



**OTOMASI DAN MONITORING PADA GREENHOUSE PEMBIBITAN
TANAMAN STRAWBERRY MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC**



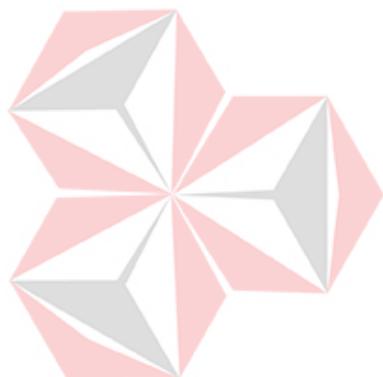
Oleh:
Ryan Ramadhani Pratama
15410200015

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS DINAMIKA
2020

**OTOMASI DAN MONITORING PADA GREENHOUSE PEMBIBITAN
TANAMAN STRAWBERRY MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana Teknik**



**UNIVERSITAS
Dinamika**

Oleh :

**Nama : Ryan Ramadhani Pratama
NIM : 15410200015
Program Studi : S1 Teknik Komputer**

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS DINAMIKA

2020

Tugas Akhir

OTOMASI DAN MONITORING PADA GREENHOUSE PEMBITITAN TANAMAN STRAWBERRY MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC

Dipersiapkan dan disusun oleh

Ryan Ramadhani Pratama

NIM: 15410200015

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Penguji

Pada : Rabu, 14 Januari 2020

Susunan Dewan Pembahas

Pembimbing:

- I. Harianto, S.Kom., M.Eng.
NIDN: 0722087701
II. Ira Puspasari, S.Si., M.T.
NIDN: 0710078601

Pembahasan

Pauladie Susanto, S.Kom., M.T.
NIDN: 0729047501

John Auto 20/1/20
JR 29/1/20
John Auto 30/01/2020

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

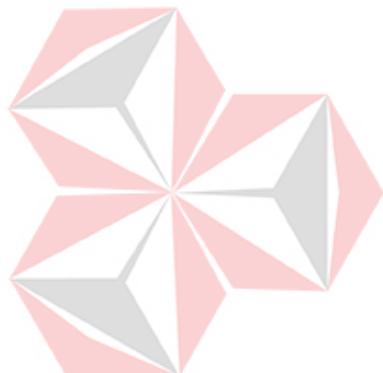


Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

UNIVERSITAS DINAMIKA

“Tidak ada hal yang sia-sia dalam belajar, karena ilmu akan bermanfaat pada waktunya”

Ryan Ramadhani Pratama



UNIVERSITAS
Dinamika

Kupersembahkan Kepada

ALLAH SWT

**Bapak, Ibu dan seluruh keluarga yang selalu mendukung, memotivasi dan
mendoakan yang terbaik untuk saya.**

**Serta rekan-rekan S1 Teknik Komputer yang selalu membantu, mendukung
dan memotivasi untuk menjadi pribadi yang lebih baik lagi.**



UNIVERSITAS
Dinamika

SURAT PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Dinamika,
saya :

Nama : Ryan Ramadhani Pratama
NIM : 15410200015
Program Studi : S1 Teknik Komputer
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : **OTOMASI DAN MONITORING PADA
GREENHOUSE PEMBIBITAN TANAMAN
STRAWBERRY MENGGUNAKAN FUZZY
LOGIC**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Dinamika Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialihmediaikan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, Januari 2020
Yang menyatakan



Ryan Ramadhani Pratama
NIM : 15410200015

ABSTRAK

Strawberry adalah komoditas hortikultura yang menghasilkan ekonomi tinggi, tetapi pada tahun 2014 *strawberry* mengalami penurunan produksi sebesar 34,83%. Penyebabnya penurunan jumlah produksi adalah kondisi suhu dan kelembaban yang mulai tidak stabil dikarenakan pemanasan global. Faktor lain yang mengakibatkan *strawberry* menjadi gagal panen adalah karena lambatnya petani dalam mengetahui perubahan suhu dan kelembaban pada lahan tanaman *strawberry*. Suhu dan kelembaban yang ideal bagi *strawberry* adalah 17°C - 20°C, kelembaban 80% - 90%.

Oleh karena itu dibuatlah sebuah bangunan *greenhouse* yang berfungsi untuk menciptakan kondisi lingkungan dan agar tanaman terhindar dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Untuk dapat mengurangi tingkat penurunan produksi *strawberry* dibuatlah penelitian yang menggunakan dua parameter utama yaitu suhu dan kelembaban kemudian data dari kedua parameter nantinya akan di proses menggunakan metode tsukamoto sebagai pengambil keputusan akhir yang berguna mengatur kondisi yang diperlukan *strawberry*, selain mengatur suhu dan kelembaban alat yang ini juga berguna sebagai alat pemantau jarak jauh dari hasil kondisi suhu dan kelembaban.

Pada sistem yang telah dibuat ini dilakukan pengujian pada pagi, siang, sore, dan malam hari mendapatkan hasil nilai keluaran *error* terendah sebesar 6,4% di pagi hari dan nilai keluaran *error* tertinggi sebesar 35% saat siang hari pada pengujian suhu. Sedangkan pada pengujian kelembaban mendapatkan nilai *error* terendah sebesar 1,9% dan *error* tertinggi sebesar 9,5% terjadi pada pagi hari. Perubahan nilai dari suhu dan kelembaban tergantung dari kondisi luar dari *greenhouse* dan di dalam *greenhouse*.

Kata Kunci: *Strawberry, Greenhouse, Wemos D1 R2, IOT, Android*

KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis panjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat izin, Rahmat dan hidayah-nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini yang merupakan salah satu syarat menempuh Tugas Akhir pada Program Studi S1 Teknik Komputer di Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Dinamika. Shalawat serta salam tidak lupa selalu penulis panjatkan kepada Rasulullah SAW.

Di dalam buku Tugas Akhir ini dilakukan pembahasan mengenai Otomasi dan Monitoring pada *Greenhouse* pembibitan tanaman *strawberry* menggunakan *fuzzy logic*. Dalam usaha menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik moral maupun materi. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Orang tua dan saudara-saudara saya tercinta yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik moral maupun materi sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan Tugas Akhir maupun laporan ini.
2. Kepada Bapak Harianto, S.Kom., M.Eng. dan juga kepada Ibu Ira Puspasari, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing. Terima kasih atas bimbingan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
3. Kepada Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Surabaya atas ijin yang diberikan untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
4. Semua staf dosen yang telah mengajar dan memberikan ilmunya.

5. Terima kasih terhadap rekan-rekan S1 Teknik Komputer khususnya rekan-rekan seperjuangan angkatan 2015 khususnya Prodi S1 Teknik Komputer yang selalu memberikan semangat dan bantuannya.
6. Serta semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan secara satu per satu, yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat untuk menambah wawasan bagi pembacanya. Penulis juga menyadari dalam penulisan buku Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis berharap adanya saran maupun kritik dalam memperbaiki kekurangan dan berusaha untuk lebih baik lagi kedepannya.



UNIVERSITAS
Dinamika
Surabaya, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI



	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN MANIFESTO	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
MOTTO.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 <i>Strawberry</i>	5
2.2 Rumah Kaca (<i>Greenhouse</i>)	5
2.3 Logika <i>Fuzzy</i>	6
2.3.1 Himpunan <i>Fuzzy</i>	7
2.3.2 Fungsi Keanggotaan	7
2.4 Metode Tsukamoto.....	9
2.5 Wemos D1 R2	10
2.6 Sensor Suhu dan Kelembaban Udara (DHT21)	11
2.7 RTC (Real Time Clock)	11
2.8 Relay.....	12



2.9 LED Grow Light	13
2.10Humidifier	13
2.11Blynk	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Metode Penelitian.....	15
3.2 Metode Perancangan	15
3.3 Sistem Fuzzy	16
3.3.1 Input pada <i>Fuzzy</i> Tsukamoto	16
3.3.2 Output pada <i>Fuzzy</i> Tsukamoto	18
3.3.3 <i>Flowchart</i> Sistem.....	19
3.4 Diagram Pengiriman Data	21
3.5 Arsitektur Mekanisme	22
3.6 Perancangan Elektronika.....	22
3.7 Perancangan Software	23
3.7.1 Tampilan Interface dari Aplikasi Blynk	24
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PENGAMATAN.....	25
4.1 Pengujian Sensor DHT21	25
4.1.1 Peralatan yang digunakan	25
4.1.2 Cara Pengujian.....	25
4.1.3 Hasil Pengujian Sensor	26
4.1.4 Analisis Data.....	27
4.2 Pengujian LCD I2C dan Tampilan dari LCD I2C.....	27
4.2.1 Peralatan yang digunakan	28
4.2.2 Cara Pengujian.....	28
4.2.3 Hasil Pengujian	28
4.2.4 Analisis Data.....	28
4.3 Pengujian RTC (<i>Real Time Clock</i>).....	29
4.3.1 Peralatan yang digunakan	29
4.3.2 Cara Pengujian.....	29
4.3.3 Hasil Pengujian	30
4.3.4 Analisis Data.....	30
4.4 Pengujian Infrared	30

4.4.1 Peralatan yang digunakan	31
4.4.2 Cara Pengujian.....	31
4.4.3 Hasil Pengujian	31
4.4.4 Analisis Data.....	32
4.5 Pengujian tampilan data suhu dan kelembaban pada blynk	32
4.5.1 Peralatan yang digunakan	32
4.5.2 Cara Pengujian.....	32
4.5.3 Hasil Pengujian	33
4.5.4 Analisis Data.....	33
4.6 Pengujian tampilan waktu RTC (<i>Real Time Clock</i>) pada blynk	34
4.6.1 Peralatan yang digunakan	34
4.6.2 Cara Pengujian.....	34
4.6.3 Hasil Pengujian	35
4.6.4 Analisis Data.....	35
4.7 Pengujian notifikasi saat terjadi pemadaman listrik.....	35
4.7.1 Peralatan yang digunakan	35
4.7.2 Cara Pengujian.....	36
4.7.3 Hasil Pengujian	36
4.7.4 Analisis Data.....	37
4.8 Hasil Pengujian Otomasi Sistem	37
4.8.1 Pengujian Pagi Hari	37
4.8.2 Pengujian Siang Hari	40
4.8.3 Pengujian Sore Hari	42
4.8.4 Pengujian Malam Hari	45
4.9 Hasil Pengujian Tanaman.....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	51
BIODATA.....	64

DAFTAR GAMBAR

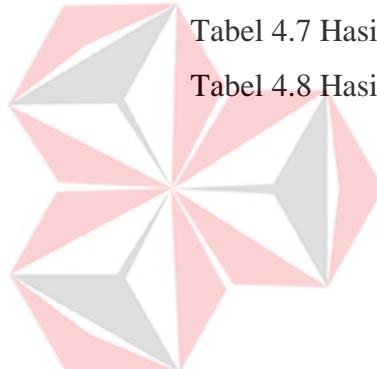
	Halaman
Gambar 2.1 <i>Strawberry</i>	5
Gambar 2.2 Rumah Kaca (<i>Greenhouse</i>)	6
Gambar 2.3 Representasi Kurva Segitiga	8
Gambar 2.4 Representasi Kurva Trapesium	8
Gambar 2.5 Diagram Blok Sistem Interferensi <i>Fuzzy</i>	9
Gambar 2.6 Wemos D1 R2	10
Gambar 2.7 Sensor DHT21	11
Gambar 2.8 Modul RTC (<i>Real Time Clock</i>)	12
Gambar 2.9 Relay.....	12
Gambar 2.10 LED <i>Grow Light</i>	13
Gambar 2.11 Humidifier	13
Gambar 3.1 Blok Diagram	15
Gambar 3.2 Himpunan <i>Fuzzy</i> pada <i>Input Suhu</i>	17
Gambar 3.3 Himpunan <i>Fuzzy</i> pada <i>Input Kelembaban Udara</i>	17
Gambar 3.4 Himpunan <i>Fuzzy</i> pada <i>Output AC (Air Conditioner)</i>	18
Gambar 3.5 Himpunan <i>Fuzzy</i> pada <i>Output Humidifer</i>	19
Gambar 3.6 <i>Flowchart Sistem</i>	20
Gambar 3.7 <i>Flowchart Sistem Fuzzy</i>	20
Gambar 3.8 Proses Pengiriman Data	21
Gambar 3.9 Tampak Depan	22
Gambar 3.10 Rangkaian Elektronika	23
Gambar 3.11 Tampilan <i>Interface Blynk</i>	24
Gambar 4.1 Hasil Pengujian Termometer.....	26
Gambar 4.2 Hasil Pengujian Alat.....	26
Gambar 4.3 Hasil Pengujian I2C LCD 16x2	28
Gambar 4.4 Hasil Pengujian RTC.....	30
Gambar 4.5 Pengujian Infrared pada AC	31
Gambar 4.6 Tampilan Suhu dan Kelembaban pada Blynk	33
Gambar 4.7 Tampilan Waktu RTC (<i>Real Time Clock</i>) pada Blynk	35

