

Rancang Bangun *Smart Greenhouse* untuk Budidaya Tanaman Cabai (*Capsicum Annum L.*) berbasis *Android*

Ammrita Rakhmi Firdhausi¹, Almira Budiyan², Ida Nurcahyani³

Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia

Jl Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia

¹14524033@students.uii.ac.id

²155240103@uui.ac.id

³155240104@uui.ac.id



Almira Budiyan

ABSTRAK

Di Indonesia cabai dapat ditanam di berbagai lahan namun, produksi cabai kurang bagus dan peningkatannya tidak sebanding dengan pesatnya kebutuhan pasar. Beberapa faktor juga menjadi kendala diantaranya adalah musim hujan yang panjang, sinar matahari yang kurang efisien, dan serangan dari hama. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan desain prototipe sistem *Smart Greenhouse*. Teknologi yang diterapkan pada *Smart Greenhouse* berupa *monitoring* terhadap suhu, kelembapan dan keberadaan cahaya. Selain itu, pengendalian lampu, pompa air, pemanas dan kipas dapat dilakukan secara otomatis berdasarkan nilai parameter yang terbaca dari sensor. *Monitoring* dapat dilihat pada *smartphone Android* via *Wi-Fi*. *Monitoring* dan otomatisasi pada penelitian ini telah sesuai dengan kondisi yang diharapkan. Pengujian terhadap *monitoring* sensor dan *actuator* pada *smartphone* telah mencapai target yang diinginkan. *Actuator* telah bekerja dengan baik dan sesuai dengan syarat parameter. Pertumbuhan tanaman sendiri setelah dibandingkan memiliki perbedaan nilai, untuk cabai di dalam *Smart Greenhouse* (*sample A*) memiliki nilai keefektifan pertumbuhan sebesar 93,32% sedangkan cabai di luar *Smart Greenhouse* (*sample B*) memiliki nilai keefektifan pertumbuhan sebesar 80,19%.

Kata kunci : *Smart Greenhouse, monitoring, Android, Arduino*

I. PENDAHULUAN

A. Latar belakang masalah

Cabai (*Capsicum Annum L.*) adalah tanaman semusim yang banyak ditanam diseluruh Indonesia karena nilai ekonomisnya yang tinggi. Buah cabai ini memiliki beragam manfaat, mulai untuk bahan masakan, bahan industry, obat-obatan, zat pewarna dan lain-lain [1]. Permintaan pasar pun bertambah setiap tahun seiring dengan semakin banyaknya penggunaan cabai [2]. Di Indonesia cabai dapat ditanam di berbagai lahan, baik di sawah atau tegalan, pesisir laut, hingga pegunungan. Akan tetapi, produksi cabai kurang bagus, hanya meningkat sedikit demi sedikit dan tidak sebanding dengan pesatnya kebutuhan pasar.

Beberapa faktor juga menjadi kendala atas keberhasilan panen para petani. Diantara faktor tersebut adalah musim hujan yang panjang, sinar matahari yang kurang efisien, dan serangan dari hama. Usaha peningkatan produksi cabai dapat ditempuh dengan intensifikasi. Usaha intensifikasi adalah usaha mengoptimalkan faktor alam yang mempengaruhi produktivitas tanaman cabai meliputi pengelolaan tanah, udara, dan air. Pada usaha ini diperlukan dorongan dari kemajuan teknologi agar pembudidayaan tanaman cabai lebih efisien [3].

