

Rancang Bangun *Prototype* Sistem *Smart Greenhouse* Untuk Sayur Bayam (*Amarantus hybridus L.*) Berbasis *Internet of Things* (IoT)

A.A Rafid Raihan^{1,*}, Nini Firmawati¹

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 10 Agustus 2022

Direvisi: 23 Agustus 2022

Diterima: 30 Agustus 2022

Kata kunci:

Internet of Things (IoT)

Sayur bayam

Smart greenhouse

Keywords:

Internet of Things (IoT)

Spinach

Smart greenhouse

Penulis Korespondensi:

A.A Rafid Raihan

Email:rafidraihan2000@gmail.com

ABSTRAK

Telah dihasilkan *prototype* sistem *smart greenhouse* untuk sayur bayam (*Amarantus hybridus L.*) menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan aplikasi Blynk. Sistem *smart greenhouse* akan mempermudah petani untuk memantau parameter lingkungan yang terdiri dari kelembaban tanah, suhu, kelembaban udara dan ketersediaan air pada tangki. *Prototype* dirancang menggunakan sensor DHT11, sensor YL-69, sensor ultrasonik HC-SR04, *module* ESP8266-01, *relay 4 channel*, mikrokontroler Arduino Uno, dan Aplikasi Blynk menggunakan *internet of things* (IoT). Saat parameter lingkungan *smart greenhouse* terdeteksi berbeda dengan nilai parameter optimal pertumbuhan sayur bayam, Arduino Uno menghidupkan *relay* dan pompa air agar parameter lingkungan *smart greenhouse* tetap terjaga. Penggunaan sistem *smart greenhouse* menghasilkan selisih ketinggian penanaman tumbuhan sampel A dan sampel B sebesar 0,5 cm. Pengendalian lingkungan *smart greenhouse* menggunakan aktuator lampu dan *spray nozzle* yang dikontrol melalui mikrokontroler Arduino Uno dapat membantu mempengaruhi faktor lingkungan dan pengoptimalan pertumbuhan sayur bayam.

A smart greenhouse system has been produced for spinach (Amarantus hybridus L.) using Arduino Uno microcontrollers and Blynk applications. The smart greenhouse system will make it easier for farmers to monitor environmental parameters, such as soil moisture, temperature, air humidity, and water subsidence in the tank. The prototype is designed using DHT11 sensors, YL-69 sensors, HC-SR04 ultrasonic sensors, ESP8266-01 modules, 4 channel relays, Arduino Uno microcontrollers, and Blynk Applications using internet of things (IoT). When the parameters of the smart greenhouse environment are detected to differ from the optimal parameter values of spinach vegetable growth, Arduino Uno will turn on the relay and water pump so that the smart greenhouse environment parameters are maintained. The use of a smart greenhouse system results in a difference in plant height of sample A and sample B of 0.5 cm. Smart greenhouse environmental control using a lamp actuator and nozzle spray-controlled through the Arduino Uno microcontroller can help influence environmental factors and optimize spinach vegetable growth.

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu sektor penting yang memegang peranan sebagai sumber utama penunjang ketersediaan pangan bagi masyarakat Indonesia, sedangkan cuaca dan iklim di Indonesia sering tidak menentu yang mengakibatkan tananaman kurang bagus dan berpotensi menyebabkan penurunan produksi pertanian, untuk itu perlunya pengembangan teknologi pertanian yang mampu mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu solusi yang diusulkan adalah penerapan *greenhouse*. *Greenhouse* merupakan bangunan yang digunakan untuk memanipulasi kondisi lingkungan pada tumbuhan yang diinginkan. Menurut (Bafdal & Ardiansah, 2020) *greenhouse* berfungsi untuk melindungi tanaman dari panas dan dingin yang berlebihan, melindungi dari debu dan membantu tanaman dari serangan hama dan penyakit. Jenis tanaman yang banyak dibudidayakan oleh petani di dalam *greenhouse* adalah tanaman sayuran. Penanaman sayuran menggunakan *greenhouse* untuk mendapatkan hasil yang berkualitas perlunya perhatian dan perawatan yang lebih terhadap kondisi lingkungan *greenhouse*. Dewasa ini banyak teknologi yang dapat mendukung kegiatan bercocok tanam, seperti teknologi *internet of things* (IoT). *Smart greenhouse* dilengkapi dengan teknologi seperti *internet of things* (IoT) dengan tujuan untuk merekayasa masalah-masalah yang ditemui di dalam ruangan *greenhouse* secara otomatis (Bafdal & Ardiansah, 2020)