Gambar 4.8 Notifikasi Saat Pemadaman Listrik.....	36
Gambar 4.9 Hasil Grafik Suhu Pagi Hari.....	39
Gambar 4.10 Hasil Grafik Kelembaban Udara Pagi Hari	39
Gambar 4.11 Hasil Grafik Suhu Siang Hari.....	41
Gambar 4.12 Hasil Grafik Kelembaban Udara Siang Hari	42
Gambar 4.13 Hasil Grafik Suhu Sore Hari	44
Gambar 4.14 Hasil Grafik Kelembaban Udara Sore Hari.....	44
Gambar 4.15 Hasil Grafik Suhu Malam Hari	46
Gambar 4.16 Hasil Grafik Kelembaban Udara Malam Hari.....	46



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Wemos D1 R2	10
Tabel 3.1 Rule <i>Fuzzy</i> pada <i>Output AC</i> (Air Conditioner)	18
Tabel 3.2 Rule <i>Fuzzy</i> pada <i>Output Humidifier</i>	19
Tabel 3.3 Rangkaian Pin pada Sistem Otomasi	23
Tabel 4.1 Hasil Pengujian DHT21	27
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Suhu dan Kelembaban pada Blynk.....	33
Tabel 4.3 Pengujian notifikasi saat terjadi pemadaman listrik	36
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sistem Otomasi Pagi Hari.....	38
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sistem Otomasi Siang Hari.....	40
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sistem Otomasi Sore Hari	42
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Sistem Otomasi Malam Hari	45
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Tanaman Strawberry.....	47



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Source Code Arduino 51



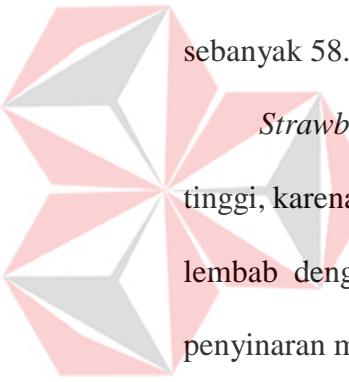
UNIVERSITAS
Dinamika

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Strawberry merupakan hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi, terutama untuk negara beriklim subtropis. Dengan perkembangan teknologi pertanian yang berkembang, *strawberry* kini dapat pengembangan di daerah tropis (Mappanganro, 2013). Produksi *strawberry* di Indonesia pada tahun 2012 mengalami perkembangan produksi sebesar 169.796. Namun pada tahun 2014 mengalami penurunan produksi 34.83%, dimana jumlah produksi tahun 2014 sebanyak 58.882 ton.



Strawberry adalah tanaman yang tumbuh dengan baik pada dataran tinggi, karena *strawberry* memerlukan kondisi lingkungan yang bersuhu dingin dan lembab dengan suhu optimum antara 17°C - 20°C, kelembaban 80% - 90%, penyinaran matahari 8 – 10 jam per hari, pH 5,5 – 6,5, kepekatan nutrisi 1260 ppm – 1540 ppm, dan curah hujan berkisar 600 mm – 700 mm per tahun (Purnadiyasa, 2013). Untuk kebutuhan di dataran rendah seperti Surabaya yang memiliki suhu rata-rata mencapai 29°C dibutuhkan sebuah bangunan *greenhouse* yang berfungsi untuk menciptakan kondisi lingkungan yang ingin dikehendaki pada tanaman *strawberry*.

Greenhouse adalah sebuah bangunan yang berfungsi untuk menciptakan kondisi lingkungan dikehendaki dalam pemeliharaan tanaman dan agar tanaman terhindar dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, seperti suhu udara yang terlalu rendah dan curah hujan yang terlalu tinggi. Salah satu teknik budidaya

yang dapat diterapkan di dalam *greenhouse* adalah hidroponik (Purnadiyasa, 2013). Dengan metode hidroponik sangat cocok untuk bercocok tanam pada lingkungan perkotaan karena sudah jarang ditemukan lahan dengan kondisi kualitas tanah yang baik.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Ichsan, 2017) membahas tentang hidroponik wick dengan metode logika *fuzzy* yang digunakan untuk mengontrol suhu dan kelembaban pada tanaman tomat cherry untuk menjaga kondisi tanaman agar tetap stabil.

Pada penelitian ini mengembangkan sistem hidroponik NFT untuk pembibitan tanaman *strawberry* dengan menggunakan metode logika *fuzzy* untuk mengontrol suhu dan kelembaban udara secara otomatis dan dapat dimonitoring oleh *user* dari jarak jauh melalui *smartphone* (android). Sensor yang digunakan adalah DHT21 sebagai pengukur suhu dan kelembapan udara pada *greenhouse*, dan RTC (*Real Time Clock*) digunakan sebagai pengatur waktu dari pencahayaan proses fotosintesis. Alat ini menyalakan AC dan Humidifier secara otomatis saat terjadi perubahan suhu dan kelembaban udara dalam *greenhouse* agar tanaman tersebut memiliki suhu dan kelembaban yang sesuai dengan yang dibutuhkan. Sedangkan cahaya dari LED *Grow Light* disini sebagai pengganti dari sinar matahari yang berfungsi sebagai proses fotosintesis pada tumbuhan.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dihadapi dalam pengerjaan tugas akhir ini ialah :

1. Bagaimana merancang sistem otomasi untuk suhu, kelembaban udara dan LED *Grow Light* pada tanaman *strawberry* ?

2. Bagaimana merancang sistem monitoring untuk suhu, dan kelembaban udara pada tanaman *strawberry* secara *mobile* menggunakan android ?

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam perancangan dan pembuatan pada tugas akhir ini terdapat beberapa batasan masalah, antara lain :

1. Tidak membahas kontrol jarak jauh pada *greenhouse*
2. Tidak membahas pengontrolan pH dalam *greenhouse*
3. Tidak membahas kepekatan nutrisi
4. Sistem *monitoring* suhu dan kelembaban ini akan berkerja apabila terdapat koneksi internet

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan diatas, maka tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Merancang sistem otomasi untuk suhu, dan kelembaban udara pada tanaman *strawberry*
2. Merancang sistem monitoring untuk suhu, dan kelembaban udara pada tanaman *strawberry* secara *mobile* menggunakan *android*

1.5 Manfaat

Tugas akhir ini diharapkan dapat mengendalikan suhu, kelembaban udara, dan LED *Grow Light* secara otomasi di dalam *greenhouse* dan dapat di *monitoring* oleh user dari jarak jauh sehingga lebih menghemat waktu dan tenaga.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini dijelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat dari penelitian ini, dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini penulis membahas teori secara singkat dari metode fuzzy, *Wemos D1 R2*, Sesnor DHT21, RTC (*Real Time Clock*), Relay, serta *hardware* pendukung yang akan digunakan pada penelitian tugas akhir.

BAB III METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN SISTEM

Dalam bab ini penulis akan menguraikan rancangan sistem yang dibuat berupa rangkaian elektronik, *hardware*, dan *software* untuk menyelesaikan penelitian pembuatan tugas akhir ini.

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PENGAMATAN

Dalam bab ini dibahas mengenai tahap pengujian yang berisi hasil pengujian sistem otomasi yang meliputi pengujian sensor DHT21, pengujian LCD I2C, pengujian RTC, pengujian infrared, pengujian pada blynk, dan pengujian otomasi sistem yang dilakukan dalam empat keadaan waktu.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini penulis menyimpulkan hasil penelitian dan hasil pengujian serta saran - saran yang penulisan berikan untuk yang berkenan melanjutkan penelitian ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Strawberry*

Strawberry merupakan hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi, terutama pada negara beriklim subtropis. Dengan perkembangan teknologi pertanian yang berkembang, *strawberry* kini dapat pengembangan di daerah tropis (Mappanganro, 2013). *Strawberry* adalah tanaman yang tumbuh dengan baik pada lahan dataran tinggi, karena *strawberry* memerlukan kondisi lingkungan yang bersuhu dingin dan lembab dengan suhu optimum antara 17°C - 20°C, kelembaban 80% - 90%, penyinaran matahari 8 – 10 jam per hari, pH 5,5 – 6,5, kepekatan nutrisi 1260 ppm – 1540 ppm, dan curah hujan berkisar 600 mm – 700 mm per tahun (Purnadiyasa, 2013). Gambar *strawberry* di tunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Strawberry*
(Sumber: <https://mediatani.co/budidaya-hidroponik-strawberry/>)

2.2 Rumah Kaca (*Greenhouse*)

Greenhouse adalah sebuah bangunan yang berfungsi untuk menciptakan kondisi lingkungan dikehendaki dalam pemeliharaan tanaman dan agar tanaman terhindar dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, seperti suhu udara

yang terlalu rendah dan curah hujan yang terlalu tinggi. (Purnadiyasa, 2013).

Gambar Rumah Kaca (*Greenhouse*) di tunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Rumah Kaca (*Greenhouse*)

(Sumber: <https://www.gardensite.co.uk/greenhouses/halls-qube-6-x-10-ft-greenhouse.htm>)

2.3 Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan generalisasi dari logika klasik yang memiliki dua nilai keanggotaan yaitu 0 dan 1. Dalam logika fuzzy, nilai kebenaran suatu pernyataan berkisar dari sepenuhnya benar sampai dengan sepenuhnya salah. Dengan teori himpunan fuzzy, suatu objek dapat menjadi anggota dari banyak himpunan dengan derajat keanggotaan yang berbeda dalam masing-masing himpunan. Konsep ini berbeda dengan teori himpunan biner (*crisp*). Teori himpunan biner tergantung dengan logika 2 nilai (*two-valued logic*) untuk menentukan sebuah objek merupakan suatu anggota himpunan atau bukan (Kaswidjanti, Aribowo, & Wicaksono, 2014).

Hubungan metode fuzzy yang digunakan pada sistem ini adalah sebagai pengendali yang berguna untuk mengatur suhu pada *greenhouse* dimana terdapat 5 kategori himpunan *fuzzy* pada input suhu yaitu dingin, sejuk, normal, hangat, dan panas. Selain suhu metode *fuzzy* juga berfungsi sebagai mengatur kelembaban udara

pada *greenhouse* dimana terdapat 3 kategori himpunan *fuzzy* pada input kelembaban udara yaitu rendah, normal, tinggi. Selain sebagai input, metode *fuzzy* pada sistem juga berfungsi sebagai pengatur atau pengendali outputan yang nantinya akan mengatur AC dan Humidifier.

2.3.1 Himpunan Fuzzy

Fuzzifikasi adalah sebuah proses untuk mengubah suatu satuan masukan dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi fuzzy (*variabel linguistik*). Proses ini dijalankan dalam bentuk himpunan-himpunan fuzzy dengan suatu fungsi keanggotaan yang berbeda. Fungsi keanggotaan yang digunakan dalam perancangan fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan segitiga dan fungsi keanggotaan trapesium.

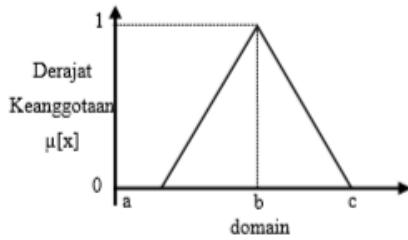
2.3.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah sebuah kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan ialah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan (Kusumadewi, 2003).

1. Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan segitiga berasal dari representasi kurva segitiga.

Kurva segitiga merupakan gabungan dari dua garis (linear) dan bentuk kurva tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.3. Fungsi keanggotaan segitiga diperoleh dari persamaan :



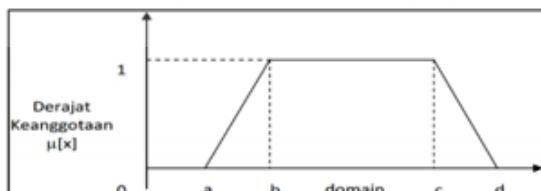
Gambar 2.3 Representasi Kurva Segitiga
(Sumber: Kusumadewi, 2003)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{b-x}{b-a}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.1)$$

4. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Representasi Kurva Trapesium terlihat pada Gambar 2.4.



