

Sistem Kontrol Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara Pada *Greenhouse* Berbasis Raspberry Pi

Roby Friadi¹, Junadhi²

^{1,2} Teknik Informatika, STMIK Amik Riau
Jl. Purwodadi Indah, Panam, Pekanbaru, 28299
(Telp 0761589561)

roby.friadi@stmik-amik-riau.ac.id¹, junadhi@stmik-amik-riau.ac.id²

Abstract - The intensity of light, temperature and humidity is a supporting factor for plant growth, temperature and humidity in a greenhouse room higher than outside a greenhouse because the incoming air is blocked by greenhouse walls and roofs, excessive light intensity can cause the greenhouse room temperature to rise which can cause plants to wither. The temperature and humidity of the air in the greenhouse is difficult to control with direct human control because the greenhouse requires special treatment to maintain its temperature and humidity. For this purpose a control system is built. The intensity of light, temperature and humidity uses the Raspberry Pi which is integrated with the LDR sensor. functions to read the value of light intensity, DHT11 sensor which serves to read the value of temperature and humidity. In this study, a system designed to produce a system of light, temperature and air humidity control that manipulates the air condition in a greenhouse can maintain room temperature in the range of 25 ° C to 27 ° C and maintain air humidity between 50% and 70%.

Keywords: *Greenhouse, Light Intensity, Temperature, Air Humidity, Raspberry Pi*

Abstrak - Intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara merupakan factor pendukung bagi pertumbuhan tanaman, suhu dan kelembaban di dalam ruangan greenhouse lebih tinggi dibanding diluar greenhouse karena udara yang masuk terhalang oleh dinding dan atap greenhouse, Intensitas cahaya yang berlebihan dapat menyebabkan suhu ruangan greenhouse meningkat yang dapat menyebabkan tanaman menjadi layu. Suhu dan kelembaban udara di dalam greenhouse sulit untuk di kontrol dengan pengontrolan manusia secara langsung dikarenakan greenhouse memerlukan perlakuan khusus untuk menjaga suhu dan kelembabannya..Untuk itu dibangun sebuah sistem kontrol Intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara menggunakan Raspberry Pi yang diintegrasikan dengan sensor LDR yang berfungsi membaca nilai intensitas cahaya, sensor DHT11 yang berfungsi untuk membaca nilai suhu dan kelembaban udara. Pada penelitian ini sistem yang dirancang mampu menghasilkan sistem kontrol intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara yang memanipulasi kondisi udara dalam ruangan greenhouse mampu menjaga suhu ruangan dalam rentang 25°C sampai 27°C dan mempertahankan kelembaban udara antara 50% sampai 70%.
Kata kunci : *Greenhouse, Intensitas Cahaya, Suhu, Kelembaban Udara, Raspberry Pi*

I. PENDAHULUAN

Greenhouse merupakan bangunan yang dirancang khusus menggunakan kertas ultraviolet untuk kegiatan penanaman tanaman seperti sayur dan buah buahan. Tujuan dari pertanian menggunakan greenhouse adalah untuk menciptakan tanaman yang lebih produktif, pada pertanian menggunakan greenhouse intensitas cahaya suhu dan kelembaban udara didalamnya harus diperhatikan karena berbeda dengan pertanian dilahan terbuka.

Suhu dan kelembaban udara merupakan faktor yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dalam greenhouse, suhu dan kelembaban dipengaruhi juga oleh intensitas cahaya. Pencahayaannya dari matahari yang berlebihan dapat meningkatkan suhu dan menurunkan kelembaban udara sehingga mengakibatkan kerusakan pada tanaman. Maka dari itu intensitas cahaya, suhu dan

kelembaban udara pada ruangan greenhouse harus terkontrol. Pengontrolan sebaiknya menggunakan sistem kontrol yang di integrasikan dengan sistem komputer supaya dapat mengontrol dan memanipulasi suhu dan kelembaban udara secara real time.

