

**^SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK PENYIRAMAN
OTOMATIS TANAMAN ANGGUR PADA GREENHOUSE
MENGUNAKAN METODE FUZZY**

Tugas Akhir

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat

memperoleh gelar sarjana

dari Program Studi Teknologi Informasi

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

1202200067

Arya Wardhana Setiawan



**Program Studi Sarjana Teknologi Informasi (Kampus Kota
Surabaya)**

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Surabaya

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK PENYIRAMAN OTOMATIS
TANAMAN ANGGUR PADA GREENHOUSE MENGGUNAKAN METODE FUZZY**

**DECISION SUPPORT SYSTEM FOR AUTOMATIC WATERING GRAPES IN A
GREENHOUSE USING THE FUZZY METHOD**

NIM :1202200067

Arya Wardhana Setiawan

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar pada Program Studi Sarjana Teknologi Informasi (Kampus Kota Surabaya)

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Surabaya, 19/06/2024

Menyetujui

Pembimbing I,



Khodijah Amiroh, S.ST., M.T.

NIP: 19920005

Pembimbing II,



Phillip Tobianto Daely, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP: 19940002

Ketua Program Studi
Sarjana Teknologi Informasi



Bernadus Anggo Seno Aji, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP: 18920108

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya, Arya Wardhana Setiawan menyatakan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK PENYIRAMAN OTOMATIS TANAMAN ANGGUR PADA GREENHOUSE MENGGUNAKAN METODE FUZZY** beserta dengan seluruh isinya adalah merupakan hasil karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang diberikan jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam buku TA atau jika ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya,

Surabaya, 19/06/2024

Yang Menyatakan



Arya Wardhana Setiawan

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK PENYIRAMAN OTOMATIS TANAMAN ANGGUR PADA GREENHOUSE MENGGUNAKAN METODE FUZZY

Arya Wardhana Setiawan¹, Khodijah Amiroh², Phillip Tobianto Daely³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Surabaya

¹aryawardhanasetiawan@telkomuniversity.ac.id, ²dijaamirah@telkomuniversity.ac.id,

³ptdaely@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Greenhouse merupakan struktur bangunan yang dirancang secara khusus untuk menciptakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman. Dalam lingkungan *greenhouse*, pemenuhan kebutuhan air yang tepat sangat penting untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya air. Namun, banyak *greenhouse* yang masih menggunakan metode penyiraman manual yang kurang efisien. Oleh karena itu, peneliti mengusulkan pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis logika fuzzy. Dengan adanya sistem ini diharapkan bisa mengoptimalkan penggunaan sumber daya air di *greenhouse* serta membantu para pekerja pada *greenhouse* dalam melakukan penyiraman khususnya pada *greenhouse* tanaman anggur pada Universitas Telkom Surabaya yang dapat memonitoring kelembapan pada tanah dan suhu disekitar tanaman serta memiliki penjadwalan penyiraman, otomatis fuzzy, serta manual yang dapat dikendalikan melalui *smartphone*. Dengan menggunakan metode fuzzy mamdani penelitian ini mendapatkan hasil akurasi yang cukup akurat yaitu galat error 0,01167, serta dapat menghasilkan penyiraman lebih hemat dibandingkan penyiraman manual dengan hasil 9844.33 mL, sementara penyiraman manual dengan hasil 28000 mL pada 7 hari percobaan.

Kata kunci : *Greenhouse, IoT, Logika Fuzzy, Sistem Pendukung Keputusan, Tanaman Anggur.*

Abstract

A *greenhouse* is a building structure that's particularly outlined to make an ideal environment for plant development. In a *greenhouse* environment, assembly fitting water needs is especially vital to extend agricultural efficiency and optimize the utilization of water assets. Be that as it may, numerous *greenhouses* still utilize manual watering strategies which are less effective. Therefore, researchers propose the development of a decision support system based on fuzzy logic. With this system, it is hoped that it can optimize the use of water resources in the *greenhouse* and help workers in the *greenhouse* in watering, especially in the grape *greenhouse* at Telkom University Surabaya which can monitor humidity in the soil and temperature around the plants and has watering scheduling, automatic fuzzy, and manual which can be controlled via *smartphone*. By using the fuzzy mamdani method, this research obtained quite accurate results, namely error of 0,01167, and can produce more economical watering compared to manual watering with a result of 9844.33 mL, while manual watering with a result of 28000 mL in 7 days test.

Keywords: *Greenhouse, IoT, Fuzzy Logic, Decision Support System, Grape.*

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Greenhouse adalah struktur kaca atau plastik yang digunakan untuk mengendalikan suhu dan kelembapan guna menciptakan kondisi tumbuh optimal bagi tanaman. Dalam pertanian modern, *greenhouse* penting untuk mengendalikan faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi tanaman, termasuk tanaman anggur yang tumbuh baik di daerah sub tropis dengan suhu antara 23°C hingga 31°C dan kelembapan tanah 30%-50% [1]. Pengelolaan air yang tepat sangat penting untuk produktivitas dan kualitas tanaman anggur di *greenhouse*. Penggunaan air yang berlebihan menyebabkan pemborosan, sementara kekurangan air menghambat pertumbuhan. Banyak *greenhouse* masih menggunakan penyiraman manual yang kurang efisien. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem pendukung keputusan berbasis logika fuzzy untuk meningkatkan efisiensi penyiraman menggunakan data sensor IoT yang mengukur suhu udara dan kelembapan tanah. Data ini diolah menjadi variabel linguistik dalam sistem fuzzy, yang kemudian menentukan volume air yang diperlukan. Proses defuzzifikasi mengubah hasil fuzzy menjadi nilai konkret untuk mengendalikan penyiraman otomatis. Penelitian ini dilakukan di *greenhouse* tanaman anggur Universitas Telkom Kampus Surabaya, dengan harapan dapat mengoptimalkan penggunaan air, mengurangi pemborosan, dan mengurangi pekerjaan manual pekerja *greenhouse*.

Topik dan Batasannya

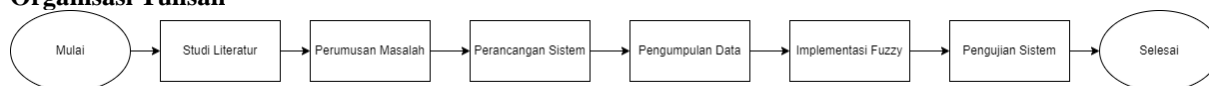
Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dari permasalahannya adalah bagaimana cara melakukan sistem pendukung keputusan untuk penyiraman otomatis tanaman anggur pada *greenhouse* dengan menggunakan metode fuzzy untuk mengoptimalkan penyiraman pada *greenhouse* yang masih manual. Batasan

dari penelitian ini yaitu pengambilan data yang digunakan hanya pada greenhouse tanaman anggur di Universitas Telkom Surabaya dan data pada penelitian ini yang diambil meliputi suhu udara dan kelembapan tanah pada tanaman anggur.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan berbasis logika fuzzy dengan input sensor kelembapan tanah dan suhu udara dan output durasi pembukaan valve untuk tanaman anggur pada pengelolaan penyiraman otomatis di dalam greenhouse.