Dewasa ini banyak teknologi yang dapat digunakan untuk mendukung kegiatan bercocok tanam di kebun sendiri. *Smart Greenhouse* adalah salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk membantu manusia agar dapat memproduksi sendiri tanaman cabai. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan mampu untuk mengoptimalkan penanaman tanaman cabai dan tanaman lainnya, sehingga dapat membantu manusia untuk bercocok tanam dengan lebih efisien. Sistem *monitoring* dan otomatisasi pada penelitian ini juga diharapkan mampu diterapkan pada perkebunan dan tidak terbatas hanya untuk pemakaian skala kecil. Selain itu dengan adanya penelitian mengenai sistem *Smart Greenhouse* dapat mendukung pengembangan ilmu pengetahuan dibidang teknologi guna mendukung sistem agrikultural di Indonesia.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Studi literatur

Penelitian oleh Khaldun I. Arif dan Hind Fadhil Abbas [4] membuat sebuah iklim buatan yang diimplementasikan pada sebuah rumah kaca. Mereka juga menggunakan beberapa komponen untuk mengendalikan iklim. Komponen-komponen tersebut dikendalikan melalui sebuah mikrokontroler Arduino dan datanya dikim ke komputer. Dari komputer tersebut kita dapat mengamati iklim buatan pada rumah kaca dengan sistem antarmuka yang dibangun menggunakan perangkat lunak *Ms Visual Basic*. Sistem komunikasi yang digunakan adalah via port serial yang ditarik langsung dari mikrokontroler.

Penelitian oleh Anuradha Gaikwad, Aman Ghatge, Harish Kumar, dan Karan Mudliar [5] membuat sebuah implementasi *monitoring* untuk *Smart Greenhouse* dengan mengendalikan iklim buatan. Sistem yang dirancang terdiri dari sensor, ADC dan driver yang terhubung ke pc untuk *memonitoring* suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya yang

dikirim secara berkala via *ZigBee*. Aplikasi dari *Android* juga memungkinkan Pengguna mengakses data *monitoring* secara *online*.

Penelitian oleh Sigit Yatmono [6] hanya mengembangkan *monitoring* melalui *Android*. Sistem yang digunakan dibangun melalui *RemoteXY*. *RemoteXY* adalah perangkat lunak yang dapat diakses secara *online* untuk membuat sebuah antar muka untuk pengguna. Data yang ditampilkan adalah pengukuran jarak dari sensor ultrasonik HC-SR04 dan dikirimkan via *Bluetooth*.

Pada penelitian ini diharapkan agar prototipe *Smart Greenhouse* memiliki sistem yang lebih lengkap, murah, mudah, dan dapat mengoptimalkan kinerja *Smart Greenhouse*. Penelitian ini mengambil beberapa bagian sistem yang telah ada pada penelitian sebelumnya. Sistem yang belum lengkap, kemudian dijadikan satu dan dibuat agar saling melengkapi. Penelitian lain juga digunakan sebagai literatur yang menjadi patokan untuk mengerjakan penelitian ini.

B. Cabai

Cabai yang memiliki nama ilmiah *Capsicum Annum L* sebenarnya tidak berasal dari Indonesia. Menurut asal-usulnya cabai berasal dari Benua Amerika, tepatnya Amerika Tengah dan Selatan [3]. Tanaman ini lebih sering ditanam saat musim kemarau dari pada musim hujan tetapi harus rutin disiram karena membutuhkan kelembapan yang tinggi. [1]. Pada penelitian ini nilai parameter suhu, kelembapan dan intensitas cahaya ditentukan dari syarat hidup tanaman cabai. Syarat tumbuh untuk tanaman cabai diantaranya adalah suhu udara $21^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$ pada siang hari dan $8^{\circ}\text{C} - 21^{\circ}\text{C}$ pada malam hari, kelembapan udara 85% – 90%, kelembapan tanah 50% – 60%, dan intensitas cahaya matahari 10 – 12 jam/hari [3] [2] :

C. DHT11

DHT11 adalah sensor suhu dan kelembapan udara. Daya yang digunakan sebesar 3V-5V DC. DHT11 dapat mengukur suhu dengan rentang nilai sebesar $0^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$ dengan tingkat presisi $\pm 2^{\circ}\text{C}$ dan mengukur kelembapan udara dengan rentang nilai sebesar 20%-90% dengan tingkat presisi $\pm 5\%$ [7].