Penelitian mengenai *smart greenhouse* dan sistem penyemprotan telah dilakukan oleh (Firdhausi, *et al.*, 2018) *prototype* ini dapat memantau dan mengendalikan lampu, pompa, kipas dan pemanas melalui mikrokontroler menggunakan aplikasi *remoteXY*. *Prototype* ini memiliki kelemahan pada penggunaan sensor LDR yang tidak cocok karena penggunaan cahaya lampu akan mempengaruhi nilai ukur dari sensor LDR. (Gunasekhar, *et al.*, 2020) membuat sistem untuk mengukur suhu, kelembaban, intensitas cahaya, kelembaban tanah dengan menggunakan sensor DHT11, sensor LDR, sensor kelembaban tanah, dan sensor CO₂ untuk mengenali gas berisiko yang ada di *greenhouse*. Semua informasi dikirim ke *cloud* melalui IoT menggunakan *Thing speak cloud* dan protokol *messege queuing telemetry transport* (MQTT). Kekurangan *prototype* ini tidak adanya sensor untuk mengukur ketersediaan air tangki penyemprotan. (Sulfiani & Firmawati, 2019) membuat sistem penyemprotan otomatis menggunakan *module* RTC DS3231 untuk mengatur jadwal penyemprotan, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian air, dan *GSM module* memberikan notifikasi SMS jika air dalam wadah sudah habis kepada pengguna. *Prototype* ini dapat diterapkan ke dalam *greenhouse* dengan menambahkan beberapa sensor untuk mendeteksi parameter yang ada di dalam *greenhouse*. (Ulinuha & Riza, 2021) menggunakan mikrokontroler NodeMcu dan sensor kelembaban tanah untuk mendapatkan data yang menjadi menjadi dasar penentu status *on/off* pompa air kemudian ditampilkan dalam LCD dan *smartphone* menggunakan aplikasi Blynk. Kekurangan dari sistem ini belum bisa diterapkan secara sempurna untuk tanaman yang ada di dalam *greenhouse* karena tidak adanya sensor untuk mendeteksi parameter yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman sayuran.

Berdasarkan penelitian sebelumnya diperlukan pengembangan *prototype smart greenhouse* berbasis *internet of things* (IoT) dengan menambahkan sensor YL-69 untuk mendeteksi kelembaban tanah. Sensor ultrasonik HR-SC04 mampu mendeteksi tanpa terpengaruh oleh transparansi air yang tersedia di dalam tangki air, serta sensor DHT11 yang bisa mendeteksi suhu dan kelembaban ruangan *greenhouse* sekaligus. Pengendalian penyemprotan, suhu dan kelembaban ruangan *greenhouse* menggunakan *spray nozzle* untuk membuat embun yang menurunkan suhu dan menaikkan kelembaban udara, lampu sebagai pemanas dan pompa air secara otomatis. Sensor di dalam *greenhouse* dapat dipantau dan dikendalikan secara otomatis pada jarak jauh dengan aplikasi Blynk yang tingkat kesulitan paling rendah sebagai aplikasi *internet of things* (IoT) dan mendukung banyak perangkat mikrokontroler. Aplikasi Blynk akan menampilkan tingkat kelembaban tanah, level ketersediaan air dalam tangki air, suhu, dan kelembaban udara.

