METROTECH
Journal of Mechanical and Electrical Technology
Vol. 3 No. 1, Januari 2024, E-ISSN 2809-9605 | P-ISSN 2827-8097

Rancang Bangun Sistem Kendali dan Monitoring *Smart Greenhouse* pada Budidaya Anggrek Dendrobium Berbasis IoT

Miftakhul Rozaq Mughdhor[1*], Ari Murtono[2], Edi Sulistio Budi [3]
[1,2,3] Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia
[*]Penulis Korespondensi, email: mughdhor1127@gmail.com

Received:24/11/2023 *Revised:03/12/2023* *Accepted:14/12/2023*

Abstract. *Orchid plants are indeed plants that require intensive care, but there are still many people who do not water the plants regularly and do not pay attention to the temperature, soil moisture and light intensity needed by orchid plants. Dendrobium orchids require temperatures between 19-32 ℃ and humidity of 60-85% using a DHT22 sensor as a measuring tool and this sensor has an average temperature error of 1.44% and an average humidity error of 1.04%, sunlight intensity between 500-850 lux using a BH1750 sensor and also this sensor has an average error of about 1.48%. The results of this study show that this tool automatically starts watering by flowing water through a hose when the soil moisture is detected to be dry, regulates the temperature of 19-32 ℃ with a peltier, heat and fan using pwm as a controller, measures the light intensity in the greenhouse, and can then display streaming video of dendrobium orchids via IoT. Then the results obtained are orchids in the greenhouse can grow faster than outside the greenhouse because the parameters needed by orchids can be met when in the greenhouse than outside the greenhouse.*

Keywords: *Video streaming, Dendrobium orchids, IoT*

Abstrak. Tanaman Anggrek ini memang merupakan tanaman yang membutuhkan perawatan yang intensif, namun masih banyak masyarakat yang tidak menyirami tanaman secara rutin dan tidak memperhatikan suhu, kelembaban tanah dan intensitas cahaya yang dibutuhkan oleh tanaman anggrek. Anggrek Dendrobium membutuhkan suhu antara 19-32 ℃ dan kelembaban 60-85% dengan menggunakan sensor DHT22 sebagai alat ukurnya dan sensor ini mempunyai rata-rata error suhu 1,44% dan rata-rata error kelembaban yaitu 1,04%, intensitas sinar matahari antara 500-850 lux dengan menggunakan sensor BH1750 dan juga sensor ini mempunyai rata-rata error sekitar 1,48%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat ini secara otomatis memulai penyiraman dengan mengalirkan air melalui selang ketika kelembaban tanah terdeteksi sudah kering, mengatur suhu 19-32℃ dengan peltier, panas dan kipas menggunakan pwm sebagai pengontrol, mengukur intensitas cahaya di dalam rumah kaca, dan selanjutnya dapat menampilkan video *streaming* anggrek dendrobium melalui IoT. Kemudian hasil yang didapatkan ialah anggrek didalam *greenhouse* dapat berkembang lebih cepat dari pada diluar *greenhouse* karena parameter yang diperlukan oleh anggrek dapat terpenuhi ketika didalam *greenhouse* dari pada diluar *greenhouse*.

Kata Kunci: Video *streaming*, Anggrek dendrobium, IoT

I. PENDAHULUAN

Anggrek merupakan tanaman yang sangat disukai banyak orang termasuk dinegara kira Indonesia. Anggrek ialah salah satu tanaman hias yang paling banyak diekspor Indonesia. Saat menanam anggrek, penting untuk memeriksa kondisi tanaman. Dendrobium merupakan anggrek potong yang banyak disukai masyarakat umum karena penampilannya yang sangat serbaguna, cantik dan tahan lama. Namun tidak semua orang memelihara dan menanam anggrek hanya karena nilai ekonomisnya [1]. Parameter tanaman anggrek yang dapat dikontrol adalah suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan penyiraman. Kelembapan relatif (atau RH, kelembapan relatif) adalah rasio tekanan uap air aktual pada suhu tertentu dengan tekanan uap air jenuh pada suhu tersebut. Definisi lain dari kelembapan adalah perbandingan jumlah uap air di udara selama jangka waktu tertentu dengan jumlah maksimum uap air yang dapat ditampung udara pada tekanan dan suhu yang sama [2].

