

**OTOMATISASI DAN *MONITORING* KELEMBAPAN UDARA  
DALAM *GREENHOUSE* UNTUK BUDIDAYA TANAMAN  
KAILAN (*Brassica oleraceae L.*)**

**IRFAN ABIDIN  
G041 18 1325**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2023**

**OTOMATISASI DAN *MONITORING* KELEMBAPAN UDARA  
DALAM *GREENHOUSE* UNTUK BUDIDAYA TANAMAN  
KAILAN (*Brassica oleraceae L.*)**

**Irfan Abidin  
G041 18 1325**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### OTOMATISASI DAN *MONITORING* KELEMBAPAN UDARA DALAM *GREENHOUSE* UNTUK BUDIDAYA TANAMAN KAILAN (*Brassica* *oleraceae L.*)

Disusun dan diajukan oleh

**IRFAN ABIDIN**

**G041 18 1325**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 03 Oktober 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

  
Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, MP  
NIP. 19681007 199303 2 002

  
Muhammad Tahir Sapsal, S.TP, M.Si  
NIP. 19840716 201212 1 002

  
Ketua Program Studi  
Teknik Pertanian  
Divan Yuncina, S.TP., M.Agr., Ph.D  
NIP. 19810129 200912 2 003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irfan Abidin  
NIM : G041 18 1325  
Program Studi : Teknik Pertanian  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Otomatisasi dan *Monitoring* Kelembapan Udara dalam Greenhouse untuk Budidaya Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae L.*) adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini membuktikan bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 03 Oktober 2023

Yang Menyatakan,



Irfan Abidin

## ABSTRAK

IRFAN ABIDIN (G041 18 1325). Otomatisasi dan Monitoring Kelembapan Udara dalam Greenhouse untuk Budidaya Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae L.*). Pembimbing: SITTI NUR FARIDAH dan MUHAMMAD TAHIR SAPSAL.

*Greenhouse* merupakan bangunan yang dibentuk untuk melindungi dan merawat tanaman dari berbagai macam cuaca dan hama pada tanaman. Selain itu, *greenhouse* juga berfungsi untuk memanipulasi dan mengendalikan kondisi lingkungan agar kondisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman terpenuhi. Kelembapan udara merupakan salah satu kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan dapat dikendalikan dengan cara pengabutan otomatis sehingga tanaman dapat tumbuh dengan optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sistem pengabutan dan menjaga kelembapan udara dalam *greenhouse* secara otomatis. Kegunaan penelitian ini yaitu sebagai bahan informasi bagi masyarakat tani untuk mengendalikan kelembapan udara secara otomatis dalam *greenhouse* melalui pemanfaatan teknologi. Penelitian ini dilakukan dengan perancangan pengabutan otomatis untuk menjaga nilai kelembapan udara tetap konstan. Hasil pengujian sensor menunjukkan nilai kelembapan udara (RH) pada saat tanaman berfotosintesis dengan optimal yaitu pagi sampai sore hari dalam rentang waktu 12 jam berkisar 84,17% dengan *setting point* 80% dan 90%. Dan dari hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menjaga nilai kelembapan udara tetap konstan sesuai dengan *setting point* yang diberikan.

**Kata Kunci:** *Greenhouse*, Kelembapan udara, Sensor, Sistem kontrol.

## **ABSTRACT**

IRFAN ABIDIN (G041 18 1325). “Humidity Automation and Monitoring in the Greenhouse for the Cultivation of Kailan (*Brassica oleraceae* L.)” Supervisors: SITTI NUR FARIDAH and MUHAMMAD TAHIR SAPSAL.

*Greenhouse is a building formed to protect and care for plants from various kinds of weather and pests on plants. In addition, greenhouses also function to manipulate and control environmental conditions so that the conditions needed for plant growth are met. Air humidity is one of the environmental conditions that affect plant growth and can be controlled by automatic fogging so that plants can grow optimally. This research aims to produce an atomization system and maintain air humidity in the greenhouse automatically. The use of this research is as an information material for farming communities to control air humidity automatically in greenhouses through the use of technology. This research was carried out by designing automatic fogging to keep the air humidity value constant. The sensor test results show that the air humidity (RH) value when plants photosynthesize optimally, namely morning to evening within a 12 hours period, is around 84.17% with setting points of 80% and 90%. And the test results show that the system can maintain the air humidity value constant according to the given setting point.*

**Keywords:** *Greenhouse, Air humidity, Sensor, Control system.*

## PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., karena atas berkah, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya skripsi ini tidak terlepas dari doa dan dukungan serta semangat oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ayahanda **Konaji** dan Ibunda **Juminten**, selaku orangtua yang telah ikhlas dan sabar dalam memberikan kasih sayang, doa serta dukungan berupa materi mulai awal perkuliahan hingga ke tahap penyelesaian skripsi ini.
2. **Khoimah Sriyanti**, selaku saudara kandung dan **Sony Sudarso, Khayla Alesandra Kirani** selaku keluarga penulis yang telah banyak memberikan dukungan baik berupa doa, motivasi dan materi.
3. **Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, MP** dan **Muhammad Tahir Sapsal, S.TP, M.Si** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan, saran dan kritikan mulai dari tahap pemilihan judul penelitian, penyusunan proposal hingga tahap penyusunan skripsi selesai.
4. **Dr. Abdul Azis, S.TP, M.Si** dan **Dr. Gemala Hardinasinta, S.TP** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, kritikan dan ilmunya kepada penulis agar skripsi ini menjadi lebih baik.
5. **Istiqamah Ainunnisa, Muhammad Yusuf Arif, Musdalifah Sukma, Bahrum Tilas, St. Nurhidayatullah, Hesron Kiding Pallangan, A. Putri Kusumawardani, Risywar Rasyid, Farhan Qibran**, yang telah membantu dalam pengambilan data penelitian, memberikan saran, dukungan dan banyak bantuan lainnya dari awal perkuliahan hingga dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis berharap semoga segala kebaikan mereka akan dibalas oleh Allah SWT, dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Aamiin.

Makassar, 03 Oktober 2023

Irfan Abidin

## RIWAYAT HIDUP



**Irfan Abidin**, lahir di Lamongan pada tanggal 3 Oktober 1999, dari pasangan bapak Konaji dan ibu Juminten anak kedua dari dua bersaudara. Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan di SDN Pongtiku 1, pada tahun 2006 sampai tahun 2012.
2. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah pertama di SMP Negeri 4 Makassar pada tahun 2012 sampai tahun 2015.
3. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah atas di SMA Negeri 4 Makassar, pada tahun 2015 sampai tahun 2018.
4. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian, pada tahun 2018 sampai tahun 2023.

Selama menempuh pendidikan di dunia perkuliahan, penulis aktif menjadi asisten praktikum Gambar Teknik, di bawah naungan *Agricultural Engineering Study Club* (TSC). Selain itu, penulis juga terdaftar sebagai anggota dalam organisasi kampus di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin (HIMATEPA-UH).



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN KEASLIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
PERSANTUNAN .....	vii
RIWAYAT HIDUP .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	2
1.3 Ruang Lingkup .....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 <i>Greenhouse</i> .....	3
2.2 Kailan ( <i>Brassica oleraceae L.</i> ) .....	3
2.3 Kelembapan Udara.....	4
2.4 Pendinginan Evaporatif.....	4
2.5 <i>Exhaust Fan</i> .....	5
2.6 Sistem Kontrol.....	5
2.7 Mikrokontroler ESP-WROOM-32.....	6
2.8 Sensor DHT22.....	7
2.9 Uji Sensor DHT22.....	7
3. METODOLOGI PENELITIAN .....	10
3.1 Waktu dan Tempat.....	10
3.2 Alat dan Bahan .....	10
3.3 Metode Penelitian.....	10

3.3.1 Perancangan Sistem .....	10
3.3.2 Rancangan Fungsional .....	11
3.3.3 Perancangan Operasional.....	11
3.3.4 Pengambilan Data .....	12
3.3.5 Analisis Data .....	12
3.3.6 Parameter Pengamatan .....	12
3.4 Diagram Alir .....	13
4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
4.1 Deskripsi Hasil Perancangan.....	14
4.1.1 Perancangan Sistem Akuisisi Data.....	14
4.1.2 Perancangan Greenhouse .....	15
4.2 Uji Fungsional.....	17
4.2.1 Pengujian Sistem Kontrol .....	17
4.2.2 Pembacaan Data .....	18
4.3 Pengujian Kelembapan Udara (RH) .....	19
4.3.1 Pengujian Kelembapan Udara Dalam Ruangan .....	19
4.3.2 Pengujian Kelembapan Udara Luar Ruangan .....	21
4.3.3 Perbandingan RH Dalam dan Luar <i>Greenhouse</i> . .....	22
4.4 Kebutuhan Air .....	23
5 PENUTUP .....	25
Kesimpulan.....	25

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. ESP32 <i>pinout parts</i> .....	6
Gambar 2. <i>Module</i> sensor DHT22 .....	7
Gambar 3. Diagram blok sistem kelembapan udara.....	11
Gambar 4. Diagram alir prosedur penelitian .....	13
Gambar 5. Rancangan komponen sistem akuisisi data .....	15
Gambar 6. Sketsa tampilan ruangan <i>greenhouse</i> .....	16
Gambar 7. (a) <i>Exhaust fan</i> , (b) <i>Nozzle</i> dan (c)Sensor DHT22.....	16
Gambar 8. Grafik RH uji fungsi sistem kontrol.....	17
Gambar 9. Tampilan pada website <a href="http://iot.agritech.unhas.ac.id">iot.agritech.unhas.ac.id</a> .....	18
Gambar 10. Tampilan pada IP-Address .....	18
Gambar 11. Grafik hasil pengujian RH dini hari sampai pagi hari.....	19
Gambar 12. Grafik hasil pengujian RH pagi sampai sore hari.....	20
Gambar 13. Grafik hasil pengujian RH sore sampai malam hari .....	21
Gambar 14. Grafik hasil pengujian RH luar ruangan.....	22

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil pengujian sensor DHT22.....	8
Tabel 2. Perbandingan RH dalam dan luar <i>greenhouse</i> .....	23
Tabel 3. Kebutuhan air selama 24 jam .....	23

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi ESP32-WROOM-32.....	28
Lampiran 2. Spesifikasi Sensor DHT22.....	28
Lampiran 3. Spesifikasi <i>Exhaust fan</i> Sekai WEF 1090 .....	29
Lampiran 4. Spesifikasi <i>Exhaust fan</i> Panasonic FV-30RUN5.....	29
Lampiran 5. Hasil Pengukuran Kelembapan dalam dan Luar <i>Greenhouse</i> .....	30
Lampiran 6. <i>Script</i> Pemrograman untuk ESP32-WROOM-32 .....	45
Lampiran 7. Hasil perakitan komponen .....	59
Lampiran 8. Hasil Pemasangan Alat Sistem Kelembapan Udara.....	60
Lampiran 9. Pemantauan Nilai Sensor .....	61
Lampiran 10. Kebutuhan Air selama 24 Jam.....	61

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

*Greenhouse* merupakan bangunan yang dibentuk untuk melindungi dan merawat tanaman dari berbagai macam cuaca dan meminimalisir hama pada tanaman yang ada di dalamnya. Dalam proses budidaya, penggunaan *greenhouse* berfungsi untuk memanipulasi dan mengendalikan kondisi lingkungan agar kondisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman terpenuhi (Jannah, 2017). Tetapi, penggunaan *greenhouse* juga sering memiliki kendala terkait kondisi lingkungan yang ada di dalamnya, salah satunya kelembapan udara. Misalnya saat musim kemarau, intensitas radiasi dari matahari sangat terik yang berakibat kelembapan udara semakin berkurang dibanding musim hujan. Hal tersebut, mempengaruhi beberapa jenis tanaman sulit tumbuh secara optimal.

Produksi tanaman dalam *greenhouse* dapat dioptimalkan dengan penerapan teknik budidaya yang baik salah satunya dengan mengoptimalkan proses fotosintesis sehingga energi yang didapatkan untuk pertumbuhan tanaman lebih maksimum. Salah satu cara untuk mengoptimalkan proses fotosintesis yaitu dengan cara memberi kelembapan udara 80-90% (kebutuhan RH tanaman Kailan).

Kelembapan udara mempengaruhi proses fotosintesis pada tanaman. Untuk menghasilkan kelembapan udara penelitian ini menggunakan sistem pengabutan, kelembapan udara yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman dengan melambatnya proses fotosintesis sehingga tanaman menjadi layu dan juga menimbulkan jamur dan penyakit. Sebaliknya, jika kelembapan udara rendah dapat meningkatkan laju transpirasi serta penggunaan air dan zat-zat mineral juga meningkat, otomatis akan meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Hal tersebut sesuai dengan pendapat (Sujadi & Nurhidayat, 2019) yang menyatakan bahwa kelembapan udara akan berpengaruh terhadap laju penguapan atau transpirasi tanaman. Jika kelembapan rendah, laju transpirasi meningkat sehingga penyerapan air dan zat-zat mineral juga meningkat.

Oleh sebab itu, pengendalian iklim mikro khususnya kelembapan udara perlu diterapkan dalam *greenhouse* agar kebutuhan tanaman dapat terpenuhi.

Pembudidaya akan kewalahan jika mengatur kelembapan udara secara manual setiap hari. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan sistem otomatis sehingga petani atau pembudidaya tanaman dalam *greenhouse* sudah tidak mengontrol kelembapan udara secara manual.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian mengenai “Otomatisasi dan *monitoring* kelembapan udara dalam *greenhouse* untuk budidaya tanaman Kailan (*Brassica oleraceae L.*)”, untuk mengontrol kelembapan udara dalam *greenhouse* sehingga mengoptimalkan pertumbuhan tanaman.

## **1.2 Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sistem kontrol pengabutan dan menjaga kelembapan udara dalam *greenhouse* secara otomatis.

Kegunaan penelitian ini yaitu sebagai bahan informasi bagi masyarakat tani untuk mengendalikan kelembapan udara secara otomatis dalam *greenhouse* melalui pemanfaatan teknologi.

## **1.3 Ruang Lingkup**

Penelitian ini memiliki ruang lingkup dalam perancangan dan pelaksanaannya, ruang lingkup tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sistem kendali kelembapan udara (RH) didasarkan pada kebutuhan tanaman kailan yaitu 80-90%.
2. Metode yang digunakan adalah sistem *ON OFF* pada rentang kelembapan yang dibutuhkan tanaman kailan.
3. Dimensi ruangan *greenhouse* 8,25 m<sup>3</sup>
4. Sistem IoT sudah ada sebelumnya

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Greenhouse*

*Greenhouse* atau rumah kaca adalah bangunan yang kebanyakan terbuat dari kaca atau plastik. Penutup ini membantu kemampuan rumah kaca sepanjang tahun untuk mempertahankan suhu yang sesuai. Atmosfer rumah kaca mendukung berbagai jenis tanaman, sayuran, bunga, dan buah-buahan karena menawarkan kondisi pertumbuhan yang ideal (Jannah, 2017).

Rumah kaca adalah tempat yang sempurna untuk menanam tanaman karena dapat melindungi tanaman dari berbagai elemen, termasuk hujan dan panas. Hal ini membuat kondisi rumah kaca dapat diubah-ubah agar sesuai dengan kebutuhan hidup tanaman di dalamnya. Perawatan tanaman dapat dilakukan dengan baik di dalam rumah kaca, termasuk mengatur kelembapan udara agar sesuai dengan kebutuhan tanaman. Serangan hama dan penyakit juga dapat dikurangi (Jannah, 2017).

### 2.2 Kailan (*Brassica oleraceae* L.)

Tanaman sawi jenis kailan ini (*Brassica oleraceae*) merupakan salah satu sayuran jenis keluarga kubis-kubisan (*Brassicaceae*) dari negara China. Sawi ini masuk ke Indonesia sekitar abad ke 17, namun sayuran jenis Kailan ini cukup populer dan diminati dikalangan orang Indonesia. Sawi ini juga salah satu sayuran daun-daunan, yang mengandung nutrisi yang dibutuhkan tubuh manusia, antara lain 35.00 kalori, 3 gram protein, 0,4 gram lemak, 6,8 gram karbohidrat, 1,2 gram serat, 230 mg kalsium, 56 mg fosfor, 2 mg zat besi, 135 RE vitamin A, 0,1 mg vitamin B1 (tiamin), 0,13 mg vitamin B2 (riboflavin), 0,4 mg vitamin B3 (niasin), 93 mg vitamin C, dan mineral. Kailan memiliki potensi dan nilai komersial yang signifikan karena rasanya yang enak dan kandungan gizinya, yang membuatnya menjadi salah satu produk pertanian yang banyak diminati (Khaidir *et al.*, 2018).

Salah satu usaha yang dapat meningkatkan produksi dan kualitas tanaman Kailan yaitu dengan menanamnya dalam *greenhouse*, memperluas daerah penanaman, penerapan Teknik budidaya yang baik, serta menjaga suhu dan kelembapan pada *greenhouse* untuk mengoptimalkan pertumbuhan sawi kailan.



Agar kelembapan *greenhouse* dapat terjaga maka perlu dilakukan pengontrolan otomatis untuk memudahkan petani agar hasil produksi yang didapatkan maksimal (Khaidir *et al.*, 2018).