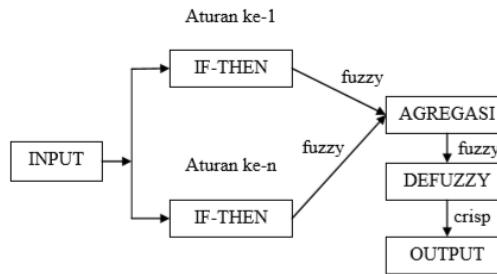
Gambar 2.4 Representasi Kurva Trapesium
(Sumber: Kusumadewi, 2003)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \geq d \text{ atau } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a < x < b \\ \frac{d-x}{d-c}; & c < x < d \\ 1; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.2)$$

2.4 Metode Tsukamoto

Sistem Interensi *Fuzzy* ialah suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* berbentuk *IF-THEN*, dan penalaran *fuzzy*. Secara garis besar, diagram blok proses inferensi *fuzzy*. Diagram blok pada proses interferensi *fuzzy* pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Diagram Blok Sistem Interferensi *Fuzzy*
(Dewi, Nisak, K, & Eka, 2014)

Sistem inferensi *fuzzy* ini menerima input *crisp*. Input ini kemudian akan dikirim ke basis pengetahuan yang berisi n aturan *fuzzy* dalam bentuk *IF-THEN*. *Fire strength* akan dicari pada setiap aturan. Apabila jumlah aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan agregasi dari semua aturan. Selanjutnya, pada hasil agregasi akan dilakukan proses *defuzzy* untuk mendapatkan nilai *crisp* sebagai keluaran sistem.

Pada dasarnya, metode Tsukamoto ini mengaplikasikan penalaran monoton pada setiap aturannya. Kalau pada penalaran monoton, sistem ini hanya memiliki satu aturan, pada metode Tsukamoto, sistem ini terdiri atas beberapa aturan. Karena menggunakan konsep dengan dasar penalaran monoton, pada metode Tsukamoto, setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk *IF-THEN* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Keluaran hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) bedasarkan α -

predikat (*fire strength*). Proses agregasi antar aturan dilakukan, dan hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan proses *defuzzy* dengan konsep rata-rata terbobot.

2.5 Wemos D1 R2

Wemos merupakan papan yang berfungsi untuk project yang mengusung konsep IOT. Wemos bisa berjalan sendiri berbeda dengan modul wifi lain yang masih membutuhkan mikrokontroller sebagai pengontrol, wemos dapat berjalan sendiri karena didalamnya terdapat CPU yang dapat memprogram melalui serial port atau via OTA (Over The Air) serta transfer program secara wireless (Kusuma & Tirta Mulia, 2018). Gambar Wemos D1 di tunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Wemos D1 R2
(Sumber: <https://www.tokopedia.com/>)

Tabel 2.1 Spesifikasi Wemos D1 R2

Nama	Keterangan
Microcontroller	ESP8266EX
Operating Voltage	3.3V
Digital I/O Pins	11
Analaog Input Pins	1
Falsh Memory	4MB
Input Voltage Range	9V to 12V
Output	5V att 1A Max
Board Dimensions	68.6mm x 53.4mm (2.701" x 2.102") / Long x Wide
Weight	21.8g (0.769oz)

(Sumber: <https://wiki.wemos.cc/products:d1:d1>)

2.6 Sensor Suhu dan Kelembaban Udara (DHT21)

Sensor DHT21 adalah modul sensor suhu dan kelembaban udara. MODul sensor DHT21 ini memiliki *range* pengukuran suhu antara -40°- 80°C dan *range* kelembaban udara 0-99% RH. Sensor ini memiliki elemen resistif dan perangkat pengukur suhu NTC. Dengan ukuran kecil sensor ini mudah untuk diimplementasikan dengan mikrokontroller, modul sensor ini juga memiliki kualitas yang baik, memiliki respon yang cepat, kemampuan anti-gangguan dan biaya yang murah (Nugroho, 2017). Gambar DHT21 di tunjukkan pada Gambar 2.7.

Spesifikasi:

- Power Supply: 3.3-5.2V DC
- Resolution: ± 0.1
- Temperature measurement range: $-40 \sim +80^{\circ}\text{C}$ @ $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Humidity measurement range: 0-99.9%RH @ $\pm 3\%$ RH

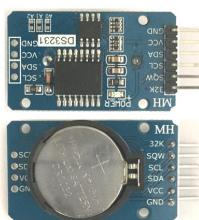


Gambar 2.7 Sensor DHT21
(Sumber: <https://www.tokopedia.com/>)

2.7 RTC (Real Time Clock)

RTC (*Real Time Clock*) adalah sebuah modul jenis jenjang waktu berupa chip yang bekerja berdasarkan waktu yang sebenarnya dan dapat menghitung waktu (mulai dari detik hingga tahun) dengan akurat serta menyimpan data waktu tersebut secara

real time. Karena jam tersebut bekerja real time, maka setelah proses hitung waktu dilakukan output datanya akan langsung disimpan atau dikirim ke device lain melalui sistem *interface* (Puspadini & Bahriun, 2013). Gambar Modul RTC di tunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Modul RTC (*Real Time Clock*)

(Sumber: <https://arduino.rezaervani.com/2019/03/02/modul-rtc-ds3231/>)

2.8 Relay

Relay adalah sebuah modul yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakan sejumlah kontakor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontakor akan tertutup (menyalakan) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Gambar Relay di tunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Relay

(Sumber: <http://unik-kediri.ac.id/Relays-Relay-Replacement-Parts-245205/>)

2.9 LED Grow Light

LED *Grow Light* adalah sebuah lampu yang terdiri dari beberapa LED yang memiliki warna biru dan merah. LED *Grow Light* ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan cahaya tanaman untuk membantu pertumbuhan dan perkembangan tanaman agar tetap sehat dan sebagai pengganti dari sinar matahari. Gambar LED *Grow Light* di tunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 LED *Grow Light*
(Sumber: <https://www.wantitall.co.za/>)

2.10 Humidifier

Humidifier adalah alat yang digunakan untuk menjaga kelembapan udara pada ruangan. Alat ini bekerja dengan cara menyemprotkan uap air ke udara.

Gambar *Humidifier* di tunjukkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Humidifier
(Sumber: <https://www.amazon.com/>)

2.11 Blynk

Blynk adalah aplikasi OS Mobile yang bertujuan sebagai kendali modul *Raspberry Pi*, *Arduino*, *ESP8266*, *WEMOS D1*, dan modul sejenisnya yang terhubung internet. Penggunaannya mudah untuk mengatur semuanya dan dapat dikerjakan dalam waktu kurang dari 10 menit. Blynk tidak terikat pada modul tertentu. Dari aplikasi inilah dapat mengontrol dari jarak jauh, dimanapun kita berada dan waktu kapanpun. Dengan catatan modul tersebut terhubung dengan internet dengan koneksi yang stabil dan inilah yang dinamakan dengan sistem Internet of Things (IOT) (Faudin, 2017).



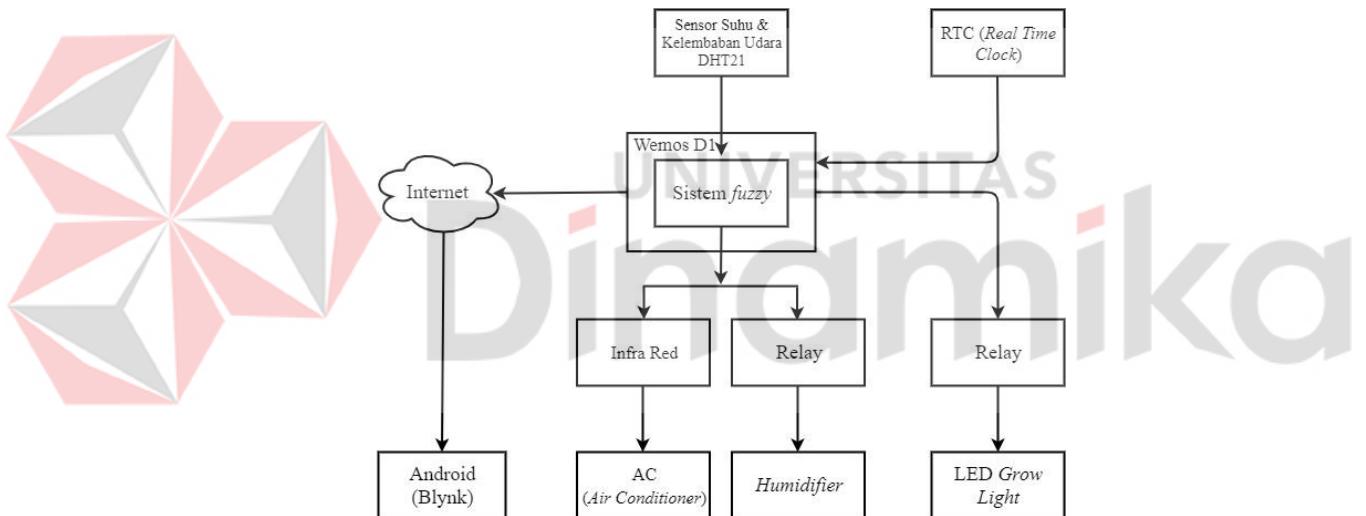
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian pada tugas akhir ini adalah membuat sebuah sistem rancang bangun berupa *hardware* menggunakan *Wemos D1 R2* dan sistem monitoring menggunakan *software* dari aplikasi *blynk*.

3.2 Metode Perancangan



Gambar 3.1 Blok Diagram
(Sumber: Olahan Penulis)

Tiap – tiap bagian dari blok diagram pada gambar 3.1 akan dijelaskan sebagai berikut :

1. *Input* pada *Wemos D1 R2*

- a. Sensor suhu dan kelembaban udara (DHT21) : Sensor ini berfungsi untuk pengukur kondisi suhu dan kelembaban udara pada *greenhouse*.
- b. *Real Time Clock* (RTC) : Berfungsi mengatur waktu *uv* menyala.

2. Proses pada *Wemos D1 R2*
 - a. Sistem Fuzzy : Metode Fuzzy Tsukamoto yang berfungsi sebagai pengendali suhu dan kelembaban udara.
3. *Output* pada *Wemos D1 R2*
 - a. Infrared : Berfungsi sebagai remote untuk pengatur suhu dari AC.
 - b. Relay: Berfungsi sebagai saklar.
 - c. AC (*Air Conditioner*) : Befungsi sebagai pendingin pada *greenhouse*.
 - d. Humidifier : Berfungsi mengatur kelembaban udara pada *greenhouse*.
 - e. LED *Grow Light* : Berfungsi sebagai pengganti sinar matahari.
 - f. Android (Blynk) : Berfungsi untuk memonitoring dari jarak jauh melalui smartphone dengan aplikasi blynk.

3.3 Sistem Fuzzy

Pada tugas akhir ini metode *fuzzy* yang akan digunakan yaitu *Fuzzy Tsukamoto*. Berikut adalah rule-rule metode *Fuzzy Tsukamoto* yang akan diterapkan sebagai keluaran pada sistem yang akan dirancang.

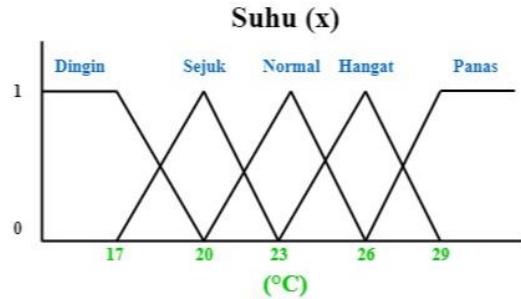
3.3.1 Input pada *Fuzzy Tsukamoto*

Terdapat dua masukan pada *fuzzy* Tsukamoto yaitu suhu dan kelembaban udara.

1. Suhu (x) :

Pada *fuzzyfikasi* input suhu terdapat 5 kategori himpunan yaitu dingin, sejuk, normal, hangat, dan panas. Angka dari *range* himpunan tersebut didapatkan dari syarat hidup *strawberry* dan kondisi dari ruangan. Syarat hidup

strawberry masuk ke kategori himpunan dingin, sebab *strawberry* membutuhkan lingkungan hidup bersuhu dingin 17°C - 20°C .

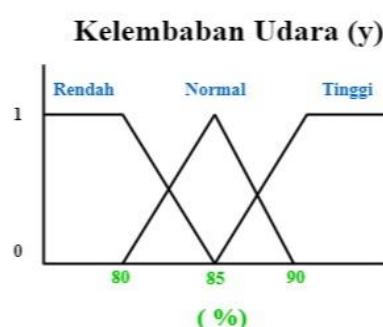


Gambar 3.2 Himpunan Fuzzy pada Input Suhu
(Sumber: Olahan Penulis)

Suhu Dingin : [0 – 20]	Suhu Hangat : [23 – 29]
Suhu Sejuk : [17 – 23]	Suhu Panas : [26 – 40]
Suhu Normal : [20 – 26]	

2. Kelembaban Udara (y) :

Pada *fuzzyifikasi* input kelembaban udara terdapat 3 kategori himpunan yaitu rendah, normal, dan tinggi. Angka dari *range* himpunan tersebut didapatkan dari syarat hidup *strawberry*, sebab *strawberry* membutuhkan lingkungan yang lembab dengan kelembaban udara 80% - 90%.