Tanaman anggrek dapat tumbuh dengan baik apabila kebutuhan kelembaban, suhu dan intensitas

cahaya terpenuhi dengan baik. Kelembapan anggrek yang baik berkisar antara 60-80% [3] suhu ruang 19-32℃ dan intensitas cahaya 500-850 lux, parameter ini sangat diperlukan untuk tanaman anggrek. Oleh karena itu teknik budidaya anggrek harus dikaji ulang, untuk perlakuan ini agar proses pertumbuhan dapat meningkatkan kualitas tanaman anggrek.

Salah satu solusi yang ditawarkan adalah dengan membuat *greenhouse* untuk anggrek. Melihat kondisi di atas, menanam anggrek di *greenhouse* adalah pilihan yang efektif untuk mempermudah proses pembersihan, kelembaban di rumah kaca ini masih sangat sedikit karena tingginya intensitas cahaya yang masuk [4]. *Greenhouse* ini dibuat sesuai dengan faktor-faktor yang ada. Faktor utama yang menentukan pembuatan *greenhouse* ini adalah kelembaban tanah yang tinggi, suhu ruangan, intensitas cahaya dan juga aliran udara yang baik.

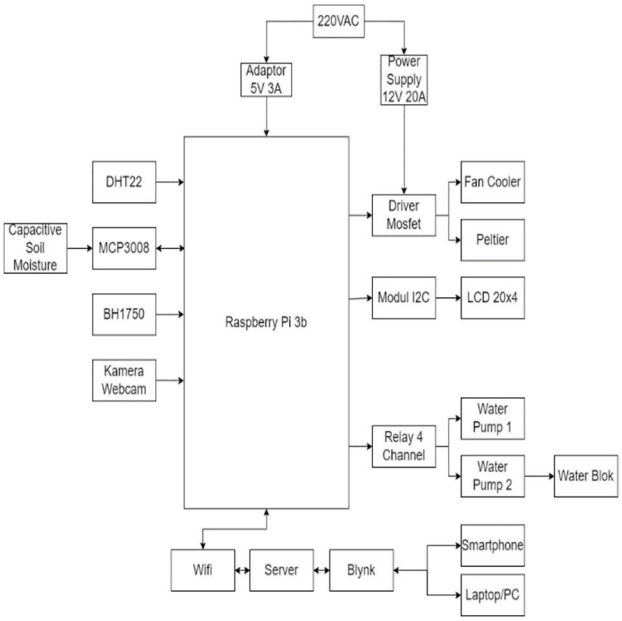
Pengukuran kelembaban tanah yang akurat dan tepat waktu merupakan langkah penting dalam pemantauan bencana alam khususnya banjir dan kekeringan, termasuk pengukuran kelembaban tanah menggunakan sensor kelembaban tanah [5]. Sensor suhu merupakan sensor DHT22 yang secara bersamaan dapat mengukur dua variabel lingkungan: suhu dan kelembaban. DHT22 (alias AM2302) adalah sensor suhu dan kelembaban seperti DHT11, tetapi dengan keuntungan bahwa outputnya diubah menjadi sinyal digital dan perhitungannya dilakukan oleh MCU 8-bit. Dengan kata lain DHT-22 lebih akurat dan memiliki hasil pengukuran yang lebih baik. Lebih akurat dibandingkan DHT11, memiliki rentang pengukuran dan kelembapan yang lebih luas, serta dapat mengirimkan sinyal keluaran melalui kabel yang panjang (hingga 20m), sehingga dapat ditempatkan di mana saja [6].