Organisasi Tulisan



Gambar 1. 1 Organisasi tulisan

Organisasi tulisan pada penelitian ini terdapat pada Gambar 1. 1 yaitu studi literatur, perumusan masalah, perancangan sistem, pengumpulan data, implementasi fuzzy, dan pengujian. Studi literatur digunakan untuk memahami konsep dasar tentang sistem pendukung keputusan, metode fuzzy, serta prinsip-prinsip yang terkait dengan pengelolaan penyiraman pada greenhouse. Perumusan masalah dilakukan untuk menentukan masalah terkait dan opsi-opsi solusi yang dapat di ambil untuk menyelesaikannya. Perancangan sistem adalah proses menyusun dan membuat rancangan dari berbagai komponen yang terpisah menjadi satu kesatuan yang terintegrasi secara menyeluruh. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi langsung di lapangan. Tahap selanjutnya adalah implementasi fuzzy. Dalam tahap ini dilakukan pengimplementasian fuzzy ke dalam sistem. Dengan menggunakan metode fuzzy logic, maka waktu nyala pompa akan menyala secara otomatis menggunakan inputan parameter kelembapan tanah dan suhu udara. Lalu terakhir dilakukan pengujian yang bertujuan untuk menilai performa dan menemukan kekurangan sistem. Pengujian dilakukan dengan analisis data dan pemeriksaan berkala mengenai apakah sistem telah berjalan dengan baik, Namun jika pada tahap pengujian ada kekurangan sistem maka akan dilakukan perbaikan dalam sistem yang memiliki kekurangan.

2. Studi Terkait

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berperan penting dalam membantu pengembangan sistem pendukung keputusan untuk penyiraman otomatis tanaman anggur pada greenhouse IT Telkom Surabaya. Penelitian pertama berjudul "Implementasi Logika Fuzzy untuk Penyiraman Otomatis Tanaman Anthurium" oleh Saragi D, Hamami F, dan Mulyana T., menggunakan sensor DHT11 dan *soil moisture*. Hasilnya menunjukkan selisih total 8.61% antara simulasi MATLAB dan perangkat IoT, dengan menggunakan logika fuzzy, namun outputnya hanya perhitungan waktu tanpa volume. Penelitian kedua berjudul "Sistem Penyiraman Tanaman Hias Otomatis dengan Metode C4.5 Berbasis IoT" oleh Rian Hermawan dan Gilang Handika A., menggunakan modul ESP8266 dan Arduino Uno, dengan sistem berbasis web yang memiliki fitur analisis data, namun hanya menggunakan satu sensor *soil moisture* sehingga kurang akurat. Penelitian ketiga berjudul "Penyiraman Otomatis dengan Metode Fuzzy Mamdani" oleh A.A. Ayu Putri Ardyanti, I Gede Jualiana E.P., I Nyoman Purnama, dan A.M. Adi Putra Jaya, menggunakan Arduino dan sensor kelembapan tanah serta suhu udara. Penelitian ini lebih akurat karena menggunakan 2 sensor dan fuzzy logic, namun tidak ada implementasi pada Android atau website. Penelitian keempat berjudul "Prototype Sistem Penyiraman Lahan Perkebunan Kangkung Otomatis Berbasis IoT dengan Logika Fuzzy Sugeno" oleh Ismail Mahfuddin, Rakmat Kurniawan R., dan Aidil Halim Lubis, menggunakan Arduino, ESP8266, sensor suhu LM35, dan sensor kelembapan tanah dengan sistem berbasis Android. Kelebihannya adalah menggunakan 2 sensor dan RTC untuk penjadwalan, namun logika Sugeno kurang akurat dibanding Mamdani. Penelitian kelima berjudul "Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Metode Fuzzy Logic" oleh Alfian Dwi N., Intan Nur Farida F., dan Julian Sahertian, menggunakan sensor DHT11 dan *soil moisture* serta mikrokontroler ESP32 dengan platform Blynk untuk kontrol melalui smartphone. Kelebihannya adalah penggunaan 2 sensor dan kontrol melalui Blynk, namun tidak ada algoritma untuk keputusan penyiraman. Penelitian-penelitian ini menunjukkan relevansi dan potensi penerapan logika fuzzy serta teknologi IoT dalam sistem penyiraman otomatis yang lebih efisien dan akurat.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Greenhouse

Greenhouse merupakan bangunan khusus yang diciptakan untuk mengatur kondisi lingkungan, menciptakan suasana yang diinginkan, dan mendukung pertumbuhan serta perawatan tanaman. Dalam *greenhouse*, berbagai faktor lingkungan seperti cahaya matahari, suhu udara, kelembapan, pasokan nutrisi, kecepatan angin, dan kadar karbondioksida bisa dikendalikan. [7]. Pada penelitian ini greenhouse yang digunakan memiliki panjang 5 meter, lebar 1,3 meter, dan tinggi rangka atap 1,97 meter yang bisa dilihat pada gambar di lampiran 1.

2.2.2 Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah benda fisik di dunia nyata dapat saling berkomunikasi sebagai bagian dari sistem terintegrasi menggunakan jaringan internet. Melalui integrasi teknologi ini, *IoT* memberikan landasan bagi berbagai aplikasi yang dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kenyamanan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari kita, mulai dari rumah pintar hingga perkembangan industri yang cerdas dan berkelanjutan [8].

2.2.4 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah board elektronik berbasis chip ESP8266 yang mampu menjalankan fungsi mikrokontroler dan terhubung ke internet melalui WiFi [9]. Tegangan kerja ESP-8266 adalah sebesar 3.3V. Dengan beberapa pin I/O, board ini dapat dikembangkan untuk menjadi sebuah sistem pendukung keputusan penyiraman otomatis pada penelitian ini.

2.2.5 Sensor DHT-11

Sensor DHT11 merupakan sebuah sensor digital yang digunakan untuk mem- baca atau mengukur suhu dan kelembapan [10]. Cara kerja DHT-11 yaitu dengan cara mengeluarkan sinyal digital pin data sehingga tidak perlu menggunakan sinyal input analog lain dalam operasinya [11]. Sensor ini memiliki rentang kelembapan 20-80% RH dengan tingkat akurasi kesalahan $\pm 5\%$ dan rentang temperature 0-50 ° dengan tingkat akurasi kesalahan 2 °C dengan jumlah pin 4 [11].

2.2.5 Sensor Soil Moisture

Sensor *soil moisture* digunakan untuk membaca tingkat kelembapan tanah pada tanaman anggur dalam greenhouse, sensor ini akan digunakan untuk membaca 10 kelembapan tanah yang akan terhubung pada controller [12]. Pada sensor tersebut memiliki dua sisi probe yang berfungsi untuk mengambil data dengan cara variabel resistor. Dan sisi probe lainnya berfungsi untuk mendeteksi banyak air lalu data akan masuk ke dalam mikrokontroler [13].

2.2.3 Waterpump

Pompa air, atau yang dikenal sebagai *water pump*, berfungsi sebagai perangkat untuk memindahkan air dari area bertekanan rendah ke area bertekanan yang lebih tinggi. Pada umumnya, water pump mirip dengan motor DC konvensional. Namun dalam penelitian ini, water pump digunakan untuk menyemprotkan air pada penyiraman otomatis [14].

2.2.3 Relay

Modul Relay adalah sebuah modul yang berfungsi untuk memutus dan menghubungkan arus listrik [15]. Prinsip kerja relay secara umum adalah seperti kontaktor magnet yaitu berdasarkan kemagnetan yang dihasilkan oleh kumparan coil [15]. Dalam penelitian ini, relay digunakan untuk saklar pada pompa air atau water pump yang pengendaliannya menggunakan mikrokontroler.

2.2.3 Liquid Cristal Display (LCD) 16x2

Liquid Cristal Display (LCD) 16x2 adalah suatu display dari bahan cairan kristal dan sistem dot matriks. Dengan kapasitas menampilkan 32 karakter pada dua baris, *LCD* ini merupakan jenis display elektronik yang beroperasi tanpa menghasilkan cahaya 12 sendiri. Sebaliknya, *LCD* memantulkan atau mentransmisikan cahaya sekitarnya. Teknologi *CMOS logic* digunakan dalam pembuatan *LCD*, dan lapisan organik campuran pada display terdiri dari kaca bening dan elektroda transparan indium oksida [16]. Pada penelitian ini *LCD* digunakan untuk penampil data suhu udara sekitar tanaman dan kelembapan tanah.