Ada beberapa faktor dilingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jenis kailan yaitu intensitas Cahaya, temperature dan kelembapan udara (Susilowati *et al.*, 2015). Kelembapan udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman kailan adalah 80-90% (Ninja, Wasi'an, 2012).

### **2.3 Kelembapan Udara**

Kelembapan udara adalah total kandungan uap air yang berada di udara, kelembapan udara akan memengaruhi terhadap laju penguapan pada tanaman (transpirasi). Jika kelembapan rendah, laju penguapan akan tinggi sehingga terjadi penyerapan nutrisi dan mineral oleh tanaman juga ikut tinggi. Hal tersebut akan memboroskan penggunaan nutrisi untuk masa tumbuh tanaman. Agar syarat tanaman dapat terpenuhi dengan baik, maka diaplikasikanlah kelembapan udara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan juga tidak banyak terjadi transpirasi sehingga kebutuhan air di daerah tanaman tetap tersedia. Jika kelembapan udara cukup, maka tanaman dapat berfotosintesis dengan optimal (Syadza *et al.*, 2018).

### **2.4 Pendinginan Evaporatif**

Sistem evaporatif adalah salah satu usaha untuk mengendalikan iklim dalam rumah tanaman atau *greenhouse* yang berfungsi agar dapat meningkatkan kelembapan udara (RH) dan juga sekaligus menurunkan suhu udara. Ada 3 jenis sistem pendingin yang dapat diaplikasikan dalam *greenhouse* yaitu sistem *pad-and-fan cooling*, sistem *mist cooling* dan sistem pengabutan. *Fog cooling system* merupakan sebuah system yang berdasar pada droplet yaitu tetesan droplet air yang berukuran kabut dan memiliki ukuran diameter kurang lebih 2-6 mm, yang dikeluarkan dari *nozzle* dengan tekanan tinggi. Di antara *pad-and-fan cooling system*, *Fog cooling system* lebih baik karena menghasilkan kelembapan (RH) dan suhu lebih seragam. Tetapi, *Fog cooling system* punya berbagai kekurangan diantaranya yaitu sering terjadi kemacetan (tidak dapat mengeluarkan droplet) pada *nozzle*, ukuran diameter lubang *nozzle* sangat kecil yaitu 0,1 mm (Furqon *et al.*, 2022).

## 2.5 Exhaust Fan

Exhaust fan memiliki fungsi untuk menyedot udara di dalam ruang untuk dikeluarkan dan pada waktu yang sama juga memasukkan udara segar diluar ruangan ke dalam. Selain menghisap dan mengeluarkan udara *exhaust fan* juga bisa mengontrol volume udara yang akan disirkulasikan dalam ruangan. Agar tetap bersih udara dalam ruang butuh sirkulasi agar selalu ada pergantian udara secara terus menerus (Simanjuntak *et al.*, 2021).

## 2.6 Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah komponen-komponen fisik yang terhubung sehingga mampu mengarahkan, merekomendasikan dan memerintah sistem, prinsip dari sistem kontrol yaitu untuk mendefinisikan suatu masukan (*input*) dan keluaran (*output*). Sistem kontrol merupakan pengendalian ataupun proses pengaturan terhadap berbagai besaran (parameter, variabel) sampai pada suatu kesimpulan harga dalam *range* tertentu. Fungsi dari pengendalian sistem yaitu untuk mendapatkan hasil dari kerja sistem seperti yang diperintahkan, disinilah peran kontrol menjadi bagian penting keberhasilan dalam pengendalian sistem dan juga dengan menghilangkan *error* pada sistem (Amal, 2018).

Pada prinsipnya ada dua jenis sistem kontrol yaitu lup terbuka (*open loop*) dan lup tertutup (*closed loop*). Sistem kontrol lup terbuka adalah sistem pengendalian yang mempunyai ciri khas yaitu nilai *output* tidak memberi pengaruh atau umpan balik pada kerja kontrol. Sistem kontrol ini juga lebih mudah dan simpel dalam perangkaiannya. Namun, apabila gangguan eksternal sistem menjadi tidak stabil maka sistem seringkali terjadi kesalahan. Sedangkan sistem lup tertutup adalah sistem kontrol dengan umpan balik, dimana *output* yang dihasilkan dapat berpengaruh terhadap pengontrolanya. Jika dibandingkan sistem kontrol lup terbuka, diketahui bahwa sistem kontrol lup tertutup lebih rumit, mahal, dan juga sulit dalam pengerjaan rangkaian. Tapi tingkat kestabilannya lebih konstan dan tingkat kesalahannya lebih minim. Hal inilah yang membuat perancang lebih memilih sistem kontrol lup tertutup (Nursyamsi, 2020).

Sistem *close loop* mempunyai kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:(Yudaningtyas, 2017),

Kelebihan:

- Lebih akurat karena terdapat koreksi terhadap harga kesalahan
- Lebih dapat dipercaya
- Efek sinyal gangguan sangat kecil pengaruhnya
- Respon yang dihasilkan bisa sangat cepat

Kekurangan:

- Lebih kompleks
- Harga yang lebih mahal
- Stabilitas adalah masalah utama, karena keluaran sistem dapat beresilasi
- Biaya perawatan mahal

## 2.7 Mikrokontroler ESP-WROOM-32

Mikrokontroler merupakan komputer kecil yang dibentuk menyerupai chip dan dalam rangkaian elektronik berfungsi sebagai kontrol serta dapat juga menyimpan program di dalamnya (Nursyamsi, 2020).

ESP32-WROOM-32 ini merupakan sebuah mini mikrokontroler yang punya fitur *Bluetooth* LE dan WiFi. Perangkat ini punya beberapa fitur seperti punya lebih banyak pin analog, *Capacitive touch sensors*, *SD card interface*, *Hall sensors*, *Ethernet*, *UART*, *high-speed SPI*, *I2C* dan *I2S*. Dibandingkan dengan ESP8266 (Hudhajanto *et al.*, 2022).



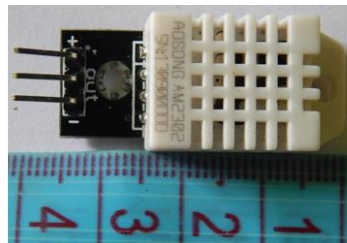
Gambar 1. ESP32 *pinout parts*  
(Sumber:Pratama & Kiswantono, 2023)

Memori ESP32 terdiri dari ROM 448 kB, SRAM 520 kB, dua memori RTC 8 kB, dan memori flash 4 MB. Chip ini memiliki 18 pin ADC (12-bit), empat unit SPI, dan dua unit I2C. Keunggulan utama mikrokontroler ini adalah harganya

yang relatif murah, Pemrograman untuk memogram mikrokontroler ESP32 menggunakan perangkat lunak Arduino IDE (Pratama & Kiswantono, 2023).

## 2.8 Sensor DHT22

Jenis sensor yang digunakan yaitu DHT22. Sensor DHT22 adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara dengan keluaran berupa sinyal digital dan juga memiliki 4 pin yaitu terdiri dari data ground, null, signal dan power supply. Sensor elemennya dibuat dari kapasitor polimer sebagai pengukuran kelembapan udara dan suhu. Rentang pengukuran kelembapan udara yaitu dari 0-100% dan pengukuran pada suhu -40-125°C. Sensor memiliki performa stabil dalam pengukurannya kelembapan udara dan suhu yang lama. Dan mempunyai maksimal jarak antara sensor dan perangkat utama yaitu sejauh 20 m (Rahmatullah, 2014). (Puspasari *et al.*, 2020) Selisih nilai kelembapan udara dan suhu pada sensor DHT22 memberikan hasil sesuai dengan data sheet sensor DHT22 adalah kelembapan udara yang terukur harus memiliki range antara 2-5% dan  $\pm 5$  °C untuk nilai suhu.



Gambar 2. *module* sensor DHT22  
(Sumber:Rahmatullah, 2014)

Untuk kaki atau pin sensor ini memiliki 4 pin atau kaki, sama dengan sensor yang dimiliki DHT11, tapi yang digunakan hanya 3 pin. Jika berbentuk modul jumlah pin atau kakinya menjadi 3 (Rahmatullah, 2014):

- VCC (+) : *Input (5V)*
- Data : *Output serial*
- GND (-) : *Ground*

## 2.9 Uji Sensor DHT22

Tujuan pengujian sensor DHT22 untuk melihat keakuratan pembacaan sensor dari besaran perubahan kelembapan udara yang telah di ukur. Pengujian ini dilaksanakan

dengan dibandingkannya hasil pembacaan sensor DHT22 dengan alat ukur Thermohygrometer digital. Pengujian dilakukan dari pukul 08:00 – 16:00 dalam *range* waktu 10 menit sekali dalam waktu satu jam.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor DHT22

No.	waktu pengujian	Rata-rata hasil pengukuran		Penyimpangan (%)	Rata-rata (%)
		DHT22	Thermo hygrometer		
		Kelembapan (%)	Kelembapan (%)		
1	08:00	69,7	68	2,5	
2	08:10	68,9	70	1,57	
3	08:20	67,5	66	2,27	
4	08:30	68,1	67	1,64	1,45
5	08:40	69,3	69	1,43	
6	08:50	68,2	68	0,29	
7	09:00	69	72	4,16	
8	09:10	70,1	71	1,27	
9	09:20	71,6	74	3,24	
10	09:30	70,4	73	3,56	2,55
11	09:40	69	70	1,42	
12	09:50	72,2	71	1,69	
13	10:00	71,3	70	1,85	
14	10:10	71,7	72	0,41	
15	10:20	70,9	67	5,82	
16	10:30	68,9	68	1,32	1,77
17	10:40	67,7	67	0,59	
18	10:50	68,5	69	0,72	
19	11:00	69,5	69	0,72	
20	11:10	70,2	70	0,28	
21	11:20	68,8	66	4,24	
22	11:30	68,2	67	1,79	1,7
23	11:40	69,3	70	1	
24	11:50	67,5	69	2,17	
25	12:00	69,1	71	2,67	
26	12:10	71,3	73	2,32	
27	12:20	72,2	73	1,09	
28	12:30	73,5	74	0,67	1,44
29	12:40	75,9	77	1,42	
30	12:50	75	78	3,84	
31	13:00	74,7	73	2,32	
32	13:10	73,8	71	3,94	
33	13:20	73	72	1,38	
34	13:30	74	76	2,63	2,31
35	13:40	72,4	75	3,46	
36	13:50	71,9	72	0,13	
37	14:00	72,8	77	5,45	
38	14:10	72	75	4	
39	14:20	72,5	76	4,6	3,1
40	14:30	71,3	73	2,32	
41	14:40	70	71	1,4	

Lanjutan Tabel 1

42	14:50	69,4	71	0,85	
43	15:00	72,9	71	2,67	
44	15:10	72,6	70	3,71	
45	15:20	74,7	73	2,32	2,7
46	15:30	73,9	76	2,76	
47	15:40	75,8	78	2,82	
48	15:50	75,5	77	1,94	
<b>Rata-rata Penyimpangan Keseluruhan</b>					<b>2,2</b>

(Sumber: Junaedi et al., 2022)

Berdasarkan pengujian sensor DHT22 yang telah dilakukan, didapatkan rata-rata pembacaan hasil penyimpangan keseluruhan kelembapan udara dari sensor dengan alat thermohygrometer di dapatkan hasil 2,2%. Hal itu menyatakan bahwa sensor DHT22 punya data yang akurat karena data yang dibandingkan tidak jauh dari alat thermohygrometer sebagai pembanding yang memiliki *range* pembacaan kelembapan 5% (Junaedi et al., 2022).

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2023 sampai dengan Juli 2023, bertempat di *Greenhouse* percobaan Program Studi Teknik Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu laptop dengan software Arduino IDE, *cutter*, gergaji, meteran, Avometer, Adaptor 12V, pompa air DC 12V, *nozzle*, Adaptor 5V, ESP32-WROOM-32, *module SD card*, sensor DHT22, LCD I2C Serial 0,96", *Exhaust fan*, RTC DS3231, laptop dan kamera *smartphone*.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, papan PCB, lakban, bambu, tali tis, *connector jack* DC, tandon air, Selang *polyethylene* 6 mm dan 11 mm, filter selang air, *nozzle*, *connector* T, kabel jumper, kabel *head*, *Relay* 5V 1 *channel*, *Solid State Relay* 40-DA, Steker.

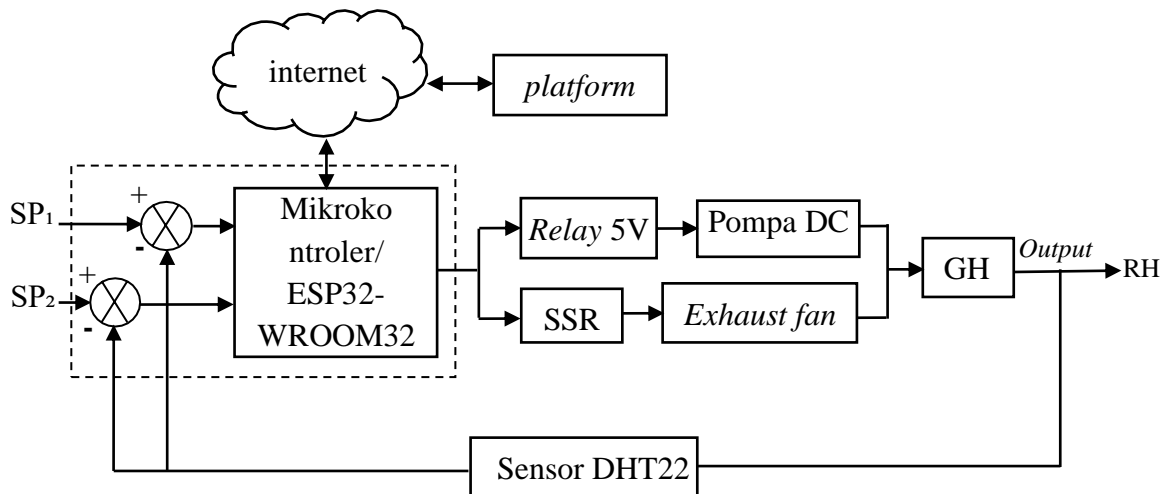
### 3.3 Metode Penelitian

Adapun prosedur penelitian penerapan otomatisasi sistem pengabutan dalam menjaga kelembapan udara tanaman Kailan dalam *greenhouse* yaitu sebagai berikut,

#### 3.3.1 Perancangan Sistem

Model sistem yang akan diterapkan adalah *system loop* tertutup, dimana pusat kendali dari sistem adalah mikrokontroler ESP32-WROOM32 yang akan membaca nilai keluaran sensor DHT22. Sensor DHT22 memiliki keterbatasan *range* pembacaan data, adapun kisaran pengukuran dari 0%-100% RH dengan akurasi absolut 2%-5% (Puspasari *et al.*, 2020). Dalam sistem ini ESP32 akan terhubung internet dan juga *platform* sebagai akses untuk melihat kondisi RH secara *real-time* melalui *smartphone* sebagai alat pemantauan sistem yang ada. Dalam sistem ini ESP32 juga berperan sebagai pusat kendali untuk *relay* 5V dan SSR dari pembacaan nilai keluaran sensor DHT22. Kemudian jika pembacaan

sensor DHT22 RH dibawah 80% maka *relay* diperintahkan untuk *ON* sehingga pompa dapat menyala dan jika RH diatas 80% maka *relay* diperintahkan untuk *OFF* dan jika kondisi RH di atas 90% maka SSR diperintahkan untuk *ON* maka *exhaust fan* dapat menyala dan jika RH dibawah 90% maka SSR diperintahkan untuk *OFF* dan hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada *LCD*, sistem mikrokontroler ESP32-WROOM-32 ini menggunakan pemrograman C dengan perangkat lunak aplikasi Arduino IDE, berikut dijelaskan dalam bentuk diagram blok pada Gambar 3:



Gambar 3. Diagram blok sistem kelembapan udara

### 3.3.2 Rancangan Fungsional

Rancangan fungsional bertujuan untuk mengetahui apakah sistem kontrol yang telah dibuat sudah dapat berfungsi sebagaimana mestinya, rancangan fungsional dalam sistem ini yaitu:

1. Sistem mampu melakukan pembacaan kelembapan udara.
2. Sistem mampu berjalan sesuai apa yang diperintahkan.
3. Sistem dapat mengirim informasi kepada pengguna internet melalui *platform*.

### 3.3.3 Perancangan Operasional

Pada penelitian otomatisasi pengabutan ini diprogram menggunakan aplikasi Arduino IDE. Adapun perancangan perangkat lunak

1. Membuat bahasa program menggunakan *software* Arduino IDE dan diupload pada ESP32-WROOM-32.



2. Sensor melakukan pembacaan nilai kelembapan udara dan modul RTC berfungsi sebagai alat penghitung waktu.
3. Data yang telah terbaca oleh sistem akan disimpan pada *micro sdCard* dan ditampilkan pada LCD I2C.
4. ESP32-WROOM-32 yang telah terhubung dengan internet akan mengirim data ke *platform*.
5. Hasil pembacaan sensor dapat dilihat pada *platform* [iot.agritech.unhas.ac.id](http://iot.agritech.unhas.ac.id) dengan bentuk nilai dan grafik.
6. Sistem melakukan pembacaan dan pengiriman data secara *real-time*.