Raspberry Pi yang di integrasikan dengan sensor DHT11 dapat memantau suhu dan kelembaban pada ruangan greenhouse. Dengan mengkombinasikan Peltier dan kipas dapat memanipulasi suhu dalam ruangan greenhouse baik menurunkan atau meningkatkan suhu ruangan, untuk menjaga kelembaban udara pada ruangan greenhouse menggunakan pompa air yang berfungsi untuk melakukan pengembunan sesuai kebutuhan dan ketetapan pada Raspberry Pi. Sedangkan untuk mengontrol intensitas cahaya yang masuk pada ruangan greenhouse menggunakan tirai berupa plastik ultra violet yang digerakan oleh motor servo

berdasarkan perintah dan ketentuan dari Raspberry Pi yang diintegrasikan dengan sensor LDR yang berfungsi membaca nilai intensitas cahaya.

Penelitian-penelitian tentang *greenhouse* juga telah beberapa kali dilakukan, antara lain penelitian yang dilakukan oleh (Wahono & Yohana, 2014) mengenai Eksperimen Pengaturan Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Tanaman (*Greenhouse*) Dengan Sistem Humidifikasi, Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah Sensor SHT 11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban. Penelitian lainnya dilakukan oleh (Hariadi, 2007) mengenai Sistem Pengendali Suhu, Kelembaban dan Cahaya Dalam Rumah Kaca. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya menggunakan sensor RTC DS1307 dan sensor LM35 untuk mendeteksi suhu ruangan.

Pada penelitian ini, penulis merancang sistem kontrol intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara pada ruangan *greenhouse*. Perancangan sistem ini dilakukan dengan harapan intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara dalam *greenhouse* kedepannya dapat terkontrol dengan baik dengan menggunakan peralatan yang berbeda yang mampu bekerja lebih efektif dibanding dengan penelitian sebelumnya.

II. Landasan Teori

A. Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah sistem pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (*variabel, parameter*) sehingga berada pada suatu harga atau dalam satu rangkuman harga (*range*) tertentu[11]. Sistem kontrol (*control system*) merupakan suatu kumpulan cara atau metode yang dipelajari dari kebiasaan-kebiasaan manusia dalam bekerja, dimana manusia membutuhkan suatu pengamatan kualitas dari apa yang telah mereka kerjakan sehingga memiliki karakteristik sesuai dengan yang diharapkan pada mulanya. Dari penjelasan tentang sistem kontrol dapat disimpulkan sistem kontrol adalah gabungan dari beberapa komponen yang saling berhubungan yang bekerja secara terus menerus untuk mencapai tujuan tertentu sesuai yang diharapkan pada mulanya.

B. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah banyaknya energi yang diterima oleh suatu tanaman per satuan luas dan per satuan waktu ($\text{kal/cm}^2/\text{hari}$). Dengan demikian pengertian intensitas yang dimaksud sudah termasuk lama penyinaran, yaitu lama matahari bersinar dalam satu hari. Pada dasarnya intensitas cahaya matahari akan berpengaruh nyata terhadap

sifat morfologi tanaman[10]. Hal ini dikarenakan intensitas cahaya matahari dibutuhkan untuk berlangsungnya penyatuan CO_2 dan air untuk membentuk karbohidrat. Intensitas cahaya adalah besaran pokok fisika yang digunakan untuk mengukur daya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya pada arah tertentu per satuan sudut. Satuan SI dari intensitas cahaya adalah Candela (Cd). Dari penjelasan tentang intensitas cahaya maka penulis simpulkan intensitas cahaya adalah jumlah nilai cahaya yang diterima pada suatu tempat dari sumber cahaya[2].

C. Suhu

Suhu dalam pengertian kualitatif merupakan ukuran untuk menyatakan dingin, panas, dan hangat dalam pembicaraan orang sehari-hari. Panas dapat dinyatakan sebagai energi yang ditransfer dari benda yang satu dengan benda yang lain dengan proses radiasi, konduksi, atau konveksi. Yang perlu ditekankan adalah bahwa panas dan suhu adalah dua hal yang berbeda. Suhu merupakan satuan intensitas panas dan bukan kualitas panas[6].

D. Kelembaban Udara

Kelembaban udara menyatakan banyaknya uap air dalam udara. Jumlah uap air dalam udara ini sebetulnya hanya merupakan sebagian kecil saja dari seluruh atmosfer, yaitu bervariasi antara 0% sampai 5% dari jumlah massa udara. uap air ini merupakan komponen udara yang sangat penting ditinjau dari segi cuaca dan iklim[6]. Kelembaban udara adalah kandungan uap air dalam udara. Uap air yang ada dalam udara berasal dari hasil penguapan air di permukaan bumi, air tanah, atau air yang berasal dari penguapan tumbuh-tumbuhan, alat ukur adalah Higrometer[4].