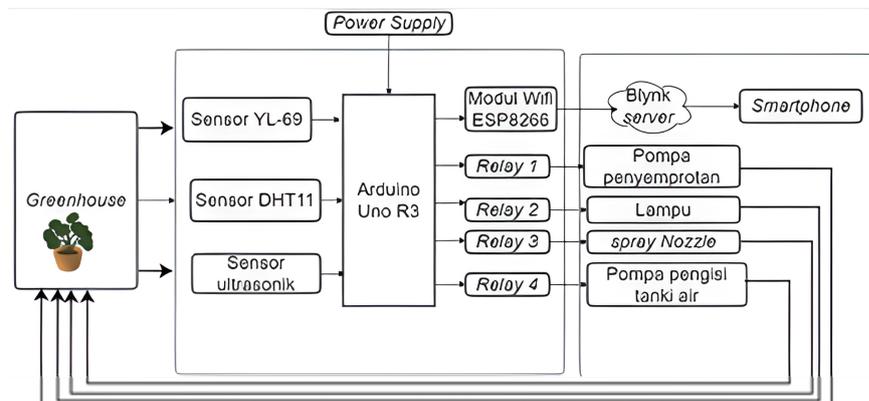
II. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah Arduino Uno, Arduino IDE, sensor DHT11, sensor YL-69, sensor ultrasonik HC-SR04, *module wifi* ESP8266-01, aplikasi blynk, *spray nozzle*, pompa air, relay, *breadboard*, meteran, *hygrometer*, *soil moisture tester*, lampu, tangki air, kaca akrilik, *jumper*, *power supply*, dan sayur bayam.

2.2 Perancangan Diagram Blok Sistem

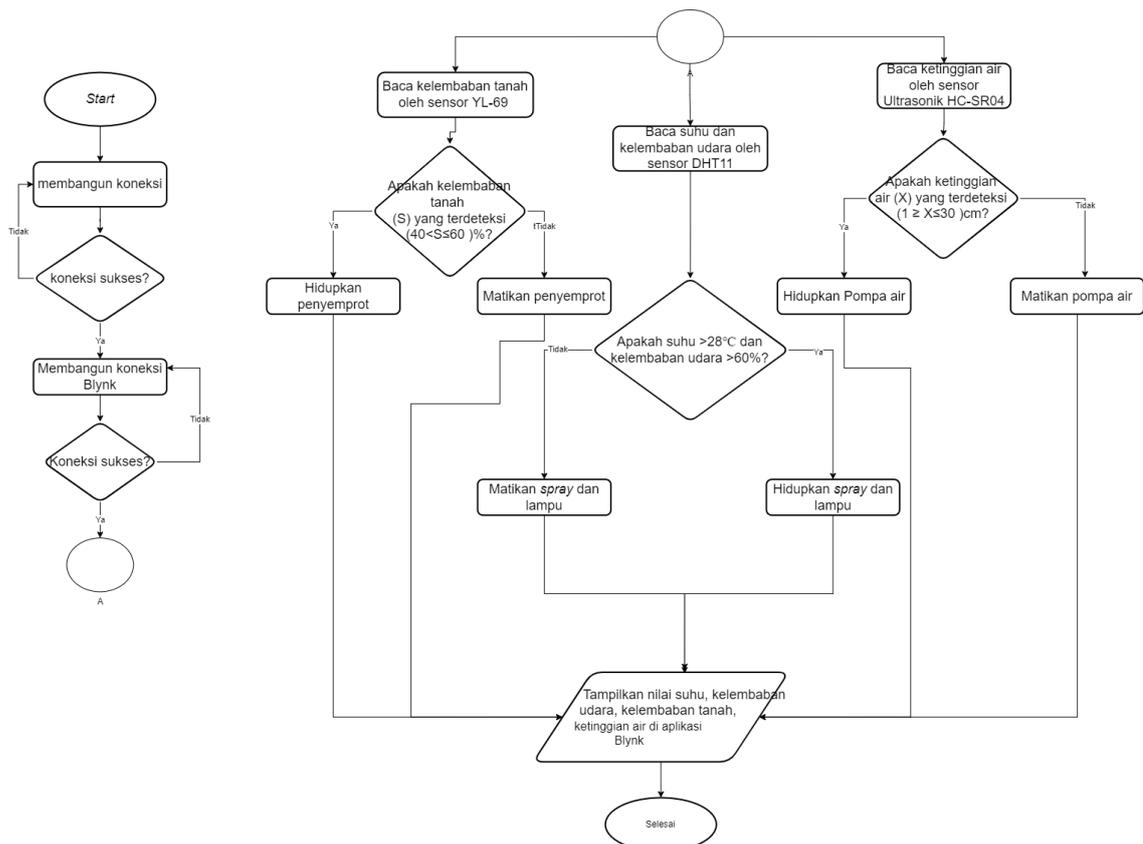
Rancangan sistem terdiri dari sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban udara *smart greenhouse*, sensor YL-69 untuk mendeteksi kelembaban tanah, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian air dalam tangki, Wifi *module* ESP8266-01 sebagai pengkoneksian dengan jaringan internet dan mengirimkan informasi ke aplikasi Blynk, satu buah *relay 4 channel* sebagai saklar, *spray nozzle*, lampu sebagai pemanas, pompa air mini untuk penyemprotan sayuran dan pengisian tangki air. Diagram blok untuk rangkaian system dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok sistem