2.2.3 Fuzzy Logic

Logika fuzzy adalah sebuah teori yang digunakan untuk mengekspresikan nilai dalam bahasa linguistik, seperti suhu ruangan yang dingin, hangat, atau panas[18]. Salah satu metode umum dalam logika fuzzy adalah Fuzzy Mamdani, logika ini pertama kali diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada 1975[17]. Prosesnya melibatkan empat langkah yaitu[17]:

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy: Pada metode Mamdani untuk membentuk himpunan fuzzy dilakukan pembagian variabel input dan output menjadi himpunan fuzzy melalui fungsi keanggotaan.
2. Aplikasi Fungsi Implikasi: Metode ini menggunakan fungsi implikasi MIN, untuk mengurangi output himpunan fuzzy terkecil
3. Aplikasi Fungsi Implikasi: Metode ini menggunakan fungsi implikasi MIN, untuk mengurangi output himpunan fuzzy terkecil
4. Komposisi Aturan: Hasil dari fungsi implikasi disusun dengan metode inferensi sistem fuzzy yaitu dengan metode MAX (maximum), pada metode ini solusi himpunan fuzzy pada metode diperoleh dengan mengambil nilai maksimum aturan. Kemudian, menggunakannya untuk mengubah daerah fuzzy, dan pengamplikasiannya pada output dengan menggunakan operator OR, lalu setelah semua proposisi dievaluasi hasilnya berupa himpunan yang berkontribusi dari masing-masing proposisi. dapat dituliskan sebagai persamaan berikut:

$$\mu_{sf}(x_i) = \max(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i)) \quad (2.1)$$

Dengan:

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i.

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuensi fuzzy sampai aturan ke-i.

4. Defuzzifikasi: Proses defuzzifikasi menghasilkan bilangan dalam domain himpunan fuzzy. Salah satu metode defuzzifikasi, yaitu metode *centroid (Center of Area)*, metode ini ialah mengambil titik pusat daerah fuzzy untuk mendapatkan solusi crisp. Secara umum, dirumuskan sebagai:

$$z^* = \begin{cases} \frac{\int_a^b \mu(x).xdx}{\int_a^b \mu(x).dx}, & \text{untuk variabel kontinyu} \\ \frac{\sum_{j=1}^n x_j.\mu(x_j).xdx}{\sum_{j=1}^n \mu(x_j)}, & \text{untuk variabel diskrit} \end{cases} \tag{2.3}$$

2.2.3 MATLAB

MATLAB merupakan bahasa komputasi teknik yang sangat efektif, menggabungkan pemrograman, visualisasi, dan komputasi dalam suatu kerangka yang *user-friendly*. Penyelesaian masalah dijabarkan dalam notasi matematika yang umum. Dalam rangka melakukan simulasi fuzzy, penelitian ini memanfaatkan *Fuzzy Logic Designer toolbox*.

2.2.3 Blynk

Aplikasi Blynk merupakan suatu kerangka kerja untuk perangkat iOS dan Android yang berfungsi sebagai pengatur untuk modul seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, dan perangkat serupa melalui koneksi web. Aplikasi ini dirancang untuk mendukung konsep Internet of Things, memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat dari jarak jauh, memonitor data sensor, menyimpan informasi, dan tampilan visual. Struktur Blynk terdiri dari tiga komponen utama, yaitu Aplikasi Blynk, Server Blynk, dan Perpustakaan Blynk [19].

2.2.3 Smartphone

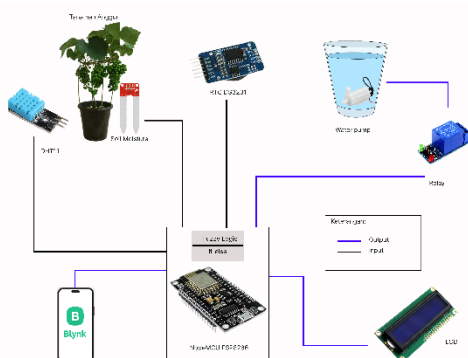
Smartphone adalah telepon yang memiliki koneksi internet yang biasanya menyediakan fungsi *PDA (Personal Digital Assistant)*.” Berdasarkan penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa smartphone memiliki peran penting dalam menyediakan fungsi *PDA*, seperti menjalankan aplikasi dan terhubung ke internet [20]. Pada penelitian ini, smartphone digunakan untuk mengakses aplikasi Blynk yang digunakan untuk menampilkan informasi pada penelitian.

2.2.3 Sensor DS3231

RTC (Real Time Clock) adalah jam elektronik berbentuk chip yang dapat menghitung waktu (dari detik hingga tahun) dengan mengelola atau menyimpan data waktu tersebut secara akurat dalam waktu nyata [21]. Bekerja secara real time, setelah penghitungan waktu, data keluaran segera disimpan atau dikirim ke perangkat lain melalui sistem antarmuka. *RTC* digunakan untuk menyimpan informasi jam terkini dari komputer yang bersangkutan [22].

3. Sistem yang Dibangun

3.1 Desain Sistem



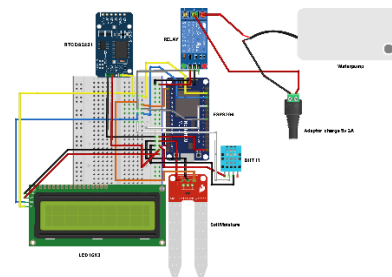
Gambar 3. 1 Diagram Sistem

Prototipe sistem yang diajukan dalam tugas akhir ini dibangun berdasarkan alur diagram sistem pada Gambar 3. 1. Sistem yang akan dirancang adalah sebuah sistem pendukung keputusan penyiraman otomatis berbasis *IoT* dengan menggunakan logika fuzzy melalui aplikasi Blynk pada *Smartphone*. Sistem ini bertujuan untuk membantu dalam pengoptimalan penggunaan air dan mengurangi pekerjaan manual pekerja di greenhouse. Proses ini melibatkan penggunaan sensor suhu udara dan sensor kelembapan. Kedua sensor tersebut akan menjadi input pada mikrokontroler. Setelah itu, data dari sensor akan menjadi input dalam sistem, yang kemudian diolah fuzzy logic pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk mengontrol durasi penyiraman otomatis, lalu RTC3231 digunakan untuk mengontrol penjadwalan penyiraman menggunakan rule if-else. Penjadwalan penyiraman

dilakukan pada jam 8-9 pagi dan jam 3-4 sore. Penjadwalan dilakukan pada pagi dan sore hari dikarenakan untuk menghindari penyakit tanaman seperti jamur dan lainnya. Pada saat jam ditentukan fuzzy mengolah penyiraman selama 10 kali penyiraman dan di jeda selama 6 menit agar air masuk ke dalam tanah secara menyeluruh sebelum dilakukan penyiraman dikemudian. Selain untuk mengontrol durasi penyiraman dan penjadwalan, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 digunakan juga untuk mengirim data sensor ke dalam aplikasi Blynk untuk memonitoring keadaan tanaman secara real-time. Sistem menggunakan fuzzy mamdani dikarenakan kebutuhan sistem yang harus selalu menyala serta fuzzy mamdani lebih akurat dibandingkan fuzzy lainnya berdasarkan referensi terdahulu.

3.2 Perancangan Prototipe

Setelah dilakukan perancangan desain sistem, dilakukan perancangan prototipe. Tahap ini diperlukan untuk menghindari kesalahan dalam merakit prototipe. Perancangan prototype dapat dilihat pada Gambar 3. 2.