E. Greenhouse

Istilah *greenhouse* yang berasal dari kata *green* (hijau) dan *house* (rumah diterjemahkan dalam Bahasa Indonesia sebagai rumah hijau. Disebut demikian barangkali apabila dilihat dari luar *greenhouse* yang diberi dinding kaca atau plastik, tanaman nampak hijau. Pada mulanya, dinding *greenhouse* ini dibuat dari bahan kaca sehingga sering dinamai juga dengan rumah kaca. Namun, istilah rumah kaca ini sering dianggap identik dengan sumber pencemaran lingkungan. Perkembangan selanjutnya, kaca sebagai dinding *greenhouse* dapat digantikan dengan plastik[9].



Gbr 1. Greenhouse

F. Raspberry Pi

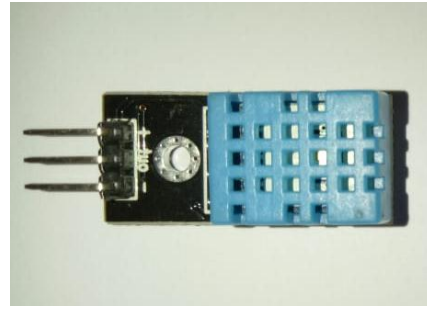
Raspberry Pi adalah salah satu *single board Computer* (SBC) yang cukup populer meskipun ada beberapa SBC lain seperti BeagleBone, Intel, Galileo, PandaBoard, CubieBoard, dan lain-lain. Raspberry Pi biasanya disingkat dengan raspi atau RPI. Raspberry Pi pertama kali rilis pada Februari 2012 yang dikembangkan oleh yayasan nirlaba Raspberry Pi Foundation yang digawangi oleh sejumlah developer dan ahli komputer dari Universitas Cambridge, Inggris. awalnya, RPI dibuat untuk proses pembelajaran komputer bagi siswa-siswa sekolah, seiring dengan perkembangan teknologi dari RPI itu sendiri, sekarang RPI dapat digunakan untuk berbagai aplikasi seperti aplikasi home automation, web server berbasis html, php, dan mysql, file server, DNS server, download server, dan lain-lain. untuk mendukung aplikasi-aplikasi tersebut, RPI2 dilengkapi dengan beberapa fasilitas seperti GPIO, serial, I2C, LAN port, HDMI port, dan lain-lain [8].



Gbr 2. Raspberry Pi
Sumber: (www.raspberrypi.org)

G. Sensor DHT11

Pada penelitian ini sensor yang digunakan untuk membaca data suhu dan kelembaban udara menggunakan sensor DHT11. DHT11 adalah suatu sensor gabungan besaran suhu dan kelembaban relatif yang menghasilkan output sinyal digital terkalibrasi[11].



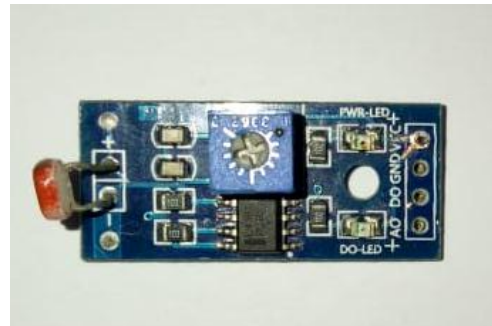
Gbr 3. Sensor DHT11

Tabel 1. Pin DHT-11

Data	Serial data output
GND	Ground
+5V	Power supply 5 V

H. Sensor LDR

LDR atau light Dependent Resistor adalah salah satu jenis resistor yang nilai hambatannya dipengaruhi oleh cahaya yang diterima olehnya. Besarnya nilai hambatan pada LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. Resistor peka cahaya atau fotoresistor adalah komponen elektronik yang resistansinya akan menurun jika ada penambahan intensitas cahaya yang mengenainya. Fotoresistor dapat merujuk pula pada light-dependent resistor (LDR), atau fotokonduktor. Fotoresistor dibuat dari semikonduktor beresistansi tinggi yang tidak dilindungi dari cahaya. Jika cahaya yang mengenainya memiliki frekuensi yang cukup tinggi, foton yang diserap oleh semikonduktor akan menyebabkan elektron memiliki energi yang cukup untuk meloncat ke pita konduksi. Elektron bebas yang dihasilkan (dan pasangan lubangnya) akan mengalirkan listrik, sehingga menurunkan resistansinya[1].