2.3 Perancangan Perangkat Lunak Sistem

Sistem *smart greenhouse* dimulai dari memberikan sumber tegangan ke Arduino Uno dan tersambung dengan aplikasi Blynk menggunakan jaringan internet dengan Wifi *module* ESP8266-01 Gambar 2 merupakan diagram alir perangkat lunak sistem.



Gambar 2 Diagram alir program sistem *smart greenhouse*

Kemudian sensor DHT11 membaca suhu dan kelembaban udara untuk mempengaruhi pekerjaan lampu dan *spray nozzle*. Saat suhu yang terbaca di bawah 28°C maka *spray nozzle* dalam keadaan *off*, ketika suhu besar dari 28°C *spray nozzle* akan *on*. Lampu akan hidup ketika kelembaban udara yang terdeteksi besar dari 60 % dan mati ketika kecil dari 60 %. Sensor YL-69 membaca kelembaban tanah, saat kelembaban tanah kurang dari 40 % maka pompa mengalirkan air dari tangki air dan berhenti ketika kelembaban tanah bernilai 40 %. Ketika air dalam tangki air terdeteksi 1 cm dari sensor ultrasonik HC-SR04 pompa air berhenti untuk mengisi tangki air dan mengisi tangki air ketika jarak air dengan sensor berjarak 31 cm. Semua nilai parameter yang didapatkan dari sensor akan ditampilkan menggunakan aplikasi Blynk.

2.4 Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor ditujukan untuk melihat performa sensor dengan membandingkannya pada alat ukur parameter. Jika performa berbeda jauh maka dapat dilakukan konversi nilai untuk membuat hasil pembacaan dari sensor menjadi lebih akurat. Sensor yang digunakan dalam sistem *smart greenhouse* dikalibrasi menggunakan alat ukur yang sesuai dengan parameter yang diinginkan. Sensor yang dikalibrasi adalah sensor DHT11, sensor YL-69, dan sensor ultrasonik HC-SR04. Kalibrasi sensor dilakukan dengan membandingkan nilai pengukuran yang terbaca oleh sensor dan alat ukur. Hasil dari pembacaan tersebut didapatkan persentase *error* sesuai perhitungan pada Persamaan 1 dan rata-rata persen *error* menggunakan Persamaan 2.

$$X = \frac{|a - s|}{s} \times 100\% \quad (1)$$

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{N} \quad (2)$$

Dengan X adalah persen error, a merupakan nilai pengukuran dari sensor, s merupakan nilai pengukuran dari alat standar, \bar{X} merupakan rata-rata persen error, X_n merupakan nilai penjumlahan dari persen error, dan N menyatakan jumlah data.