### 3.3.4 Pengambilan Data

Proses pengambilan data nilai kelembapan udara pada sistem pengabutan *greenhouse*. Dalam proses ini menjelaskan tahapan pengambilan data kelembapan udara dan butuhan air selama 24 jam sebagai berikut:

1. Mencatat hasil pembacaan sensor melalui *platform*.
2. Melakukan pengukuran kebutuhan air dalam 24 jam.
3. Data yang telah dicatat akan disalin dan diolah pada *Microsoft Excel*.

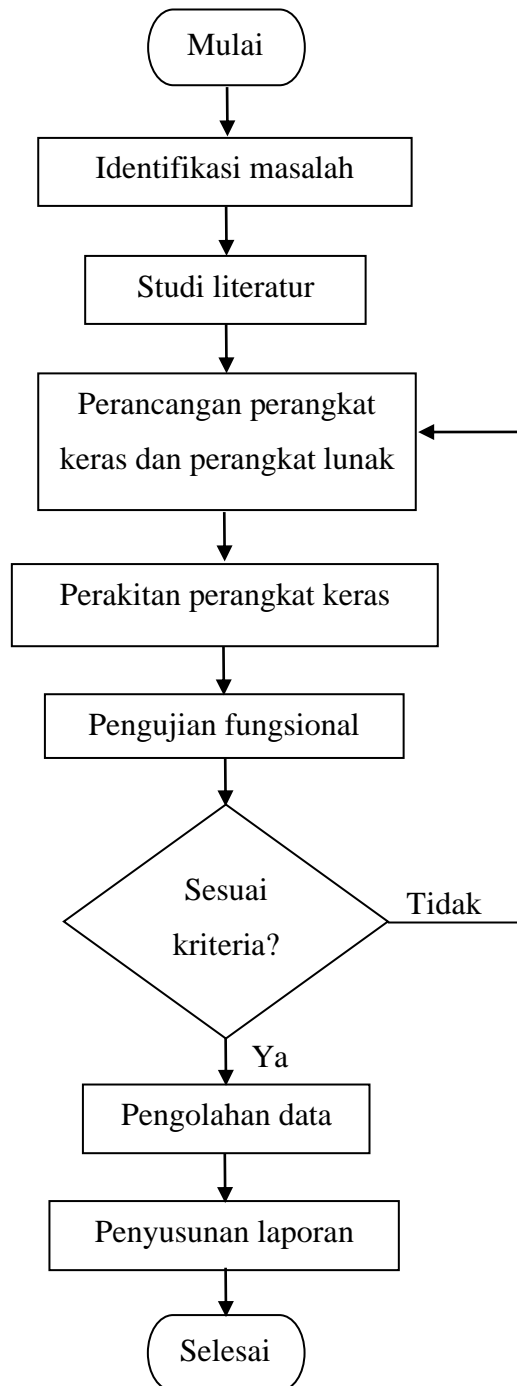
### 3.3.5 Analisis Data

Pada proses analisis data dilakukan perbandingan antara data dalam ruangan (terkontrol) dan data di luar ruangan (tidak terkontrol) dari data yang terkirim ke *platform*. Data yang telah di *download* dari *IP-Address* akan diolah di *Microsoft Excel* dan akan disajikan dalam bentuk grafik dan juga Analisa hasil kontrol RH dimana kelembapan udara yang diberikan sistem sesuai dengan kondisi kebutuhan tanaman dengan kriteria: *error steady state* RH diantara 2-5% dari *setting point* yang diberikan dan waktu menetap RH (*settling time*) adalah pendek (maksimum 5 menit).

### 3.3.6 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati ialah kondisi kelembapan *greenhouse* sesuai dengan *setting point* yang diberikan dan juga relatif stabil, kemudian perbandingan kelembapan udara di dalam ruangan (terkontrol) dan luar ruangan (tidak terkontrol) sesuai dengan tampilan LCD serta tampilan di *platform* (*monitoring*).

### 3.4 Diagram Alir



Gambar 4. Diagram Alir Prosedur Penelitian

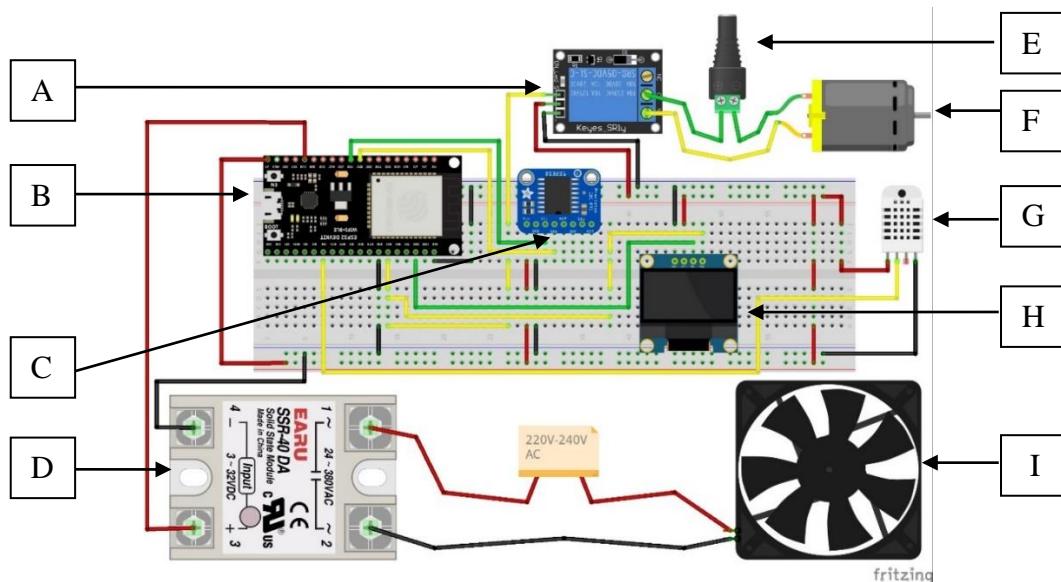
## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Deskripsi Hasil Perancangan

Pada penelitian ini *greenhouse* memiliki ukuran 8,25 m<sup>3</sup> dan kebutuhan air dalam 24 jam yaitu 75,08L. Setelah dilakukan penelitian sistem kontrol otomatisasi dalam *greenhouse* dan *monitoring* terhadap kelembapan udara didapatkan hasil melalui uji fungsional yakni sensor DHT22 dapat membaca nilai kelembapan udara yang selanjutnya ditampilkan pada LCD dan disimpan di *MicroSD card*. Data hasil pembacaan sensor yang telah direkam oleh mikrokontroler ESP32-WROOM-32, kemudian akan dikirim ke *platform* dengan bantuan jaringan internet. Pembacaan data sensor dapat dilihat melalui *website* [iot.agritech.unhas.ac.id](http://iot.agritech.unhas.ac.id) dan melalui *IP-Address*, serta sistem kontrol mampu menjaga kestabilan dan mempertahankan kelembapan udara agar tidak lebih dari kebutuhan tanaman. Hal ini ditunjukkan dengan nilai *overshoot* 1,8% dan memenuhi kriteria *setting time* kurang dari 5 menit.

#### 4.1.1 Perancangan Sistem Akuisisi Data

Hasil perancangan sistem akuisisi data yang dilaksanakan, diketahui pada Gambar 5, dimana sensor DHT22 adalah sensor suhu (*temperature*) dan kelembapan udara (*humidity*) yang pada penelitian ini digunakan untuk mengukur kelembapan udara dalam *greenhouse*, sensor DHT22 dapat bekerja dengan baik karena rata-rata hasil pengukuran kelembapan udara yang didapatkan masih berkisar di kisaran kebutuhan tanaman kailan yaitu 80-90%. ESP32-WROOM-32 merupakan pusat kendali dari sistem kontrol yang dapat memberi sinyal *input* data. RTC atau *Real Time Clock* merupakan komponen yang dapat menghitung waktu mulai dari detik hingga tahun. *Solid state relay* (SSR) adalah *electrical switch* yang digunakan sebagai *device* pengendali pada *exhaust fan* dan *relay 5V* juga merupakan *electrical switch* yang digunakan sebagai *device* pengendali pada pompa DC. LCD *oled 0,96"* adalah media tampilan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor DHT22. *microSD card* adalah komponen yang berfungsi untuk menyimpan data, dan pada penelitian ini data yang disimpan yaitu dari sensor DHT22 dan RTC secara *real time*.



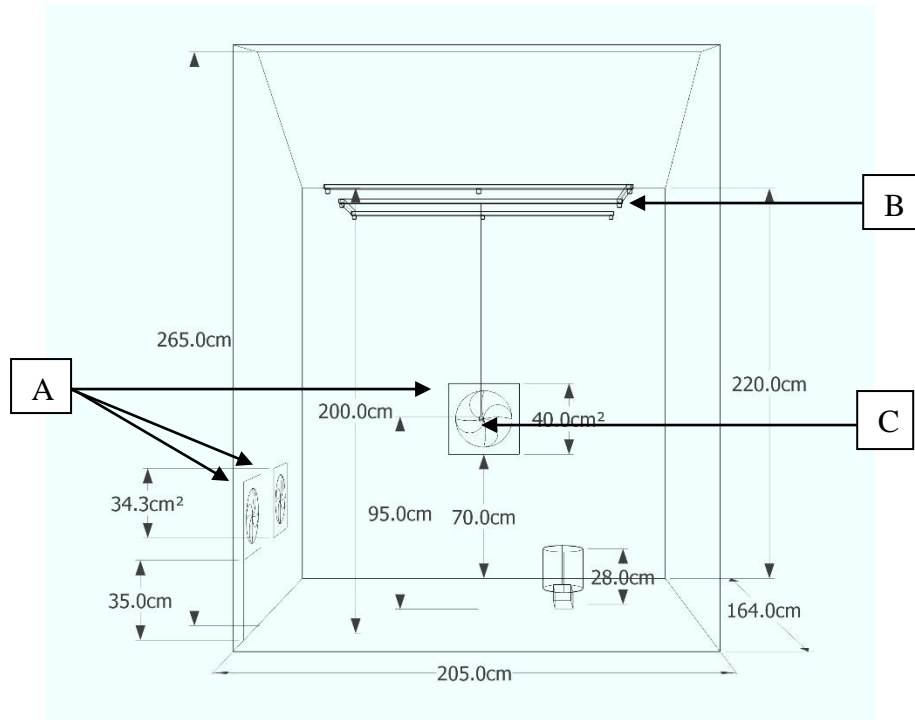
Gambar 5. Rancangan komponen sistem akuisisi data

Keterangan:

- A = Relay 5V DC 1 channel
- B = ESP32-WROOM-32
- C = RTC DS3231
- D = Solid state relay DC to AC
- E = connector jack
- F = Pompa DC
- G = Sensor DHT22
- H = LCD oled 0,96"
- I = Exhaust fan

#### 4.1.2 Perancangan Greenhouse

Perancangan *greenhouse* digambarkan dalam bentuk sketsa, dapat dilihat pada Gambar 6, dimana untuk ketinggian *nozzle* 200 cm, ketinggian sensor 95 cm, ketinggian kipas yang memiliki ukuran 40 cm<sup>2</sup> adalah 70 cm dan ketinggian kipas yang memiliki ukuran 34,3 cm<sup>2</sup> adalah 35 cm. Tinggi atap *greenhouse* 265 cm, tinggi belakang 220 cm dan tinggi depan 255 cm, lebar *greenhouse* 164 cm dan Panjang 205 cm. Dengan begitu *greenhouse* memiliki volume 8,25 m<sup>3</sup>.



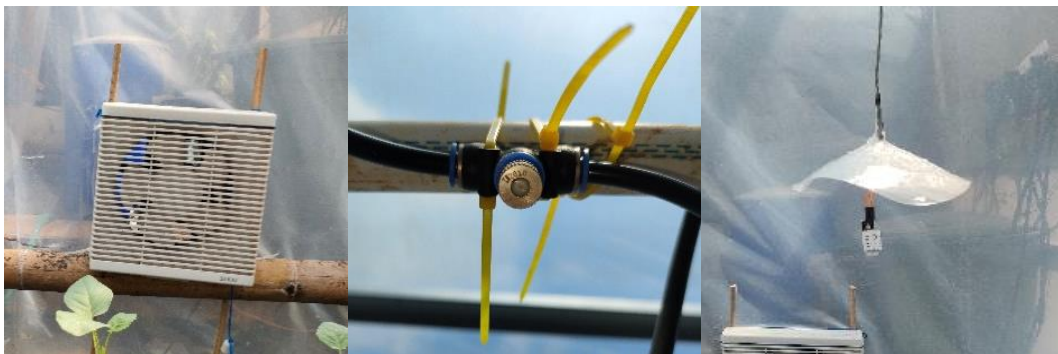
Gambar 6. Sketsa tampilan ruangan *greenhouse*

Keterangan:

A. *Exhaust Fan*

B. *Nozzle*

C. Sensor DHT22



Gambar 7. (a)*Exhaust fan*, (b)*Nozzle* dan (c)Sensor DHT22

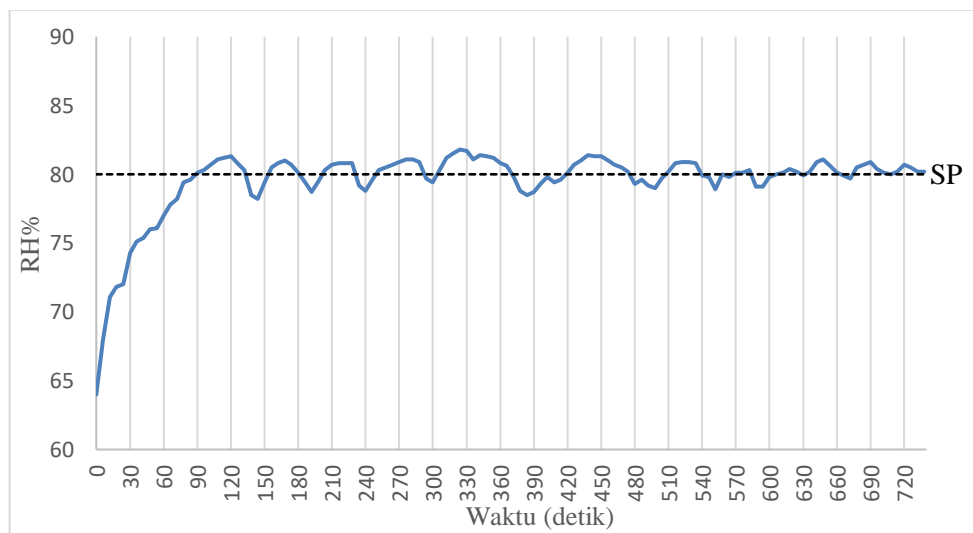
Dapat dilihat pada Gambar 7. (a)*Exhaust fan*. berfungsi untuk mengurangi RH atau mengeluarkan udara pada saat yang dibutuhkan. (b)*Nozzle* berfungsi untuk meningkatkan RH atau menambah kelembapan udara, dan (c)DHT22 berfungsi untuk membaca kelembapan udara (RH) untuk selanjutnya dikirim dan di proses oleh mikrokontroler kembali.

## 4.2 Uji Fungsional

Uji fungsional dilakukan di *greenhouse* dengan *volume* ruangan 8,25 m<sup>3</sup> dengan melakukan pengujian sistem kontrol dan pembacaan data melalui *platform* dengan tujuan untuk mengetahui apakah sistem berfungsi sesuai yang diharapkan.

### 4.2.1 Pengujian Sistem Kontrol

Hasil uji sistem kontrol berdasarkan RH yang diberikan, bekerja dengan baik pada besaran kelembapan udara dari RH awal 64% sampai batas *setting point* yang diberikan yaitu 80% pada ruangan yang terkontrol dalam program melalui pembacaan sensor DHT22.



Gambar 8. Grafik RH uji fungsi sistem kontrol

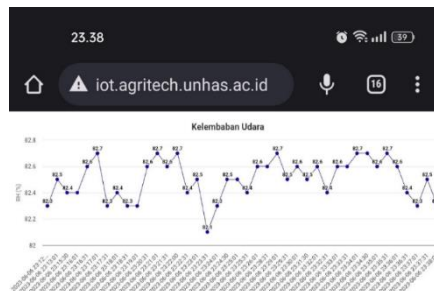
Pengujian ini dilakukan di siang hari pada pukul 14:20, dapat dilihat pada Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian fungsi kontrol kelembapan udara dengan menggunakan sensor DHT22 yang difungsikan untuk membaca nilai kelembapan udara, sehingga mampu menjaga kestabilan dan menjaga kelembapan udara. Hal ini di tunjukkan dengan nilai *overshoot* 1,8% dan waktu menetap RH kurang dari 5 menit. Menurut Rahmatullah (2014) sensor DHT22 memiliki elemen terbuat dari kapasitor polimer, performa sensor stabil dalam waktu yang lama dan memiliki rentang pengukuran kelembapan udara dari 0-100%. Sehingga hasil pengukuran data yang diperoleh relatif lebih stabil dan akurat.