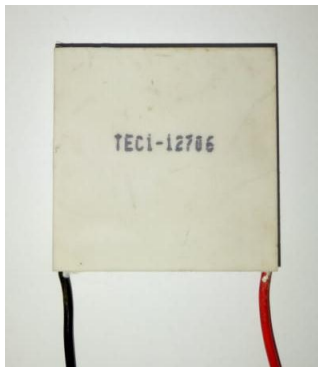


Gbr 4. Sensor LDR

I. Peltier

Elemen peltier merupakan modul elektronik yang terdiri dari sambungan dua material logam berbeda jika diberi arus listrik searah (DC) menyebabkan terjadinya pelepasan kalor di satu sisi dan penyerapan kalor di sisi lainnya, arus listrik langsung dikonversi menjadi perbedaan temperature. Istilah lain dari elemen peltier adalah keramik peltier / lempengan peltier yang merupakan lempengan berbahan dasar keramik yang memiliki 2 bagian, yaitu[1];

1. Cool Side (Heat Absorbed) berperan menyerap panas sehingga menghasilkan dingin.
2. Hot Side (Heat Released) berperan membuang panas yang telah diserap.



Gbr 5. Peltier

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Analisa Sistem

1. Analisa SWOT

Analisa SWOT adalah suatu metode penyusunan strategi yang merupakan singkatan dari *Strength* (Kekuatan), *Weakness* (Kelemahan), *Opportunities* (Ancaman), dan *Threats* (Peluang). Berikut analisa SWOT dari sistem yang akan dibangun.

Tabel 2. Analisa SWOT

Analisa	Keterangan
S Kekuatan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengontrol Intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara. 2. Mengetahui nilai intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara. 3. Sistem bekerja secara <i>Real Time</i> mengetahui nilai intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara. 4. Bahasa pemrograman yang mudah dipahami.
W	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sensor suara menangkap semua jenis kebisingan yang

Kelemahan	<ol style="list-style-type: none"> 1. diterimanya. 2. Memerlukan sumber daya listrik.
O Peluang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memberi kemudahan dalam mengontrol nilai intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara bagi petani. 2. Dapat membantu menjaga nilai intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara dalam rentang nilai yang ditentukan. 3. Sistem dapat menunjang kebutuhan penelitian mahasiswa yang menggunakan laboratorium.
T Ancaman	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya perawatan dan pemeliharaan sistem.

2. Analisa Kebutuhan Alat

Secara umum perancangan *hardware* ini bertujuan untuk dapat diketahui seberapa banyak komponen dan peralatan yang akan digunakan pada perancangan *hardware*. Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan untuk perancangan perangkat keras (*Hardware*) dalam pengaturan kecepatan kipas angin otomatis meliputi:

Tabel 3. Alat

No	Nama Barang	Harga
1	Solder	Rp. 75.000
2	Bor	Rp. 350.000
3	Gergaji Besi	Rp. 20.000
4	Multitester	Rp. 250.000
5	Tang dan obeng	Rp. 70.000
6	PCB	Rp. 30.000
7	Akrilik	Rp. 450.000
TOTAL		Rp. 1.245.000

Tabel 4. Bahan

No	Nama Barang	Harga
1	Raspberry Pi	Rp. 550.000
2	Sensor LDR (Light Dependent Resistor)	Rp. 40.000
3	Sensor DHT-11	Rp. 50.000
4	Kapasitor, Resistor	Rp. 60.000
5	Relay	Rp. 120.000
6	Kabel Jumper	Rp. 80.000
7	IC MPC3008	Rp. 50.000
8	IC L293D	Rp. 25.000
9	Motor DC	Rp. 45.000

10	Pompa air	Rp. 40.000
11	Peltier	Rp. 35.000
12	Water block	Rp. 120.000
13	Radiator Watercooling	Rp. 180.000
14	Fan	Rp. 120.000
15	Heatsink	Rp. 50.000
16	Transformator	Rp. 180.000
17	Kartu memori	Rp. 120.000
18	humandifier	Rp. 160.000
TOTAL		Rp. 2025000

B. Perancangan Prototype

Dalam membuat rancangan *Prototype* sesuai data yang ada berdasarkan tahapan yang ditetapkan pada tahapan analisa data. Diperlukan rancangan Blok Diagram sistem.