D. YL-100 (Soil Moisture sensor)

Sensor kelembapan tanah yang digunakan adalah *Soil Moisture sensor* FC-28 tipe YL-100. Sensor ini memiliki spesifikasi tegangan input sebesar 5V, tegangan output sebesar 0V-4.2V, arus sebesar 35mA, dan *value range* ADC sebesar 1024 bit. Pada sensor ini terdapat dua *probe* yang digunakan untuk mengalirkan arus ke tanah kemudian menghitung resistansinya agar mendapatkan nilai kelembapan tanah [8].

E. LDR

LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah sebuah resistor yang nilainya dapat berubah tergantung dari jumlah cahaya yang menyinari permukaannya. Resistansi akan berubah turun ketika cahaya semakin terang [5]. Pada

kondisi gelap resistansi cukup besar sampai dengan $\text{M}\Omega$, sedangkan pada saat terang resistansi cukup kecil sampai dengan beberapa ratus Ω [9].

F. Modul Wi-Fi ESP8266

ESP8266 adalah sebuah modul *Wi-Fi* yang digunakan untuk mendukung koneksi *internet* terhadap *Arduino*. ESP8266 dapat bertindak sebagai *client* ke *Wi-Fi router* atau sebagai *Ad hoc acces point* dimana ESP8266 dapat menerima akses *Wi-Fi*. Modul ini bersifat SOC (*System On Chip*), sehingga program pada ESP8266 dapat langsung ditulis tanpa adanya mikrokontroler tambahan [10].

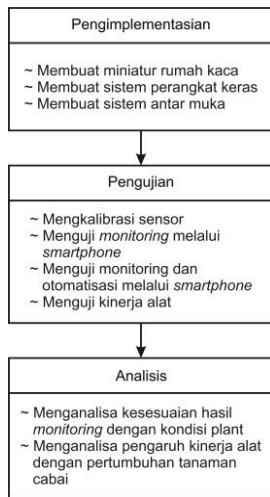
G. RemoteXY

RemoteXY digunakan untuk membangun aplikasi dengan tujuan untuk memudahkan pembuatan aplikasi di *Android*. *RemoteXY* adalah sebuah aplikasi yang dapat di akses melalui situs *RemoteXY.com*. Pada situs tersebut dapat dirancang sebuah sistem antarmuka melalui *editor* yang disediakan. Sistem antarmuka pada *RemoteXY* dapat dirancang secara *online*, sehingga kita tidak perlu menginstall aplikasi *RemoteXY*. *RemoteXY* ini mudah digunakan karena berbasis *Visual Block Programming*. Adapun desain layar dilakukan dengan pendekatan *drag & drop* sebuah simbol yang memuat fungsi perintah-perintah pemrograman [6].

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alur penelitian

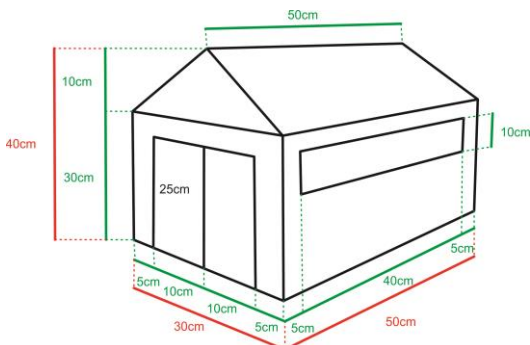
Metode penelitian menggambarkan garis besar bagaimana penelitian ini dilakukan. Metode penelitian ini telah dirangkum pada sebuah diagram alir. Tahap perancangan dan pembuatan alat dilakukan untuk menghasilkan suatu desain yang mempunyai fitur-fitur yang dapat mencapai tujuan dan memberi akomodasi pada latar belakang permasalahan dari penelitian ini. Selanjutnya langkah pengujian alat, tahapan ini ditujukan untuk mendapatkan informasi data dari respon alat terhadap perintah yang dimasukkan. Tahap selanjutnya adalah menganalisa data dari setiap uji coba alat yang dilakukan. Gambar 3.1 menunjukkan alur yang menggambarkan jalannya penelitian.