Gambar 3.3 Himpunan Fuzzy pada Input Kelembaban Udara
(Sumber: Olahan Penulis)

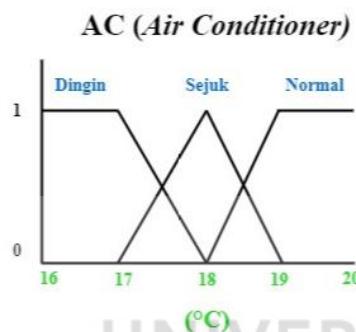
Kelembaban Udara Rendah	: [0 – 85]
Kelembaban Udara Normal	: [80 – 90]
Kelembaban Udara Tinggi	: [85 – 100]

3.3.2 Output pada *Fuzzy Tsukamoto*

Pada *fuzzy Tsukamoto* ini terdapat keluaran yaitu AC (*Air Conditioner*).

1. AC (*Air Conditioner*) :

Pada output AC (*Air Conditioner*) terdapat 3 kategori himpunan yaitu dingin, sejuk, dan normal. Angka dari *range* himpunan tersebut didapatkan dari syarat hidup *strawberry*. Syarat hidup *strawberry* membutuhkan lingkungan hidup bersuhu dingin 17°C - 20°C.



Gambar 3.4 Himpunan *Fuzzy* pada Output AC (*Air Conditioner*)
(Sumber: Olahan Penulis)

AC Dingin: [16 – 18], AC Normal: [18 – 20], AC Sejuk: [17 – 19]

Tabel 3.1 Rule *Fuzzy* pada Output AC (*Air Conditioner*)

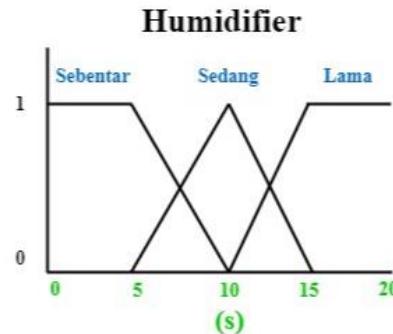
	Kelembaban Udara Rendah	Kelembaban Udara Normal	Kelembaban Udara Tinggi
Suhu Dingin	Sejuk	Sejuk	Normal
Suhu Sejuk	Sejuk	Sejuk	Normal
Suhu Normal	Dingin	Normal	Sejuk
Suhu Hangat	Dingin	Dingin	Sejuk
Suhu Panas	Dingin	Dingin	Dingin

(Sumber: Olahan Penulis)

2. *Humidifier* :

Pada output *humidifier* terdapat 3 kategori himpunan yaitu sebentar, sedang, dan lama. Angka dari *range* himpunan tersebut didapatkan dari hasil

percobaan yang dilakukan pada kondisi empat waktu yaitu pagi hari, siang hari, sore hari, dan malam hari.



Gambar 3.5 Himpunan Fuzzy pada Output Humidifier
(Sumber: Olahan Penulis)

Sebentar : [0 – 20], Sedang : [10 – 30], Lama : [20 – 40]

Tabel 3.2 Rule Fuzzy pada Output Humidifier

	Kelembaban Udara Rendah	Kelembaban Udara Normal	Kelembaban Udara Tinggi
Suhu Dingin	Sedang	Sebentar	Sebentar
Suhu Sejuk	Sedang	Sebentar	Sebentar
Suhu Normal	Lama	Sebentar	Sebentar
Suhu Hangat	Lama	Sebentar	Sebentar
Suhu Panas	Lama	Sebentar	Sebentar

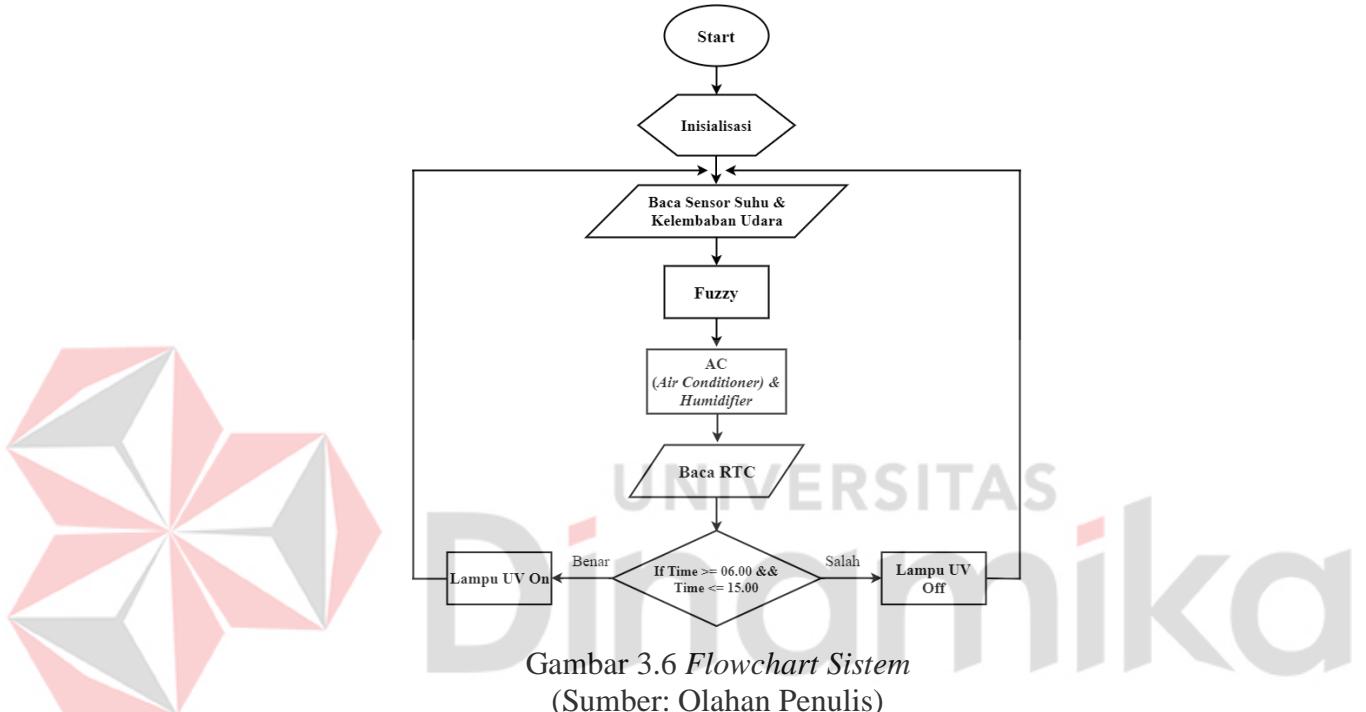
(Sumber: Olahan Penulis)

3.3.3 Flowchart Sistem

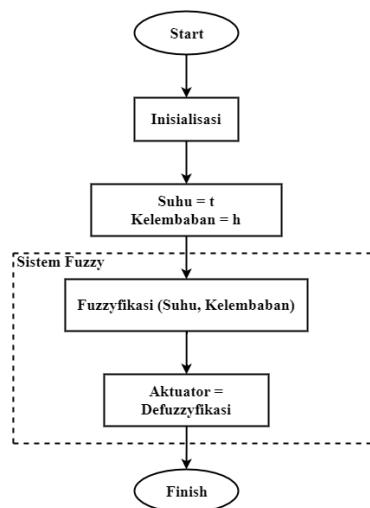
1. Kontrol Sistem

Pada Gambar 3.6 dibawah adalah alur cara kerja dari otomasi dan monitoring pada *greenhouse* pembibitan tanaman *strawberry* menggunakan *fuzzy logic*. Pada awal program akan melakukan proses inisialisasi. Setelah proses inisialisasi selesai program akan membaca nilai suhu dan kelembaban udara dari sensor DHT21 dan akan diproses dengan metode *fuzzy*, dimana *fuzzy* tersebut akan mengatur AC (Air

Conditioner) untuk menstabilkan suhu dan *Humidifier* untuk menstabilkan kelembaban udara. Proses selanjutnya yaitu nilai RTC (*Real Time Clock*). Jika waktu sesuai dengan jam 06.00 sampai jam 15.00, maka lampu uv akan menyala untuk proses fotosintesis pada tanaman *strawberry* sebagai pengganti dari sinar matahari. Setelah itu kembali ke pembacaan nilai suhu dan kelembaban udara.



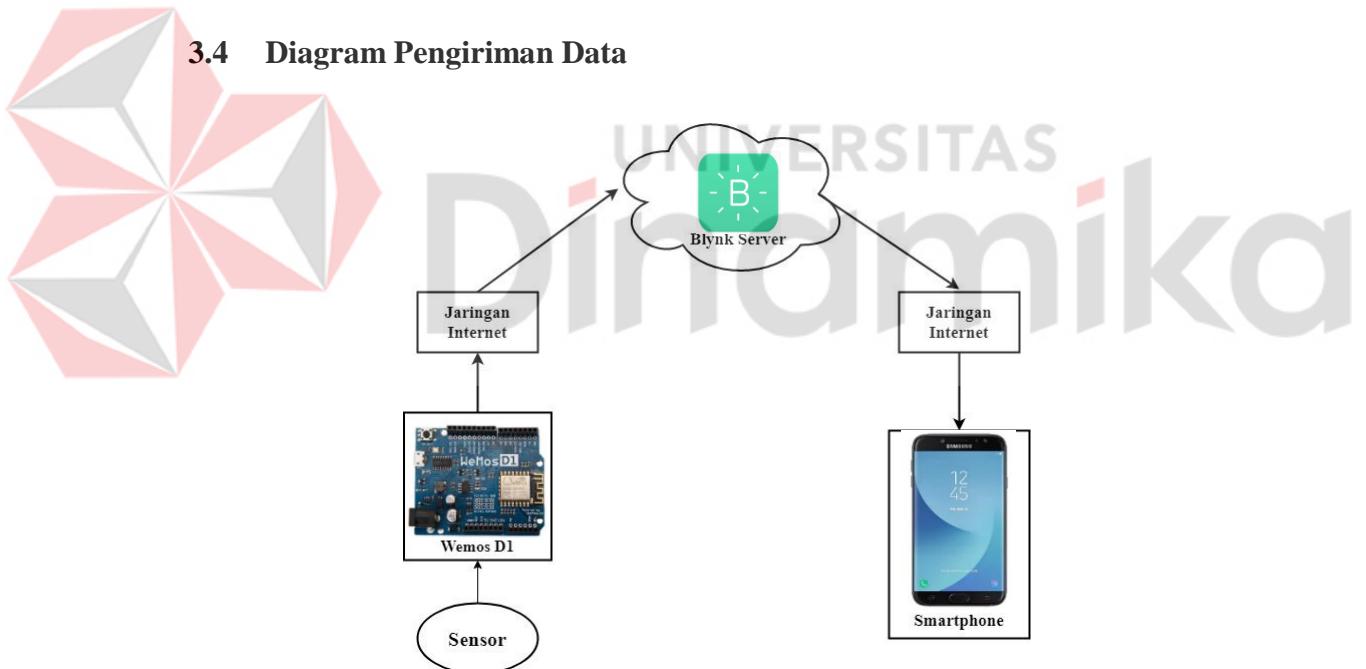
2. Sistem *Fuzzy*



Gambar 3.7 Flowchart Sistem Fuzzy
(Sumber: Olahan Penulis)

Pada Gambar 3.7 adalah *flowchart* dari sistem *fuzzy*, pada awal program akan melakukan proses inisialisasi, selanjutnya sensor DHT21 membaca nilai suhu dan kelembaban udara pada ruangan *greenhouse* dan akan dikirimkan pada Wemos D1 R2. Setelah sensor membaca nilai suhu dan kelembaban udara maka nilai tersebut akan disimpan ke variabel yang tersedia. Variabel tersebut akan diproses dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* dengan *rule* yang sudah ditentukan. Proses selanjutnya adalah melakukan fuzzyifikasi dan defuzzyifikasi untuk mendapatkan nilai yang berfungsi sebagai keluaran untuk menggerakkan aktuator AC dan *Humidifier*.