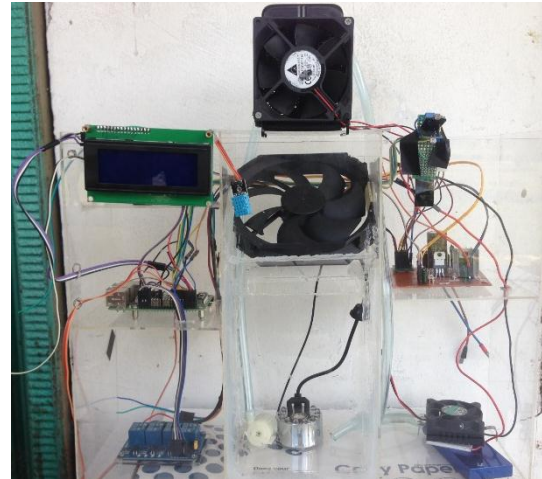
C. Pembuatan Program

Membuat sistem control intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara pada greenhouse berbasis raspberry pi ini menggunakan bahasa pemrograman python.

D. Pengujian Sistem

Pada tahap ini dilakukan uji coba sistem yang telah selesai dibuat. Proses uji coba ini diperlukan untuk memastikan bahwa aplikasi yang telah dibuat sudah benar, sesuai dengan karakteristik yang ditetapkan dan tidak adakesalahan yang terkandung didalamnya. Pengujian dilakukan dengan *black box testing*.

sistem, Sensor LDR (Light Dependent Resistor) yang berfungsi untuk membaca nilai intensitas cahaya, sensor DHT-11 yang berfungsi untuk membaca nilai suhu dan kelembaban udara. IC L293D berfungsi sebagai pengontrol pergerakan motor DC, Relay yang berfungsi sebagai saklar untuk mengngatur hidup dan matinya sistem pendingin dan pengkabutan.



Gbr 6. Tampilan Keseluruhan Dari Rangkaian

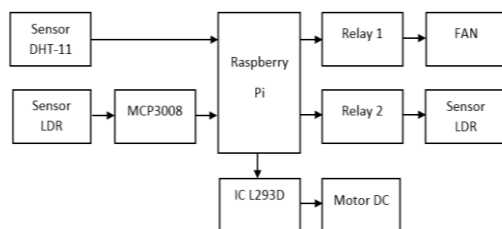
C. Pembuatan Program

Dalam pembuatan program, kami mengacu pada *flowchart* yang digunakan dalam *system control* intensitas Cahaya, suhu dan kelembaban udara ini. Tampilan *flowchart* sebagai berikut:

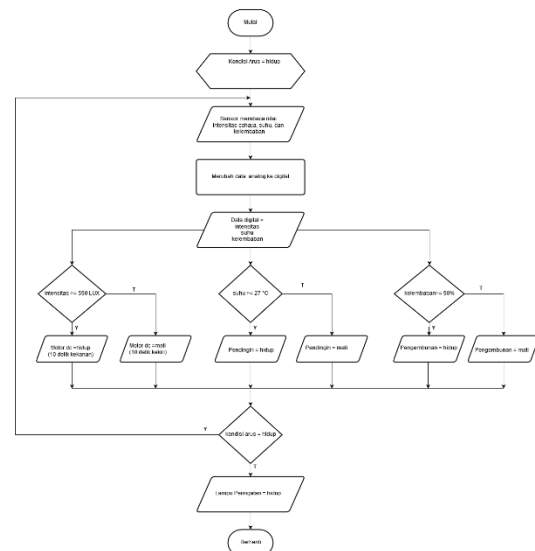
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Blok Diagram

Adapun sistem yang akan kami rancang, khususnya untuk menjaga intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara pada iklim mikro ruangan *greenhouse*. Sebagai mana terlihat pada gambar blok diagram perancangan berikut :