Gambar 3. 2 Perancangan Prototipe

3.3 Antarmuka Blynk

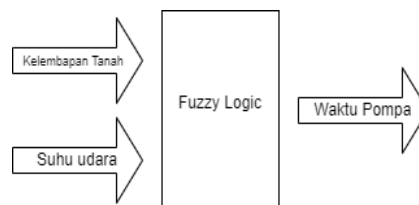
Informasi tentang suhu udara, kelembapan tanah, fitur mode manual pompa ditampilkan pada blynk. Data suhu udara dan kelembapan tanah diambil dari sistem yang diajukan yang sudah teritegrasi secara *real-time*. Dalam pembuatan rancangan tampilan blynk dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. 3 Antarmuka Blynk

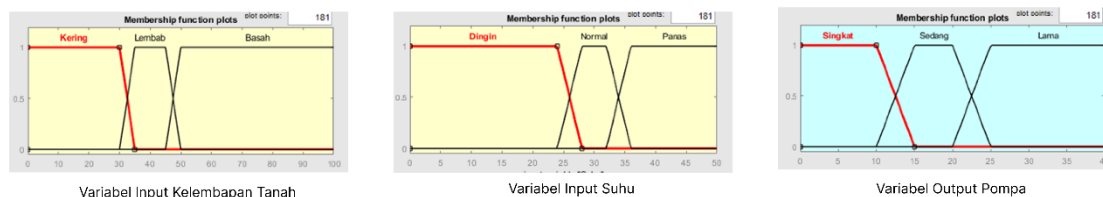
3.4 Implementasi Fuzzy

Tahap selanjutnya adalah implementasi Fuzzy. Dalam tahap ini dilakukan pengimplementasian fuzzy ke dalam prototipe. Dengan menggunakan metode *fuzzy logic*, maka waktu nyala pompa akan menyala secara otomatis menggunakan inputan parameter kelembapan tanah dan suhu udara. Model fuzzy yang digunakan adalah seperti di Gambar 3. berikut.



Gambar 3. 4 Parameter Input dan Output

Dalam penelitian ini, dua variabel input dan satu variabel output digunakan sebagai variabel fuzzy. kelembapan tanah dan suhu udara adalah variabel input dan waktu durasi pompa merupakan variabel outputnya. Yang bisa dilihat pada Gambar 3. .



Gambar 3. 5 Variabel Input dan Output

Nilai-nilai fungsi keanggotaan pada setiap variabel diambil melalui hasil pengambilan data awal sehingga nilai yang ditentukan berdasarkan data nyata pada greenhouse tanaman anggur di Telkom Kampus Surabaya. Lalu untuk pemilihan kurva trapesium pada setiap variabel digunakan agar sistem stabil pada rentang yang telah ditentukan karena area datar fungsi keanggotaan memberikan keputusan lebih stabil dibandingkan kurva segitiga yang transisi fungsi keanggotaan nya lebih cepat. Berikut adalah nilai-nilai fungsi keanggotaan pada sistem:

1. Variabel Input Kelembapan Tanah

Pada gambar 3.4 fungsi keanggotaan kelembapan tanah terbagi menjadi 3 klasifikasi, yaitu kering, lembab, dan basah. kelembapan tanah kering berkisar 0-35 %, kelembapan tanah lembab berkisar 35-50 %, dan kelembapan tanah basah berkisar >50 %.

2. Variabel Input Suhu

Pada gambar 3.4 fungsi keanggotaan suhu udara terbagi menjadi 3 klasifikasi, yaitu dingin, normal, dan panas. suhu udara kering berkisar 0-24 °C, suhu udara lembab berkisar 24-32 °C, dan suhu udara basah berkisar >32 °C.

3. Variabel Output Pompa

Pada gambar 3.4 fungsi keanggotaan pompa dibedakan menjadi 3 klasifikasi, yaitu Singkat, Sedang, dan Lama. Durasi pompa singkat berkisar 0-15 detik, Durasi pompa sedang berkisar 15-25 detik, dan Durasi pompa singkat berkisar 25-40 detik.

Setelah itu dilakukan pembentukan rule-base sebagai penentuan atura-aturan fuzzy untuk kedua input dan output, rule-base diperoleh dari pengambilan data awal di greenhouse Universitas Telkom Surabaya dalam kurun waktu 30 hari yang telah disesuaikan untuk kebutuhan tanaman anggur. Tabel rule-base bisa dilihat pada Tabel 3. 1.

Tabel 3. 1 Rule Base

		Kelembapan tanah		
		Kering	Lembab	Basah
Suhu	Dingin	Lama	Singkat	Singkat
	Normal	Lama	Singkat	Singkat
	Panas	Lama	Sedang	Singkat

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengambilan Data Awal

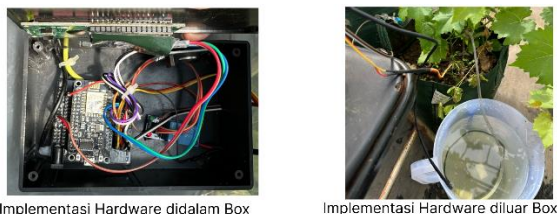
Sebelum melakukan implementasi hardware, dilakukan pengambilan data untuk membuat rules pada fuzzy agar data yang digunakan bisa berjalan dengan baik data yang diambil berupa kelembapan tanah dan suhu udara menggunakan sensor *soil moisture* dan DHT-11. Data diambil dengan rentan waktu 30 hari dengan data yang terkumpul sebanyak 480 data di setiap sensor. Berikut hasil data yang didapat dari sensor *soil moisture* dan DHT-11 terdapat di Tabel 4. 1 dan selengkapnya pada lampiran 2.

Tabel 4. 1 Hasil Pengambilan Data Awal

Percobaan ke-	Suhu(°C)	Kelembapan Tanah (%)
percobaan ke-1	30.10	31
percobaan ke-2	30.80	45
percobaan ke-3	31.60	42
percobaan ke-4	31.10	38
percobaan ke-5	32.50	43

4.2 Implementasi Hardware

Implementasi hardware merupakan penggabungan seluruh komponen hardware yang digunakan, dalam implementasi hardware ini, peneliti menggabungkan komponen menggunakan box project dengan ukuran 150x95x50mm. Didalam box terdapat komponen NodeMCU ESP8266,RTC3231,Relay, LCD 16X2. Adapun komponen hardware yang ada diluar box yang terdiri dari DHT-11, *Soil Moisture*, dan Pompa air dapat dilihat pada Gambar 4. 1.



Gambar 4. 1 Implementasi Hardware

4.3 Analisis Hasil Estimasi Laju Air Penyiraman Sistem

Setelah dilakukan implementasi hardware, dilakukan analisis hasil estimasi laju air penyiraman pada sistem yang digunakan untuk mengetahui berapa detik laju air yang dihasilkan oleh sistem per 250 mL. Berikut hasil data analisis estimasi laju air penyiraman yang bisa dilihat pada Tabel 4. 2 dan selengkapnya pada lampiran 3.

Tabel 4. 2 Hasil Estimasi Laju Air Penyiraman Sistem

Percobaan ke-	Kecepatan Laju air (Second)
Percobaan ke-1	24.90
Percobaan ke-2	24.71
Percobaan ke-3	24.50
Percobaan ke-4	24.67
Percobaan ke-5	24.35

4.4 Hasil Perbandingan Sistem dengan MATLAB

Pada pengujian sistem dengan MATLAB, penguji menggunakan MATLAB untuk menetapkan set fuzzy, parameter, dan derajat keanggotaan.Selanjutnya,dilakukan pembuatan sembilan rulebase yang mengacu pada penelitian yang relevan mengenai suhu udara dan kelembapan tanah, seperti yang ada pada gambar 3.1. Rulebase ini akan digunakan sebagai acuan untuk output pompa air. Selanjutnya, dilakukan pengujian kesesuaian output sistem dengan aturan rule-base dari MATLAB. Pengujian logika fuzzy dilakukan dengan membandingkan nilai akurasi output NodeMCU ESP8266 dengan output MATLAB sebanyak 100 sampel data. Perhitungan akurasi dapat ditemukan pada Tabel 4. 3 dan selengkapnya pada lampiran 4.