3.4 Diagram Pengiriman Data



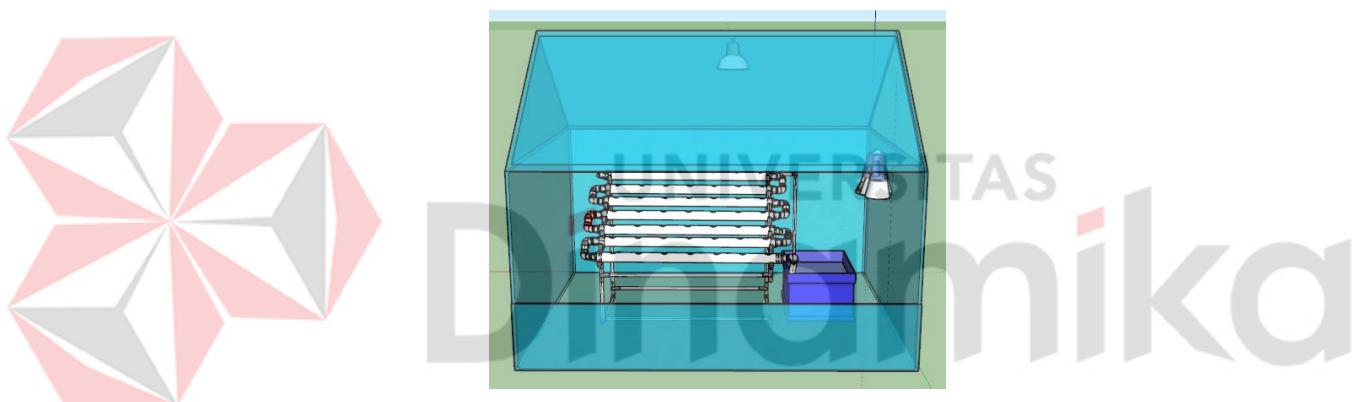
Gambar 3.8 Proses Pengiriman Data
(Sumber: Olahan Penulis)

Proses pengiriman data ditunjukkan pada Gambar 3.8. Langkah kerja pengiriman data adalah dengan membaca sensor DHT21, kemudian di proses menggunakan Wemos D1 R2 yang di hubungkan ke internet. Setelah terhubung ke internet data yang di proses pada Wemos akan dikirim dan disimpan pada *database*

Blynk. Setelah data disimpan di *database* maka dapat di akses melalui *handphone* yang sebelumnya telah terinstall aplikasi dari Blynk. Semua data sensor yang terhubung pada wemos nantinya pasti dapat di akses melalui aplikasi Blynk dan data dari sensor juga dapat di pantau secara terus menerus.

3.5 Arsitektur Mekanisme

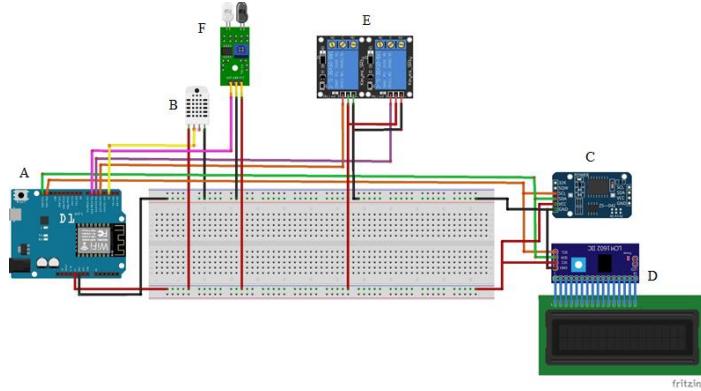
Berikut merupakan desain 3D mekanik dari otomasi dan monitoring pada *greenhouse* pembibitan tanaman *strawberry* menggunakan *fuzzy logic* pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Tampak Depan
(Sumber: Olahan Penulis)

3.6 Perancangan Elektronika

Pada Gambar 3.10 merupakan perancangan elektronika dari otomasi dan monitoring pembibitan tanaman *strawberry* menggunakan *fuzzy logic* secara keseluruhan.



Gambar 3.10 Rangkaian Elektronika
(Sumber: Olahan Penulis)

Keterangan pada Gambar 3.10 sebagai berikut :

- (a) Wemos D1 R2, (b) Rangkaian Sensor DHT21, (c) Rangkaian RTC
- (d) Rangkaian LCD I2C, (e) Rangkaian Relay, (f) Rangkaian Infrared
- (g) AC (*Air Conditioner*), (h) Humidifier, (i) Lampu UV

Tabel 3.3 Rangkaian Pin pada Sistem Otomasi

	DHT21	RTC	LCD I2C	Relay	Infrared
Wemos D1 R2	5V = Pin 1 (VCC)	Pin SCL = Pin SCL	Pin SCL = Pin SCL	Pin D4 = Vin	Pin D6 = Data
	Pin D2 = Pin 2 (Data)	Pin SDA = Pin SDA	Pin SDA = Pin SDA	Pin D5 = Vin	GND = GND
	GND = Pin 3 (GND)	5V = VCC	5V = VCC	5V = VCC	
		GND = GND	GND = GND	GND = GND	

3.7 Perancangan Software

Pada perancangan software akan dijelaskan tampilan interface dari aplikasi blynk untuk memonitoring suhu dan kelembaban udara pada *greenhouse* pembibitan tanaman *strawberry*

3.7.1 Tampilan Interface dari Aplikasi Blynk



Gambar 3.11 Tampilan *Interface* Blynk
(Sumber: Olahan Penulis)

Pada Gambar 3.11 menjelaskan tampilan dari User Interface Blynk yang digunakan sebagai monitoring. Pada indikator sebelah kiri atas menunjukkan indikator dari nilai suhu yang dihasilkan oleh sensor yang memiliki range antara -40°C hingga 80°C. Pada bagian indikator sebelah kanan atas menunjukkan nilai kelembaban udara yang dihasilkan oleh sensor yang memiliki range antara 0% hingga 100%. Sedangkan pada tampilan grafik yang berwarna biru menunjukkan nilai grafik suhu yang dihasilkan oleh sensor DHT21 dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Pada tampilan grafik yang berwarna merah menunjukkan nilai grafik kelembaban udara yang dihasilkan oleh sensor DHT21 dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Pada tampilan grafik memiliki pemilihan data waktu yang berguna untuk melihat data yang sudah disimpan dan tab waktu live untuk menampilkan data secara real dan terus menerus, waktu bisa dipilih dalam tampilan grafik adalah live, 15 menit, 1 jam, 6 jam, 1 hari, dan 1 minggu.

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PENGAMATAN

Pada bab ini penulis akan membahas hasil pengujian dari penelitian yang telah dilakukan. Pada tahap pengujian dari penelitian ini terdapat beberapa tahap yaitu, pengujian pada *hardware* dan *software*. Pengujian *hardware* terdiri dari pengujian keakuratan dari sensor suhu dan kelembaban (DHT21), yang diharapkan dari pengujian ini agar hasil yang didapat sesuai dengan harapan sehingga penelitian ini dapat diterapkan secara real.



4.1 Pengujian Sensor DHT21

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk dapat mengetahui tingkat keakuratan dari sensor dan juga untuk mengetahui tingkat error dari sensor yang akan diuji.

4.1.1 Peralatan yang digunakan

- a. Laptop
- b. Wemos D1 R2
- c. Sensor DHT21
- d. Kabel USB

4.1.2 Cara Pengujian

- a. Menghidupkan Laptop dan membuka aplikasi Arduino IDE
- b. Menghubungkan Sensor DHT21 dengan Wemos D1 R2 sesuai dengan pin yang telah di tentukan

- c. Menghubungkan Wemos D1 R2 ke laptop yang digunakan
- d. Mengupload program yang sudah dikerjakan sebelumnya
- e. Melakukan uji coba Sensor DHT21 dengan memasukkan Sensor DHT21 ke dalam *greenhouse*
- f. Mengamati perubahan nilai suhu dan kelembaban udara
- g. Mencatat hasil pengujian dari sensor DHT21

4.1.3 Hasil Pengujian Sensor



Gambar 4.1 Hasil Pengujian Termometer
(Sumber: Olahan Penulis)



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Alat
(Sumber: Olahan Penulis)

Tabel 4.1 Hasil Pengujian DHT21

No.	Suhu (°C)		Kelembaban (%)		Error Suhu (%)	Error Kelembaban (%)
	DHT21	Termometer	DHT21	Hygrometer		
1	30	30,4	79%	78%	1,3	1,3
2	30	30,1	76%	76%	0,3	0
3	26	25,9	82%	81%	0,4	1,2
4	25	25,5	85%	85%	2	0
5	25	25,4	85%	84%	1,6	1,2
6	25	25,2	85%	84%	0,8	1,2
7	25	25,2	85%	85%	0,8	0
8	25	25	85%	85%	0	0
9	25	24,8	84%	85%	0,8	1,2
10	25	25,2	89%	88%	0,8	1,1
11	27	28	81%	81%	3,6	0
12	28	28	77%	76%	0	1,3
Rata - Rata					1	0,7

(Sumber: Olahan Penulis)

4.1.4 Analisis Data

Hasil pengujian pada Tabel 4.1 terhadap Sensor DHT21 yang dibandingkan dengan thermometer dilakukan pengujian selama 60 menit didapatkan hasil rata-rata error suhu sebesar 1% dan error kelembaban sebesar 0.7%. Sehingga bisa disimpulkan hasil dari Sensor DHT21 diatas dapat dikatakan cukup baik karena hasil error tidak terlalu besar.

4.2 Pengujian LCD I2C dan Tampilan dari LCD I2C

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menampilkan karakter pada LCD 16x2 dari modul I2C yang terhubung ke Wemos D1 R2.

4.2.1 Peralatan yang digunakan

- a. Laptop
- b. Wemos D1 R2
- c. Modul I2C
- d. Kabel USB

4.2.2 Cara Pengujian

- a. Menghidupkan Laptop dan membuka aplikasi Arduino IDE
- b. Merangkai LCD dengan modul I2C
- c. Menghubungkan pin SCL SDA pada modul I2C ke pin SCL SDA Wemos
- d. Mengupload program yang sudah dikerjakan sebelumnya
- e. Mengamati apakah tampilan pada LCD 16x2 sudah sesuai dengan tampilan yang dituliskan

4.2.3 Hasil Pengujian



Gambar 4.3 Hasil Pengujian I2C LCD 16x2
(Sumber: Olahan Penulis)

4.2.4 Analisis Data

Dari hasil pengujian pada Gambar 4.3 bisa disimpulkan bahwa hasil tampilan sesuai dengan program yang telah dibuat dan di *upload* pada Wemos D1 R2. LCD

tersebut digunakan untuk menampilkan kondisi suhu dan kelembaban udara pada *greenhouse*.

4.3 Pengujian RTC (*Real Time Clock*)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kecocokan waktu dari RTC dengan jam atau waktu real.

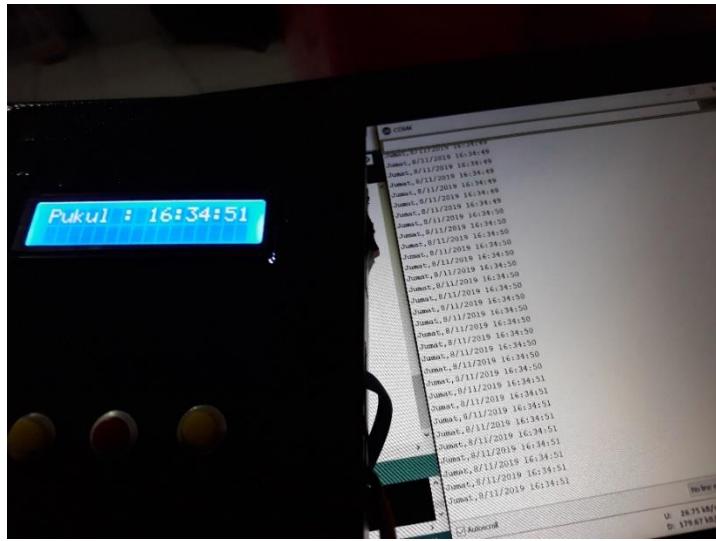
4.3.1 Peralatan yang digunakan

- a. Laptop
- b. Wemos D1 R2
- c. Modul RTC
- d. Kabel USB

4.3.2 Cara Pengujian

- a. Menghidupkan Laptop dan membuka aplikasi Arduino IDE
- b. Menghubungkan pin SCL SDA pada modul RTC ke pin SCL SDA Wemos D1 R2
- c. Mengupload program yang sudah dikerjakan sebelumnya
- d. Mengamati pada serial monitor apakah waktu dari RTC sesuai dengan jam atau waktu real

4.3.3 Hasil Pengujian



Gambar 4.4 Hasil Pengujian RTC
(Sumber: Olahan Penulis)

4.3.4 Analisis Data

Dari hasil pengujian pada Gambar 4.4 bisa di simpulkan bahwa waktu pada RTC (*Real Time Clock*) sesuai dengan waktu *real* pada jam. RTC (*Real Time Clock*) tersebut digunakan sebagai pengatur waktu menyala pada lampu uv, dan waktu RTC (*Real Time Clock*) dapat menyalakan lampu uv sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

4.4 Pengujian Infrared

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengatur suhu secara otomatis yang akan di *remote* dengan modul infrared.