Pengambilan data pengujian fungsi kontrol kelembapan udara dapat dilihat pada gambar 8, terlihat bahwa di detik 90 sistem telah mencapai *setting point*

yaitu RH 80% dengan demikian penerapan sistem kontrol ini dinyatakan berhasil. Ini menunjukkan syarat penerapan sistem kontrol telah terpenuhi yaitu waktu menetap RH untuk mencapai *settling time* adalah pendek yaitu kurang dari 5 menit.

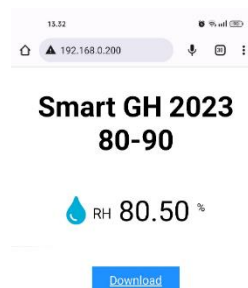
#### 4.2.2 Pembacaan Data

Pembacaan data sistem IoT yang telah dibuat sebelumnya dimulai dengan pembuatan bahasa program dengan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE, setelah dibuat dilakukan pengunggahan bahasa program. Setelah diunggah, sensor melakukan pembacaan nilai kelembapan udara dan modul RTC melakukan pembacaan waktu secara *real-time*, selanjutnya data akan diproses oleh ESP32-WROOM-32. Data yang telah diproses kemudian disimpan pada *micro sdCard* dan ditampilkan pada LCD I2C Serial 0,96 inch, lalu dikirim ke ESP32-WROOM-32 melalui perangkat jaringan yang terhubung ke *platform* yang dapat diamati melalui *website* [iot.agritech.unhas.ac.id](http://iot.agritech.unhas.ac.id). dan juga hasil dari pembacaan sensor dapat diunduh melalui IP-address dengan format file txt.



Gambar 9. Tampilan pada Website [iot.agritech.unhas.ac.id](http://iot.agritech.unhas.ac.id)

Tampilan di *website* “[iot.agritech.unhas.ac.id](http://iot.agritech.unhas.ac.id)” merupakan tampilan dengan model grafik yang memperlihatkan perubahan nilai kelembapan udara dari waktu ke waktu.



Gambar 10. Tampilan pada IP-Address

IP-Address dapat dibuka melalui *websate* dengan mengetik “192.168.0.200” dan dapat dilihat kondisi kelembapan udara secara *real time*. Pada *platfrom* ini berfungsi untuk melihat, menyimpan dan mengambil data kelembapan udara melalui database yang telah dibuat sebelumnya.

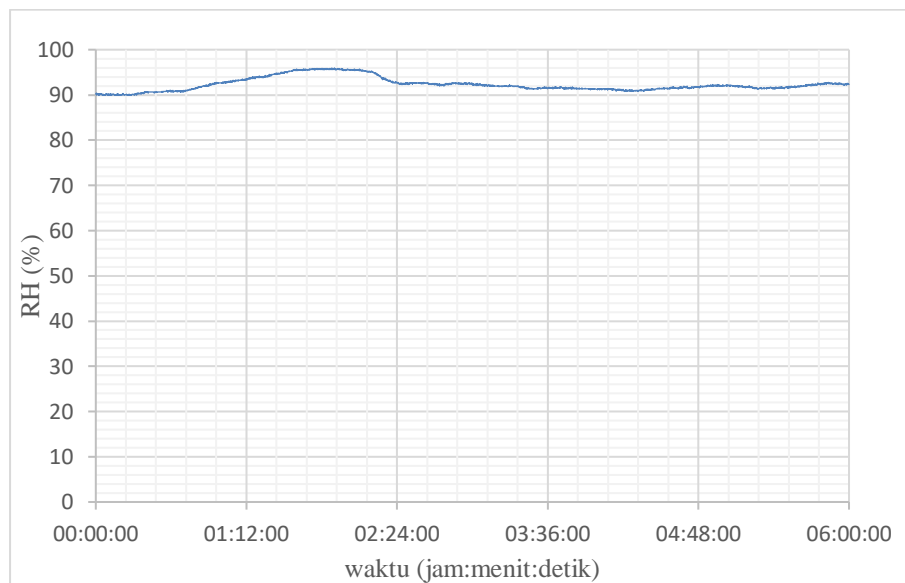
### 4.3 Pengujian Kelembapan Udara (RH)

Pengujian kelembapan udara dilakukan selama 24 jam dengan pengambilan data setiap 6 detik dan disimpan melalui *micro sdCard* dan *platform* [iot.agritech.unhas.ac.id](http://iot.agritech.unhas.ac.id). Pengujian ini dilakukan guna mengetahui hasil pembacaan sensor terhadap perubahan variabel yang diukur pada sistem kelembapan udara yang berada dalam ruangan (terkontrol) dan yang berada di luar ruangan (tidak terkontrol).

#### 4.3.1 Pengujian Kelembapan Udara Dalam Ruangan

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk melakukan pemantauan dan memastikan kelembapan udara pada ruangan tetap pada RH yang stabil, serta mencukupi kebutuhan kelembapan pada tanaman.

##### 4.3.1.1 Pengujian kelembapan udara dini hari sampai pagi hari



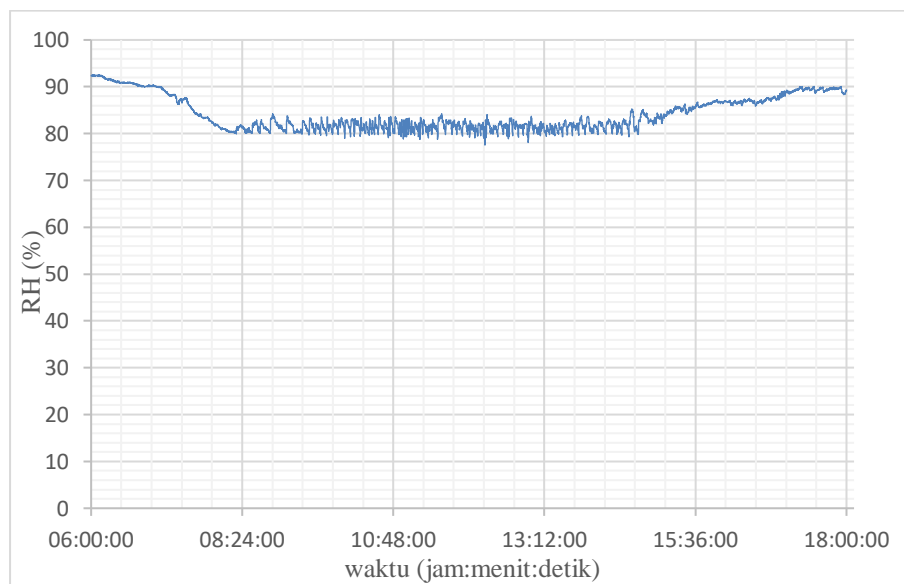
Gambar 11. Grafik hasil pengujian RH dini hari sampai pagi hari

Pada pengujian ini dilakukan pengambilan data kelembapan udara selama 6 jam yaitu mulai dari pukul 00:00:00 dini hari sampai pukul 06:00:00 pagi hari. Didapatkan nilai maksimum 95%, nilai minimum 89,9% dan nilai rata-rata



92,32%. Dimana 33 menit pertama RH stabil di angka 90% dan selanjutnya naik sampai angka tertinggi yaitu 95,9% pada pukul 01:52:48, hal itu menunjukkan ketidak mampuan *exhaust fan* dalam mengeluarkan kelembapan udara pada dini hari. Selain itu rata-rata kelembapan udara di kota Makassar pada bulan diambilnya data (Juni, 2023) yaitu 96,66% menurut Stasiun Meteorologi Maritim Potere. Atau [http://dataonline.bmkg.go.id/akses\\_data](http://dataonline.bmkg.go.id/akses_data). Kemudian RH Kembali turun sampai 92% pukul 51:00:00 dan relatif stabil sampai pukul 06:00:00 dengan rata-rata nilai 92,59%.

#### 4.3.1.2 Pengujian kelembapan udara pagi sampai sore hari

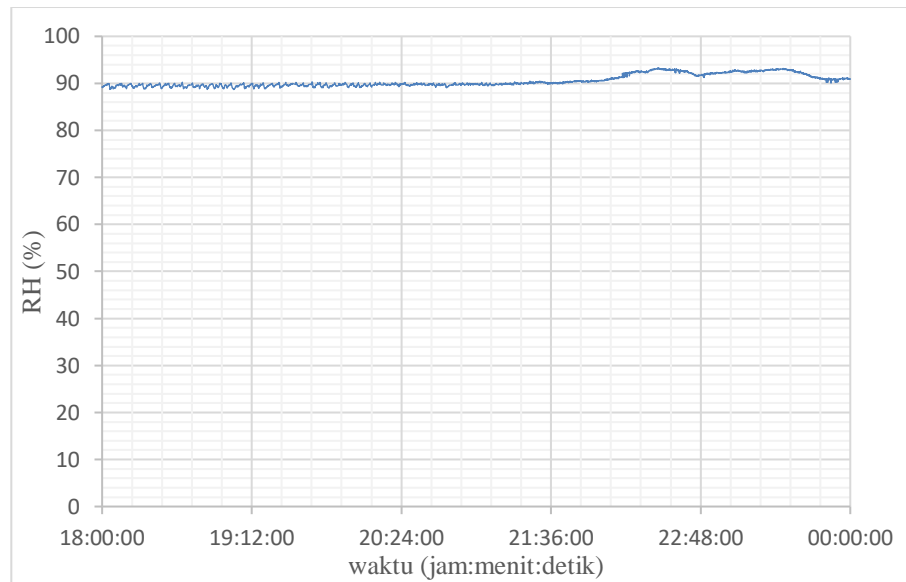


Gambar 12. Grafik hasil pengujian RH pagi sampai sore hari

Pada pengujian ini dilakukan pengambilan data kelembapan udara selama 12 jam yakni mulai dari pukul 06:00-18:00, dimana yang sebelumnya RH susah untuk turun, pada pukul 06:24:24 RH mulai turun di angka 90% dan terus turun sampai RH 80% pada pukul 08:03:54 dan terus stabil sampai pukul 14:35:06 dan memiliki rata-rata 81,46%, kemudian RH Kembali naik sampai 90% pada pukul 17:15:18.

Didapatkan nilai RH selama 12 jam yaitu nilai maksimum 92,6%, nilai minimum 77,6% dan nilai rata-rata 84,17%. Hal ini sesuai dengan pendapat (Puspasari *et al.*, 2020) Selisih penunjukan nilai kelembapan pada sensor DHT22 sesuai dengan data sheet sensor DHT22 yaitu kelembapan yang terukur harus tidak lebih dari 5%. Hal ini menunjukkan bahwa kelembapan udara yang berada dalam ruangan pada pagi hingga sore hari dapat terkontrol dengan baik.

#### 4.3.1.3 Pengujian kelembapan udara sore sampai malam hari



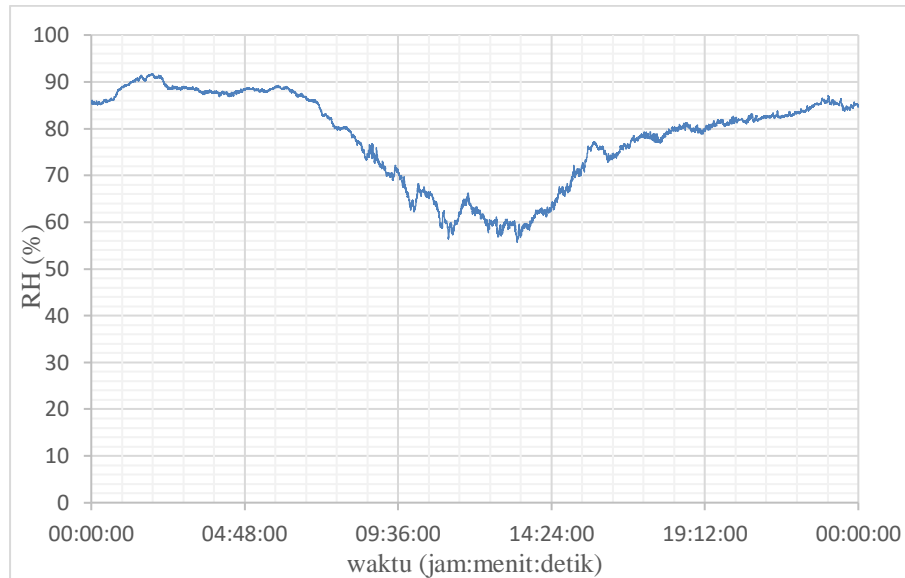
Gambar 13. Grafik Hasil pengujian RH sore sampai malam hari

Pada pengujian ini dilakukan pengambilan data kelembapan udara selama 6 jam yakni mulai dari pukul 18:00 sore sampai 00:00 malam hari, didapatkan nilai maksimum 93,3%, nilai minimum 88,7% dan nilai rata-rata 90,52%.

Pada pukul 18:00:00 sampai pukul 22:03:54 didapatkan RH relatif stabil dengan nilai rata-rata 89,73%, kemudian RH naik sampai 93,3% pada pukul 22:27:24 dan stabil sampai pukul 23:29:18 dengan rata-rata 92,53%, kemudian turun kembali sampai 90% pukul 23:45:24 sampai pukul 00:00:00 dengan rata-rata 90,88%.

#### 4.3.2 Pengujian Kelembapan Udara Luar Ruangan

Pemantauan RH di luar ruangan dilakukan dengan tujuan untuk melihat perubahan kelembapan udara di luar *greenhouse* tanpa adanya kontrol RH dan menjadi pembanding terhadap RH ruangan *greenhouse* yang dikontrol.



Gambar 14. Grafik hasil pengujian RH luar ruangan

Pada Gambar 14, menunjukkan hasil pengujian nilai RH yang didapatkan jauh dari minimum kebutuhan tanaman yaitu 80% (RH minimum tanaman kailan), pada pengujian ini didapatkan RH terendah di siang hari pada pukul 13:19:42 nilai yang diperoleh di angka 55,7% dan nilai maksimum diperoleh pada dini hari pada pukul 01:53:06 di angka 91,8%. Perbedaan kelembapan udara minimum kebutuhan tanaman dan RH yang didapatkan yaitu sebesar 24,3% rendahnya kelembapan udara pada siang hari tidak dapat memenuhi kebutuhan tanaman, menurut Orene (2020), yang menyatakan bahwa apabila kelembapan udara rendah, maka laju transpirasi meningkat dan penyerapan zat-zat air akan meningkat, hal itu akan meningkatkan ketersediaan nutrisi untuk tanaman. Hal ini juga sependapat dengan Marliyantii *et al.*,(2018) Pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi oleh kelembapan udara. Apabila RH berada di luar batas, maka tanaman akan terganggu pertumbuhannya. Setiap golongan memerlukan kelembapan udara yang berbeda-beda untuk pertumbuhan optimalnya.

#### 4.3.3 Perbandingan RH Dalam dan Luar *Greenhouse*.

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk melakukan pemantauan perbandingan kelembapan udara yang berada di dalam ruangan (terkontrol) dan yang berada di luar ruangan (tidak terkontrol).

Tabel 2. Perbandingan RH dalam dan luar *greenhouse*

	<b>RH dalam <i>greenhouse</i></b>	<b>RH luar <i>greenhouse</i></b>	<b>Selisih RH</b>
<b>maksimum</b>	95,90%	91,80%	4,10%
<b>minimum</b>	77,60%	55,70%	21,90%
<b>Rata-rata</b>	87,79%	78,20%	9,59%

Pada pengujian ini dilakukan pengambilan data perbandingan kelembapan udara di dalam ruangan dan di luar ruangan selama 24 jam, dapat dilihat pada Tabel 1 dimana selisih RH minimum yaitu 21,9% dan selisih 24,3% dari kebutuhan RH minimum tanaman yaitu 80%. Perbandingan maksimum kelembapan udara dalam ruangan dan luar ruangan yaitu selisih 4,1%, dimana keduanya terjadi pada dini hari dan rata-rata selisih kelembapan udara dalam dan luar ruangan yaitu 9,59%. Kelembapan dalam ruangan terlihat lebih stabil dibandingkan kelembapan di luar ruangan. Hal ini sesuai dengan pendapat Rianti & Prastyo (2022) yang menyatakan bahwa dengan penggunaan alat otomatis pengatur kelembapan udara, maka sebaran kelembapan udara menjadi lebih merata dan lebih terkontrol sesuai kondisi yang dibutuhkan tanaman.

#### 4.4 Kebutuhan Air

Penggunaan *misting* sebagai pengendali kelembapan udara memanfaatkan tetesan partikel air yang terpecah jadi butiran halus untuk meningkatkan kandungan uap air di udara. Penggunaan air untuk kelembapan udara pada tanaman kailan cukup tinggi karena selain kebutuhan RH tanaman kailan yang tinggi juga dipengaruhi oleh faktor suhu yang tinggi menyebabkan kebutuhan air juga cukup tinggi.

Tabel 3. Kebutuhan air selama 24 jam

<b>Pengambilan Data (pukul)</b>	<b>Suhu (°C)</b>	<b>Pengurangan Volume Air (Liter)</b>
08:00	31,00	Mengisi penuh
12:00	32,60	31,67
16:00	32,50	26,98
08:00	30,60	16,43

Pengambilan data kebutuhan air dilakukan untuk mengetahui kebutuhan air yang digunakan selama 24 jam. Dimulai pada pukul 08:00 bak penampungan air diisi sampai penuh kemudian pada pukul 12:00 terdapat pengurangan volume air sebesar 32,67 Liter, kemudian pada sore hari yaitu pukul 16:00 terdapat pengurangan sebanyak 26,98 Liter dan keesokan harinya pada pukul 08:00 berkurang sebanyak 16,43 Liter sehingga kebutuhan air selama 24 jam adalah 75,08 Liter.