Tabel 4. 3 Hasil Perbandingan Sistem dengan MATLAB

No	Input		Output Pompa Air (Relay Durasi)		Galat error (Galar error = Nilai ESP8266 – Nilai MATLAB)
	Suhu Udara	Kelembapan Tanah	ESP8266	MATLAB	
1	32.20	43	7.05	6.82	0.23
2	30.30	46	6.55	6.45	0.10
3	30.40	25	31.19	31.30	0.11
4	30.40	44	6.33	6.23	0.10
5	30.40	53	6.33	6.23	0.10

Pada tabel 4.3 bisa dilihat nilai akurasi didapatkan dari rumus nilai output pompa air yang dihasilkan fuzzy dari MATLAB dibagi absolut nilai output pompa air yang dihasilkan fuzzy ESP8266 dikali 100 persen hasil tersebut digunakan sebagai perbandingan akurasi nilai asli dan sistem.

4.5 Hasil Perbandingan Sistem dengan Penyiraman Manual

Dalam pengujian sistem dengan penyiraman manual, penulis menguji sistem dengan menghidupkan sistem pada greenhouse Universitas Telkom Surabaya selama 7 hari dengan perbandingan penyiraman manual dengan penyiraman 4 liter air per hari nya. Sistem yang digunakan mampu menjaga kelembapan air mencapai kurang lebih 60% saat penyiraman dan setelah penyiraman. Untuk kelembapan dan suhu tanaman anggur didapatkan hasil yang sama saat penyiraman dan sesudah penyiraman sehingga dapat dikatakan bahwa sisten penyiraman yang digunakan berjalan efektif. Berikut adalah hasil pengujian sistem pada Tabel 4. 4 dan selengkapnya pada lampiran 5.

Tabel 4. 4 Hasil Perbandingan Sistem dengan Penyiraman Manual

	Hari Pertama Pagi (Jam 8-9)					
	Sistem			Volume yang Dihasilkan (Laju air = 10.37mL × Durasi (Second) mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			

Sebelum disiram	32.60	46	8.19	84.94	Percobaan ke-1	2000
Sesudah disiram	32.10	61	6.36	65.95		
	34.20	69	6.47	67.09		
	35.20	65	6.33	65.64		
	34.70	64	6.33	65.64		
	33.80	64	6.33	65.64		
	34.20	63	6.33	65.64		
	33.60	63	6.33	65.64		
	33.40	62	6.33	65.64		
34.50	63	6.33	65.64			
			Total	713.46	Total	2000
Hari Pertama Sore (Jam 3-4)						
	Sistem			Volume yang Dihasilkan (Laju air = 10.37mL × Durasi (Second) mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
Sebelum disiram	32.10	61	6.36	65.95	Percobaan ke-2	2000
Sesudah disiram	32.10	61	6.36	65.95		
	32.00	61	6.33	65.64		
	31.70	64	6.33	65.64		
	31.40	65	6.33	65.64		
	31.40	64	6.33	65.64		
	31.50	61	6.33	65.64		
	31.40	61	6.33	65.64		
	31.30	61	6.33	65.64		
31.50	61	6.33	65.64			
			Total	657.02	Total	2000

5. Kesimpulan

Sistem pendukung keputusan untuk penyiraman otomatis pada *greenhouse* telah berhasil dilakukan. Sistem mampu menjaga kelembapan air mencapai kurang lebih 60% saat penyiraman dan setelah penyiraman. Hasil pengujian dan pembahasan menunjukkan bahwa sistem telah berhasil mengolah data menggunakan fuzzy mamdani pada pompa air dan rule if-else pada penjadwalan penyiraman otomatis. Dengan galat error ESP8266 dan MATLAB sebesar 0,01167 serta sistem menghasilkan penyiraman lebih hemat dibandingkan penyiraman manual dengan hasil 9844.33 mL, sementara penyiraman manual dengan hasil 28000 mL, pada 7 hari percobaan. Lalu Semua data yang didapat dari sensor DHT-11 dan sensor *soil moisture* telah berhasil dikirim ke blynk dan menampilkan Suhu udara, Kelembapan untuk monitoring secara online.

5.1 Saran

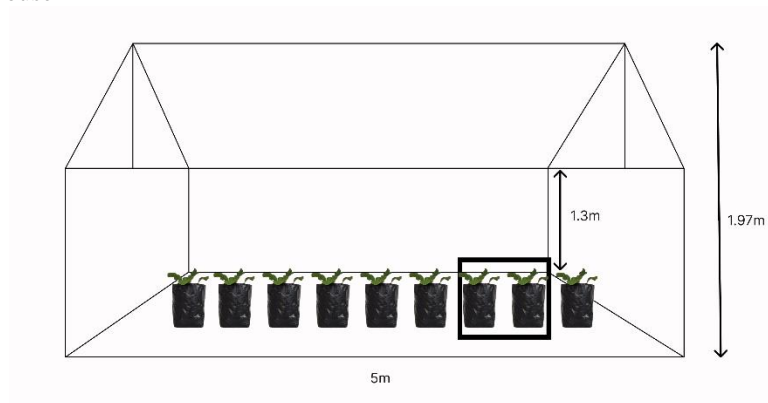
Menurut temuan penelitian, ada aspek yang dapat diperbaiki dan dikembangkan untuk mencapai hasil yang optimal yaitu Menggunakan sensor yang anti karat dikarenakan nilai sensor yang tidak stabil membuat sensor harus dinormalisasi secara berkala.