4.4.1 Peralatan yang digunakan

- a. Laptop
- b. Wemos D1 R2
- c. Modul Infrared
- d. Kabel USB

4.4.2 Cara Pengujian

- a. Menghidupkan Laptop dan buka aplikasi Arduino IDE
- b. Menghubungkan pin data pada modul infrared ke pin Wemos D1 R2
- c. Mengupload program yang sudah dikerjakan sebelumnya



Gambar 4.5 Pengujian Infrared pada AC
(Sumber: Olahan Penulis)

Pada Gambar 4.5 menunjukkan saat memasukkan nilai pada serial monitor 16 maka infrared akan me-*remote* suhu 16°C pada AC (*Air Conditioner*), dan pada saat memasukkan nilai pada serial monitor 20 maka infrared akan me-*remote* suhu 20°C pada AC (*Air Conditioner*).

4.4.4 Analisis Data

Dari hasil pengujian pada Gambar 4.5 dapat di simpulkan bahwa modul infrared dapat me-*remote* AC (*Air Conditioner*) dengan baik sesuai dengan suhu saat memasukkan nilai pada serial monitor.

4.5 Pengujian tampilan data suhu dan kelembaban pada blynk

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui data dari sensor DHT21 yang telah di proses dari Wemos D1 R2 dapat di kirim dengan baik ke server blynk.

4.5.1 Peralatan yang digunakan

- 
- a. Laptop
 - b. Wemos D1 R2
 - c. Sensor DHT21
 - d. Android
 - e. Internet
 - f. Kabel USB



4.5.2 Cara Pengujian

- a. Menghidupkan Laptop dan buka aplikasi Arduino IDE
- b. Menghubungkan sensor DHT21 dengan Wemos D1 R2
- c. Menghubungkan Wemos D1 R2 dengan laptop
- d. Mengupload program yang sudah di kerjakan sebelumnya
- e. Menjalankan aplikasi blynk pada smartphone
- f. Melakukan pengamatan terhadap sensor DHT21 pada aplikasi blynk

4.5.3 Hasil Pengujian



Gambar 4.6 Tampilan Suhu dan Kelembaban pada Blynk
(Sumber: Olahan Penulis)

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Suhu dan Kelembaban pada Blynk

No.	Suhu		Kelembaban		Error Suhu (%)	Error Kelembaban (%)
	DHT21	Blynk	DHT21	Blynk		
1	27,8	27,5	76%	76%	1,1	0
2	27,7	27,7	77%	77%	0	0
3	27,4	27,4	77%	77%	0	0
4	27,3	27,3	77%	77%	0	0
5	27,1	27,1	78%	78%	0	0
6	21,7	21,7	78%	78%	0	0
7	27,2	27,2	78%	78%	0	0
8	27,1	27,1	77%	77%	0	0
9	27	27	78%	78%	0	0
10	27	27	78%	78%	0	0
11	26,9	26,9	78%	78%	0	0
12	26,9	26,9	78%	78%	0	0
Rata - Rata					0,1	0

(Sumber: Olahan Penulis)

4.5.4 Analisis Data

Hasil pengujian pada Tabel 4.2 *monitoring* suhu dan kelembaban udara dari sensor DHT21 pada aplikasi blynk yang dibandingkan dengan lcd pada alat dilakukan pengujian selama 60 menit didapatkan hasil rata-rata error suhu sebesar

0,1% dan error kelembaban sebesar 0%. Sehingga bisa disimpulkan hasil dari *monitoring* pada aplikasi blynk dapat dikatakan cukup baik karena hasil error tidak terlalu besar.

4.6 Pengujian tampilan waktu RTC (*Real Time Clock*) pada blynk

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kecocokan waktu dari RTC dengan jam atau waktu real pada aplikasi blynk.

4.6.1 Peralatan yang digunakan

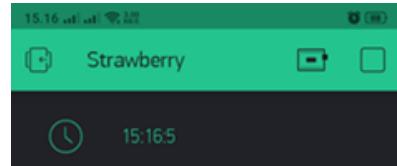
- a. Laptop
- b. Wemos D1 R2
- c. Modul RTC
- d. Android
- e. Internet
- f. Kabel USB



4.6.2 Cara Pengujian

- a. Menghidupkan Laptop dan buka aplikasi Arduino IDE
- b. Menghubungkan pin SCL SDA pada modul RTC ke pin SCL SDA Wemos
- c. Menghubungkan Wemos D1 R2 dengan laptop
- d. Mengupload program yang sudah di kerjakan sebelumnya
- e. Menjalankan aplikasi blynk pada smartphone

4.6.3 Hasil Pengujian



Gambar 4.7 Tampilan Waktu RTC (*Real Time Clock*) pada Blynk
(Sumber: Olahan Penulis)

4.6.4 Analisis Data

Pada Gambar 4.7 tampilan waktu pada aplikasi blynk sesuai dengan waktu *real* pada jam, maka dapat disimpulkan bahwa tampilan waktu dari RTC (*Real Time Clock*) pada aplikasi blynk dapat dikatakan telah berjalan dengan baik.

4.7 Pengujian notifikasi saat terjadi pemadaman listrik

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui keberhasilan untuk memberikan sebuah notifikasi peringatan apabila sistem mati saat terjadi pemadaman listrik.

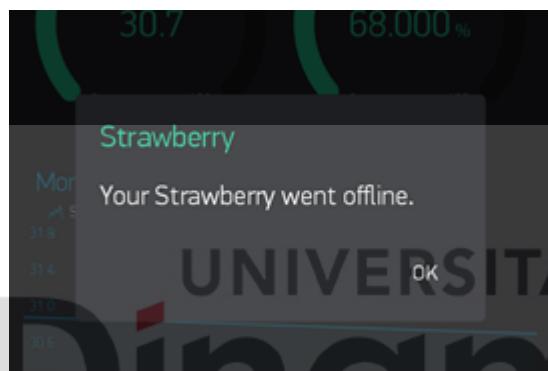
4.7.1 Peralatan yang digunakan

- a. Laptop
- b. Wemos D1 R2
- c. Android
- d. Internet
- e. Kabel USB

4.7.2 Cara Pengujian

- a. Menghubungkan Wemos D1 R2 dengan komponen yang telah di persiapkan
- b. Menghubungkan Wemos D1 R2 dengan catu daya
- c. Menjalankan aplikasi blynk yang telah dibuat sebelumnya
- d. Mematikan listrik atau melepaskan Wemos D1 R2 dari catu daya
- e. Tunggu notifikasi muncul dan mengamati hasil dari aplikasi blynk

4.7.3 Hasil Pengujian



Gambar 4.8 Notifikasi Saat Pemadaman Listrik
(Sumber: Olahan Penulis)

Tabel 4.3 Pengujian notifikasi saat terjadi pemadaman listrik

No.	Alat	Notifikasi	Keterangan
1	ON	-	-
2	ON	-	-
3	ON	-	-
4	OFF	Notifikasi	Delay 13s
5	ON	-	-
6	ON	-	-
7	OFF	Notifikasi	Delay 10s
8	ON	-	-
9	ON	-	-
10	ON	-	-
11	ON	-	-

No.	Alat	Notifikasi	Keterangan
12	OFF	Notifikasi	Delay 12s
Rata-rata			Delay 11,6s

(Sumber: Olahan Penulis)

4.7.4 Analisis Data

Berdasarkan hasil dari Tabel 4.3 di atas menunjukkan bahwa notifikasi muncul apabila sistem mati saat terjadi pemadaman listrik, pada pengujian yang dilakukan sebanyak 12 kali dan sistem dimatikan sebanyak 3 kali didapatkan hasil rata-rata delay sebesar 11,6 detik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengujian ini dapat dikatakan cukup baik karena terdapat delay yang tidak terlalu lama.

4.8 Hasil Pengujian Otomasi Sistem

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melakukan pengujian otomasi sistem yang sudah dibuat dan yang sudah dikerjakan sebelumnya. Untuk memastikan seluruh perangkat bahwa dapat berkerja dengan baik setelah penggabungan semuanya. Pengujian akan dilakukan dengan keadaan 4 waktu yang berbeda, yaitu pagi, siang, sore, dan malam.

4.8.1 Pengujian Pagi Hari

Pada pengujian ini data akan diambil pada jam 6 pagi dengan metode *fuzzy logic* dan pengambilan data akan dilakukan selama 150 menit.

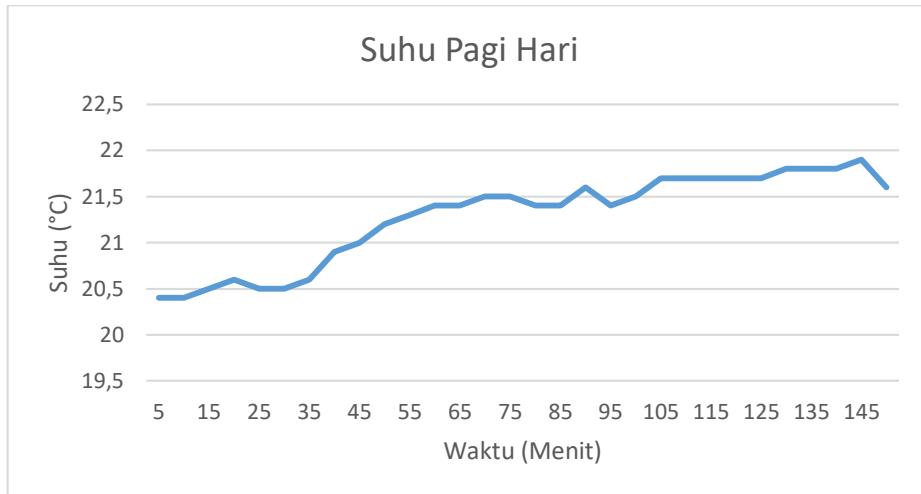
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sistem Otomasi Pagi Hari

No.	Waktu (Menit)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
1	5	20,4	82,7
2	10	20,4	82,4
3	15	20,5	82,3
4	20	20,6	82,3
5	25	20,5	82,3
6	30	20,5	82
7	35	20,6	82,1
8	40	20,9	82,1
9	45	21	81,8
10	50	21,2	81,2
11	55	21,3	81,4
12	60	21,4	81,5
13	65	21,4	80,9
14	70	21,5	81,5
15	75	21,5	81,2
16	80	21,4	81
17	85	21,4	81,9
18	90	21,6	81,7
19	95	21,4	80,9
20	100	21,5	81,3
21	105	21,7	80,9
22	110	21,7	81,2
23	115	21,7	80,9
24	120	21,7	80,8
25	125	21,7	80,9
26	130	21,8	80,4
27	135	21,8	80,3
28	140	21,8	81,2
29	145	21,9	82
30	150	21,6	81,4
Rata-rata		21,28	81,5

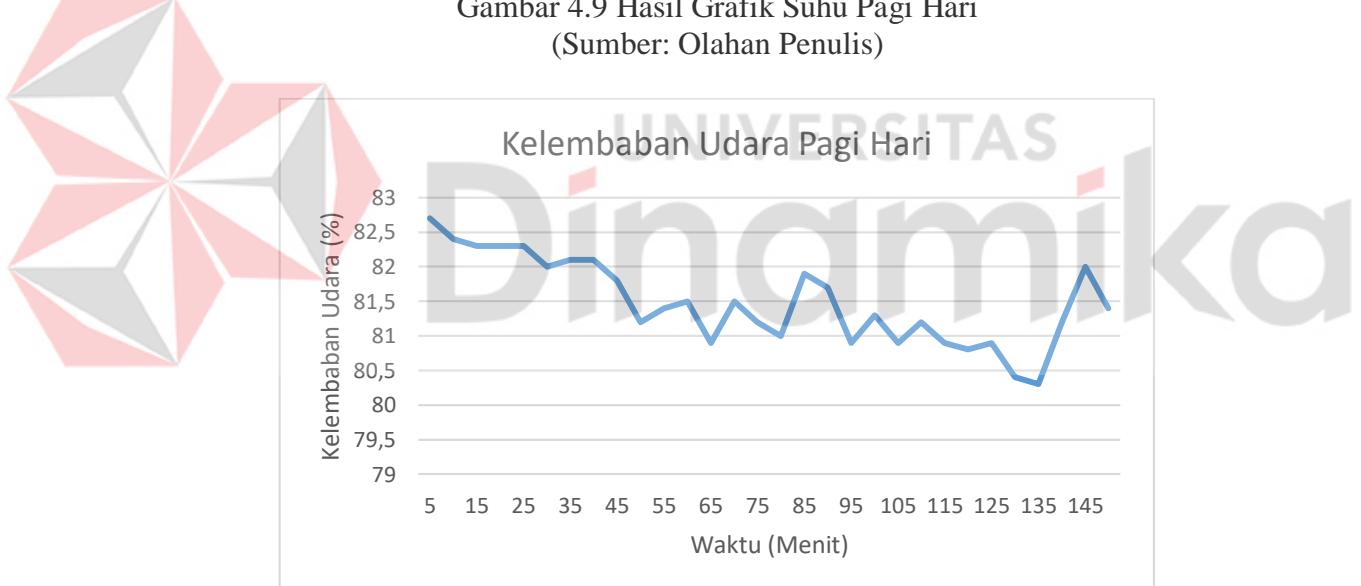
(Sumber: Olahan Penulis)

Pada Tabel 4.4 merupakan hasil dari pengujian sistem otomasi di pagi hari dengan pengujian selama 150 menit dan pengambilan data setiap 5 menit sekali.