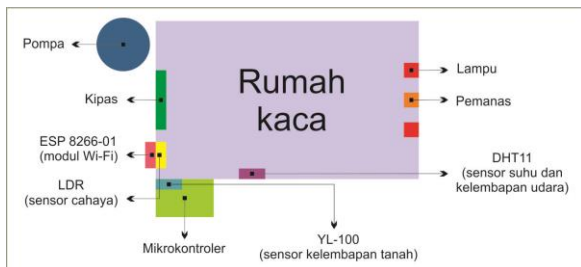
Gambar 3.1 Alur penelitian

B. Perancangan rumah kaca

Rumah kaca yang digunakan merupakan prototipe atau miniatur dari rumah kaca yang sesungguhnya. Perbandingan yang digunakan adalah 6:1. Gambar 3.2 menunjukkan rancangan prototipe rumah kaca yang digunakan. Komponen sensor dan *actuator* seperti DHT11, YL-100, LDR, kipas, pompa, lampu dan pemanas diletakkan didalam rumah kaca tersebut. Sensor diletakkan di tempat yang dapat mendeteksi parameter dengan maksimal. Sedangkan *actuator* diletakkan di tempat yang dapat mengenai seluruh ruang dalam rumah kaca. Tempat meletakkan sensor dan *actuator* (tampak atas) pada rumah kaca dapat dilihat pada Gambar 3.3.



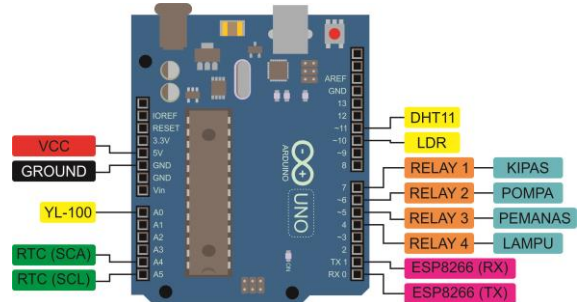
Gambar 3.2 Rancangan prototipe rumah kaca



Gambar 3.3 Tempat peletakan sensor dan *actuator*

C. Perancangan perangkat keras

Komponen perangkat keras pada sistem *Smart Greenhouse* terdiri dari mikrokontroler, sensor, *actuator*, sistem komunikasi, dan sumber tegangan. Gambar 3.4 menunjukkan pengkabelan antara sensor, *actuator*, sistem komunikasi, dan sumber tegangan ke mikrokontroler. Tabel 3.1 menunjukkan pin-pin yang digunakan pada Arduino untuk membuat sistem *Smart Greenhouse*.