Daftar Pustaka

- [1] Sukadi, "Teknik Budidaya Anggur," Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, 2020.
- [2] Saragi D, Hamami F, Mulyana T, "Implementasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan Sistem Penyiraman Otomatis Tanaman Anthurium," Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON), vol. 4, no. 1, 2022.
- [3] Rian Hermawan dan Gilang Handika Adji, "Sistem Penyiraman Tanaman Hias Otomatis Dengan Metode C4.5 Berbasis IoT (Internet of Things)," Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi, 2021.
- [4] A.A. Ayu P., I Gede, I Nyoman, "Penyiraman Tanaman Otomatis dengan Fuzzy MAMDANI," Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer vol. 7, no. 1, 2021.
- [5] Ismail Mahfuddin, Rakmat K., Aidil H., "Prototype Sistem Penyiram Lahan Perkebunan Kangkung Otomatis Berbasis Internet of Things dengan Logika Fuzzy Sugeno," Journal of Computer System and Informatics (JoSYC), vol. 4, no. 2, 2023.
- [6] Alfian Dwi N., Intan Nur Farida, Julian Sahertian. "Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Metode Fuzzy Logic," Seminar Nasional Inovasi Teknologi, 2021..
- [7] Harun Sujadi dan Yayat Nurhidayat, "Smart Greenhouse Monitoring System Based On Internet of Things," Jurnal J-Ensatec, vol. 06, no. 01, 2019.
- [8] Winda Istiana, "Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya Berbasis IoT," Jurnal Portal Data, vol. 02, no. 06, 2022.
- [9] Beni Satria, "IoT Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara dengan Node MCU ESP8266," Jurnal Teknik Informatika, vol. 01, no. 03, 2022.
- [10] Beyamin, Sumarno, Ika Okta, Poningsih, Irawan, "Rancang Bangun Alat Pengering Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer, vol. 01, no. 01, 2022.
- [11] Siswanto, M. Anif, Dwi Nur Hayati, Yuhefizar, "Pengamanan Pintu Ruangan Menggunakan Arduino Mega 2560, MQ-2, DHT-11 Berbasis Android," Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi vol. 07, no. 03, 2019.
- [12] Budihardja M., Stevano Danis R., Deddy Susilo, "Perancangan Prototype Smart Indoor Greenhouse IoT untuk Membantu Permasalahan Budidaya Tanaman Selada di Kota Kupang," Jurnal Ilmiah Elektroteknika, vol. 21, no. 02, 2022.
- [13] Rudy Gunawan, Tegas Andhika, Sandi, Fadil Hibatulloh, "Sistem Monitoring Kelembapan Tanah, Suhu, pH dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Tomat Berbasis Internet of Things"
- [14] Adi Saputra, Yordan Hasan, Niksen Alfarizal, "Sistem Kontrol Fuzzy Logik Alat Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Tomat dan Kaktus," Jurnal Teliska, vol. 16, no. 02, 2023.
- [15] Noverta Effendi, Witri Ramadhani, Fitri Farida, Muhammad Dimas, "Perancangan sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah berbasis IoT," Jurnal Computer Science and Information Technology, vol. 03, no. 02, 2022.
- [16] Rahmat Tullah, Sutarnan, Agus Hendra Setyawan, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Toko Tanaman Hias Yopi," Jurnal Sisfotek Global, vol. 09, no. 01, 2019.
- [17] Rani Kusumawati, "Rancang Bangun Sistem Filtrasi Kolam Ikan Menggunakan Moving Bed Kaldnes Dengan Metode Fuzzy," Unpublished.
- [18] Ismail, L. A., & Tjahjono, B., "Pemberian Makan Hewan Berbasis Internet of Things. IKRA-ITH Informatika," Jurnal Komputer Dan Informatika, vol. 7, no. 2, 2023.
- [19] Shane Smith. "Greenhouse Gardener's Companion: Growing Food and Flowers in Your Greenhouse Or Sunspace," Fulcrum Publishing, 2000.
- [20] Gary B, Thomas J & amp, Misty E, "Discovering Computers," Course Technology, 2007.
- [21] Setiyawan, H., Irawan, R. H., & Helilintar, R. (2022). Sistem Sensor Penyiram Tanaman Dengan Modul Arduino Uno. Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi), 6(2), 193–198.
- [22] Wahyu, Y. W. Y. (2021). Sistem Otomatis Pemberian Air Minum Pada Ayam Broiler Memakai Mikrokontroler Arduino Dan Rtc Ds1302. Jurnal Portal Data, 1(3)

Lampiran

Lampiran 1. Greenhouse



Lampiran 2. Hasil Pengambilan Data Awal

Percobaan ke-	Suhu(°C)	Kelembapan Tanah (%)
percobaan ke-1	30.10	31
percobaan ke-2	30.80	45
percobaan ke-3	31.60	42
percobaan ke-4	31.10	38
percobaan ke-5	32.50	43
percobaan ke-6	33.70	41
percobaan ke-7	34.60	37
percobaan ke-8	35.20	39
percobaan ke-9	36.30	43
percobaan ke-10	37.20	32
percobaan ke-11	38.00	36
percobaan ke-12	39.20	37
percobaan ke-13	38.50	47
percobaan ke-14	37.20	44
percobaan ke-15	36.00	41
percobaan ke-16	34.40	37

percobaan ke-17	33.10	39
percobaan ke-18	32.50	43
percobaan ke-19	32.00	42
percobaan ke-20	32.40	38
percobaan ke-21	31.50	39
percobaan ke-22	29.60	42
percobaan ke-23	30.60	54
percobaan ke-24	30.90	59
percobaan ke-25	31.50	45
percobaan ke-26	31.90	34
percobaan ke-27	32.60	56
percobaan ke-28	32.90	54
percobaan ke-29	33.70	49
percobaan ke-30	35.90	53
percobaan ke-31	34.20	43
percobaan ke-32	34.50	45
percobaan ke-33	33.10	43
percobaan ke-34	31.60	57
percobaan ke-35	32.20	51
percobaan ke-36	31.20	43
percobaan ke-37	29.50	48
percobaan ke-38	28.70	46
percobaan ke-39	27.50	50
percobaan ke-40	26.00	52

percobaan ke-41	25.10	51
percobaan ke-42	24.50	48
percobaan ke-43	31.30	42
percobaan ke-44	36.20	54
percobaan ke-45	37.50	59
percobaan ke-46	38.20	45
percobaan ke-47	38.50	34
percobaan ke-48	38.20	56
percobaan ke-49	37.90	54
percobaan ke-50	38.80	49
percobaan ke-51	39.10	53
percobaan ke-52	39.70	43
percobaan ke-53	40.30	45
percobaan ke-54	40.00	43
percobaan ke-55	39.50	57%
percobaan ke-56	38.70	51
percobaan ke-57	37.20	43
percobaan ke-58	36.50	48
percobaan ke-59	34.80	46
percobaan ke-60	33.40	50
percobaan ke-61	32.00	52
percobaan ke-62	31.60	51
percobaan ke-63	30.00	48
percobaan ke-64	32.10	32

percobaan ke-65	33.80	45
percobaan ke-66	34.50	43
percobaan ke-67	35.70	39
percobaan ke-68	36.90	44
percobaan ke-69	38.20	42
percobaan ke-70	37.90	41
percobaan ke-71	38.80	37
percobaan ke-72	39.10	48
percobaan ke-73	39.70	45
percobaan ke-74	40.30	42
percobaan ke-75	40.00	38
percobaan ke-76	39.50	40
percobaan ke-77	38.70	48
percobaan ke-78	37.20	44
percobaan ke-79	36.50	40
percobaan ke-80	34.80	46
percobaan ke-81	33.40	43
percobaan ke-82	32.00	35
percobaan ke-83	31.60	41
percobaan ke-84	30.20	38
Percobaan ke-85	32.40	35
Percobaan ke-86	33.20	48
Percobaan ke-87	33.70	47
Percobaan ke-88	34.00	60

Percobaan ke-89	35.60	57
Percobaan ke-90	37.20	56
Percobaan ke-91	35.10	53
Percobaan ke-92	34.40	49
Percobaan ke-93	31.60	64
Percobaan ke-94	28.60	59
Percobaan ke-95	27.70	56
Percobaan ke-96	29.20	54
Percobaan ke-97	31.00	57
Percobaan ke-98	30.70	51
Percobaan ke-99	31.90	47
Percobaan ke-100	32.20	58
Percobaan ke-101	32.50	47
Percobaan ke-102	32.60	56
Percobaan ke-103	31.80	54
Percobaan ke-104	31.30	53%
Percobaan ke-105	32.40	48%
Percobaan ke-106	33.10	42%
Percobaan ke-107	32.70	54
Percobaan ke-108	33.10	59%
Percobaan ke-109	33.90	45
Percobaan ke-110	34.50	34%
Percobaan ke-111	36.20	56%
Percobaan ke-112	33.20	54%

Percobaan ke-113	31.70	49%
Percobaan ke-114	30.20	53%
Percobaan ke-115	29.50	43%
Percobaan ke-116	27.80	45%
Percobaan ke-117	26.40	43%
Percobaan ke-118	26.30	57%
Percobaan ke-119	27.80	51%
Percobaan ke-120	29.50	43%
Percobaan ke-121	30.10	48%
Percobaan ke-122	32.30	46%
Percobaan ke-123	31.60	50%
Percobaan ke-124	32.30	52%
Percobaan ke-125	32.50	51%
Percobaan ke-126	31.80	48%
Percobaan ke-127	32.50	40%
Percobaan ke-128	33.20	44%
Percobaan ke-129	33.60	43%
Percobaan ke-130	34.20	41%
Percobaan ke-131	34.50	38%
Percobaan ke-132	35.10	45%
Percobaan ke-133	34.80	40%
Percobaan ke-134	35.20	44%
Percobaan ke-135	35.90	42%
Percobaan ke-136	34.50	43%

