



## Perancangan dan Simulasi Smart Greenhouse Mini Menggunakan Arduino Uno untuk Pengendalian Suhu, Intensitas Cahaya, dan Kelembapan Tanah

Ungkap Hutasoit<sup>1</sup>, Windi Andriani<sup>2</sup>, Benjamin Silalahi<sup>3</sup>, Jastin Pangaribuan<sup>4</sup>, Eka Dodi Suryanto<sup>5</sup>, Dian Putra Saragi<sup>6</sup>

*Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan*

**Abstract** This study designs a Smart Greenhouse Mini based on Arduino Uno to automatically monitor and control temperature, soil moisture, light intensity, and rain conditions. The system uses several sensors integrated with actuators such as a fan, water pump, LED light, and stepper motor. The results show that the system can automatically maintain optimal greenhouse conditions and improve plant management efficiency.

**Keywords:** Smart Greenhouse, Arduino Uno, Sensors, Automation.

**Abstrak** Penelitian ini merancang Smart Greenhouse Mini berbasis Arduino Uno untuk memantau dan mengendalikan suhu, kelembapan tanah, intensitas cahaya, dan kondisi hujan secara otomatis. Sistem menggunakan beberapa sensor yang terintegrasi dengan aktuator seperti kipas, pompa air, lampu LED, dan motor stepper. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kondisi lingkungan greenhouse secara optimal serta meningkatkan efisiensi pengelolaan tanaman.

**Kata kunci:** Smart Greenhouse, Arduino Uno, Sensor, Otomasi.

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomasi dalam bidang pertanian semakin pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan efisiensi produksi dan kestabilan kualitas hasil panen. Salah satu penerapan teknologi tersebut adalah sistem *greenhouse* (rumah kaca) yang memungkinkan pengendalian kondisi lingkungan tanaman secara terkontrol. Greenhouse memberikan perlindungan terhadap faktor eksternal seperti hujan, suhu ekstrem, serta intensitas cahaya yang tidak stabil namun, pengelolaan greenhouse secara manual memiliki beberapa kendala, seperti ketidakkonsistenan pengawasan suhu, kelembapan tanah, intensitas cahaya, dan kondisi hujan. Keterlambatan dalam pengambilan tindakan, seperti penyiraman atau ventilasi, dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman dan menurunkan produktivitas.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem otomatis yang mampu memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan secara real-time. Pemanfaatan mikrokontroler Arduino dengan integrasi beberapa sensor seperti sensor suhu dan kelembapan (DHT22), sensor kelembapan tanah (soil moisture), sensor cahaya (LDR), serta sensor hujan (rain sensor) dapat menjadi solusi yang efektif. Sistem ini diharapkan mampu mengontrol aktuator berupa kipas, pompa air, lampu, dan motor stepper sebagai mekanisme buka-tutup atap greenhouse secara otomatis.

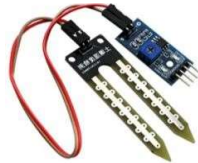
### TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini merumuskan beberapa permasalahan, yaitu bagaimana merancang sistem greenhouse otomatis berbasis Arduino yang mampu memantau suhu, kelembapan tanah, intensitas cahaya, dan kondisi hujan; bagaimana mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator dalam satu sistem tanpa menimbulkan konflik kerja atau gangguan daya; bagaimana menerapkan sistem kontrol otomatis serta fitur *override* manual untuk

meningkatkan fleksibilitas pengoperasian; serta bagaimana menilai efektivitas sistem dalam menjaga kondisi lingkungan sesuai kebutuhan tanaman. Sejalan dengan rumusan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem greenhouse otomatis berbasis mikrokontroler Arduino, mengintegrasikan sensor DHT22, soil moisture, LDR, dan rain sensor dalam satu sistem kendali terpadu, mengimplementasikan kontrol aktuator berupa kipas, pompa air, lampu, dan motor stepper berdasarkan parameter yang telah ditentukan, serta menguji kestabilan dan keandalan sistem secara real-time guna meningkatkan efisiensi pengelolaan greenhouse. Adapun batasan penelitian meliputi penggunaan Arduino sebagai pusat kendali, sensor yang digunakan terbatas pada DHT22, soil moisture, LDR, dan rain sensor, serta aktuator berupa relay kipas, relay pompa air, relay lampu, dan motor stepper untuk mekanisme buka-tutup atap. Sistem diuji pada skala prototipe mini greenhouse, belum terintegrasi dengan IoT atau monitoring berbasis internet, dan menggunakan suplai daya 5V dengan manajemen daya terpisah untuk motor stepper.