Dapat dilihat pada Tabel 3 rata-rata suhu udara tidak terlalu tinggi hal itu menunjukkan bahwa debit *misting* mampu menurunkan suhu panas dalam *greenhouse* dan juga meningkatkan kelembapan udara, karena banyaknya tetesan partikel air yang tidak menguap dan jumlah uap air yang dapat ditampung oleh udara berkurang sehingga jatuh ke permukaan *greenhouse*. Hal ini sesuai pernyataan Eduard *et al.*, (2022) bahwa saat suhu udara naik udara dapat menampung lebih banyak molekul air sehingga menyebabkan kelembapan udara menurun, sebaliknya jika suhu turun, udara tidak dapat menahan molekul air sehingga menyebabkan kelembapan meningkat.

## 5 PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai otomatisasi dan *monitoring* kelembapan udara dalam *greenhouse*, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem mampu memonitor perubahan nilai RH dalam dan luar ruangan *greenhouse* secara *real-time* melalui *platform*.
2. Sistem mampu mencukupi kebutuhan RH tanaman Kailan dari pagi hingga malam hari, sedangkan pada dini hari hingga pagi sistem belum mampu menurunkan RH.

## DAFTAR PUSTAKA

- Eduard, R., Ruslan, W., Iskandar, I., & Setyanto, D. (2022). Setting Temperature and Humidity with a Misting System in a Pilot Greenhouse at Cisauk-Tangerang, Indonesia. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(18).
- Furqon, H., Handarto, & Saukat, M. (2022). Uji Kinerja Pengoperasian Sistem Pendinginan Pengabutan pada Greenhouse di. *National Multidisciplinary Sciences*, 1(2), 109–115.
- Hudhajanto, R. P., Mulyadi, I. H., & Sandi, A. A. (2022). Wearable Sensor Device berbentuk Face Shield untuk Memonitor Detak Jantung berbasis IoT. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 6(1), 87–92.
- Jannah, M. (2017). Rancang Bangun Rumah Tanaman dengan Sistem Kontrol Temperatur dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3. In *Skripsi*.
- Junaedi, I. N. A., Amrita, A. A. N., & Setiawan, I. N. (2022). Implementasi Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis IoT pada Plant Factory Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Udayana. *Jurnal SPEKTRUM*, 9(2), 8–19.
- Khaidir, M., Hasibuan, S., & Ridwan, L. (2018). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Kailan (*Brassica oleraceae*) terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair Hormon Tanaman Unggul (Hantu) dan Pupuk Urea. *BERNAS Agricultural Research Journal*, 14(2), 69–76.
- Marliyantii, Sukmawaty, & Putra, G. M. D. (2018). *Sistem Monitoring Greenhouse Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno “Studi Kasus Tanaman Bayam Merah (Amaranthus tricolor).”*
- Ninja, Wasi’an, E. S. (2012). Respon Tanaman Kailan Terhadap Pupuk Bokashi Jerami Padi pada Tanah Aluvial. *Universitas Tanjungpura Pontianak*, 1, 1–5.
- Nursyamsi. (2020). *Penerapan Sistem Kontrol Expert pada Mesin Pengering Kakao (Theobroma Cacao L.) Tipe Tumpukan (Vol. 2, Issue 1) [Universitas Hasanuddin]*.
- Orene, B. (2020). Artikel ilmiah jurusan budidaya pertanian universitas tanjungpura pontianak. *Journal of Agrotech*, 10, 1–12.
- Pratama, E. W., & Kiswantono, A. (2023). Electrical Analysis Using ESP-32 Module In Realtime. *JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences)*, 7(2),
- Puspasari, F., Satya, T. P., Oktiawati, U. Y., Fahrurrozi, I., & Prisyanti, H. (2020). Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohyrometer Standar. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 16(1), 40–45.
- Rahmatullah, W. (2014). *Rancang Bangun Data Logger Berbasis Sensor DHT22 untuk Mengukur Suhu dan Kelembaban Habitat Satwa Herpetofauna Secara Real-Time*. Institut Pertanian Bogor.
- Rianti, K. P. K., & Prastyo, Y. (2022). Analisis Penggunaan Sensor Suhu Dan Kelembaban Untuk Monitoring Lingkungan Greenhouse Berbasis Arduino.

*Antivirus : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 16(2), 200–210.

- Simanjuntak, D. B., Widodo, B., & Ignatius, J. (2021). *Sistem Pengendalian Suhu dan Kelembaban pada Bilik Disinfektan Berbasis Blynk Dengan Menggunakan NodeMCU ESP8266*. 4(September 2020), 1–8.
- Sujadi, H., & Nurhidayat, Y. (2019). Smart Greenhouse Monitoring System Based on Internet of Things. *Jurnal J-Ensitem*, 6(1), 371–377.
- Susilowati, E., Triyono, S., & Sugianti, C. (2015). Pengaruh Jarak Lampu Neon terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*) dengan Sistem Hidroponik Sumbu di Dalam Ruangan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol*, 4(4), 293–304.
- Syadza, Q., Permana, A. G., & Ramadan, D. N. (2018). Pengontrolan dan Monitoring Prototype Greenhouse Menggunakan Mikrokontroler dan Firebase. *Eproceeding Telkom University Open Library*, 4(1), 192–197.
- Yudaningtyas, E. (2017). *Belajar Sistem Kontrol: soal dan pembahasan*. Universitas Brawijaya Press.



## LAMPIRAN

### **Lampiran 1. Spesifikasi ESP32-WROOM-32**

---

Tampilan modul	SD card, SPI, SDIO, I2C, LED PWM, GPIO, ADC, DAC
Sensor pada chip	Hall sensor
Power supply	3,0 ~ 3,6 V
Arus pada saat operasi	Average: 80 mA
Arus minimum yang dikirimkan oleh catu daya	500 mA
Rekomendasi batas suhu	-40°C ~ +85°C
Moisture sensitivity level (MSL)	Level 3
Wifi & frekuensi	Up to 150 Mbps; 2,5 GHz
Bluetooth	Versi 4.2 BR/EDR and BLE specification

---

### **Lampiran 2. Spesifikasi Sensor DHT22**

---

Power supply	3,3-6V DC
Output signal	Digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Jangkauan operasi	Humidity 0-100%RH; temperature -40~80°C
Accuracy	Humidity +-2%(Max+-5%)RH; temperature <+- 0,5°C
Pengulangan	Humidity+-1%RH; temperature+-0.2°C
Stabilitas jangka Panjang	+/-0,5%RH/tahun
Priode pengindraan	Rata-rata: 2 detik
Dimensi	22 x 28 x 5mm

---

---

**Lampiran 3. Spesifikasi *Exhaust fan* Sekai WEF 1090**

---

Tegangan / Frekuensi	220 V~ 50Hz
RPM	1350
Ukuran baling-baling	25 cm / 10 Inch
Speed	2 Speed in and out
Daya masuk	35 watt
Daya keluar	35 watt
Volume angin (CFM) speed	385 CFM
Motor Temp.	57,5K Sesuai SNI
Body & blade	Plastic
Base	exhaust fan
Dimensi	34,3x34,3x14,4 cm
Berat	2024 gram

---

**Lampiran 4. Spesifikasi *Exhaust fan* Panasonic FV-30RUN5**

---

Tegangan	220 V
Frekuensi	50 Hz
Berat	3,9 Kg
Konsumsi daya (W)	Max 24; Min 19
RPM exhaust	Max 833; Min 833
RPM intake	Max 879; Min 741
Volume udara (m <sup>3</sup> /min)	19,2 Exhaust; 12,5 Intake
Kebisingan (dB)	43 Exhaust; 44 Intake

---

**Lampiran 5. Hasil Pengukuran Kelembapan dalam dan Luar *Greenhouse*.**

waktu (s)	dalam <i>greenhouse</i>		waktu (s)	luar <i>greenhouse</i>	
	suhu (°C)	RH (%)		suhu (°C)	RH (%)
00:00:00	25,7	90,2	00:00:00	26,3	85,6
00:00:06	25,7	90,2	00:00:06	26,3	85,5
00:00:12	25,8	90,3	00:00:18	26,3	85,5
00:00:18	25,8	90,4	00:00:30	26,2	85,7
00:00:24	25,8	90,2	00:00:36	26,3	85,5
00:00:30	25,7	90	00:00:42	26,3	85,6
00:00:36	25,8	90,1	00:00:48	26,2	85,3
00:00:42	25,8	90,1	00:01:00	26,3	85,5
00:00:48	25,8	90,3	00:01:06	26,3	85,7
00:00:54	25,8	90,2	00:01:12	26,3	86
00:01:00	25,8	90,3	00:01:18	26,3	86,1
00:01:06	25,8	90,1	00:01:30	26,3	86,1
00:01:12	25,8	90,2	00:01:36	26,2	85,8
00:01:18	25,7	90,3	00:01:42	26,3	85,6
00:01:24	25,8	90	00:01:48	26,3	85,7
00:01:30	25,8	90,2	00:02:00	26,3	85,5
00:01:36	25,7	90,1	00:02:12	26,3	85,5
00:01:42	25,7	90,1	00:02:18	26,4	85,3
00:01:48	25,7	90,2	00:02:24	26,3	85,5
00:01:54	25,8	90,1	00:02:30	26,3	85,5
00:02:00	25,8	90,2	00:02:42	26,3	85,2
00:02:06	25,8	90,1	00:02:48	26,3	85,4
00:02:12	25,8	90,2	00:02:54	26,3	85,4
00:02:18	25,7	90,2	00:03:00	26,3	85,5
00:02:24	25,8	90,2	00:03:12	26,3	85,6
00:02:30	25,8	90,3	00:03:24	26,3	85,3
00:02:42	25,7	90,1	00:03:30	26,3	85,3
00:02:48	25,8	90,1	00:03:36	26,2	85,2
00:02:54	25,7	90,2	00:03:42	26,3	85,3
00:03:00	25,7	90,1	00:03:54	26,3	85,5
00:03:06	25,7	90,1	00:04:00	26,3	85,6
00:03:12	25,8	90	00:04:06	26,3	85,7
00:03:18	25,7	90,1	00:04:12	26,3	85,6
00:03:24	25,7	90	00:04:24	26,4	85,7
00:03:30	25,8	90,2	00:04:30	26,3	85,6
00:03:36	25,7	90	00:04:36	26,3	85,7
00:03:42	25,7	90	00:04:42	26,2	85,6

**Lanjutan Lampiran 5**

Waktu (s)	<i>Dalam greenhouse</i>		Waktu (s)	<i>Luar greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		suhu (°C)	RH (%)
00:03:48	25,7	90	00:04:54	26,3	85,8
00:03:54	25,7	90	00:05:06	26,2	85,8
00:04:00	25,8	89,9	00:05:12	26,2	85,8
00:04:06	25,8	90	00:05:18	26,3	85,7
00:04:12	25,7	90,1	00:05:24	26,3	85,7
00:04:18	25,8	90	00:05:36	26,3	85,6
00:04:24	25,7	90,1	00:05:48	26,2	85,6
00:04:30	25,8	90	00:05:54	26,2	85,6
00:04:36	25,7	89,9	00:06:00	26,2	85,4
00:04:42	25,7	90	00:06:06	26,3	85,5
00:04:48	25,7	90,2	00:06:18	26,2	85,5
00:04:54	25,7	90,2	00:06:24	26,3	85,4
00:05:00	25,8	90,3	00:06:30	26,3	85,4
00:05:06	25,7	90,2	00:06:36	26,3	85,3
00:05:12	25,7	90,2	00:06:48	26,3	85,2
00:05:18	25,8	90,1	00:06:54	26,2	85,3
00:05:24	25,8	90,2	00:07:00	26,2	85,4
00:05:30	25,7	90,1	00:07:06	26,4	85,3
00:05:36	25,7	90,1	00:07:18	26,3	85,3
00:05:42	25,8	90	00:07:30	26,3	85,5
00:05:48	25,7	90,1	00:07:36	26,3	85,5
00:05:54	25,8	90,2	00:07:42	26,3	85,4
00:06:00	25,7	90	00:07:48	26,3	85,4
00:06:06	25,7	90,2	00:08:00	26,3	85,4
00:06:12	25,7	90	00:08:06	26,2	85,3
00:06:18	25,8	90,1	00:08:12	26,2	85,3
00:06:24	25,7	90,2	00:08:18	26,3	85,3
00:06:30	25,8	90	00:08:30	26,3	85,5
00:06:36	25,8	90,1	00:08:36	26,3	85,5
00:06:42	25,7	89,9	00:08:42	26,3	85,5
00:06:54	25,8	90,1	00:08:48	26,3	85,3
00:07:00	25,7	90	00:09:00	26,3	85,3
00:07:06	25,7	90,3	00:09:12	26,2	85,4
00:07:12	25,8	90,1	00:09:18	26,3	85,3
00:07:18	25,7	90,2	00:09:24	26,3	85,4
00:07:24	25,8	90,1	00:09:30	26,3	85,5
00:07:30	25,8	90	00:09:42	26,3	85,6
00:07:36	25,7	90,1	00:09:54	26,3	85,9

## Lanjutan Lampiran 5

Waktu (s)	Dalam <i>greenhouse</i>		Waktu (s)	Luar <i>greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
00:07:42	25,7	90,1	00:10:00	26,2	85,8
00:07:48	25,7	90,1	00:10:12	26,3	85,8
00:07:54	25,7	90,1	00:10:24	26,3	85,6
00:08:00	25,7	90,2	00:10:30	26,3	85,5
00:08:06	25,7	90,2	00:10:36	26,3	85,4
00:08:12	25,7	90,1	00:10:42	26,3	85,5
00:08:18	25,7	90,1	00:10:54	26,3	85,3
00:08:24	25,7	90,2	00:11:06	26,3	85,1
00:08:36	25,7	90,2	00:11:12	26,3	85,2
00:08:42	25,7	90,1	00:11:18	26,3	85,1
00:08:48	25,7	90,1	00:11:24	26,3	85,2
00:08:54	25,7	90	00:11:36	26,2	85,1
00:09:00	25,7	90	00:11:48	26,2	85,1
00:09:06	25,7	90	00:11:54	26,3	85,2
00:09:12	25,7	90,1	00:12:00	26,2	85,3
00:09:18	25,8	90	00:12:06	26,3	85,2
00:09:24	25,8	90,1	00:12:18	26,3	85,2
00:09:30	25,7	89,9	00:12:24	26,2	85,2
00:09:36	25,7	90,1	00:12:30	26,3	85,2
00:09:42	25,8	90,1	00:12:36	26,3	85,2
00:09:48	25,7	90,1	00:12:48	26,2	85,1
00:09:54	25,7	90	00:13:00	26,3	85,2
00:10:00	25,7	90,2	00:13:06	26,3	85,2
00:10:06	25,7	90	00:13:12	26,2	85,6
00:10:12	25,7	90,2	00:13:18	26,3	85,6
00:10:18	25,8	90,1	00:13:30	26,3	85,7
00:10:24	25,7	90,1	00:13:36	26,3	85,6
00:10:30	25,8	90,3	00:13:42	26,3	85,5
00:10:36	25,8	89,9	00:13:48	26,3	85,4
00:10:42	25,7	90,1	00:14:00	26,3	85,6
00:10:48	25,7	90	00:14:06	26,3	85,7
00:10:54	25,7	90	00:14:12	26,3	85,4
00:11:00	25,8	89,9	00:14:18	26,3	85,7
00:11:06	25,7	90	00:14:30	26,3	85,7
00:11:12	25,7	90	00:14:42	26,2	85,7
00:11:18	25,7	90	00:14:48	26,2	85,6
00:11:24	25,7	90,1	00:14:54	26,2	85,6