2.5 Pengujian Kinerja Alat

Kinerja alat diuji dengan cara membandingkan hasil pengamatan terhadap objek penelitian yaitu sayuran bayam yang ada di dalam dan di luar *smart greenhouse*. Hasil pengamatan yang didapatkan akan dihitung rata-rata ketinggian dan selisih rata-rata ketinggian sayuran bayam. Selisih rata-rata ketinggian didapatkan dengan menggunakan Persamaan 3.

$$M = Z - A \quad (3)$$

Dengan M adalah selisih rata-rata ketinggian tanaman, Z merupakan rata-rata ketinggian tanaman pada hari ke-20, dan A menyatakan rata-rata ketinggian tanamana pada hari ke-1.

III. HASIL DAN DISKUSI

Analisis sistem *smart greenhouse* dilakukan dengan mengkalibrasi sensor suhu dan kelembaban udara DHT11, sensor kelembaban tanah YL-69, dan sensor Ultrasonik HC-SR04 serta pengujian sistem kontrol suhu dan kelembaban *smart greenhouse* untuk mendapatkan hasil rancangan sesuai dengan yang diharapkan.

3.1 Hasil Kalibrasi Sensor DHT11

Proses kalibrasi sensor DHT11 dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran menggunakan sensor dan alat ukur *hygrometer*. Kondisi lingkungan dalam tabung sudah direkayasa dengan menyemprotkan air sebanyak lima kali semprotan untuk setiap sampel. Tabel 1 memperlihatkan rata-rata persen *error* yang didapatkan dari proses kalibrasi sensor DHT11 yang dibandingkan dengan alat *hygrometer*.

Tabel 1 Persen *error* sensor DHT11

Sensor	Parameter	Rata-rata % <i>error</i>				Total rata-rata % <i>error</i>
		Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	
DHT11	Suhu	0,53 %	0,45 %	0,19 %	0,39 %	0,39 %
	Kelembaban udara	3,59 %	5,43 %	1,12 %	3,96 %	3,52 %

Kalibrasi sensor DHT11 untuk membaca kelembaban udara memiliki total rata-rata persen *error* sebesar 3,52 % yang berarti sensor DHT11 dapat membaca kelembaban udara secara akurat, sedangkan kalibrasi sensor DHT11 untuk membaca suhu memiliki nilai rata-rata persen *error* sebesar 0,39 %, berarti sensor DHT11 dapat membaca suhu dengan baik.

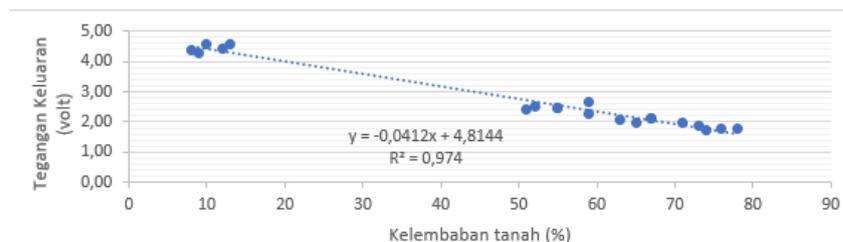
3.2 Hasil Kalibrasi Sensor Kelembaban Tanah YL-69

Nilai rata-rata % *error* dari kalibrasi sensor kelembaban tanah didapatkan dengan membandingkan nilai kelembaban tanah dari alat ukur kelembaban tanah dan *soil moisture tester*. Tabel 2 merupakan hasil kalibrasi sensor YL-69 dengan total rata-rata *error* yang didapatkan sebesar 7,47 %.