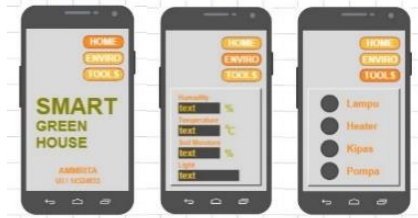
Gambar 3.4 Pengkabelan perangkat keras

Tabel 3.1 Konfigurasi pin pada Arduino

Pin	Koneksi	Fungsi
Pin digital 0	TX ESP8266	<i>Receiver</i> (mengirim data dari modul <i>Wi-Fi</i>)
Pin digital 1	RX ESP8266	<i>Transceiver</i> (menerima data dari modul <i>Wi-Fi</i>)
Pin digital 4	<i>Relay in1</i>	<i>ON/OFF</i> lampu
Pin digital 5	<i>Relay in2</i>	<i>ON/OFF</i> pemanas
Pin digital 6	<i>Relay in3</i>	<i>ON/OFF</i> pompa
Pin digital 7	<i>Relay in4</i>	<i>ON/OFF</i> kipas
Pin digital 10	<i>In LDR</i>	Mengirim data dari sensor cahaya
Pin digital 11	<i>In DHT11</i>	Mengirim data dari sensor suhu
Pin analog A0	<i>In YL-100</i>	Mengirim data dari sensor kelembapan tanah
Pin 5V	Catu daya DC (+)	<i>Input VCC</i> (5V)
Pin 3.3V	-	<i>Input VCC</i> (3.3V)
Pin GND	Catu daya DC (-)	<i>Input GROUND</i>

D. Perancangan sistem antarmuka

Sistem antarmuka pada sistem *Smart Greenhouse* dibuat menggunakan aplikasi yang bernama *RemoteXY*. Pada *RemoteXY* kita dapat merancang penampakan dari sistem antarmuka kemudian mengekstrak menjadi sebuah program. Dari program yang didapat kemudian digabungkan ke program monitoring dan pengendali. Gambar 3.6 menunjukkan hasil perancangan sistem antarmuka menggunakan *RemoteXY*.



Gambar 3.6 Rancangan sistem antarmuka *Smart Greenhouse* menggunakan *RemoteXY*

E. Cara kerja sistem

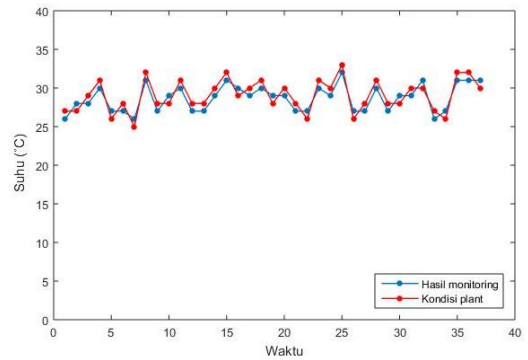
Sistem kerja *Smart Greenhouse* dimulai dari memberikan sumber tegangan pada sistem *Smart Greenhouse*. Kemudian sensor-sensor akan membaca parameternya masing-masing untuk menentukan nilai *set point*. Sensor DHT11 membaca suhu dan kelembapan udara untuk mempengaruhi pekerjaan pemanas dan kipas. Saat suhu yang terbaca adalah kurang dari 25°C maka pemanas dalam keadaan *ON* dan kipas dalam keadaan *OFF*. Sedangkan saat suhu yang terbaca lebih dari 32°C maka pemanas akan *OFF* dan kipas menjadi *ON*.

Kemudian sensor YL-100 membaca kelembapan tanah. Saat kelembapan tanah kurang dari 50% maka pompa mengalirkan air dari sebuah *storage tank*. Selain itu pada saat waktu menunjukkan pukul 07.00 dan 16.00 pompa aktif secara otomatis untuk melakukan penyiraman rutin. Yang terakhir jika sensor LDR mengidentifikasi adanya cahaya maka lampu akan *OFF*, sebaliknya jika sensor LDR mengidentifikasi bahwa tidak ada cahaya maka lampu akan *ON*. Kegiatan lampu berdasarkan data dari LDR hanya bekerja mulai pukul 06.00 sampai dengan 18.00. Hal ini dikarenakan oleh penyinaran tanaman hanya dibutuhkan selama 10-12 jam per hari.