Perangkat ini menggunakan sensor optik BH1750. Karena merupakan sensor optik digital dan sinyal keluaran. Sensor BH1750 lebih akurat dan mudah digunakan dibandingkan sensor lain, seperti LED, LDR, dll., serta menyediakan keluaran sinyal analog dan fungsi statistik untuk menangkap data yang kuat [7]. Perangkat ini menggunakan Raspberry Pi sebagai komputer mikro pertama. Raspberry Pi adalah komputer kecil seukuran kartu kredit yang dapat melakukan berbagai tugas. Raspberry Pi menggunakan sistem operasi Raspbian. Raspberry memiliki prosesor ARM11 dengan kecepatan clock 700 MHz. Ada dua tipe Raspberry Pi: Tipe A dan Tipe B. Tipe B memiliki RAM 512 MB. Raspberry Pi menggunakan kartu SD sebagai media penyimpanannya [8].

Dalam penelitian ini penulis membuat Rancang Bangun Sistem Kendali dan Monitoring Smart *Greenhouse* pada Budidaya Anggrek Dendrobium Berbasis IoT. Pembuatan alat ini akan memberikan sumbangsih bagi karya orang khususnya pecinta anggrek, diperlukan teknologi untuk memantau tanaman anggrek sekaligus menyiram dan mengontrol tanaman secara otomatis dengan smartphone.

II. METODOLOGI

Dalam gambar 1 dapat terlihat blok diagram sistem. Blok diagram sistem digunakan agar mempermudah pemahaman dari cara kerja alat yang dibuat.



Gambar 1. Diagram *Block* Sistem

DHT22 bertindak sebagai sensor suhu dan kelembapan yang menentukan suhu dan kelembapan rumah kaca. Kelembaban tanah berperan sebagai sensor kelembaban tanah yang

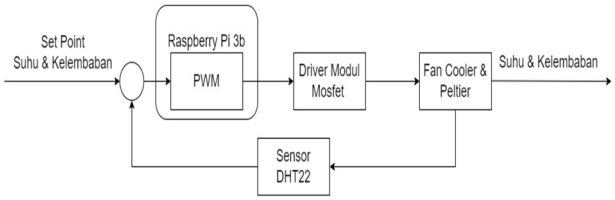
menentukan kelembaban tanah di dalam anggrek. Sebelum menghubungkan kelembaban tanah ke raspberry, kelembaban tanah terlebih dahulu dihubungkan ke IC MCP3008 lalu ke Raspberry, karena pin Raspberry adalah pin digital. Setiap orang harus menggunakan IC MCP3008 yang merupakan ADC untuk konversi digital ke analog. di Vaarika. BH1750 berfungsi sebagai sensor cahaya guna mengetahui cahaya yang ada dalam *greenhouse* dalam satuan lux. Webcam berfungsi sebagai kamera guna mengetahui anggrek dalam *greenhouse* tersebut.

Raspberry pi 3b berfungsi untuk menjalankan program dan mengelola data-data dari input untuk dikirimkan ke output dan yang nantinya data-data tersebut akan dikirimkan ke smartphone yang mana membutuhkan wifi, server serta aplikasi kodular agar bisa ditampilkan di smartphone. Untuk proses pada image processing disini adalah gambar yang sudah di capture oleh kamera yang selanjutnya diproses oleh mikroprosesor untuk mengetahui tinggi anggrek dendrobium dan jumlah bunga anggrek dendrobium tersebut.

Driver Mosfet IRF540 berfungsi sebagai driver untuk mengatur fan cooler dan peltier dengan menggunakan pwm. Fan cooler berfungsi untuk meniup suhu dingin dari peltier. Peltier berfungsi untuk menghasilkan suhu dingin. LCD 20x4 berfungsi sebagai display untuk menampilkan data-data yang akan ditampilkan. LCD 20x4 menggunakan modul I2C untuk mempermudah Didesain untuk raspberry karena mengurangi kebutuhan akan kaki. Relay berfungsi sebagai saklar dan penghubung arus listrik yang dihubungkan dengan komponen-komponen yang terhubung pada relay. Pompa air 5V berfungsi sebagai pompa air untuk menyiram tanaman anggrek. Pompa air 12V berfungsi sebagai pompa air yang mensirkulasikan blok air. Blok air berfungsi sebagai pendingin untuk sisi panas Peltier. Webcam berfungsi mengamati bunga anggrek. Ponsel cerdas dan laptop bertindak sebagai monitor untuk menampilkan aplikasi Blynk.