Tabel 2 Persen *error* sensor DHT11

Sensor	Rata-rata % <i>error</i>				Total rata-rata % <i>error</i>
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	
YL-69	19,4 %	4,8 %	2,4 %	3,28 %	7,47 %

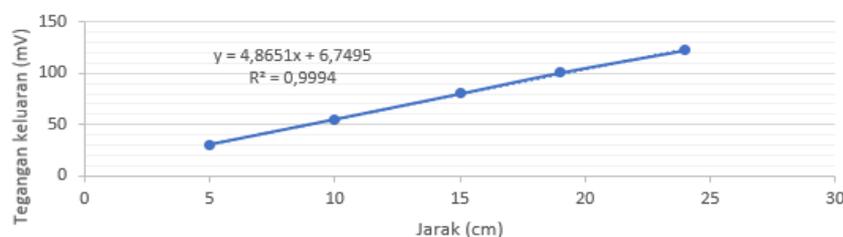
Pada proses kalibrasi sensor YL-69 didapatkan juga grafik perbandingan antara tegangan keluaran dan kelembaban tanah yang terbaca. Berdasarkan Gambar 3 didapatkan nilai linieritas $y = -0,0412x + 4,8144$ dengan artian nilai *offset* atau tegangan keluaran sebelum adanya kelembaban tanah yang terbaca sebesar 4,8144 volt dan sensor YL-69 memiliki sensitivitas sebesar 0,0412 %.



Gambar 3 Grafik hubungan kelembaban tanah dengan tegangan keluaran

3.3 Hasil Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

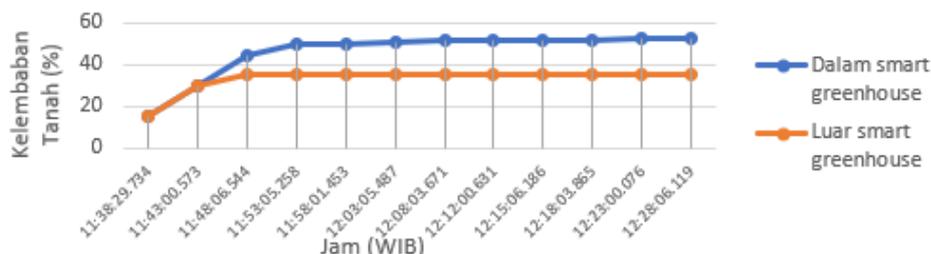
Kalibrasi sensor ultrasonik HC-SR04 menggunakan program yang ditanam ke sensor dengan memberikan penghalang ke sensor dari jarak 5 cm dengan variasi penambahan jarak 5 cm pada setiap percobaan dan multimeter untuk mendapatkan tegangan keluaran yang dihasilkan ketika diberi penghalang. Gambar 4 memperlihatkan semakin jauh jarak sensor dari penghalang maka semakin besar nilai tegangan keluaran yang dihasilkan, sebaliknya semakin dekat jarak sensor dengan penghalang maka semakin kecil nilai tegangan keluarannya. Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki persamaan linieritas $y = 4,8651x + 6,7495$, artinya sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki sensitivitas sebesar 4,8651 cm dan nilai *offset* sebesar 6,7895 mV.



Gambar 4 Grafik hubungan jarak sensor dengan tegangan keluaran.