Gambar 2 sensor DHT22



Gambar 3 Soil Moisture Sensor

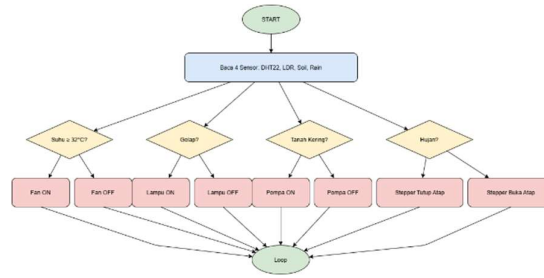


Gambar 1 LDR (*Light Dependet Resistor*)



Gambar 4 Rain Sensor Module

## METODE PENELITIAN



Gambar 5 flowchart Smart Greenhouse

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen (*experimental research*) dengan pendekatan perancangan dan pengembangan sistem (*design and development*). Metode ini dipilih karena penelitian berfokus pada proses perancangan, implementasi, serta pengujian kinerja sistem greenhouse otomatis berbasis mikrokontroler. Tahapan penelitian meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*), kalibrasi sensor, serta pengujian dan analisis kinerja sistem secara menyeluruh.

Penelitian dilaksanakan pada skala prototipe mini greenhouse di lingkungan laboratorium atau ruang kerja peneliti. Waktu penelitian mencakup seluruh tahapan mulai dari perancangan sistem, perakitan rangkaian elektronik, pemrograman mikrokontroler, pengujian sensor dan aktuator, hingga analisis hasil pengujian sistem.

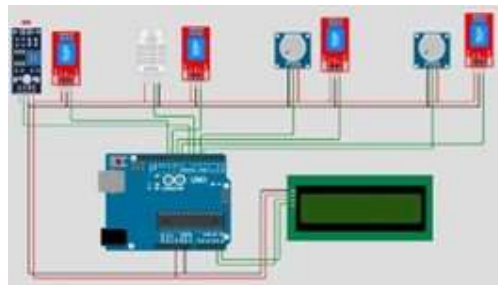
Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas Arduino Uno sebagai pusat kendali, sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara, sensor soil moisture untuk mengukur kelembaban tanah, sensor LDR untuk mendeteksi intensitas cahaya, serta rain sensor untuk mendeteksi adanya air. Aktuator yang digunakan meliputi motor stepper tipe 28BYJ-48 dengan driver ULN2003, modul relay untuk mengontrol kipas dan pompa air, pompa air mini sebagai sistem irigasi, kipas DC sebagai sistem ventilasi, serta lampu LED sebagai pencahayaan tambahan. Sistem didukung oleh catu daya 5V–12V, kabel jumper, dan breadboard sebagai media perakitan. Adapun perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE untuk pemrograman dan pengunggahan kode, library DHT untuk pembacaan sensor suhu dan kelembaban, serta library AccelStepper untuk pengendalian motor stepper.

Perancangan sistem menggunakan arsitektur dasar berupa alur input–proses– output, yaitu sensor sebagai input, Arduino Uno sebagai unit pemroses, dan aktuator sebagai output. Sensor DHT22, soil moisture, LDR, dan rain sensor berfungsi sebagai bagian input yang mengirimkan data ke Arduino. Data tersebut kemudian diproses berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan, dan menghasilkan keputusan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan aktuator seperti relay kipas, relay pompa air, motor stepper, dan lampu LED.