A. Diagram Blok Kontrol

Diagram blok kontrol merupakan bagian-bagian yang menyusun sebuah kontrol yang menghubungkan sebab akibat dari input menjadi proses dan output. Diagram blok kontrol dijelaskan singkat pada gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram *Block* Kontrol

Blok kontrol di atas menjelaskan urutan kontrol dengan menentukan setpoint berupa suhu dan kelembaban, yang selanjutnya akan diproses menggunakan pwm. Keluaran dari pwm akan mengontrol driver mosfet sehingga aktuator fan cooler dan peltier dapat mengontrol suhu dan kelembabn ruangan sesuai dengan set point. Selain itu terdapat sensor DHT22 sebagai pengukur suhu dan kelembaban, juga sebagai feedback agar suhu dan kelembaban yang dihasilkan dapat sesuai dengan yang diinginkan.

B. Perancangan Driver Mosfet

Desain sistem kendali pada alat ini menggunakan driver mosfet IRF540 sebagai pengtur lebar pulsa PWM. Driver ini berfungsi sebagai pengendali dingin pada TEC Peltier. Pada rangkaian ini ditambahkan optocoupler PC817 sebagai saklar dan penguat dari output Raspberry Pi 3 ke gate mosfet.

$Datasheet\ \ Rl = 100\Omega$ (1)

$R1 = Rl = 100\Omega$

$R2 = V/I$ (2)

$R2 = 5/20$

$= 0{,}25$

$= 250\Omega$

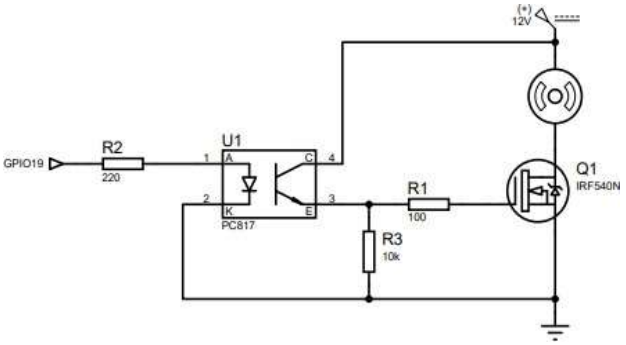
$Datasheet\ PC817,$ (3)

$arus$ max $= 50mA$

$$\frac{V}{R} = I$$

$$\frac{12V}{10K} = 12mA$$

$R3 = 10k\Omega$



Gambar 3. Rangkaian Driver PWM

Untuk V dalam R2 merupakan tegangan masuk dari raspberry yaitu sebesar 5V dan I dalam R2 adalah input forward dari datasheet PC817, untuk R2 menggunakan resistor 220Ω, karena resistor tersebut yang banyak dijual dipasaran.

C. Perencanaan Pulse Width Modulation (PWM)

PWM adalah proses membandingkan sinyal pembawa dengan sinyal termodulasi untuk menghasilkan sinyal persegi dengan amplitudo yang bervariasi. Lebar pulsa dapat disesuaikan dengan siklus kerja. Duty cycle adalah persentase perubahan sinyal tinggi dan rendah, dan persentase duty cycle sama dengan tegangan rata-rata yang dihasilkan. Amplitudo sinyal PWM bergantung pada siklus kerjanya [9]. PWM bekerja seperti saklar listrik yang hidup dan mati. Tegangan DC berubah untuk menunjukkan kotak pemutus, yang mendekati tegangan tinggi saat hidup dan 0V saat mati. Jika kecepatan peralihannya tinggi, suhu desktop akan dikontrol seperti yang diharapkan dengan menyesuaikan siklus kerja sinyal yang dihasilkan oleh PWM. Sinyal PWM biasanya mempunyai amplitudo dan frekuensi dasar yang sama, namun lebar pulsa bervariasi. Lebar pulsa PWM sama dengan amplitudo sinyal asli, tidak berubah. Dengan kata lain, sinyal PWM memiliki frekuensi bentuk gelombang tetap, namun siklus kerjanya bervariasi dari 0% hingga 100%. Rasio tugas adalah rasio pulsa tinggi dan rendah dari satu bentuk gelombang [10].