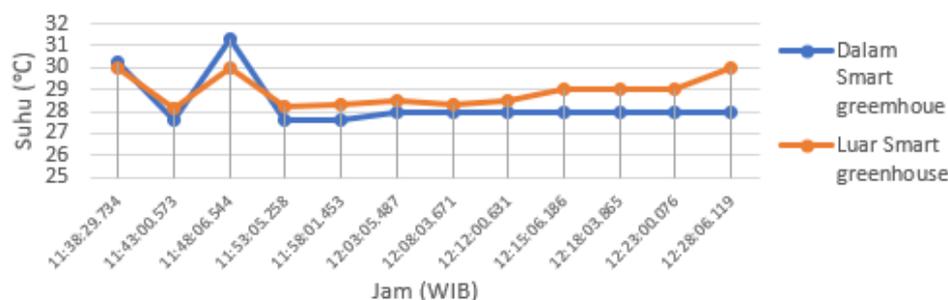
3.4 Hasil Pengujian Sistem Kontrol Suhu Dan Kelembaban *Smart Greenhouse*

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat perbandingan data kelembaban tanah di dalam *smart greenhouse* dengan di luar *smart greenhouse*. Dapat dilihat kelembaban tanah di dalam *smart greenhouse* selalu berada pada kisaran (40-60) %. Hal ini disebabkan karena sistem *smart greenhouse* akan bekerja untuk mempertahankan kondisi kelembaban tanah sesuai dengan nilai *set point* yang dibuat pada program.



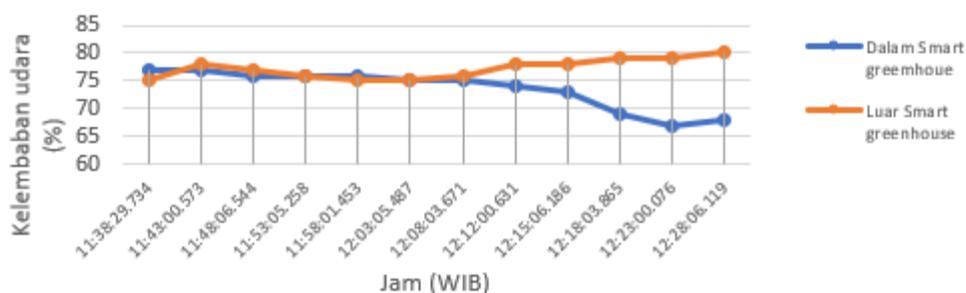
Gambar 5 Perbandingan kelembaban tanah di luar dan di dalam *smart greenhouse*.

Perbandingan suhu di luar dan di dalam *smart greenhouse* ditunjukkan oleh Gambar 6. Kondisi rata-rata suhu di dalam *smart greenhouse* sebesar 28,3°C yang didapatkan dengan Persamaan 2 dari data suhu yang tercatat selama pengujian. Suhu maksimum yang tercatat di dalam *smart greenhouse* adalah 31,3°C dan suhu minimumnya adalah 26°C. Kondisi suhu di dalam *smart greenhouse* akan terus turun sampai mencapai kondisi optimal pertumbuhan sayur bayam yang sebesar 28°C. Penurunan suhu diakibatkan dari pengaruh *spray nozzle* yang hidup untuk mengubah air menjadi embun dari pompa air.



Gambar 6 Perbandingan suhu di luar dan di dalam *smart greenhouse*.

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat kondisi rata-rata kelembaban udara di dalam *smart greenhouse* sebesar 73,5 % yang didapatkan dengan Persamaan 2 dari data kelembaban udara yang tercatat selama pengujian. Kelembaban udara maksimum di dalam *smart greenhouse* yang tercatat sebesar 77 % dan kelembaban udara minimum sebesar 67 %. Perbedaan kondisi kelembaban udara di dalam dan di luar *smart greenhouse* diakibatkan karena aktuator lampu hidup pada kelembaban udara bernilai 77 % untuk menyesuaikan kondisi optimal.



Gambar 7 Perbandingan kelembaban udara di luar dan di dalam *smart greenhouse*.