Gbr 5. Blok Diagram



Gbr 7. Flowchart Sistem

B. Perancangan Prototype

Pada gambar dibawah merupakan gambar hasil dari rancangan blok diagram dari rangkaian skema keseluruhan dimana terdapat komponen komponen seperti Raspberry Pi 3 sebagai pusat control dari



Gbr 8. Script Program

D. Pengujian Sistem

Dalam melakukan pemrograman, malakukan pengujian terhadap kode-kode program untuk mendapatkan kebenaran program tersebut. Pengujian ini dilakukan untuk mencari kesalahan yang disebabkan oleh kesalahan penulisan kode program atau pemasangan komponin elektronik. Dalam pengujian sistem kontrol intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara, menggunakan *black box testing*. Hal ini dilakukan untuk mencari posisi kesalahan dan memastikan keluaran yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan. Berikut ini adalah tabel pengujian *input* dan *output* program:

Tabel 5. Pengujian Black Box

Data Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Sensor DHT-11 membaca nilai suhu dan kelembaban udara	Sensor DHT-11 membaca nilai suhu dan kelembaban berupa data digital.	Pembacaan sensor DHT-11 berfungsi dan sesuai yang diharapkan	diterima
Sensor LDR membaca nilai suhu dan kelembaban udara	Membaca nilai sensor LDR berupa data analog	Pembacaan sensor LDR berfungsi dan sesuai yang diharapkan.	diterima
Merubah nilai	Nilai sensor	Konversi nilai sensor	diterima

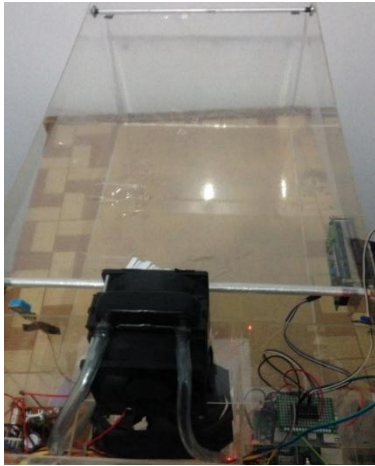
sensor analog ke satuan intensitas cahaya (LUX)	analog LDR dirubah menjadi satuan LUX	LDR ke LUX berhasil dilakukan	
Intensitas cahaya : ≥ 550	Motor DC berputar kekiri selama 14 detik	Pengkondisian berjalan sesuai yang ditetapkan di program	diterima
Intensitas cahaya : ≤ 550 LUX	Motor DC berputar kekiri selama 14 detik	Pengkondisian berjalan sesuai yang ditetapkan	diterima
Suhu : $\geq 27^{\circ}\text{C}$	Pendingin = ON	Pengkondisian berjalan sesuai yang ditetapkan	diterima
Suhu : $\leq 27^{\circ}\text{C}$	Pendingin = OFF	Pengkondisian berjalan sesuai yang ditetapkan	diterima
Kelembaban : $\leq 50\%$	pengembun = ON	Pengkondisian berjalan sesuai yang ditetapkan	diterima
Kelembaban : $\geq 50\%$	Pengembun = OFF	Pengkondisian berjalan sesuai yang ditetapkan	diterima
Lampu Peringatan sistem tidak berjalan	Lampu hidup disaat sistem tidak berjalan	Lampu peringatan berjalan dengan baik.	diterima

E. Implementasi

Dari hasil pengujian alat yang dilakukan dalam beberapa kali pengujian didapatkan data hasil pengujian. Berikut dibawah ini adalah hasil dari pengujian alat yang dilakukan :

1. Pengujian Sistem Pengendali intensitas Cahaya

Pada gambar 9 dibawah adalah pengujian sistem kontrol intensitas cahaya yang dilakukan dengan cara membandingkan nilai intensitas cahaya yang didapat dari pembacaan sensor dengan nilai intensitas cahaya yang ditetapkan di Raspberry Pi. Jika nilai intensitas cahaya yang baca sensor besar dari 466.67 lux maka sistem akan bekerja dengan cara membenteng tirai yang terbuat dari plastik ultraviolet, sebaliknya jika intensitas cahaya kecil dari 466.67 lux maka tirai akan digulung kembali.