D. Perancangan Software

Pada gambar 4 berikut merupakan bagian-bagaian perancangan *Software* yang digunakan, sebagai berikut:

Gambar 4. Perancangan *Software*

Dalam perencanaan dan pembuatan *Software* pada penelitian ini, menggunakan raspberry sebagai mikroprosesor utama. Langkah awal yang dilakukan ketika sistem menyala adalah melakukan inisialisasi input dan output setelah itu melakukan kalibrasi pada input yang digunakan. Setelah proses pengkalibrasian input yang digunakan berhasil, maka sensor-sensor dan webcam akan memulai membaca dan hasil pembacaan sensor-sensor dan webcam akan terkirim ke mikroprosesor. Lalu mikroprosesor akan memproses data-data yang telah terbaca oleh sensor-sensor dan webcam, setelah itu output akan menjalankan data yang telah dikirim dari mikroprosesor seperti menampilkan display pada lcd dan smartphone lalu sistem kontrol suhu ruangan berjalan kemudian untuk IoT data pada blynk akan sama dengan display lcd dan jika tombol pada blynk ditekan maka sistem penyiraman secara manual akan berjalan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

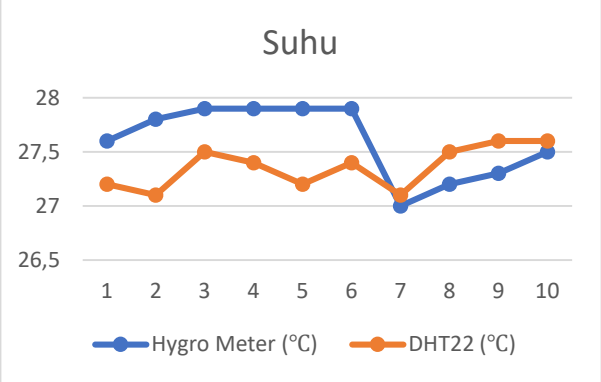
A. Pengujian sensor DHT22

Pengujian sensor suhu dan kelembaban yang digunakan pada penelitian ini diuji dengan sensor DHT22 karena sensor ini mengukur suhu dan kelembaban. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk

menentukan dan menampilkan nilai suhu dan kelembaban rumah kaca.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu

No	Hygro Meter (℃)	DHT22 (℃)	Error (%)
1	27,6	27,2	1,44
2	27,8	27,1	2,51
3	27,9	27,5	1,43
4	27,9	27,4	1,79
5	27,9	27,2	2,5
6	27,9	27,4	1,79
7	27,0	27,1	0,37
8	27,2	27,5	1,1
9	27,3	27,6	1,09
10	27,5	27,6	0,36
Error rata-rata			1,44%

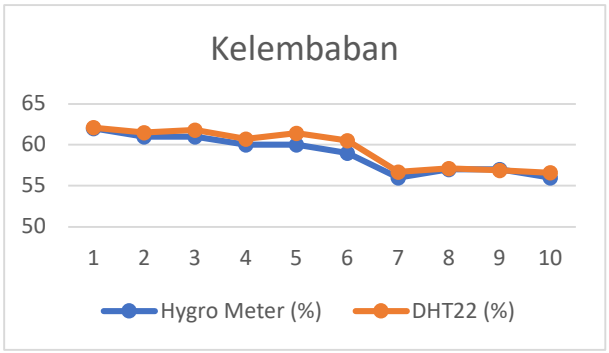


Gambar 5. Suhu

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kelembaban

No	Hygro Meter (%)	DHT22 (%)	Error (%)
1	62	62,1	0,16
2	61	61,5	0,82
3	61	61,8	1,31
4	60	60,7	1,16
5	60	61,4	2,33
6	59	60,5	2,54
7	56	56,7	1,07
8	57	57,1	0,17
9	57	56,9	0,17
10	56	56,6	0,71
Error rata-rata			1,04%

Hasil pengujian sensor DHT22 menunjukkan bahwa sudah sesuai perhitungan, maka didapat error rata-rata pada DHT22 pada suhu sebesar 1,91% dan DHT22 pada kelembaban sebesar 1,46% atau kurang dari 5%, jadi sensor DHT22 dapat digunakan.



