. Fattah, "Prototype Wireless Sensor Network Untuk Mendeteksi Kebakaran Lahan Di Dusun Ka'bung Kabupaten Maros," *Bul. Sist. Inf. dan Teknol. Islam*, vol. 1, no. 4, pp. 207–213, 2020, doi: 10.33096/busiti.v1i4.630.
- [14] Y. Irawan *et al.*, "Artikel Penelitian Pemantauan dan Analisis Realtime Berbasis Cloud Teknologi Komputasi Internet of Things (CC-IoT) di Mendeteksi Kebakaran Hutan dan Lahan di Provinsi Riau," vol. 15, no. 3, pp. 445–454, 2023.
- [15] C. Khairunisa, D. Triyanto, and I. Nirmala, "Implementasi Sistem Pengendalian Pemupukan dan Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560 Dengan Antarmuka Website," *J. Coding, Rekayasa Sist. Komput.*, vol. 06, no. 03, pp. 87–96, 2018.
- [16] P. Rahardjo, "Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pada Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 21, no. 1, p. 31, 2022, doi: 10.24843/mite.2022.v21i01.p05.
- [17] V. T. Bawotong, "Rancang Bangun Uninterruptible Power Supply Menggunakan Tampilan LCD Berbasis Mikrokontroler," *E-journal Tek. Elektro dan Komput.*, pp. 1–7, 2015.
- [18] S. L. H. Siregar and M. Rivai, "Monitoring dan Kontrol Sistem Penyemprotan Air Untuk Budidaya Aeroponik Menggunakan NodeMCU ESP8266," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.31181.
- [19] F. Supegina and T. Elektro, "Rancang Bangun Iot Temperature Controller Untuk Enclosure Bts Berbasis Microcontroller Wemos Dan Android Issn : 2086 - 9479," *J. Teknol. Elektro, Univ. Mercu Buana*, vol. 8, no. 2, pp. 145–150, 2017.