Percobaan ke-137	34.70	38%
Percobaan ke-138	34.20	43%
Percobaan ke-139	34.00	41%
Percobaan ke-140	33.80	36%
Percobaan ke-141	34.20	46%
Percobaan ke-142	33.40	43%
Percobaan ke-143	34.40	41%
Percobaan ke-144	33.10	38%
Percobaan ke-145	32.50	48%
Percobaan ke-146	32.10	45%
Percobaan ke-147	33.80	46%
Percobaan ke-148	32.80	34%
Percobaan ke-149	33.40	54%
Percobaan ke-150	33.30	44%
Percobaan ke-151	34.70	35%
Percobaan ke-152	35.50	54%
Percobaan ke-153	34.10	48%
Percobaan ke-154	35.10	42%
Percobaan ke-155	34.00	32%
Percobaan ke-156	33.90	46%
Percobaan ke-157	34.00	47%
Percobaan ke-158	33.70	40%
Percobaan ke-159	34.20	43%
Percobaan ke-160	34.00	41%

Percobaan ke-161	33.70	59%
Percobaan ke-162	34.10	50%
Percobaan ke-163	33.60	33%
Percobaan ke-164	32.70	55%
Percobaan ke-165	33.10	38%
Percobaan ke-166	34.50	58%
Percobaan ke-167	32.10	46%
Percobaan ke-168	32.50	39%
Percobaan ke-169	34.50	59%
Percobaan ke-170	35.90	58%
Percobaan ke-171	36.40	38%
Percobaan ke-172	37.00	61%
Percobaan ke-173	36.70	59%
Percobaan ke-174	36.20	48%
Percobaan ke-175	36.30	44%
Percobaan ke-176	35.70	35%
Percobaan ke-177	35.90	63%
Percobaan ke-178	35.20	58%
Percobaan ke-179	34.70	39%
Percobaan ke-180	35.00	51%
Percobaan ke-181	34.50	47%
Percobaan ke-182	34.80	58%
Percobaan ke-183	34.50	34%
Percobaan ke-184	33.40	54%

Percobaan ke-185	33.10	45%
Percobaan ke-186	32.90	44%
Percobaan ke-187	32.50	39%
Percobaan ke-188	32.20	56%
Percobaan ke-189	32.40	53%
Percobaan ke-190	32.90	36
Percobaan ke-191	33.20	58
Percobaan ke-192	33.50	49
Percobaan ke-193	34.00	37
Percobaan ke-194	35.40	46
Percobaan ke-195	34.10	44
Percobaan ke-196	34.80	40
Percobaan ke-197	35.10	41
Percobaan ke-198	36.00	49
Percobaan ke-199	35.10	38
Percobaan ke-200	34.70	45
Percobaan ke-201	34.10	47
Percobaan ke-202	35.40	38
Percobaan ke-203	34.00	51
Percobaan ke-204	32.,90	54
Percobaan ke-205	33.60	40
Percobaan ke-206	34.90	52
Percobaan ke-207	34.70	48%
Percobaan ke-208	33.20	36

Percobaan ke-209	32.70	50
Percobaan ke-210	32.10	44
Percobaan ke-211	33.50	36%
Percobaan ke-212	34.90	48%
Percobaan ke-213	35.20	45%
Percobaan ke-214	34.70	40%
Percobaan ke-215	34.80	53%
Percobaan ke-216	35.30	51%
Percobaan ke-217	35.70	34%
Percobaan ke-218	35.80	52%
Percobaan ke-219	36.20	52%
Percobaan ke-220	35.70	38%
Percobaan ke-221	35.10	47%
Percobaan ke-222	32.50	56%
Percobaan ke-223	31.20	39%
Percobaan ke-224	34.70	57%
Percobaan ke-225	35.10	55%
Percobaan ke-226	33.70	53%
Percobaan ke-227	33.00	52%
Percobaan ke-228	32.90	40%
Percobaan ke-229	32.30	45%
Percobaan ke-230	32.40	43%
Percobaan ke-231	32.20	38%
Percobaan ke-232	34.20	44%

Percobaan ke-233	34.90	41%
Percobaan ke-234	35.50	36%
Percobaan ke-235	36.70	56%
Percobaan ke-236	38.20	55%
Percobaan ke-237	39.00	34%
Percobaan ke-238	40.10	52%
Percobaan ke-239	38.70	48%
Percobaan ke-240	36.50	50%
Percobaan ke-241	35.10	40%
Percobaan ke-242	35.00	44%
Percobaan ke-243	34.80	33%
Percobaan ke-244	34.50	46%
Percobaan ke-245	33.80	44%
Percobaan ke-246	33.70	40%
Percobaan ke-247	33.20	58%
Percobaan ke-248	32.60	39%
Percobaan ke-249	33.00	50%
Percobaan ke-250	32.60	48%
Percobaan ke-251	32.40	49%
Percobaan ke-252	32.50	45%
Percobaan ke-253	35.10	42%
Percobaan ke-254	36.20	54
Percobaan ke-255	37.50	59%
Percobaan ke-256	38.20	45

Percobaan ke-257	38.50	34%
Percobaan ke-258	38.20	56%
Percobaan ke-259	37.90	54%
Percobaan ke-260	38.80	49%
Percobaan ke-261	39.10	53%
Percobaan ke-262	39.70	43%
Percobaan ke-263	40.30	45%
Percobaan ke-264	40.00	43%
Percobaan ke-265	39.50	57%
Percobaan ke-266	38.70	51%
Percobaan ke-267	30.20	43%
Percobaan ke-268	29.50	48%
Percobaan ke-269	28.70	46%
Percobaan ke-270	27.50	50%
Percobaan ke-271	26.00	52%
Percobaan ke-272	25.10	51%
Percobaan ke-273	24.50	48%
Percobaan ke-274	31.90	52%
Percobaan ke-275	32.50	51%
Percobaan ke-276	35.80	52%
Percobaan ke-277	36.20	48%
Percobaan ke-278	35.30	51%
Percobaan ke-279	34.70	49%
Percobaan ke-280	36.50	45%

Percobaan ke-281	35.20	43%
Percobaan ke-282	35.00	39%
Percobaan ke-283	34.50	60%
Percobaan ke-284	33.90	58%
Percobaan ke-285	33.20	53%
Percobaan ke-286	34.60	52%
Percobaan ke-287	33.40	49%
Percobaan ke-288	32.70	44%
Percobaan ke-289	32.20	40%
Percobaan ke-290	33.60	64%
Percobaan ke-291	32.50	60%
Percobaan ke-292	32.10	59%
Percobaan ke-293	33.20	57%
Percobaan ke-294	32.70	50%
Percobaan ke-295	32.90	51%
Percobaan ke-296	32.00	50%
Percobaan ke-297	34.30	48%
Percobaan ke-298	35.50	47%
Percobaan ke-299	36.40	40%
Percobaan ke-300	36.00	57%
Percobaan ke-301	36.40	56%
Percobaan ke-302	35.60	55%
Percobaan ke-303	35.40	56%
Percobaan ke-304	35.10	55%

Percobaan ke-305	35.20	54%
Percobaan ke-306	34.50	52%
Percobaan ke-307	33.80	50%
Percobaan ke-308	33.50	51%
Percobaan ke-309	32.60	49%
Percobaan ke-310	33.20	46%
Percobaan ke-311	34.10	41%
Percobaan ke-312	33.70	38%
Percobaan ke-313	32.90	58%
Percobaan ke-314	32.50	57%
Percobaan ke-315	32.00	58%
Percobaan ke-316	32.10	10%
Percobaan ke-317	32.70	67%
Percobaan ke-318	33.60	55%
Percobaan ke-319	33.40	44%
Percobaan ke-320	32.40	36%
Percobaan ke-321	33.20	44%
Percobaan ke-322	31.70	43%
Percobaan ke-323	30.20	41%
Percobaan ke-324	29.30	35%
Percobaan ke-325	28.60	51%
Percobaan ke-326	30.60	47%
Percobaan ke-327	31.70	40%
Percobaan ke-328	32.60	56%