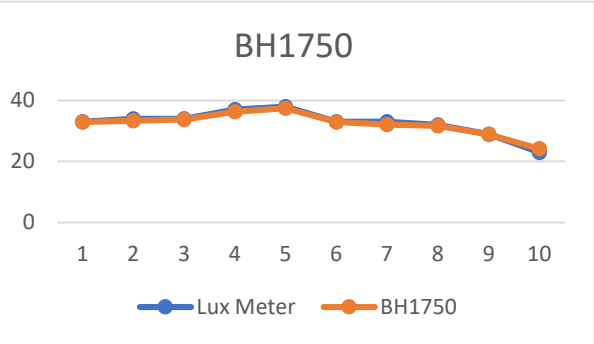
Gambar 6. Kelembaban

B. Pengujian sensor BH1750

Pengujian sensor cahaya yang digunakan pada tugas akhir ini menggunakan sensor BH1750, karena sensor tersebut digunakan untuk mengukur intensitas cahaya. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui dan menampilkan nilai intensitas cahaya pada rumah kaca.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya

No	Lux Meter	BH1750	Error (%)
1	33	32,9	0,3
2	34	33,3	2,05
3	34	33,7	0,88
4	37	36,2	2,16
5	38	37,5	1,31
6	33	32,9	0,3
7	33	32,1	2,72
8	32	31,7	0,93
9	29	28,8	0,68
10	23	24,2	3,47
Error rata-rata			1,48%



Gambar 7. Intensitas Cahaya

Hasil pengujian sensor BH1750 menunjukkan bahwa sudah sesuai perhitungan, maka didapat error rata-rata pada sensor tegangan sebesar 0,45% atau kurang dari 5%, jadi sensor BH1750 dapat digunakan.

C. Pengujian Driver Mosfet

Pengujian pengatur kecepatan kipas dan petier yang digunakan pada skripsi ini menggunakan driver mosfet, karena driver ini digunakan untuk mengatur nilai duty cycle dari PWM. Pada percobaan ini dilakukan dua percobaan yaitu yang pertama mengamati perubahan output tegangan terhadap input sebesar 12V dengan duty cycle diatur mulai dari 0% sampai 100% dan yang kedua yaitu mengamati perubahan kecepatan kipas.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Tegangan Output

***Duty Cycle* PWM**	**Tegangan *Output***		**Error (V)**
	Perhitungan	**Pengukuran**	
0%	0V	0V	0
10%	1,2 V	1,3V	0,1
20%	2,4 V	2,5 V	0,1
30%	3,6 V	3,7V	0,1
40%	4,8 V	5,7 V	0,9
50%	6 V	6 V	0
60%	7,2 V	7,2V	0
70%	8,4 V	8,1V	0,3
80%	9,6 V	9,1V	0,5
90%	10,8 V	10,1 V	0,7
100%	12 V	11,1 V	0,9
Rata-rata error			0,33 %

Tabel 5. Hasil Pengukuran Kecepatan Kipas

***Duty Cycle* PWM**	**Kecepatan Kipas**		**Error (%)**
	Perhitungan	**Pengukuran**	
0%	0 Rpm	0 Rpm	0
10%	219 Rpm	210 Rpm	4,29
20%	438 Rpm	479 Rpm	8,56
30%	657 Rpm	689 Rpm	4,64
40%	876 Rpm	840 Rpm	4,29
50%	1095 Rpm	1138 Rpm	3,78
60%	1314 Rpm	1375 Rpm	4,44
70%	1533 Rpm	1596 Rpm	3,95
80%	1752 Rpm	1825 Rpm	4
90%	1971 Rpm	2000 Rpm	1,45
100%	2190 Rpm	2190 Rpm	0
Rata-rata error			3,58 %

Dapat dilihat pada tabel diatas saat duty cycle diubah maka tegangan keluar juga ikut berubah dan kecepatan kipas akan ikut berubah dan jika dilihat dari perhitungan maka didapat error rata-rata pada driver mosfet ialah 0,33% atau kurang dari 5%, jadi driver mosfet dapat digunakan

D. Pengujian Keseluruhan

Setelah menyelesaikan pengujian perblok, langkah berikutnya adalah melakukan pengujian pada keseluruhan sistem. Pengujian sistem ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem secara keseluruhan dapat berfungsi dengan baik. Dalam konteks ini, sistem digunakan untuk menjaga suhu dan kelembaban pada *greenhouse* tetap stabil sesuai dengan suhu yang diinginkan.