Berikut hasil grafik dari nilai suhu dan kelembaban udara selama 150 menit, dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10.



Gambar 4.9 Hasil Grafik Suhu Pagi Hari
(Sumber: Olahan Penulis)



Gambar 4.10 Hasil Grafik Kelembaban Udara Pagi Hari
(Sumber: Olahan Penulis)

Dari hasil pengujian selama 150 menit didapatkan rata-rata hasil nilai suhu $21,2^{\circ}\text{C}$, sehingga nilai suhu dari range *fuzzy* $17^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ untuk syarat hidup *strawberry* didapatkan nilai keluaran *error* sebesar 6,4% hingga 25,2% di pagi hari. Untuk hasil pengujian kelembaban udara didapatkan hasil rata-rata 81,5%, sehingga

nilai kelembaban udara dari range *fuzzy* 80% - 90% untuk syarat hidup *strawberry* didapatkan nilai keluaran *error* sebesar 1,9% hingga 9,5% di pagi hari.

4.8.2 Pengujian Siang Hari

Pada pengujian ini data akan diambil pada siang hari dengan metode *fuzzy logic* dan pengambilan data akan dilakukan selama 150 menit.

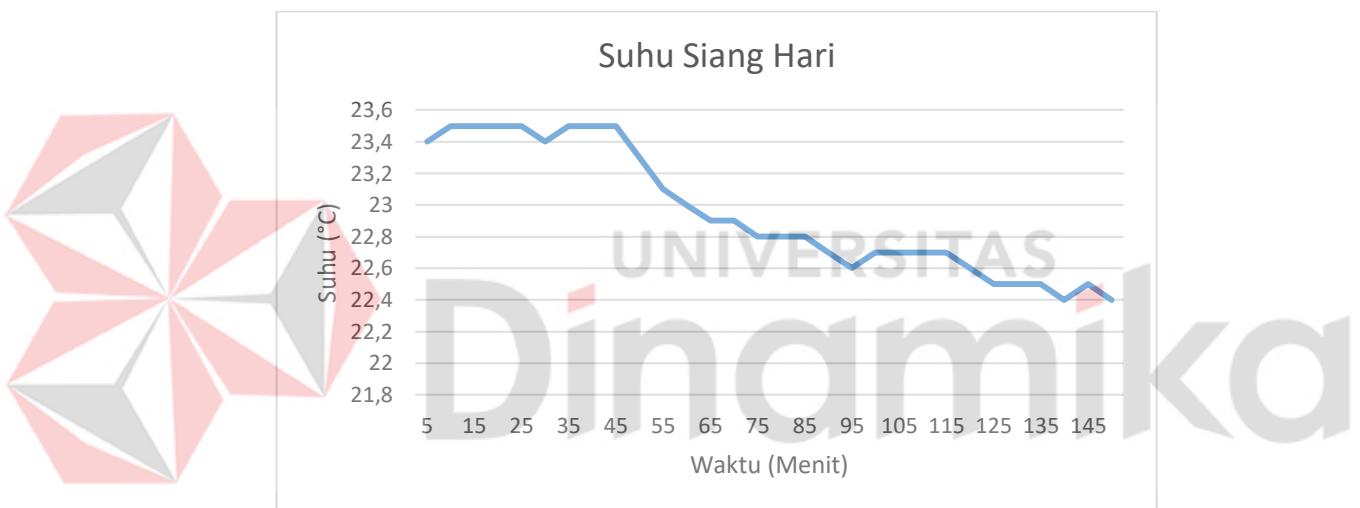
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sistem Otomasi Siang Hari

No.	Waktu (Menit)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
1	5	23,4	83,5
2	10	23,5	83,6
3	15	23,5	83,6
4	20	23,5	83,5
5	25	23,5	83,5
6	30	23,4	83,4
7	35	23,5	83,5
8	40	23,5	83,3
9	45	23,5	82,6
10	50	23,3	83,3
11	55	23,1	83,2
12	60	23	83,2
13	65	22,9	83,2
14	70	22,9	83
15	75	22,8	83
16	80	22,8	82,8
17	85	22,8	82,8
18	90	22,7	82,8
19	95	22,6	82,8
20	100	22,7	82,6
21	105	22,7	82,2
22	110	22,7	82,2
23	115	22,7	81,7
24	120	22,6	81,2
25	125	22,5	81
26	130	22,5	80,9
27	135	22,5	80,6

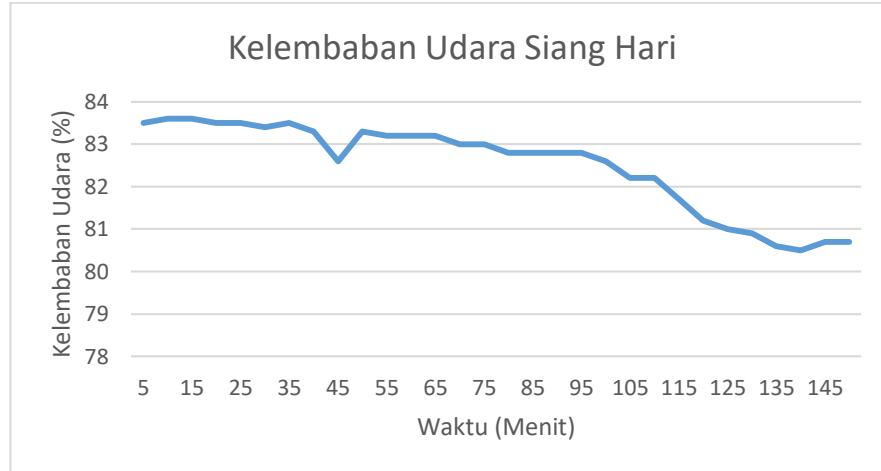
No.	Waktu (Menit)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
28	140	22,4	80,5
29	145	22,5	80,7
30	150	22,4	80,7
Rata-rata		22,9	82,5

(Sumber: Olahan Penulis)

Pada Tabel 4.5 merupakan hasil dari pengujian sistem otomasi di siang hari dengan pengujian selama 150 menit dan pengambilan data setiap 5 menit sekali. Berikut hasil grafik dari nilai suhu dan kelembaban udara selama 150 menit, dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12..



Gambar 4.11 Hasil Grafik Suhu Siang Hari
(Sumber: Olahan Penulis)



Gambar 4.12 Hasil Grafik Kelembaban Udara Siang Hari
(Sumber: Olahan Penulis)

Dari hasil pengujian selama 150 menit didapatkan rata-rata hasil nilai suhu $22,9^{\circ}\text{C}$, sehingga nilai suhu dari range *fuzzy* $17^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ untuk syarat hidup *strawberry* didapatkan nilai keluaran *error* sebesar 14,7% hingga 35% di siang hari. Untuk hasil pengujian kelembaban udara didapatkan hasil rata-rata 82,5%, sehingga nilai kelembaban udara dari range *fuzzy* 80% - 90% untuk syarat hidup *strawberry* didapatkan nilai keluaran *error* sebesar 3,1% hingga 8,3% di siang hari.

4.8.3 Pengujian Sore Hari

Pada pengujian ini data akan diambil pada sore hari dan pengambilan data akan dilakukan selama 150 menit.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sistem Otomasi Sore Hari

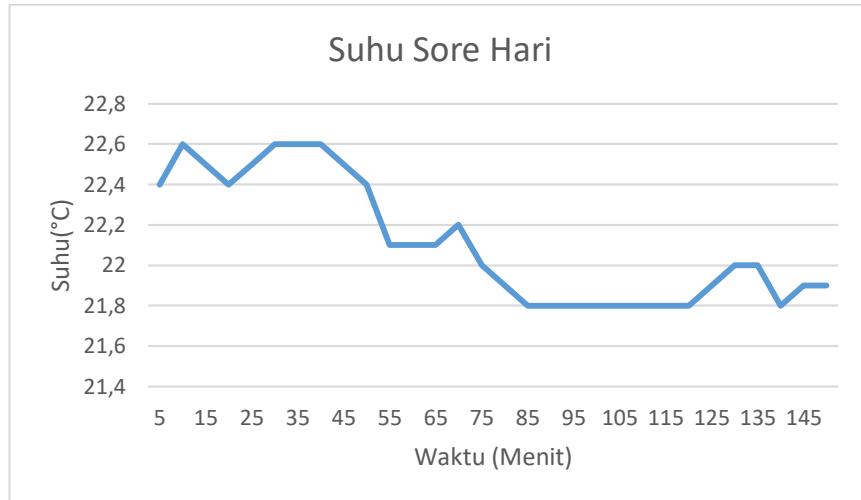
No.	Waktu (Menit)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembaban (%)
1	5	22,4	82,9
2	10	22,6	83,1
3	15	22,5	83
4	20	22,4	83



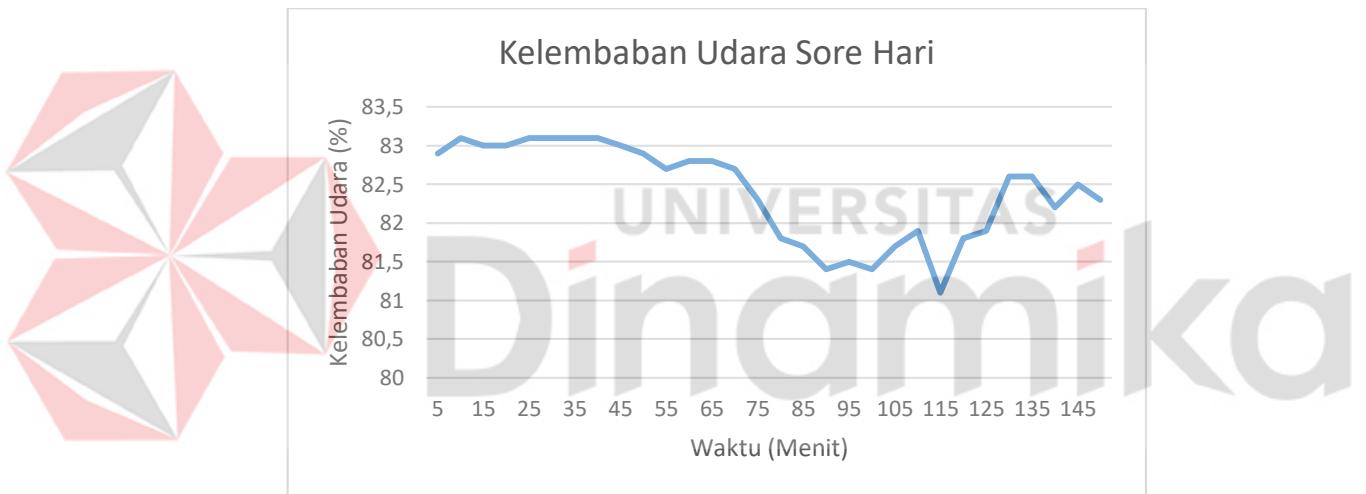
No.	Waktu (Menit)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
5	25	22,5	83,1
6	30	22,6	83,1
7	35	22,6	83,1
8	40	22,6	83,1
9	45	22,5	83
10	50	22,4	82,9
11	55	22,1	82,7
12	60	22,1	82,8
13	65	22,1	82,8
14	70	22,2	82,7
15	75	22	82,3
16	80	21,9	81,8
17	85	21,8	81,7
18	90	21,8	81,4
19	95	21,8	81,5
20	100	21,8	81,4
21	105	21,8	81,7
22	110	21,8	81,9
23	115	21,8	81,1
24	120	21,8	81,8
25	125	21,9	81,9
26	130	22	82,6
27	135	22	82,6
28	140	21,8	82,2
29	145	21,9	82,5
30	150	21,9	82,3
Rata-rata		22,1	82,4

(Sumber: Olahan Penulis)

Pada Tabel 4.6 merupakan hasil dari pengujian sistem otomasi di siang hari dengan pengujian selama 150 menit dan pengambilan data setiap 5 menit sekali. Berikut hasil grafik dari nilai suhu dan kelembaban udara selama 150 menit, dapat dilihat pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14.