## Lanjutan Lampiran 5

Waktu (s)	Dalam <i>greenhouse</i>		Waktu (s)	Luar <i>greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
00:11:30	25,8	90,1	00:15:00	26,2	85,5
00:11:36	25,8	90	00:15:12	26,2	85,4
00:11:42	25,7	90,1	00:15:24	26,2	85,3
00:11:48	25,7	90,1	00:15:30	26,2	85,5
00:11:54	25,7	90,1	00:15:36	26,2	85,5
00:12:00	25,7	90,1	00:15:42	26,2	85,3
00:12:06	25,7	90	00:15:54	26,2	85,2
00:12:12	25,8	90	00:16:00	26,3	85,3
00:12:24	25,7	89,9	00:16:06	26,2	85,3
00:12:30	25,7	90,1	00:16:12	26,2	85,2
00:12:36	25,7	90,2	00:16:24	26,2	85,3
00:12:42	25,6	90,2	00:16:36	26,2	85,3
00:12:48	25,7	90,1	00:16:42	26,2	85,2
00:12:54	25,8	90,3	00:16:48	26,2	85,3
00:13:00	25,7	90,3	00:16:54	26,2	85,3
00:13:06	25,7	90,2	00:17:06	26,2	85,2
00:13:12	25,8	90,1	00:17:12	26,2	85,3
00:13:18	25,8	90,1	00:17:18	26,2	85,3
00:13:24	25,6	90,1	00:17:24	26,2	85,2
00:13:30	25,7	90,1	00:17:36	26,2	85,1
00:13:36	25,7	90,1	00:17:48	26,2	85,4
00:13:42	25,7	90	00:17:54	26,2	85,5
00:13:48	25,7	90	00:18:00	26,3	85,5
00:13:54	25,7	90	00:18:06	26,2	85,5
00:14:00	25,7	90	00:18:18	26,2	85,4
00:14:06	25,6	90,1	00:18:30	26,2	85,4
00:14:12	25,7	90,1	00:18:36	26,3	85,4
00:14:18	25,7	90,1	00:18:42	26,1	85,4
00:14:24	25,7	90,1	00:18:48	26,2	85,4
00:14:30	25,6	90,1	00:19:00	26,2	85,4
00:14:36	25,7	90,1	00:19:06	26,2	85,4
00:14:42	25,7	90,2	00:19:12	26,2	85,3
00:14:48	25,7	90	00:19:18	26,2	85,5
00:15:00	25,7	90,1	00:19:30	26,2	85,4
00:15:06	25,7	90,1	00:19:36	26,2	85,4
00:15:12	25,7	90	00:19:42	26,2	85,4
00:15:18	25,7	90,1	00:19:48	26,2	85,4
00:15:24	25,6	90	00:20:00	26,2	85,5

## Lanjutan Lampiran 5

Waktu (s)	Dalam <i>greenhouse</i>		Waktu (s)	Luar <i>greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
00:15:30	25,7	90,1	00:20:12	26,2	85,4
00:15:36	25,6	90	00:20:18	26,2	85,5
00:15:42	25,6	89,9	00:20:24	26,2	85,6
00:15:48	25,7	90,1	00:20:30	26,2	85,5
00:15:54	25,7	90,2	00:20:42	26,1	85,6
00:16:00	25,6	90	00:20:48	26,2	85,6
00:16:06	25,7	90,1	00:20:54	26,2	85,5
00:16:12	25,7	90	00:21:00	26,3	85,7
00:16:18	25,7	90	00:21:12	26,3	85,5
00:16:24	25,7	90	00:21:24	26,2	85,6
00:16:30	25,6	90	00:21:30	26,2	85,4
00:16:42	25,6	89,9	00:21:36	26,2	85,5
00:16:48	25,7	90	00:21:42	26,1	85,5
00:16:54	25,6	89,9	00:21:54	26,1	85,7
00:17:00	25,6	90,1	00:22:00	26,2	85,6
00:17:06	25,7	90,1	00:22:06	26,2	85,6
00:17:12	25,6	90,1	00:22:12	26,2	85,6
00:17:18	25,7	90,1	00:22:24	26,1	85,8
00:17:24	25,7	90,2	00:22:36	26,1	85,8
00:17:36	25,7	90,1	00:22:42	26,1	85,7
00:17:42	25,7	90,1	00:22:48	26,1	85,8
00:17:48	25,6	90,1	00:22:54	26,1	85,8
00:17:54	25,7	90,1	00:23:06	26,1	85,8
00:18:00	25,7	90,1	00:23:12	26,2	85,7
00:18:06	25,6	90,1	00:23:18	26,2	85,8
00:18:12	25,7	90,2	00:23:24	26,1	86
00:18:18	25,6	90,2	00:23:36	26,1	85,9
00:18:30	25,7	90	00:23:48	26,1	86
00:18:36	25,6	90,2	00:24:00	26	86,1
00:18:42	25,7	90,2	00:24:06	26,1	86
00:18:48	25,7	90,1	00:24:12	26	86,1
00:18:54	25,7	90,2	00:24:18	26,1	86,2
00:19:00	25,6	90,2	00:24:30	26,1	86
00:19:06	25,6	90,3	00:24:36	26,1	86,1
00:19:12	25,6	90,2	00:24:42	26,1	86,1
00:19:18	25,6	90,1	00:24:48	26	86,1
00:19:24	25,6	90	00:25:00	26,1	85,8
00:19:30	25,6	90,2	00:25:06	26,1	85,9

## Lanjutan Lampiran 5

Waktu (s)	Dalam <i>greenhouse</i>		Waktu (s)	Luar <i>greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
00:19:36	25,6	90,2	00:25:12	26	85,9
00:19:42	25,6	90,2	00:25:18	26,1	85,9
00:19:48	25,6	90,4	00:25:30	26	85,9
00:19:54	25,6	90,3	00:25:42	26	86,2
00:20:00	25,7	90,3	00:25:48	26	86,1
00:20:12	25,7	90,3	00:25:54	26	86
00:20:18	25,6	90,4	00:26:00	26,1	85,9
00:20:24	25,6	90,4	00:26:12	26	86
00:20:30	25,6	90,3	00:26:24	26,1	86
00:20:36	25,6	90,2	00:26:30	26	86
00:20:42	25,6	90,3	00:26:36	26,1	86
00:20:48	25,6	90,3	00:26:42	26	86
00:20:54	25,6	90,3	00:26:54	25,9	86,1
00:21:06	25,6	90,3	00:27:00	26	86,1
00:21:12	25,6	90,4	00:27:06	26,1	86,3
00:21:18	25,6	90,4	00:27:12	26,1	86,1
00:21:24	25,6	90,3	00:27:24	26,1	86
00:21:30	25,5	90,2	00:27:36	26	85,8
00:21:36	25,6	90,4	00:27:42	26	85,6
00:21:42	25,6	90,4	00:27:48	26	85,9
00:21:48	25,6	90,3	00:27:54	26,1	85,9
00:21:54	25,6	90,4	00:28:06	26	85,7
00:22:00	25,6	90,4	00:28:18	26,1	85,7
00:22:06	25,6	90,3	00:28:24	26	85,8
00:22:12	25,6	90,4	00:28:30	26	85,6
00:22:18	25,6	90,4	00:28:36	26,1	85,7
00:22:24	25,6	90,4	00:28:48	26	86
00:22:30	25,5	90,4	00:28:54	26	85,9
00:22:36	25,6	90,5	00:29:00	26,1	85,9
00:22:42	25,6	90,5	00:29:06	26,1	85,9
00:22:48	25,6	90,3	00:29:18	26,1	85,9
00:22:54	25,6	90,4	00:29:30	26,1	85,8
00:23:00	25,5	90,4	00:29:36	26,1	85,7
00:23:06	25,5	90,4	00:29:42	26,1	85,9
00:23:12	25,6	90,5	00:29:48	26,1	85,9
00:23:18	25,5	90,6	00:30:00	26,1	85,8
00:23:24	25,5	90,5	00:30:06	26,1	85,6
00:23:30	25,6	90,6	00:30:12	26,1	85,7



### Lanjutan Lampiran 5

Waktu (s)	<i>Dalam greenhouse</i>		Waktu (s)	<i>Luar greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
00:23:42	25,5	90,5	00:30:18	26	85,7
00:23:48	25,5	90,5	00:30:30	26,1	85,8
00:23:54	25,6	90,6	00:30:36	26	85,8
00:24:00	25,5	90,6	00:30:42	26	85,9
00:24:06	25,5	90,5	00:30:48	26	86
00:24:12	25,6	90,6	00:31:00	26,1	85,9
00:24:18	25,5	90,6	00:31:12	26	85,9
00:24:24	25,5	90,7	00:31:18	26,1	85,8
00:24:36	25,5	90,7	00:31:24	26	85,8
00:24:42	25,5	90,5	00:31:30	26,1	85,8
00:24:48	25,5	90,5	00:31:42	26,1	85,8
00:24:54	25,5	90,6	00:31:48	26,1	85,9
00:25:00	25,5	90,4	00:31:54	26	85,9
00:25:06	25,6	90,6	00:32:00	26,1	85,9
00:25:12	25,5	90,6	00:32:12	26,1	85,9
00:25:18	25,5	90,6	00:32:18	26	86
00:25:24	25,5	90,7	00:32:24	26,1	85,8
00:25:30	25,5	90,7	00:32:30	26,1	85,9
00:25:36	25,5	90,7	00:32:42	26	85,8
00:25:42	25,5	90,6	00:32:54	26	85,8
00:25:48	25,5	90,6	00:33:00	26	85,9
00:25:54	25,5	90,6	00:33:06	26	85,9
00:26:00	25,4	90,6	00:33:12	26,1	85,9
00:26:06	25,5	90,7	00:33:24	26	85,8
00:26:12	25,5	90,6	00:33:36	26,1	85,9
00:26:18	25,5	90,6	00:33:42	26,1	85,9
00:26:24	25,5	90,7	00:33:48	26	85,9
00:26:30	25,5	90,6	00:33:54	26	85,8
00:26:36	25,5	90,6	00:34:06	26,1	85,9
00:26:48	25,5	90,6	00:34:18	26,1	85,8
00:26:54	25,5	90,7	00:34:24	26,1	85,9
00:27:00	25,4	90,7	00:34:30	26,1	85,9
00:27:06	25,5	90,7	00:34:36	26,1	85,9
00:27:12	25,5	90,6	00:34:48	26	86
00:27:18	25,5	90,6	00:34:54	26	86,2
00:27:24	25,5	90,7	00:35:00	26	86,3
00:27:30	25,5	90,6	00:35:06	26	86,3
00:27:36	25,5	90,6	00:35:18	26	86,3

## Lanjutan Lampiran 5

Waktu (s)	Dalam <i>greenhouse</i>		Waktu (s)	Luar <i>greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
00:27:42	25,4	90,6	00:35:24	26	86,2
00:27:48	25,5	90,4	00:35:30	26	86,2
00:27:54	25,5	90,5	00:35:36	26	86
00:28:00	25,5	90,5	00:35:48	26	86,1
00:28:06	25,5	90,5	00:36:00	26	86,2
00:28:12	25,5	90,6	00:36:06	26	86,1
00:28:18	25,5	90,5	00:36:12	25,9	86,3
00:28:24	25,5	90,5	00:36:18	26,1	86,3
00:28:30	25,5	90,6	00:36:30	26	86,4
00:28:36	25,4	90,6	00:36:36	26	86,3
00:28:42	25,5	90,6	00:36:42	25,9	86,3
00:28:48	25,5	90,6	00:36:48	26	86,3
00:28:54	25,5	90,6	00:37:00	26	86,2
00:29:00	25,5	90,6	00:37:06	25,9	86,2
00:29:06	25,6	90,5	00:37:12	26	86,4
00:29:12	25,5	90,6	00:37:18	25,9	86,5
00:29:18	25,5	90,6	00:37:30	26	86,3
00:29:24	25,5	90,6	00:37:42	25,9	86,2
00:29:30	25,5	90,6	00:37:48	25,9	86,2
00:29:36	25,5	90,6	00:37:54	26	86,2
00:29:42	25,5	90,6	00:38:00	25,9	86,2
00:29:48	25,5	90,6	00:38:12	25,9	86,1
00:29:54	25,5	90,7	00:38:18	25,9	86,1
00:30:00	25,5	90,6	00:38:24	25,9	86,2
00:30:06	25,5	90,6	00:38:30	25,9	86,3
00:30:12	25,5	90,6	00:38:42	26	86,2
00:30:18	25,5	90,6	00:38:54	25,9	86,2
00:30:24	25,5	90,6	00:39:00	26	86,2
00:30:30	25,6	90,7	00:39:06	25,9	86,1
00:30:36	25,5	90,7	00:39:12	25,9	86
00:30:42	25,5	90,7	00:39:24	25,9	86,1
00:30:48	25,5	90,7	00:39:30	25,9	86,1
00:30:54	25,5	90,7	00:39:36	25,9	86,2
00:31:00	25,5	90,7	00:39:42	26	86,2
00:31:06	25,5	90,7	00:39:54	25,9	86,2
00:31:12	25,5	90,6	00:40:06	25,9	86,3
00:31:18	25,5	90,6	00:40:12	25,9	86,3
00:31:24	25,5	90,8	00:40:18	25,9	86,3

## Lanjutan Lampiran 5

Waktu (s)	Dalam <i>greenhouse</i>		Waktu (s)	Luar <i>greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
00:31:30	25,4	90,7	00:40:24	26	86,3
00:31:36	25,4	90,7	00:40:36	25,9	86,2
00:31:42	25,5	90,8	00:40:42	25,9	86,2
00:31:48	25,5	90,7	00:40:48	26	86,2
00:31:54	25,4	90,7	00:40:54	26	86,3
00:32:00	25,5	90,7	00:41:06	26	86,2
00:32:06	25,5	90,8	00:41:18	25,9	86,3
00:32:12	25,4	90,7	00:41:24	26	86,3
00:32:18	25,4	90,8	00:41:30	25,9	86,2
00:32:24	25,5	90,8	00:41:36	25,9	86,2
00:32:30	25,4	90,8	00:41:48	25,9	86,2
00:32:36	25,5	90,8	00:42:00	26	86,2
00:32:48	25,4	90,8	00:42:06	25,9	86,3
00:32:54	25,5	90,8	00:42:12	26	86,2
00:33:00	25,5	90,8	00:42:18	25,9	86,3
00:33:06	25,4	90,8	00:42:30	25,9	86,4
00:33:12	25,4	90,8	00:42:36	25,9	86,4
00:33:18	25,5	90,8	00:42:42	25,9	86,3
00:33:24	25,5	90,8	00:42:48	25,9	86,4
00:33:30	25,5	90,8	00:43:00	25,9	86,5
00:33:36	25,3	90,8	00:43:12	25,9	86,8
00:33:42	25,4	90,9	00:43:18	25,9	86,7
00:33:48	25,4	91	00:43:24	25,9	86,9
00:33:54	25,5	91	00:43:30	25,8	86,9
00:34:00	25,4	90,9	00:43:42	25,9	86,8
00:34:06	25,4	90,9	00:43:48	25,9	86,9
00:34:12	25,4	90,8	00:43:54	25,9	86,8
00:34:18	25,4	90,9	00:44:00	25,9	86,7
00:34:24	25,3	90,7	00:44:12	25,9	86,7
00:34:30	25,4	90,9	00:44:24	25,9	86,8
00:34:36	25,4	90,7	00:44:30	25,9	86,7
00:34:42	25,4	90,9	00:44:36	25,8	86,8
00:34:48	25,4	90,8	00:44:42	25,9	86,9
00:34:54	25,4	90,8	00:44:54	25,8	86,7
00:35:00	25,5	90,9	00:45:06	25,9	86,8
00:35:06	25,4	90,9	00:45:12	25,8	86,9
00:35:12	25,4	90,9	00:45:18	25,8	86,9
00:35:18	25,4	90,9	00:45:24	25,8	86,9

## Lanjutan Lampiran 5

Waktu (s)	Dalam <i>greenhouse</i>		Waktu (s)	Luar <i>greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
00:35:24	25,3	91	00:45:36	25,8	87
00:35:30	25,4	90,9	00:45:42	25,9	86,7
00:35:36	25,4	91	00:45:48	25,9	86,8
00:35:42	25,4	91	00:45:54	25,8	87
00:35:48	25,4	90,8	00:46:06	25,8	87,2
00:35:54	25,4	90,7	00:46:18	25,9	87,1
00:36:00	25,4	90,9	00:46:30	25,9	87,3
00:36:06	25,4	90,9	00:46:36	25,9	87,1
00:36:12	25,4	90,9	00:46:42	25,8	87,3
00:36:18	25,4	90,9	00:46:48	25,8	87,3
00:36:24	25,4	90,7	00:47:00	25,8	87,4
00:36:30	25,4	90,9	00:47:06	25,8	87,4
00:36:36	25,4	90,9	00:47:12	25,8	87,3
00:36:42	25,4	90,8	00:47:18	25,8	87,2
00:36:48	25,4	91	00:47:30	25,8	87,4
00:36:54	25,4	90,7	00:47:36	25,9	87,3
00:37:00	25,4	90,8	00:47:42	25,8	87,6
00:37:06	25,4	90,8	00:47:48	25,9	87,6
00:37:12	25,4	90,7	00:48:00	25,8	87,7
00:37:18	25,5	90,8	00:48:12	25,8	87,6
00:37:30	25,4	90,8	00:48:18	25,8	87,7
00:37:36	25,5	90,8	00:48:24	25,8	87,8
00:37:42	25,4	90,8	00:48:30	25,8	87,6
00:37:48	25,5	90,8	00:48:42	25,8	87,8
00:37:54	25,4	90,9	00:48:48	25,7	87,8
00:38:00	25,4	90,8	00:48:54	25,8	87,9
00:38:06	25,5	90,8	00:49:00	25,8	87,9
00:38:12	25,4	90,9	00:49:12	25,8	88
00:38:18	25,4	90,8	00:49:24	25,7	88
00:38:24	25,4	90,9	00:49:30	25,8	88
00:38:30	25,4	90,9	00:49:36	25,7	88,1
00:38:36	25,3	90,8	00:49:42	25,7	87,9
00:38:48	25,3	90,9	00:49:54	25,7	88,2
00:38:54	25,4	90,8	00:50:00	25,7	88,3
00:39:00	25,4	90,7	00:50:06	25,7	88,1
00:39:06	25,4	90,8	00:50:12	25,8	88,1
00:39:12	25,4	90,8	00:50:24	25,7	88,3
00:39:18	25,4	90,8	00:50:36	25,7	88,2