Tabel 6. Hasil Pengukuran

Hari Pertama			
Waktu	**Suhu (°C)**	**Kelembaban (%)**	**Intensitas Cahaya (Lux)**
Pagi	24,5	74,7	1794
Siang	28,2	55,5	1953
Sore	24,1	73,3	1846
Malam	22,8	82,4	4
Hari Kedua			
Waktu	**Suhu (°C)**	**Kelembaban (%)**	**Intensitas Cahaya (Lux)**
Pagi	24,2	61,2	1825
Siang	29,5	63,4	2118
Sore	27,1	74,3	1984
Malam	23,8	80,7	10
Hari Ketiga			
Waktu	**Suhu (°C)**	**Kelembaban (%)**	**Intensitas Cahaya (Lux)**
Pagi	23,9	63,4	1735
Siang	28,6	54,2	1978
Sore	27,3	70,8	1883
Malam	23,7	75,3	9
Hari Keempat			

Waktu	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Intensitas Cahaya (Lux)
Pagi	24,1	61,9	1853
Siang	29,8	58,5	2238
Sore	26,8	71,5	1983
Malam	23,2	78,4	7
Hari Kelima			
Waktu	**Suhu (°C)**	**Kelembaban (%)**	**Intensitas Cahaya (Lux)**
Pagi	23,6	64,7	1976
Siang	31,8	61,2	2528
Sore	28,3	76,7	2013
Malam	24,8	82,1	4
Hari Keenam			
Waktu	**Suhu (°C)**	**Kelembaban (%)**	**Intensitas Cahaya (Lux)**
Pagi	23,5	64,7	1893
Siang	29,3	60,2	1948
Sore	27,6	74,7	1792
Malam	24,6	79,2	8
Hari Ketujuh			
Waktu	**Suhu (°C)**	**Kelembaban (%)**	**Intensitas Cahaya (Lux)**
Pagi	22,7	68,2	1713
Siang	28,4	61,4	1973
Sore	26,6	72,3	1832
Malam	23,1	79,6	5

Berdasarkan data dari tabel diatas suhu dan kelembaban di dalam *greenhouse* mencapai *set point* yang ditentukan, dan bisa dilihat dalam satu minggu bahwa anggrek didalam *greenhouse* proses mekarnya bunga lebih cepat dari pada yang di luar *greenhouse* dikarenakan suhu diluar *greenhouse* melebihi suhu yang dibutuhkan oleh anggrek tersebut, serta anggrek di luar *greenhouse* lebih cepat layu dari pada yang di dalam *greenhouse*.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat di simpulkan bahwa, dimana untuk mengetahui suhu yang ada di *greenhouse* yaitu dengan menggunakan sensor DHT22 yang berfungsi dengan baik yang mana rata-rata error pada suhu yaitu 1,44% dan rata-rata error pada kelembaban yaitu 1,04%. Suhu dalam *greenhouse* dapat diatur dengan cara menggunakan peltier yang mana sisi dingin peltier akan menghantarkan dingin menuju ke heatsink dan kipas akan meniup suhu dingin dari heatsink menuju ke dalam *greenhouse*, yang mana kipas dan peltier ini akan diatur oleh pwm yang sudah ditentukan agar suhu yang diminta dalam *greenhouse* dapat tercapai, dengan nilai rata-rata error pada tegangan output sekitar 0,33% dan rata-rata error untuk kecepatan pada kipas sekitar 3,58% yang merupakan driver pwm dapat digunakan secara baik. Menggunakan blynk sebagai aplikasi untuk IoT yang mana bisa digunakan untuk menyiram anggrek secara manual dan melihat suhu, kelembaban serta intensitas cahaya dalam *greenhouse*, lalu untuk mengetahui intensitas cahaya yang berada dalam *greenhouse* menggunakan BH1750 yang berfungsi dengan baik juga karena rata-rata error nya 1,48%. Untuk video *streaming* disini menggunakan webcam sebagai media pengambilan video serta yang nanti bisa di akses melalui aplikasi blynk.