Gambar 4.13 Hasil Grafik Suhu Sore Hari
(Sumber: Olahan Penulis)



Gambar 4.14 Hasil Grafik Kelembaban Udara Sore Hari
(Sumber: Olahan Penulis)

Dari hasil pengujian selama 150 menit didapatkan rata-rata hasil nilai suhu $22,1^{\circ}\text{C}$, sehingga nilai suhu dari range *fuzzy* $17^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ untuk syarat hidup *strawberry* didapatkan nilai keluaran *error* sebesar 10,6% hingga 30,1% di sore hari. Untuk hasil pengujian kelembaban udara didapatkan hasil rata-rata 82,4%, sehingga nilai kelembaban udara dari range *fuzzy* 80% - 90% untuk syarat hidup *strawberry* didapatkan nilai keluaran *error* sebesar 3% hingga 8,4% di sore hari.

4.8.4 Pengujian Malam Hari

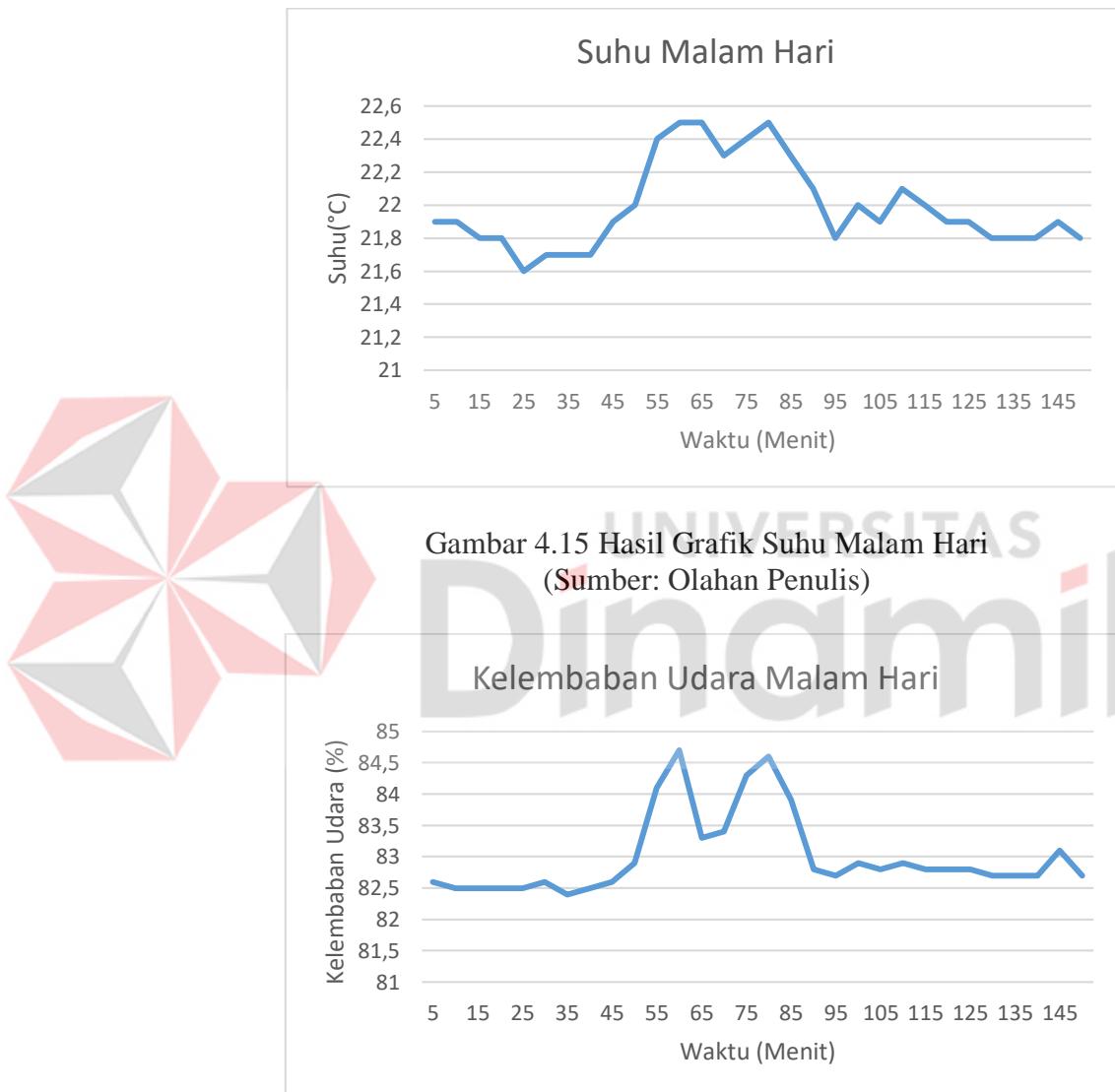
Pada pengujian ini data akan diambil pada jam malam hari dan pengambilan data akan dilakukan selama 150 menit.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Sistem Otomasi Malam Hari

No.	Waktu (Menit)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
1	5	21,9	82,6
2	10	21,9	82,5
3	15	21,8	82,5
4	20	21,8	82,5
5	25	21,6	82,5
6	30	21,7	82,6
7	35	21,7	82,4
8	40	21,7	82,5
9	45	21,9	82,6
10	50	22	82,9
11	55	22,4	84,1
12	60	22,5	84,7
13	65	22,5	83,3
14	70	22,3	83,4
15	75	22,4	84,3
16	80	22,5	84,6
17	85	22,3	83,9
18	90	22,1	82,8
19	95	21,8	82,7
20	100	22	82,9
21	105	21,9	82,8
22	110	22,1	82,9
23	115	22	82,8
24	120	21,9	82,8
25	125	21,9	82,8
26	130	21,8	82,7
27	135	21,8	82,7
28	140	21,8	82,7
29	145	21,9	83,1
30	150	21,8	82,7
Rata-rata		21,99	83,01

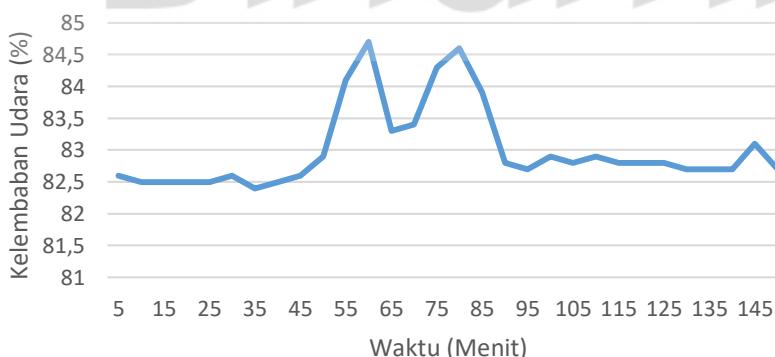
(Sumber: Olahan Penulis)

Pada Tabel 4.7 merupakan hasil dari pengujian sistem otomasi di siang hari dengan pengujian selama 150 menit dan pengambilan data setiap lima menit sekali. Berikut hasil grafik dari nilai suhu dan kelembaban udara selama 150 menit, dapat dilihat pada Gambar 4.15 dan Gambar 4.16.



Gambar 4.15 Hasil Grafik Suhu Malam Hari
(Sumber: Olahan Penulis)

Kelembaban Udara Malam Hari



Gambar 4.16 Hasil Grafik Kelembaban Udara Malam Hari
(Sumber: Olahan Penulis)

Dari hasil pengujian selama 150 menit didapatkan rata-rata hasil nilai suhu $21,99^{\circ}\text{C}$, sehingga nilai suhu dari range $fuzzy$ $17^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ untuk syarat hidup

strawberry didapatkan nilai keluaran *error* sebesar 9,95% hingga 29,4% di malam hari. Untuk hasil pengujian kelembaban udara didapatkan hasil rata-rata 83,01%, sehingga nilai kelembaban udara dari range *fuzzy* 80% - 90% untuk syarat hidup *strawberry* didapatkan nilai keluaran *error* sebesar 3,8% hingga 7,8% di malam hari.

4.9 Hasil Pengujian Tanaman

Pada pengujian tanaman *strawberry* yang ditanam melalui sulur dari indukan tanaman *strawberry* berdasarkan tanggal dari pengujian sistem otomasi. Berikut adalah tabel dari pengujian tanamana *strawberry* :

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Tanaman Strawberry

No.	Tanggal	Pot 1	Pot 2	Pot 3
1	13 Desember 2019	5,5cm	6,2cm	5,8cm
2	14 Desember 2019	6,2cm	6,8cm	6,5cm
3	16 Desember 2019	7,0cm	7,5cm	7,2cm

Pada Tabel 4.8 merupakan hasil pengujian dari tanaman *strawberry* yang dilakukan selama 3 hari. Hasil dari tanaman *strawberry* tersebut dapat berhasil tumbuh. Pada ketiga pot tersebut juga berhasil tumbuh daun *strawberry* yang baru. Tanaman *strawberry* dapat berhasil tumbuh karena suhu, kelembaban udara, pH sesuai dengan kebutuhan tanaman *strawberry* dan juga kadar ppm pada larutan nutrisi hidroponik yang ada pada bak.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Beberapa hal yang dapat disimpulkan pada sistem otomasi yang dirancang pada Tugas Akhir ini adalah :

1. Pada pengujian sistem otomasi pengaturan suhu, didapatkan nilai keluaran *error* terendah sebesar 6,4% terjadi di pagi hari dan nilai keluaran *error* tertinggi sebesar 35% terjadi di siang hari.
2. Pada pengujian sistem otomasi pengaturan kelembaban udara, didapatkan nilai keluaran *error* terendah sebesar 1,9% dan nilai keluaran *error* tertinggi sebesar 9,5% terjadi pada pagi hari.
3. Pada pengujian sistem monitoring untuk suhu dan kelembaban udara, didapatkan nilai keluaran *error* suhu sebesar 1,1% saat awal sistem dinyalakan.



5.2 Saran

Pengembangan lebih lanjut untuk penelitian Tugas Akhir ini, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penempatan sensor DHT21 lebih strategis, agar dapat nilai suhu dan kelembaban udara yang akurat.
2. Menggunakan aktuator AC (*Air Conditioner*) yang lebih baik agar saat proses mendapatkan suhu stabil dan mendapatkan nilai keluaran *error* yang lebih rendah.

3. Pada pengujian sistem otomasi, proses pengambilan data dapat dipercepat untuk mengurangi perubahan yang tidak terlihat.



DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, I. C., Nisak, A., K, D. R., & Eka, M. R. (2014). *PENERAPAN LOGIKA FUZZY METODE TSUKAMOTO UNTUK MENENTUKAN KUALITAS HOTEL*. Malang.
- Faudin, A. (2017, November 23). *Mengenal aplikasi BLYNK untuk fungsi IOT*. Retrieved from Nyebarilmu.com:
<https://www.nyebarilmu.com/mengenal-aplikasi-blynk-untuk-fungsi-iot/>
- Ichsan, R. N. (2017). Pengaturan Temperatur dan Kelembaban untuk Hidroponik Tomat Cherry dengan Metode Wick.
- Kaswidjanti, W., Aribowo, A. S., & Wicaksono, C. B. (2014). IMPLEMENTASI FUZZY INFERENCE SYSTEM METODE TSUKAMOTO PADA PENGAMBILAN KEPUTUSAN PEMBERIAN KREDIT PEMILIKAN RUMAH. *TELEMATIKA Vol. 10, No. 2, JANUARI 2014 : 137 – 146*.
- Kusuma, T., & Tirta Mulia, M. (2018). Perancangan Sistem Monitoring Infus Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 R2. *Konferensi Nasional Sistem Informasi 2018 STMIK Atma Luhur Pangkalpinang, 8 – 9 Maret 2018*.
- Mappanganro, N. (2013). Pertumbuhan Tanaman Stroberi Pada Berbagai Jenis dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair dan Urine Sapi Dengan Sistem Hidroponik Irigasi Tetes. *ISSN 2302-1616*.
- Nugroho, R. S. (2017). Kontrol Suhu dan Kelembaban pada Green House. *Journal of Information and Technology*.
- Purnadiyasa, I. M. (2013). ANALISIS KEBUTUHAN AIR TANAMAN STRAWBERRY YANG DIBUDIDAYAKAN SECARA HIDROPONIK DI DALAM GREENHOUSE.
- Puspadiini, R., & Bahriun, T. (2013). PERANCANGAN SISTEM KONTROL PENERANGAN, PENDINGIN RUANGAN, DAN TELEPON OTOMATIS TERJADWAL BERBASIS MIKROKONTROLER. *Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)*.