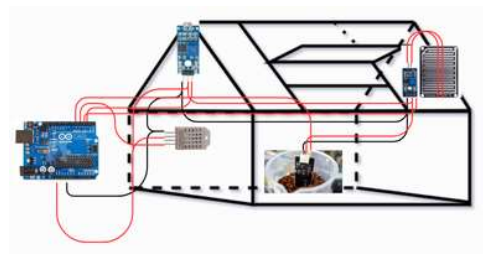
Perangkat lunak dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C pada Arduino IDE dengan struktur utama meliputi inisialisasi pin dan pemanggilan library, pembacaan

data seluruh sensor, proses pengambilan keputusan menggunakan struktur *if-else*, serta pengaktifan ataupun nonaktifan aktuator sesuai kondisi lingkungan. Pengendalian suhu menggunakan metode hysteresis dengan parameter kipas aktif pada suhu  $\geq 32^{\circ}\text{C}$  dan nonaktif pada suhu  $\leq 30^{\circ}\text{C}$ , sehingga diperoleh rentang hysteresis sebesar  $2^{\circ}\text{C}$  untuk mengurangi fluktuasi kerja relay dan menjaga kestabilan suhu greenhouse.

Kalibrasi sensor kelembaban tanah menunjukkan nilai tanah kering sebesar 421 dan tanah basah sebesar 220. Nilai tersebut dikonversi ke dalam persentase kelembaban tanah dengan parameter kontrol pompa air aktif pada kelembaban  $\leq 55\%$  dan nonaktif pada kelembaban  $\geq 75\%$ . Rentang kontrol ini diterapkan untuk mencegah kondisi kekeringan maupun kelebihan air pada media tanam. Pengendalian intensitas cahaya dilakukan dengan mengaktifkan lampu LED ketika pembacaan LDR menunjukkan nilai di bawah ambang batas yang telah ditentukan. Sementara itu, sistem proteksi hujan dikendalikan menggunakan motor stepper 28BYJ-48 dengan konfigurasi 2048 langkah per satu putaran penuh, yang akan bergerak otomatis ketika rain sensor mendeteksi adanya air.



Gambar 6 Skema rangkaian



Gambar 7 Desain Greenhouse

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu studi literatur mengenai sistem greenhouse otomatis, perancangan rangkaian elektronik, perakitan komponen pada mini greenhouse, penulisan dan pengunggahan program ke Arduino Uno, kalibrasi sensor suhu dan kelembaban tanah, pengujian sensor secara terpisah, integrasi seluruh sensor dan aktuator, pengujian sistem terpadu, serta analisis hasil pengujian.

Data penelitian dikumpulkan melalui pembacaan nilai sensor pada Serial Monitor Arduino IDE, pengamatan langsung terhadap respons aktuator, pencatatan nilai ambang batas hasil kalibrasi, serta dokumentasi pengujian sistem. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan nilai sensor sebelum dan sesudah aktuator aktif, mengevaluasi kestabilan sistem untuk memastikan tidak terjadi *switching* berulang, mengamati waktu respons sistem terhadap perubahan lingkungan, serta menilai keberhasilan integrasi seluruh sensor dan aktuator.

Sistem dinyatakan berhasil apabila kipas bekerja sesuai rentang hysteresis 32°C hingga 30°C, pompa air aktif dan nonaktif sesuai rentang kelembaban 55% hingga 75%, motor stepper bergerak presisi dengan 2048 langkah per putaran, tidak terjadi fluktuasi relay yang berlebihan, serta seluruh sensor dapat beroperasi secara bersamaan tanpa konflik pin maupun gangguan daya.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

| Sensor        | Nilai           | AKTUATOR |
|---------------|-----------------|----------|
| DHT 22        | $\geq 32^\circ$ | ON       |
|               | $\leq 30^\circ$ | OFF      |
| Soil Moisture | 421 Kering      |          |
|               | 220 Basah       |          |
|               | $\leq 55\%$     | ON       |
|               | $\geq 75\%$     | OFF      |
| LDR           | $\leq 600$      | OFF      |
|               | $\geq 600$      | ON       |
| Rain Sensor   | $\leq 500$      | OPEN     |
|               | $\geq 700$      | CLOSE    |