### Lanjutan Lampiran 5

Waktu (s)	Dalam <i>greenhouse</i>		Waktu (s)	Luar <i>greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
00:39:24	25,5	90,9	00:50:42	25,7	88,3
00:39:30	25,5	90,8	00:50:48	25,8	88,2
00:39:36	25,4	90,8	00:50:54	25,7	88,2
00:39:42	25,3	90,8	00:51:06	25,7	88,1
00:39:48	25,4	90,9	00:51:18	25,6	88,2
00:39:54	25,4	90,8	00:51:24	25,7	88,3
00:40:00	25,4	90,9	00:51:30	25,6	88,2
00:40:06	25,4	90,9	00:51:36	25,7	88,3
00:40:12	25,4	90,9	00:51:48	25,6	88,3
00:40:18	25,4	90,9	00:51:54	25,7	88,3
00:40:24	25,4	90,7	00:52:00	25,6	88,4
00:40:30	25,3	90,9	00:52:06	25,7	88,4
00:40:36	25,5	90,8	00:52:18	25,6	88,3
00:40:42	25,4	90,9	00:52:30	25,6	88,2
00:40:48	25,4	90,7	00:52:36	25,6	88,4
00:40:54	25,5	90,9	00:52:42	25,7	88,4
00:41:00	25,5	90,8	00:52:48	25,6	88,3
00:41:06	25,5	90,8	00:53:00	25,6	88,3
00:41:12	25,4	90,9	00:53:06	25,7	88,3
00:41:18	25,3	90,9	00:53:12	25,5	88,3
00:41:24	25,4	90,8	00:53:18	25,6	88,2
00:41:30	25,4	90,8	00:53:30	25,6	88,5
00:41:36	25,4	90,8	00:53:36	25,6	88,4
00:41:42	25,4	90,7	00:53:42	25,6	88,4
00:41:48	25,3	90,9	00:53:48	25,6	88,4
00:41:54	25,5	90,8	00:54:00	25,6	88,3
00:42:00	25,4	91	00:54:06	25,6	88,4
00:42:06	25,4	90,8	00:54:12	25,6	88,4
00:42:12	25,4	90,9	00:54:18	25,6	88,4
00:42:18	25,4	90,8	00:54:30	25,6	88,4
00:42:24	25,4	90,8	00:54:42	25,6	88,4
00:42:30	25,3	90,8	00:54:48	25,6	88,4
00:42:36	25,4	90,8	00:54:54	25,6	88,5
00:42:42	25,3	91	00:55:00	25,5	88,4
00:42:48	25,5	90,9	00:55:12	25,6	88,7
00:42:54	25,4	90,8	00:55:18	25,6	88,5
00:43:00	25,4	91	00:55:24	25,6	88,5
00:43:06	25,4	91	00:55:30	25,6	88,7

### Lanjutan Lampiran 5

Waktu (s)	Dalam <i>greenhouse</i>		Waktu (s)	Luar <i>greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
00:43:12	25,3	91	00:55:42	25,6	88,6
00:43:18	25,3	91	00:55:54	25,6	88,7
00:43:24	25,4	91	00:56:00	25,6	88,6
00:43:30	25,4	91	00:56:06	25,6	88,7
00:43:36	25,3	90,9	00:56:12	25,6	88,6
00:43:42	25,4	90,9	00:56:24	25,6	88,7
00:43:48	25,4	91	00:56:30	25,6	88,7
00:43:54	25,3	91,1	00:56:36	25,6	88,7
00:44:00	25,4	91	00:56:42	25,5	88,8
00:44:06	25,4	91	00:56:54	25,5	88,9
00:44:12	25,4	91	00:57:06	25,5	88,8
00:44:18	25,3	91	00:57:12	25,5	88,8
00:44:24	25,3	91	00:57:18	25,5	88,8
00:44:30	25,3	91	00:57:24	25,6	88,8
00:44:36	25,3	91	00:57:36	25,5	88,9
00:44:42	25,3	91,2	00:57:42	25,6	88,8
00:44:48	25,3	91,2	00:57:48	25,5	89
00:44:54	25,3	91,2	00:57:54	25,5	88,8
00:45:00	25,3	91,2	00:58:06	25,5	88,9
00:45:06	25,3	91,1	00:58:18	25,5	88,9
00:45:12	25,3	91,2	00:58:30	25,5	88,9
00:45:18	25,3	91,1	00:58:36	25,5	89
00:45:24	25,3	91,1	00:58:48	25,6	89
00:45:30	25,4	91,1	00:59:00	25,4	88,9
00:45:36	25,3	91,1	00:59:06	25,5	88,9
00:45:42	25,3	91,2	00:59:12	25,5	89
00:45:48	25,3	91,2	00:59:18	25,6	89
00:45:54	25,4	91,2	00:59:30	25,5	88,8
00:46:00	25,3	91,4	00:59:42	25,4	88,9
00:46:06	25,4	91,2	00:59:48	25,5	88,9
00:46:12	25,4	91,3	00:59:54	25,5	88,9
00:46:18	25,4	91,3	01:00:00	25,5	88,9
00:46:24	25,4	91,3	01:00:06	25,5	89
00:46:30	25,4	91,3	01:00:18	25,4	88,9
00:46:36	25,3	91,3	01:00:24	25,5	88,8
00:46:42	25,3	91,4	01:00:30	25,5	88,9
00:46:48	25,4	91,3	01:00:36	25,5	89
00:46:54	25,4	91,2	01:00:48	25,5	88,9

## Lanjutan Lampiran 5

Waktu (s)	Dalam <i>greenhouse</i>		Waktu (s)	Luar <i>greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
00:47:00	25,3	91,3	01:01:00	25,5	88,9
00:47:06	25,4	91,4	01:01:06	25,5	88,9
00:47:12	25,4	91,4	01:01:12	25,5	88,9
00:47:18	25,3	91,4	01:01:18	25,5	89
00:47:24	25,4	91,4	01:01:30	25,4	89,1
00:47:30	25,4	91,4	01:01:42	25,5	89
00:47:36	25,3	91,6	01:01:48	25,5	89,1
00:47:42	25,4	91,4	01:01:54	25,5	89,2
00:47:48	25,4	91,5	01:02:00	25,5	89,1
00:47:54	25,4	91,6	01:02:12	25,5	89,2
00:48:00	25,4	91,5	01:02:18	25,5	89,3
00:48:06	25,4	91,5	01:02:24	25,5	89,2
00:48:12	25,4	91,5	01:02:30	25,6	89,2
00:48:18	25,4	91,6	01:02:42	25,6	89,1
00:48:24	25,4	91,5	01:02:54	25,5	89,2
00:48:30	25,4	91,6	01:03:00	25,5	89,3
00:48:36	25,3	91,6	01:03:06	25,5	89,3
00:48:42	25,4	91,6	01:03:18	25,6	89,4
00:48:48	25,3	91,7	01:03:24	25,5	89,4
00:48:54	25,4	91,6	01:03:30	25,5	89,3
00:49:00	25,4	91,6	01:03:36	25,5	89,2
00:49:06	25,4	91,6	01:03:48	25,5	89,3
00:49:12	25,3	91,6	01:04:00	25,5	89,1
00:49:18	25,4	91,8	01:04:12	25,4	89,3
00:49:30	25,3	91,7	01:04:18	25,5	89,2
00:49:36	25,3	91,8	01:04:24	25,5	89,2
00:49:42	25,4	91,7	01:04:30	25,6	89,2
00:49:48	25,3	91,7	01:04:42	25,5	89,2
00:49:54	25,4	91,8	01:04:48	25,4	89,1
00:50:00	25,4	91,8	01:04:54	25,4	89
00:50:06	25,3	91,8	01:05:00	25,5	89,1
00:50:12	25,3	91,7	01:05:12	25,5	89,1
00:50:18	25,3	91,8	01:05:24	25,5	89,2
00:50:24	25,4	91,7	01:05:30	25,5	89,1
00:50:30	25,3	91,8	01:05:36	25,6	89,2
00:50:36	25,4	91,8	01:05:42	25,5	89,3
00:50:48	25,3	91,8	01:05:54	25,5	89,3
00:50:54	25,3	91,9	01:06:06	25,5	89,3

## Lanjutan Lampiran 5

Waktu (s)	Dalam <i>greenhouse</i>		Waktu (s)	Luar <i>greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
00:51:00	25,3	92	01:06:12	25,5	89,3
00:51:06	25,3	91,9	01:06:18	25,5	89,4
00:51:12	25,3	91,9	01:06:24	25,5	89,4
00:51:18	25,4	92	01:06:36	25,5	89,3
00:51:24	25,3	91,9	01:06:48	25,5	89,3
00:51:30	25,3	92	01:06:54	25,5	89,3
00:51:36	25,3	91,9	01:07:00	25,4	89,3
00:51:42	25,3	91,9	01:07:06	25,5	89,4
00:51:48	25,2	92	01:07:18	25,5	89,2
00:51:54	25,3	92,1	01:07:24	25,4	89,3
00:52:00	25,3	92	01:07:30	25,4	89,2
00:52:06	25,3	91,9	01:07:36	25,5	89,2
00:52:12	25,3	92,1	01:07:48	25,4	89,4
00:52:18	25,3	92,1	01:07:54	25,5	89,3
00:52:24	25,2	91,9	01:08:00	25,5	89,4
00:52:30	25,3	92	01:08:06	25,5	89,3
00:52:36	25,3	92,2	01:08:18	25,4	89,4
00:52:42	25,2	92,1	01:08:24	25,4	89,4
00:52:48	25,2	92	01:08:30	25,5	89,4
00:52:54	25,3	92,1	01:08:36	25,5	89,3
00:53:00	25,2	92,2	01:08:48	25,5	89,4
00:53:06	25,3	92	01:09:00	25,4	89,5
00:53:12	25,2	92,1	01:09:06	25,4	89,5
00:53:18	25,3	92,1	01:09:12	25,5	89,4
00:53:24	25,3	92	01:09:24	25,4	89,5
00:53:30	25,3	92,1	01:09:30	25,4	89,4
00:53:36	25,2	92,1	01:09:36	25,5	89,3
00:53:42	25,2	92,1	01:09:42	25,4	89,4
00:53:48	25,3	92,3	01:09:54	25,4	89,4
00:53:54	25,3	92,1	01:10:06	25,4	89,4
00:54:00	25,3	92	01:10:18	25,4	89,5
00:54:06	25,2	92,2	01:10:30	25,4	89,4
00:54:12	25,3	92,1	01:10:36	25,5	89,4
00:54:18	25,2	92,3	01:10:42	25,4	89,4
00:54:24	25,2	92,4	01:10:48	25,5	89,5
00:54:30	25,2	92,2	01:11:00	25,4	89,5
00:54:36	25,3	92,2	01:11:06	25,4	89,4
00:54:42	25,1	92,4	01:11:18	25,4	89,6



## Lanjutan Lampiran 5

Waktu (s)	Dalam <i>greenhouse</i>		Waktu (s)	Luar <i>greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
00:54:48	25,3	92,2	01:11:30	25,4	89,6
00:54:54	25,2	92,3	01:11:36	25,4	89,5
00:55:00	25,3	92,2	01:11:42	25,4	89,6
00:55:06	25,2	92,2	01:11:48	25,4	89,4
00:55:12	25,2	92,2	01:12:00	25,4	89,6
00:55:18	25,3	92,2	01:12:12	25,4	89,6
00:55:24	25,3	92,3	01:12:18	25,4	89,6
00:55:30	25,3	92,4	01:12:24	25,4	89,6
00:55:36	25,2	92,3	01:12:30	25,4	89,6
00:55:42	25,2	92,4	01:12:42	25,3	89,7
00:55:48	25,2	92,5	01:12:48	25,4	89,7
00:55:54	25,2	92,5	01:12:54	25,3	89,8
00:56:00	25,2	92,4	01:13:00	25,3	89,9
00:56:06	25,2	92,4	01:13:06	25,4	89,8
00:56:12	25,3	92,4	01:13:12	25,4	89,8
00:56:18	25,2	92,3	01:13:24	25,4	89,9
00:56:24	25,3	92,5	01:13:30	25,4	89,8
00:56:30	25,2	92,4	01:13:36	25,4	89,7
00:56:36	25,2	92,6	01:13:42	25,4	89,9
00:56:42	25,2	92,4	01:13:54	25,4	89,7
00:56:48	25,2	92,6	01:14:06	25,3	90
00:56:54	25,2	92,4	01:14:12	25,4	90
00:57:00	25,2	92,5	01:14:18	25,4	90
00:57:12	25,3	92,5	01:14:30	25,3	89,9
00:57:18	25,2	92,6	01:14:42	25,3	89,8
00:57:24	25,2	92,4	01:14:48	25,3	89,9
00:57:30	25,2	92,6	01:14:54	25,4	89,9
00:57:36	25,2	92,5	01:15:00	25,4	89,9
00:57:42	25,2	92,6	01:15:12	25,4	90,1
00:57:48	25,2	92,8	01:15:24	25,4	89,9
00:57:54	25,1	92,6	01:15:36	25,3	90
00:58:00	25,2	92,6	01:15:42	25,3	90,1
00:58:06	25,2	92,7	01:15:48	25,3	90
00:58:12	25,1	92,6	01:15:54	25,3	89,9
00:58:18	25,2	92,7	01:16:06	25,3	90,1
00:58:24	25,2	92,5	01:16:12	25,4	90
00:58:30	25,2	92,6	01:16:24	25,3	90
00:58:36	25,1	92,6	01:16:36	25,3	90

## Lanjutan Lampiran 5

Waktu (s)	Dalam <i>greenhouse</i>		Waktu (s)	Luar <i>greenhouse</i>	
	Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
00:58:42	25,2	92,7	01:16:48	25,3	90
00:58:54	25,1	92,6	01:16:54	25,4	90,1
00:59:00	25,2	92,6	01:17:00	25,3	90
00:59:06	25,2	92,7	01:17:06	25,3	89,9
00:59:12	25,2	92,7	01:17:18	25,3	90
00:59:18	25,1	92,7	01:17:30	25,3	90,1
00:59:24	25,1	92,6	01:17:36	25,4	90,2
00:59:30	25,1	92,7	01:17:42	25,3	90,2
00:59:36	25,1	92,6	01:17:48	25,3	90,2
00:59:42	25,1	92,6	01:18:00	25,3	90,2
00:59:48	25,1	92,7	01:18:06	25,4	90,3
00:59:54	25,2	92,7	01:18:12	25,3	90,2
01:00:00	25,1	92,6	01:18:18	25,3	90,1

## Lampiran 6. *Script* Pemrograman untuk ESP32-WROOM-32

```
#include <RTClib.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include "DHTesp.h"
#include "FS.h"
#include "SD.h"
#include "SPI.h"
#include <AsyncTCP.h>
#include <ESPAsyncWebServer.h>
#include <AsyncElegantOTA.h>

// Libraries to get time from NTP Server
#include <WiFi.h>
#include <esp_wifi.h>
#include <NTPClient.h>
#include <WiFiUdp.h>
#include <HTTPClient.h>

String NamaFile = "/databaru.txt";
String Data;
const int DHT_PIN = 14;
```

```

const int out4 = 32; //rh

const int spRH = 80;

DHTesp dhtSensor;
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302), AM2321

RTC_DS3231 rtc;
uint8_t newMACAddress[] = {0xB4, 0x9D, 0x02, 0x68, 0x5E, 0xFD}; //b4 9d
02 68 5e fd
char daysOfTheWeek[7][4] = {"Min", "Sen", "Sel", "Rab", "Kam", "Jum",
"Sab"};
DateTime waktu;
int jam, menit, detik, tahun, bulan, hari, tadi, tadi2;
char temp[20];
float suhu, rh;

// Replace with your network credentials
//const char* ssid = "TOTOLINK_A720R";
//const char* password = "tahir123";

const char* ssid = "GH2";
const char* password = "tekpert123";

// REPLACE with your Domain name and URL path or IP address with path
const char* serverName = "http://tep.agritech.unhas.ac.id/IoT/post-data2.php";

// Keep this API Key value to be compatible with the PHP code provided in the
project page.
// If you change the apiKeyValue value, the PHP file /post-data.php also needs to
have the same key
String apiKeyValue = "tPmAT5Ab3jzsdknuhi";

// Save reading number on RTC memory
RTC_DATA_ATTR int readingID = 0;

// Define NTP Client to get time
WiFiUDP ntpUDP;
NTPClient timeClient(ntpUDP);

// Variables to save date and time
String formattedDate;
String dayStamp;
String timeStamp;

AsyncWebServer server(80);