3.5 Pengujian Kinerja Alat

Hasil pengujian terhadap kinerja sistem *smart greenhouse* didapatkan rata-rata ketinggian sayur bayam untuk sampel A dan Sampel B. Sampel A merupakan sayur bayam di dalam *smart greenhouse* dan sampel B di luar *smart greenhouse*. Tabel 3 merupakan rata-rata ketinggian sayur bayam sampel A dan sampel B. Selisih ketinggian tumbuhan di dalam dan di luar *smart greenhouse* didapatkan menggunakan Persamaan 3. Selisih ketinggian sayur bayam digunakan untuk melihat performa penggunaan sistem *smart greenhouse* di daerah penanaman sayur bayam.

Selisih ketinggian di dalam *smart greenhouse* didapatkan sebesar $17,7 \pm 0,1$ cm dan di luar *smart greenhouse* sebesar $17,2 \pm 0,2$ cm. Perbedaan selisih ketinggian sampel A dan sampel B diakibatkan pada *smart greenhouse* kondisi parameter lingkungan yang mencapai syarat optimal hanya kelembaban tanah sedangkan suhu dan kelembaban udara kurang mencapai kondisi syarat yang diakibatkan oleh penggunaan lampu kurang maksimal untuk menurunkan kondisi kelembaban udara di dalam *smart greenhouse*.

Tabel 3 Rata-rata ketinggian sayur bayam

Hari ke-	Rata-rata ketinggian sampel A1- A6 (cm)	Rata-rata ketinggian sampel B1-B6 (cm)
1	$2,2 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,3$
3	$4,4 \pm 0,5$	$3,8 \pm 0,7$
6	$7,2 \pm 0,8$	$5,4 \pm 0,5$
9	$9,8 \pm 1,0$	$8,1 \pm 0,2$
12	$12,1 \pm 0,4$	$11,1 \pm 0,3$
15	$16,8 \pm 0,2$	$12,9 \pm 0,2$
18	$18,4 \pm 0,5$	$17,5 \pm 0,4$
20	$19,9 \pm 0,2$	$19,4 \pm 0,5$
Selisih ketinggian	$17,7 \pm 0,1$	$17,2 \pm 0,2$

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisa kerja sistem *smart greenhouse*, maka dapat disimpulkan bahwa pengujian otomatisasi aktuator bekerja dengan baik, seperti kinerja pompa air yang digunakan untuk pengontrolan suhu, kelembaban tanah, ketersediaan air dan lampu berhasil dilakukan sesuai nilai *set point* yang dibuat pada pemograman. Pengendalian lingkungan *smart greenhouse* menggunakan aktuator yang dikontrol melalui mikorkontroler Arduino uno dapat membantu mempengaruhi faktor lingkungan sesuai dengan yang diharapkan dan membantu pengoptimalan penanaman sayur bayam. Rata-rata kondisi suhu di dalam *smart greenhouse* sebesar $28,3$ °C dan kelembaban udara sebesar 73,5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bafdal, N. & Ardiansah, L., 2020. *Smart Farming Berbasis Internet of Things dalam Greenhouse*. Jatinagor: UNPAD Press.
- Firdhausi, A. R., Budiyanto, A. & Nurcahyani, I., 2018. Rancang Bangun Smart greenhouse untuk Budidaya Tanaman Cabai berbasis Android. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*, pp. 16-22.
- Gunasekhar, P., Likhita, M., Rachel, J. K. & Monika., 2020. Greenhouse Monitoring and Control System Using IoT. *Journal of Xidian University*, No. 9, pp. 893-897.
- Sulfiani, R. N. & Firmawati, N., 2019. Rancang Bangun Sistem Penyemprot Tanaman Otomatis Berdasarkan Waktu dengan Real Time Clock (RTC) dan Sensor Ultrasonik Serta Notifikasi Via SMS. *Jurnal Ilmu Fisika (JIF)*, No. 22, pp. 62-71.
- Ulinuha, A. & Riza., A. G., 2021., Sistem Monitoring Dan Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Android Dengan Aplikasi Blynk. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknolyasa*, No. 1, pp. 26-31.