#### Sensor Suhu (DHT22)

Sensor DHT22 digunakan untuk membaca suhu udara di dalam greenhouse. Berdasarkan program, kipas akan aktif ketika suhu mencapai atau melebihi 32°C, dan akan mati ketika suhu turun hingga 30°C. Rentang ini menunjukkan adanya batas atas dan bawah untuk menjaga kestabilan suhu agar tidak terjadi perubahan yang terlalu cepat. Suhu dalam *green house* dijaga agar tetap stabil dalam rentang tersebut oleh DHT 22 yang nantinya akan menonaktifkan relay yang berfungsi sebagai kontak penghubung daya untuk kipas pendingin.

#### Sensor Kelembapan Tanah (*Soil Moisture*)

Sensor ini telah dikalibrasi menggunakan nilai 421 sebagai kondisi tanah kering dan 220 sebagai kondisi tanah basah. Nilai tersebut kemudian dikonversi menjadi persentase kelembapan.

Pompa air akan aktif ketika kelembapan tanah berada pada atau di bawah 55%, yang menandakan kondisi mulai kering. Pompa akan berhenti ketika kelembapan mencapai 75%, yang menunjukkan tanah sudah cukup basah.

#### Sensor Cahaya (LDR)

Sensor LDR digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya di dalam greenhouse. Lampu akan menyala ketika nilai pembacaan sensor lebih dari 600, yang menunjukkan kondisi gelap atau kurang cahaya. Sebaliknya, lampu akan mati ketika nilai berada di bawah atau

sama dengan 600, yang menunjukkan kondisi cukup terang. Dengan catatan kalibrasi ini dilakukan sesuai dengan lokasi penulis dan kebutuhan tanaman.

#### Sensor Hujan (Rain Sensor)

Sensor hujan digunakan untuk mendeteksi adanya air pada permukaan sensor. Ketika nilai pembacaan berada di bawah atau sama dengan 500, sistem menganggap kondisi sedang hujan dan atap *greenhouse* akan ditutup. Sebaliknya, ketika nilai berada di atas atau sama dengan 700, kondisi dianggap tidak hujan sehingga atap akan dibuka kembali. Sistem ini digunakan untuk keperluan ventilasi udara. Yang mana jika hujan, maka nantinya ventilasi akan menutup dan air tidak membasahi area dalam *green house*.

#### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem Smart Greenhouse Mini berbasis Arduino Uno yang dikembangkan telah berhasil bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan *greenhouse* secara otomatis, meliputi suhu, kelembapan tanah, intensitas cahaya, dan kondisi hujan melalui integrasi berbagai sensor dan aktuator.

Penerapan metode kontrol seperti hysteresis pada suhu serta penentuan ambang batas pada kelembapan tanah terbukti efektif dalam menjaga kestabilan sistem dan mencegah terjadinya fluktuasi kerja yang berlebihan. Selain itu, seluruh komponen seperti kipas, pompa air, lampu LED, dan motor stepper dapat beroperasi dengan baik tanpa konflik, menunjukkan bahwa integrasi sistem berjalan optimal.

Dengan demikian, sistem ini mampu meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan *greenhouse* dan membantu menjaga kondisi lingkungan tanaman agar tetap optimal. Namun, pengembangan lebih lanjut masih diperlukan, terutama dalam hal integrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) untuk memungkinkan monitoring dan kontrol jarak jauh secara real-time.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [Arfiansyah, J., & Ariyani, P. F. (2023). Prototype Penyiraman Tanaman dan Kanopi Otomatis Pada Greenhouse dengan Sensor Kelembapan Tanah dan Sensor Hujan Menggunakan Arduino. *Jurnal TICOM: Technology of Information and Communication*, 11(2), 98–102.
- Fathurohman, Prasetya, T., Iin, & Mulyawan. (2024). Sistem Monitoring Penyiraman Otomatis Berbasis Iot. *Jurnal Mahasiswa Tknik Informatika*, 8(1), 568–573.
- Hidayatullah, P., Orisa, M., & Mahmudi, A. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (Iot). *JATI (Jurnal Mahasiswa*