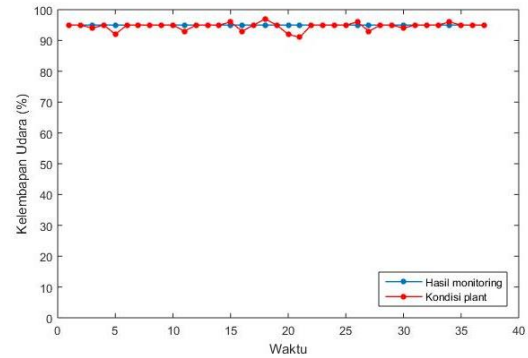
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian *monitoring* suhu dan kelembapan pada *Smart Greenhouse*

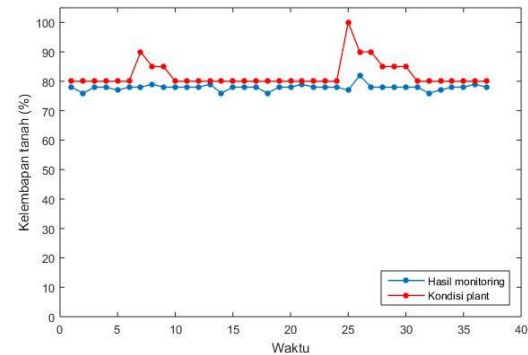
Pengujian *monitoring* parameter faktor lingkungan pada *Smart Greenhouse* dilakukan secara *real time*. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan hasil *monitoring* pada *smartphone*. Pengujian dilakukan selama beberapa jam dalam sehari pada waktu pagi, siang, sore, dan malam. Pengambilan *sample* dilakukan dengan jeda waktu selama 30 menit. Jeda waktu dipilih selama 30 menit agar perubahan nilai parameter sudah terlihat ada perubahan dan lebih jelas. Data *monitoring* parameter terlampir. Gambar 4.1 – Gambar 4.3 menunjukkan grafik perbandingan hasil *monitoring* parameter dengan kondisi *plant*. Gambar 4.4 menunjukkan contoh penampakan *monitoring* pada *smartphone Android*.



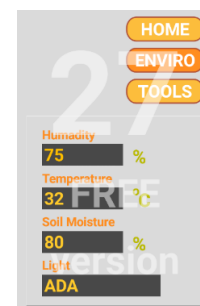
Gambar 4. 1 Hasil pengujian *monitoring* suhu



Gambar 4.2 Hasil pengujian *monitoring* kelembapan udara



Gambar 4.3 Hasil pengujian *monitoring* kelembapan tanah



Gambar 4.4 Contoh *monitoring* yang ditampilkan pada *smartphone*

B. Pengujian monitoring dan otomatisasi actuator pada Smart Greenhouse

Pengujian *monitoring actuator* dilakukan bersamaan dengan pengujian *monitoring* parameter suhu, kelembapan dan cahaya matahari. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil *monitoring* pada *smartphone* dengan kondisi *actuator* pada *plant*. Data kondisi *actuator* pada *plant* didapatkan dengan cara pengamatan langsung. Pengujian dilakukan selama beberapa jam sehari dengan jeda waktu 30 menit. Pengujian otomatisasi *actuator* dilakukan dengan membandingkan kinerja *actuator* dengan syarat kondisi kerja yang dituliskan pada program. Tabel 4.1 menunjukkan secara singkat syarat kondisi yang tertulis pada program untuk otomatisasi *actuator*.

Perhitungan presentase menggunakan persamaan berikut :

$$(\%) = \frac{\text{Total data} - \text{data error}}{\text{Total data}} \times 100\% \quad (4.1)$$

Tabel 4. 1 Kinerja otomatisasi *actuator*

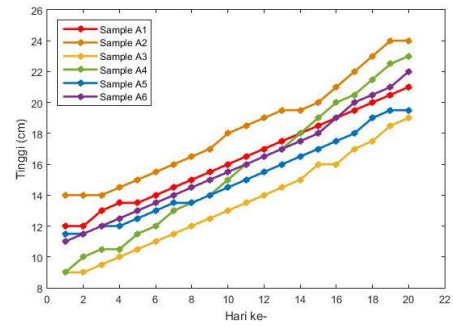
Parameter	Nilai syarat	Aksi <i>actuator</i> pada <i>plant</i>	Kese-suaian	Keterangan
Suhu	< = 25°C	Kipas = OFF Pemanas = ON	100%	
	> = 32 °C	Kipas = ON Pemanas = OFF		
Kelembapan tanah	< = 50%	Pompa = ON Selama 15 detik	100%	Hanya bekerja pada pukul 07:00 dan 16:00
Cahaya	Ada cahaya (0)	Lampu = OFF	91,89%	Hanya bekerja dari pukul 06:00 – 18:00
	Tidak ada cahaya (1)	Lampu = ON		