Gbr 9. Pengujian Pengendali intensitas cahaya

2. Pengujian Sistem Pendingin

Pada gambar 10 dibawah adalah pengujian sistem pendingin yang dilakukan dengancara membandingkan nilai suhu yang didapat dari pembacaan sensor dengan nilai suhu yang ditetapkan di Raspberry Pi. Jika nilai suhu yang dibaca sensor $\geq 27^{\circ}\text{C}$ maka sistem akan bekerja dengan cara mengaktif fan pada siste pendingin, sebaliknya jika suhu : $\leq 25^{\circ}\text{C}$ maka fan akan dimatikan.



Gambar 10. Pengujian sistem pendingin

3. Pengujian Sistem kelembaban (Pengembunan)

Pada gambar 11 dibawah adalah pengujian pengembunan yang dilakukan dengan cara membandingkan nilai kelembaban yang didapat dari pembacaan sensor dengan nilai kelembaban yang ditetapkan di Raspberry Pi. Jika nilai Kelembaban yang baca sensor kecil dari 50 % maka sistem pendingin akan bekerja hingga kelembaban 70 %.



Gbr 11. Pengujian Sistem pengembunan

V. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pengujian sistem kontrol intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara yang telah dilakukan, maka penulis mendapat hasil dan suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Dapat menampilkan informasi intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara terkini.
2. Pengontrolan intensitas cahaya berjalan dengan baik sesuai dengan nilai intensitas cahaya yang ditetapkan di program.
3. Sistem pendingin bekerja dengan baik untuk menurunkan suhu ruangan dan mengalirkan udara dari luar kedalam ruangan *greenhouse*.
4. Pengembunan berjalan dengan baik sehingga dapat meningkatkan kelembaban udara sebanyak dan membantu dalam menurunkan suhu ruangan.
5. Lampu kode peringatan berjalan dengan baik disaat sitem tidak berjalan sehingga dapat memberi tahu bahwa sistem tidak berjalan.

REFERENSI

- [1] Albet, M., Ginta, P. W., & Sudarsono, A. (2014). Pembuatan Jendela Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya. *Jurnal Media Infotama Vol. 10 No. 1, Februari 2014*, 10(1), 8–15.
- [2] Danurwendo, A. (2014). ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM KONTROL PENCAHAYAAN DALAM RUANGAN, (1x).
- [3] Defriyadi, Y. S. (2014). Pengendali Intensitas Cahaya, Suhu, dan Kelembapan pada Rumah Kaca dengan Metode PID. *Skripsi Fakultas Teknik Universitas Bengkulu*.
- [4] Ema Sastri Puspita, L. Y. (2016). Perancangan Sistem Peramalam Cuaca Berbasis Logika Fuzzy. *Media Infotama*, 12(1), 1–10.
- [5] Faisal, Iwan Sugriwan, dan A. A. H. (2016). Pengembangan pengendalian kelembaban, temperatur pada rumah kaca dengan pencatatan data otomatis. *Gravity*, 2(1).
- [6] Fenanni Arpan, Dewi Galuh Condro Kirono, S. (2004). Kajian Meteorologis Hubungan Antara Hujan Harian dan Unsur-unsur Cuaca. *Majalah Geografi Indonesia*.
- [7] Hariadi, T. K. (2007). Sistem Pengendali Suhu, Kelembaban dan Cahaya Dalam Rumah Kaca. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 10(1).
- [8] Kurniawan, D. (2016). *Membangun Aplikasi Elektronika dengan Raspberry Pi 2 dan Whatsapp*. PT Elex Media Komputindo.
- [9] Lingga, P. (2007). *Hidroponik bercocok tanam tanpa tanah*. Penebar Swadaya.

- [10] Lukitasari, M. (2012). *Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (Glycine Max)*.
- [11] Rachman, T. (2016). Sistem Kontrol, 1–11.
- [12] Sommerville, I. (2010). *Software Engineering (Rekayasa Perangkat Lunak)* (6th ed.). Penerbit Erlangga.
- [13] Thamrin, Delsina Faiza, I. R. J. (2017). RANCANG BANGUN ALAT PENGADUK BUBUR OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR SUHU BERBASIS ARDUINO UNO, *10*(3), 87–100.
- [14] Wahono, S., & Yohana, E. (2014). Eksperimen Pengaturan Suhu Dan Kelembaban Pada Rumah Tanaman, *2*(1).