Terdapat beberapa saran yang ditunjukan untuk penelitian selanjutnya dengan tujuan agar dapat mengembangan lebih lanjut mengenai penelitian ini serta untuk memperbaiki sistem yang telah dibuat antara lain, Ditambahkan pengaturan intensitas cahaya agar mencapai intensitas cahaya yang dibutuhkan oleh anggrek tersebut. Gunakan vitamin B1 agar anggrek tetap sehat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih yang disampaikan penulis kepada institusi Politeknik Negeri Malang yang telah menyediakan fasilitas berupa tempat dan peralatan guna menunjang penelitian yang penulis lakukan sehingga dapat menyelesaikan artikel yang dibuat.

REFERENSI

[1] Sungkono, S., Nugrahanto, I., & Putera, Z. F. (2022). Pemasangan Alat Kontrol Kelembaban Pada Usaha Budidaya Tanaman Anggrek Skala Kecil. *Dharma: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, *2*(2), 40–56. https://doi.org/10.35309/dharma.v2i2.5658

[2] Nuswantara, D. (2018). Desain sistem monitoring pengontrolan suhu , kelembaban

dan sirkulasi air otomatis pada tanaman anggrek hidroponik berbasis. *Jurnal Mahasiswa UMJ*, *1*(1), 14.

[3] S., R. I., & Hartono, H. (2018). Rancang Bangun Pulse Width Modulation (PWM) Sebagai Pengatur Kecepatan Motor DC Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Penelitian*, *3*(1), 50–58. https://doi.org/10.46491/jp.v3e1.31.50-58

[4] Akbar, D., & Riyadi, S. (2019). *Pengaturan Kecepatan Pada Motor Brushless Dc (Bldc) Menggunakan Pwm (Pulse Width Modulation)*. 255–262. https://doi.org/10.5614/sniko.2018.30

[5] Paradillah, P., & Idris, M. Y. (2022). PENGARUH PEMBERIAN BERBAGAI KONSENTRASI PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA (PGPR) PADA AKLIMATISASI ANGGREK Dendrobium sp. *Journal TABARO Agriculture Science*, *6*(1), 702. https://doi.org/10.35914/tabaro.v6i1.1259

[6] Mardika, G., & Ardeana Kartadie, R. (2019). Mengatur Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Yl-69 Berbasis Arduino Pada Media Tanam Pohon Gaharu. *Journal of Education and Information Communication Technology*, *3*(2), 130–140.

[7] Mawaddah, L., Yuniarti, E., & Hartono, A. (2020). Rancang Bangun Automatic Human Blood Type Detector Menggunakan Sensor Cahaya Bh1750 Berdasarkan Sifat Optik dengan Metode ABO. *Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics*, *3*(1), 42–52. https://doi.org/10.15408/fiziya.v1i2.14433

[8] Najikh, R. A., Ichsan, M. H. H., & Kurniawan, W. (2018). Monitoring kelembaban , suhu , intensitas cahaya pada tanaman anggrek. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya*, *2*(11), 4607–4612.

[9] NATALIANA, D., SYAMSU, I., & GIANTARA, G. (2014). Sistem Monitoring Parkir Mobil menggunakan Sensor Infrared berbasis RASPBERRY PI. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, *2*(1), 68. https://doi.org/10.26760/elkomika.v2i1.68

[10] Siswanto, Ikin Rojikin, & Windu Gata. (2019). Pemanfaatan Sensor Suhu DHT-22, Ultrasonik HC-SR04 Untuk Mengendalikan Kolam Dengan Notifikasi Email. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, *3*(3), 544–551. https://doi.org/10.29207/resti.v3i3.1334