C. Pengujian kinerja alat

Pengujian kinerja alat dilakukan guna mengetahui pengaruh penggunaan *Smart Greenhouse* untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman cabai. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman cabai. *Sample A* berisi 6 batang tanaman di rawat didalam *Smart Greenhouse* secara otomatis yang ditunjukkan oleh Gambar 4.5. *Sample B* berisi 6 batang yang ditanam diluar *Smart Greenhouse* dan diberi perawatan sederhana (penyiraman 2 kali sehari) ditunjukkan oleh Gambar 4.7. Gambar 4.6 dan Gambar 4.8 menunjukkan grafik pertumbuhan tanaman cabai yang diukur dari ketinggiannya.



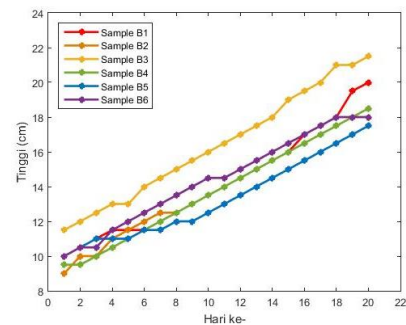
Gambar 4. 5 Tanaman kelompok A (*sample A1-A6*)



Gambar 4.6 Ketinggian tanaman cabai di dalam *Smart Greenhouse*

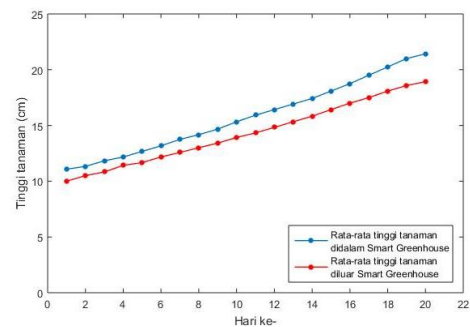


Gambar 4.7 Tanaman kelompok B (*sample B1-B6*)



Gambar 4.8 Ketinggian tanaman cabai di luar *Smart Greenhouse*

Data dari kedua grafik tersebut masing-masing dihitung rata-rata ketinggiannya menggunakan Persamaan 4.1. Gambar 4.9 menunjukkan nilai rata-rata pertumbuhan tanaman cabai setiap hari pada masing-masing *sample*. Pada Gambar 4.90 menunjukkan bahwa pada grafik tersebut terdapat 2 garis data. Garis biru menunjukkan nilai rata-rata ketinggian tanaman per hari yang ditanam didalam *Smart Greenhouse* (*sample A1-A6*). Garis merah menunjukkan nilai rata-rata ketinggian tanaman per hari yang ditanam diluar *Smart Greenhouse* (*sample B1-B6*).



Gambar 4.9 Rata-rata pertumbuhan tanaman cabai

$$Y = \text{sample hari 20} - \text{sample hari 1} \quad (4.2)$$

Setelah mendapat nilai rata-rata ketinggian tanaman per hari, kemudian diperlukan mencari nilai selisihnya. Selisih nilai ini dapat diketahui dengan mengurangi nilai ketinggian tanaman pada hari terakhir dengan nilai ketinggian tanaman pada hari pertama pengambilan data. Persamaan 4.2 menunjukkan persamaan untuk mencari nilai selisih ketinggian tanaman. Dari Persamaan 4.2 maka dapat ditentukan selisih nilai penanaman cabai didalam *Smart Greenhouse (sample A)* adalah sebesar 10,33cm±0,05. Selisih nilai penanaman cabai diluar *Smart Greenhouse (sample B)* adalah sebesar 8,92cm±0,05. Dari kedua selisih nilai dapat dilihat bahwa selisih nilai pada *sample A* lebih besar dibanding dengan selisih nilai pada *sample B*.