```

```

#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
#define SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels

// Declaration for an SSD1306 display connected to I2C (SDA, SCL pins)
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, -1);
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
void getTimeStamp() {
  while(!timeClient.update()) {
    timeClient.forceUpdate();
  }
  waktu = rtc.now();
  tahun = waktu.year();
  bulan = waktu.month();
  hari = waktu.day();
  jam = waktu.hour();
  menit = waktu.minute();
  detik = waktu.second();
  if(tahun!=getYear()||jam==1) //sinkronkan jam kalo waktu tereset atau setiap pkl
  1
  {
    rtc.adjust(DateTime(getYear(), getMonth(), getDate(), timeClient.getHours(),
timeClient.getMinutes(), timeClient.getSeconds()));
  }
  // The formattedDate comes with the following format:
  // 2018-05-28T16:00:13Z
  // We need to extract date and time
  //sprintf(temp,"%4d-%2d-%2d
%2d:%2d:%2d",tahun,bulan,hari,jam,menit,detik);

  //formattedDate = temp;
  // formattedDate = timeClient.getFormattedDate();
  // Serial.println(formattedDate);

  // Extract date
  //int splitT = formattedDate.indexOf("T");
  //dayStamp = formattedDate.substring(0, splitT);
  dayStamp = String(tahun)+"-"+String(bulan)+"-"+String(hari);
  //Serial.println(dayStamp);
  // Extract time
  //timeStamp = formattedDate.substring(splitT+1, formattedDate.length()-1);
  timeStamp = String(jam)+":"+String(menit)+":"+String(detik);

  //Serial.println(timeStamp);
}

void cekIsi(fs::FS &fs, const char * dirname, uint8_t levels){

```

```

Serial.printf("Listing directory: %s\n", dirname);

File root = fs.open(dirname);
if(!root){
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(2);
  display.setTextColor(WHITE);
  display.setCursor(0, 0);
  display.println("Gagal");
  display.println("Buat");
  display.println("File");
  display.display();
  return;
}
if(!root.isDirectory()){
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(2);
  display.setTextColor(WHITE);
  display.setCursor(0, 0);
  display.println("Bukan");
  display.println("Folder");
  display.display();

  return;
}

File file = root.openNextFile();
while(file){
  if(file.isDirectory()){
    Serial.print(" DIR : ");
    Serial.println(file.name());
    if(levels){
      cekIsi(fs, file.name(), levels -1);
    }
  } else {
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(1);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(0, 0);
    display.println(String(file.name()));

    display.display();
  }
  file = root.openNextFile();
}
}

```

```

void bacaFile(fs::FS &fs, String path){
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(2);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(0, 0);
    display.println("File");
    display.println(String(path));
    display.display();

    File file = fs.open(path);
    if(!file){
        display.clearDisplay();
        display.setTextSize(2);
        display.setTextColor(WHITE);
        display.setCursor(0, 0);
        display.println("Gagal");
        display.println("Baca");
        display.display();
        return;
    }

    Serial.print("Read from file: ");
    while(file.available()){
        Serial.write(file.read());
    }
    file.close();
}

void buatFile(fs::FS &fs, String path, String waktu ,String message){
    // display.clearDisplay();
    // display.setTextSize(2);
    // display.setTextColor(WHITE);
    // display.setCursor(0, 0);
    // display.println("Buat");
    // display.println(String(path));
    // display.display();

    // If the data.txt file doesn't exist
    // Create a file on the SD card and write the data labels
    File file = fs.open(path) ;
    if(!file){
        file = fs.open(path, FILE_WRITE);
        if(!file){
            display.clearDisplay();
            display.setTextSize(2);
            display.setTextColor(WHITE);

```

```

        display.setCursor(0, 0);
        display.println("Gagal");
        display.println("buat");
        display.display();
        delay(2000);
        return;
    }

    if(file){
// Serial.printf("Appending to file: %s\n", path);
        file.print("ini adalah isi ");
        file.println(path);
        file.print("Mulai direkam pada ");
        file.println(waktu);
        file.println(message);

        display.clearDisplay();
        display.setTextSize(2);
        display.setTextColor(WHITE);
        display.setCursor(0, 0);
        display.println("Hore!");
        display.display();
        delay(2000);

    } else {
        display.clearDisplay();
        display.setTextSize(2);
        display.setTextColor(WHITE);
        display.setCursor(0, 0);
        display.println("Gagal");
        display.println("buat");
        display.display();
    }
}
file.close();
}

void isiFile(fs::FS &fs, String path, String message){
    // display.clearDisplay();
    // display.setTextSize(2);
    // display.setTextColor(WHITE);
    // display.setCursor(0, 0);
    // display.println("Isi");
    // display.println(String(path));
    // display.display();

    File file = fs.open(path, FILE_APPEND);

```

```

if(!file){
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(2);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(0, 0);
    display.println("Gagal");
    display.println("Isi");
    display.display();
    return;
}
if(file.println(message)){
    //display.clearDisplay();
    display.setTextSize(1);
    // display.setTextColor(WHITE);
    // display.setCursor(0, 0);
    display.println("Isi");
    display.println("nambah");
    display.display();
    } else {
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(2);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(0, 0);
    display.println("Gagal");
    display.println("Isi");
    display.display();

}
file.close();
}

// ngambil waktu dari NTP server
String getTimeStampString() {
    time_t rawtime = timeClient.getEpochTime();
    struct tm * ti;
    ti = localtime (&rawtime);

    uint16_t year = ti->tm_year + 1900;
    String yearStr = String(year);

    uint8_t month = ti->tm_mon + 1;
    String monthStr = month < 10 ? "0" + String(month) : String(month);

    uint8_t day = ti->tm_mday;
    String dayStr = day < 10 ? "0" + String(day) : String(day);

    uint8_t hours = ti->tm_hour;
    String hoursStr = hours < 10 ? "0" + String(hours) : String(hours);

```



```

uint8_t minutes = ti->tm_min;
String minuteStr = minutes < 10 ? "0" + String(minutes) : String(minutes);

uint8_t seconds = ti->tm_sec;
String secondStr = seconds < 10 ? "0" + String(seconds) : String(seconds);

return yearStr + "-" + monthStr + "-" + dayStr + " " +
        hoursStr + ":" + minuteStr + ":" + secondStr;
}

int getYear() {
    time_t rawtime = timeClient.getEpochTime();
    struct tm * ti;
    ti = localtime (&rawtime);
    int year = ti->tm_year + 1900;

    return year;
}

int getMonth() {
    time_t rawtime = timeClient.getEpochTime();
    struct tm * ti;
    ti = localtime (&rawtime);
    int month = (ti->tm_mon + 1) < 10 ? 0 + (ti->tm_mon + 1) : (ti->tm_mon + 1);

    return month;
}

int getDate() {
    time_t rawtime = timeClient.getEpochTime();
    struct tm * ti;
    ti = localtime (&rawtime);
    int month = (ti->tm_mday) < 10 ? 0 + (ti->tm_mday) : (ti->tm_mday);

    return month;
}

String readDHTTemperature() {
    // Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
    // Read temperature as Celsius (the default)
    float t = dhtSensor.getTemperature();

    return String(t);
}

String readDHTHumidity() {

```

```

// Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
float h = dhtSensor.getHumidity();

    return String(h);

}

const char index_html[] PROGMEM = R"rawliteral(
<!DOCTYPE HTML><html>
<head>
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
  <link                                rel="stylesheet"
href="https://use.fontawesome.com/releases/v5.7.2/css/all.css" integrity="sha384-
fNmOCqbTIWIj8LyTjo7mOUStjsKC4pOpQbqyi7RrhN7udi9RwhKkMHpvLbH
G9Sr" crossorigin="anonymous">
  <link    rel="stylesheet"    href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-
awesome/4.7.0/css/font-awesome.min.css">
<style>
  html {
    font-family: Arial;
    display: inline-block;
    margin: 0px auto;
    text-align: center;
  }
  h2 { font-size: 3.0rem; }
  p { font-size: 3.0rem; }
  .units { font-size: 1.2rem; }
  .dht-labels{
    font-size: 1.5rem;
    vertical-align:middle;
    padding-bottom: 15px;
  }
  .btn {
background-color: DodgerBlue;
border: none;
color: white;
padding: 12px 30px;
cursor: pointer;
font-size: 20px;
}

/* Darker background on mouse-over */
.btn:hover {
  background-color: RoyalBlue;
}
</style>
</head>

```

```

<body>
  <h2>Smart GH 2023 RH 80 %</h2>
  <p>
    <i class="fas fa-thermometer-half" style="color:#059e8a;"></i>
    <span class="dht-labels">Suhu</span>
    <span id="temperature">%TEMPERATURE%</span>
    <sup class="units">&deg;C</sup>
  </p>
  <p>
    <i class="fas fa-tint" style="color:#00add6;"></i>
    <span class="dht-labels">RH</span>
    <span id="humidity">%HUMIDITY%</span>
    <sup class="units">&percent;</sup>
  </p>

  <a class="btn" style="width:100%" href="/download">Download </a>
</body>
<script>
setInterval(function ( ) {
  var xhttp = new XMLHttpRequest();
  xhttp.onreadystatechange = function() {
    if (this.readyState == 4 && this.status == 200) {
      document.getElementById("temperature").innerHTML = this.responseText;
    }
  };
  xhttp.open("GET", "/temperature", true);
  xhttp.send();
}, 10000 );

setInterval(function ( ) {
  var xhttp = new XMLHttpRequest();
  xhttp.onreadystatechange = function() {
    if (this.readyState == 4 && this.status == 200) {
      document.getElementById("humidity").innerHTML = this.responseText;
    }
  };
  xhttp.open("GET", "/humidity", true);
  xhttp.send();
}, 10000 );

</script>
</html>rawliteral";

// Replaces placeholder with DHT values
String processor(const String& var){
  //Serial.println(var);
  if(var == "TEMPERATURE"){

```

```

    return readDHTTemperature();
}
else if(var == "HUMIDITY"){
    return readDHTHumidity();
}

return String();
}

void setup() {
    Serial.begin(115200);

    dhtSensor.setup(DHT_PIN, DHTesp::DHTTYPE);

    if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) { // Address 0x3D for
128x64
        Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
        for(;;);
    }
    delay(2000);

    // Connect to Wi-Fi network with SSID and password

    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(1);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(0, 0);
    display.print("Connecting to ");
    display.println(ssid);
    WiFi.mode(WIFI_STA);
    esp_wifi_set_mac(WIFI_IF_STA, &newMACAddress[0]);
    WiFi.begin(ssid, password);
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(500);
        display.print(".");
        display.display();
    }
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(1);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(0, 0);
    display.println("");
    display.println("WiFi connected.");
    display.display();
    delay(5000);

```

```

// Initialize a NTPClient to get time
timeClient.begin();
// Set offset time in seconds to adjust for your timezone, for example:
// GMT +1 = 3600
// GMT +8 = 28800
// GMT -1 = -3600
// GMT 0 = 0
timeClient.setTimeOffset(28800);

display.clearDisplay();
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.setCursor(0, 0);

if (! rtc.begin()) {
  display.println("Couldn't find RTC");
  display.display();
  while (1) delay(10);
}
//menyesuaikan jam RTC dengan NTP server
rtc.adjust(DateTime(getYear(), getMonth(), getDate(), timeClient.getHours(),
timeClient.getMinutes(), timeClient.getSeconds()));

display.clearDisplay();

display.setTextSize(3);
display.setTextColor(WHITE);
display.setCursor(0, 0);
// Display static text
display.println("Smart");
display.println("GH");
display.setTextSize(1);
display.println(WiFi.localIP());
/// display.println(String(temp));
display.display();

delay(5000);

if(!SD.begin(5))
{
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(2);
  display.setTextColor(WHITE);
  display.setCursor(0, 0);

```

```

    display.println("Cek SD Card");
    display.display();
    delay(5000);
    return;
}

delay(5000);
analogReadResolution(12);
getTimeStamp();
buatFile(SD, NamaFile, dayStamp, "tanggal,jam,suhu,rh");
isiFile(SD, NamaFile, "======" + dayStamp +
"+timeStamp+"=====");
// bacaFile(SD, NamaFile);
// cekIsi(SD, "/", 0);

// server.on("/", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request) {
//   request->send(200, "text/plain", "Smart GH--TPUH");
// });

// Route for root / web page
server.on("/", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
  request->send_P(200, "text/html", index_html, processor);
});
server.on("/temperature", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
  request->send_P(200, "text/plain", readDHTTemperature().c_str());
});
server.on("/humidity", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
  request->send_P(200, "text/plain", readDHTHumidity().c_str());
});

server.on("/download", [](AsyncWebServerRequest *request){
  AsyncWebServerResponse *response = request->beginResponse(SD,
NamaFile, "text/plain", true);
  request->send(response);
});

// Start ElegantOTA
AsyncElegantOTA.begin(&server);
// Start server
server.begin();

pinMode(out1, OUTPUT);
pinMode(out2, OUTPUT);
pinMode(out3, OUTPUT);
pinMode(out4, OUTPUT);

```

```

}
//////////////////////////////// loop //////////////////////////////////
void loop() {
  getTimeStamp();
  TempAndHumidity data = dhtSensor.getTempAndHumidity();

  suhu = data.temperature;
  rh = data.humidity;
  if(rh<spRH+5)
  {
    digitalWrite(out4, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(out4, LOW);
  }

  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(1);
  display.setTextColor(WHITE);
  display.setCursor(0, 0);
  // Display static text
  display.println(timeStamp);
  display.setTextSize(1);
  display.println("T: " + String(suhu, 1) + "C");
  display.println("RH: " + String(rh, 1) + "% SP 80 %");
  display.println(WiFi.localIP());
  //display.println(String(detik));
  display.display();

  if(detik%6==0 && tadi!=detik){
    tadi=detik;

    Data = dayStamp+","+timeStamp+","+suhu+","+rh+"\r\n";
    // this speeds up the simulation
    isiFile(SD, NamaFile, Data);
  }
  if(detik%30==0 && tadi2!=detik){
    tadi2=detik;
    if(WiFi.status()== WL_CONNECTED){
      WiFiClient client;
      HTTPClient http;

      // Your Domain name with URL path or IP address with path
      http.begin(client, serverName);

      // Specify content-type header

```

```

http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");

// Prepare your HTTP POST request data
String httpRequestData = "api_key=" + apiKeyValue + "&value1="
    + "&value4=" + String(suhu,1) + "&value5=" + String(rh,1) + "";

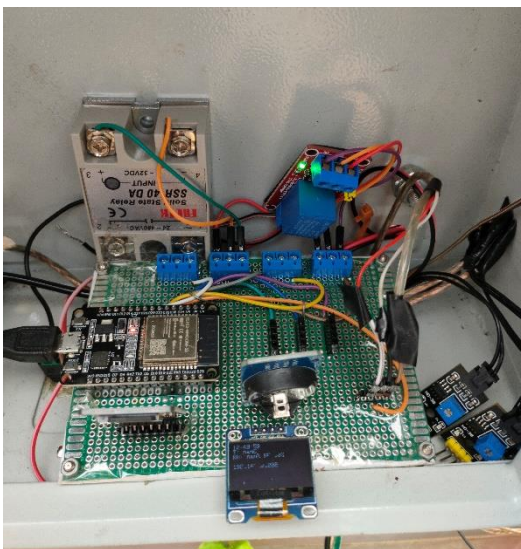
// You can comment the httpRequestData variable above
// then, use the httpRequestData variable below (for testing purposes without
the BME280 sensor)
//String                httpRequestData                =
"api_key=tPmAT5Ab3j7F9&value1=24.75&value2=49.54&value3=1005.14";

// Send HTTP POST request
int httpResponseCode = http.POST(httpRequestData);
http.end();
}
}
delay(1000);

}
////////////////////////////////////end loop////////////////////////////////////

```

### Lampiran 7. Hasil perakitan komponen



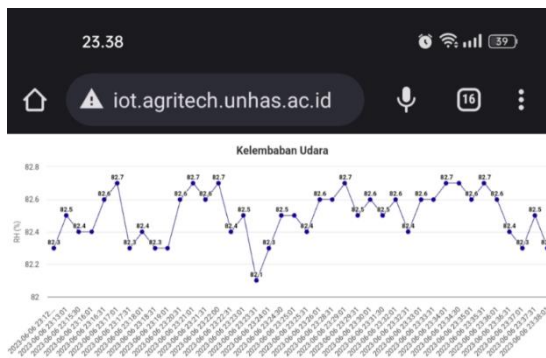
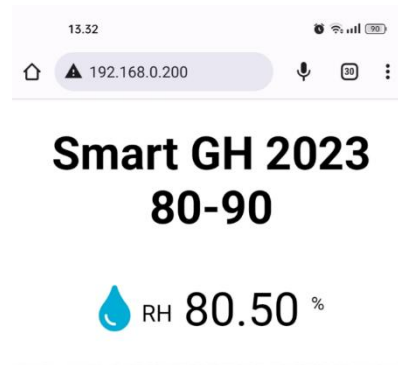
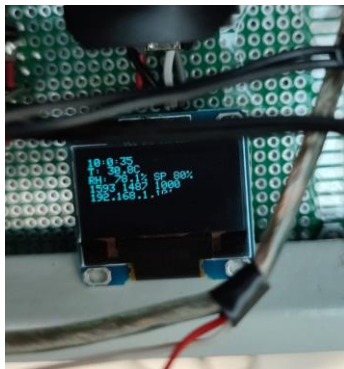


**Lampiran 8. Hasil Pemasangan Alat Sistem Kelembapan Udara**





**Lampiran 9. Pemantauan Nilai Sensor**



**Lampiran 10. Kebutuhan Air selama 24 Jam**