$$Z = \frac{\text{sample hari 20} - \text{sample hari 1}}{\text{sample hari 1}} \times 100\% \quad (4.3)$$

Untuk memperjelas keefektifan kinerja alat maka dicari nilai persentase dari selisih nilai ketinggian tanaman yang didapat sebelumnya. Persamaan 4.3 menunjukkan persamaan untuk mencari nilai persentase selisih nilai tersebut. Dari Persamaan 4.3 maka dapat ditentukan nilai persentase untuk *sample A* sebesar 93,32%. Nilai persentase *sample B* sebesar 80,19%. Dari nilai yang diperoleh dapat dikatakan bahwa tanaman yang ditanam didalam *Smart Greenhouse* lebih efektif kecepatan pertumbuhannya.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pembuatan, dan pengujian terhadap sistem *Smart Greenhouse*, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian otomatisasi *actuator* menghasilkan kerja kipas dan pemanas sudah 100% sesuai dengan parameter suhu. Begitu juga dengan pompa sudah bekerja 100% sesuai dengan parameter kelembapan tanah. Untuk lampu sudah bekerja 91,89% karena ada 3 kondisi lampu yang tidak bekerja sesuai dengan parameter cahaya.
2. Pengendalian *actuator* berupa lampu, pompa, kipas dan pemanas melalui mikrokontroler dapat membantu mempengaruhi faktor lingkungan sesuai dengan yang diharapkan, sehingga penanaman tanaman cabai menjadi lebih efektif karena perbandingan selisih nilai penanaman didalam *Smart Greenhouse* lebih besar daripada diluar *Smart Greenhouse*. Selisih nilai penanaman cabai didalam

Smart Greenhouse (sample A) adalah sebesar 10,33cm±0,05 dengan nilai keefektifan pertumbuhan sebesar 93,32%. Selisih nilai penanaman cabai diluar *Smart Greenhouse (sample B)* adalah sebesar 8,92cm±0,05 dengan nilai keefektifan pertumbuhan sebesar 80,19%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Marliah, M. Nasution, and Armin, "Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Cabai Merah Pada Media Tumbuh Yang Berbeda," *J. Floratek* 6, pp. 84–91, 2011.
- [2] D. Rizqi Nurfalach, "Budidaya Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) di UPTD Perbibitan Tanaman Hortikultura Desa Pakopen Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang," p. 51, 2010.
- [3] R. Vebriansyah, *Tingkatkan Produktivitas Cabai*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2018.
- [4] A. Khaldun, I. Arif, and F. Abbas, "Design and Implementation a Smart Greenhouse," *Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput.*, vol. 4, no. 8, pp. 335–347, 2015.
- [5] A. Gaikwad, A. Ghatge, H. Kumar, and K. Mudliar, "Monitoring of Smart Greenhouse," *Int. Res. J.*, vol. 3, no. 11, pp. 573–575, 2016.
- [6] S. Yatmono, "Pengembangan Aplikasi User Interface Android untuk Pengukur Jarak berbasis Arduino dan Bluetooth," *J. Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 134–138, 2017.
- [7] A. Kadir, *From Zero to A Pro Arduino*. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2015.
- [8] C. P. Yahwe, Isnawaty, and L. M. F. Aksara, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Kelembaban Tanah melalui Sms Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman," *Semin. Nas. TIK*, vol. 2, no. 1, pp. 97–110, 2016.
- [9] M. F. Wicaksono and Hidayat, *Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino*. Bandung: Informatika Bandung, 2017.
- [10] A. Kadir, *Pemrograman Arduino dan Android menggunakan App Inventor*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2017.