Percobaan ke-329	33.40	51%
Percobaan ke-330	32.90	40%
Percobaan ke-331	32.60	45%
Percobaan ke-332	30.30	52%
Percobaan ke-333	32.00	51%
Percobaan ke-334	31.70	49%
Percobaan ke-335	31.50	54%
Percobaan ke-336	32.10	10%
Percobaan ke-337	31.90	54%
Percobaan ke-338	32.50	52%
Percobaan ke-339	32.90	52%
Percobaan ke-340	33.00	54%
Percobaan ke-341	32.70	48%
Percobaan ke-342	33.60	45%
Percobaan ke-343	32.40	44%
Percobaan ke-344	34.60	39%
Percobaan ke-345	35.20	56%
Percobaan ke-346	30.50	53%
Percobaan ke-347	29.70	50%
Percobaan ke-348	28.60	52%
Percobaan ke-349	32.20	50%
Percobaan ke-350	33.50	49%
Percobaan ke-351	32.30	52%
Percobaan ke-352	32.00	59%

Percobaan ke-353	33.70	55%
Percobaan ke-354	34.00	56%
Percobaan ke-355	33.40	53%
Percobaan ke-356	33.20	51%
Percobaan ke-357	31.40	50%
Percobaan ke-357	30.30	48%
Percobaan ke-358	31.70	52%
Percobaan ke-359	32.30	55%
Percobaan ke-360	32.60	51%
Percobaan ke-361	32.70	53%
Percobaan ke-362	33.70	49%
Percobaan ke-363	35.30	51%
Percobaan ke-364	36.00	55%
Percobaan ke-365	34.20	57%
Percobaan ke-366	35.80	55%
Percobaan ke-367	36.40	47%
Percobaan ke-368	41.40	45%
Percobaan ke-369	37.20	42%
Percobaan ke-370	36.20	37%
Percobaan ke-371	34.10	62%
Percobaan ke-372	32.90	57%
Percobaan ke-373	33.10	56%
Percobaan ke-374	32.70	58%
Percobaan ke-375	31.60	55%

Percobaan ke-376	31.30	52%
Percobaan ke-377	35.80	52%
Percobaan ke-378	37.00	53%
Percobaan ke-379	37.60	54%
Percobaan ke-380	39.10	51%
Percobaan ke-381	39.30	51%
Percobaan ke-382	39.00	56%
Percobaan ke-383	38.60	50%
Percobaan ke-384	38.80	49%
Percobaan ke-385	39.20	49%
Percobaan ke-386	37.70	47%
Percobaan ke-387	37.10	45%
Percobaan ke-388	36.50	42%
Percobaan ke-389	35.20	44%
Percobaan ke-390	35.60	43%
Percobaan ke-391	34.60	39%
Percobaan ke-392	34.10	58%
Percobaan ke-393	33.20	55%
Percobaan ke-394	32.80	56%
Percobaan ke-395	32.40	54%
Percobaan ke-396	31.90	55%
Percobaan ke-397	31.20	52%
Percobaan ke-398	33.10	51%
Percobaan ke-399	34.20	49%

Percobaan ke-400	36.20	51%
Percobaan ke-401	35.80	47%
Percobaan ke-402	34.90	45%
Percobaan ke-403	39.00	56%
Percobaan ke-404	38.60	50%
Percobaan ke-405	38.80	49%
Percobaan ke-406	39.20	49%
Percobaan ke-407	37.70	47%
Percobaan ke-408	37.10	45%
Percobaan ke-409	36.50	42%
Percobaan ke-410	35.20	44%
Percobaan ke-411	35.60	43%
Percobaan ke-412	34.60	39%
Percobaan ke-413	34.10	58%
Percobaan ke-414	33.20	55%
Percobaan ke-415	32.80	56%
Percobaan ke-416	32.40	54%
Percobaan ke-417	31.90	55%
Percobaan ke-418	31.20	52%
Percobaan ke-419	34.40	45%
Percobaan ke-420	35.10	46%
Percobaan ke-421	36.20	51%
Percobaan ke-422	37.10	41%
Percobaan ke-423	38.10	46%

Percobaan ke-424	38.30	45%
Percobaan ke-425	38.10	44%
Percobaan ke-426	38.70	42%
Percobaan ke-427	38.90	43%
Percobaan ke-428	37.50	41%
Percobaan ke-429	37.80	44%
Percobaan ke-430	38.10	41%
Percobaan ke-431	37.30	39%
Percobaan ke-432	36.60	53%
Percobaan ke-433	36.20	54%
Percobaan ke-434	35.50	51%
Percobaan ke-435	35.10	48%
Percobaan ke-436	34.70	47%
Percobaan ke-437	34.60	49%
Percobaan ke-438	33.70	45%
Percobaan ke-439	32.90	46%
Percobaan ke-440	32.60	55%
Percobaan ke-441	33.10	51%
Percobaan ke-442	34.50	53%
Percobaan ke-443	34.10	50%
Percobaan ke-444	35.90	44%
Percobaan ke-445	36.10	48%
Percobaan ke-446	36.30	46%
Percobaan ke-447	37.40	43%

Percobaan ke-448	39.10	41%
Percobaan ke-449	38.80	47%
Percobaan ke-450	37.70	45%
Percobaan ke-451	36.30	42%
Percobaan ke-452	35.70	39%
Percobaan ke-453	34.10	58%
Percobaan ke-454	33.80	55%
Percobaan ke-455	34.40	56%
Percobaan ke-456	33.60	54%
Percobaan ke-457	32.50	53%
Percobaan ke-458	32.40	54%
Percobaan ke-459	32.00	53%
Percobaan ke-460	31.60	54%
Percobaan ke-461	31.90	53%
Percobaan ke-462	32.40	51%
Percobaan ke-463	33.60	48%
Percobaan ke-464	33.80	47%
Percobaan ke-465	34.20	46%
Percobaan ke-466	35.70	48%
Percobaan ke-467	36.30	44%
Percobaan ke-468	37.20	43%
Percobaan ke-469	37.50	42%
Percobaan ke-470	38.90	39%
Percobaan ke-471	39.20	56%

Percobaan ke-472	37.80	56%
Percobaan ke-473	36.20	55%
Percobaan ke-474	35.60	53%
Percobaan ke-475	34.20	55%
Percobaan ke-476	33.40	52%
Percobaan ke-477	32.90	50%
Percobaan ke-478	31.60	48%
Percobaan ke-479	32.00	50%
Percobaan ke-480	32.70	47%

Lampiran 3. Tabel Kecepatan Laju Air

Percobaan ke-	Kecepatan Laju air (Second)
Percobaan ke-1	24.90
Percobaan ke-2	24.71
Percobaan ke-3	24.50
Percobaan ke-4	24.67
Percobaan ke-5	24.35
Percobaan ke-6	24.50
Percobaan ke-7	24.40
Percobaan ke-8	24.60
Percobaan ke-9	24.20
Percobaan ke-10	24.10
Rata-rata = 24.093	

Lampiran 4. Pengujian MATLAB

No	Input		Output Pompa Air (Relay Durasi)		Galat error (Galar error = Nilai ESP8266 – Nilai MATLAB)
	Suhu Udara	Kelembapan Tanah	ESP8266	MATLAB	
1	32.20	43	7.05	6.82	0.23

2	30.30	46	6.55	6.45	0.10
3	30.40	25	31.19	31.30	0.11
4	30.40	44	6.33	6.23	0.10
5	30.40	53	6.33	6.23	0.10
6	30.40	56	6.33	6.23	0.10
7	30.40	54	6.33	6.23	0.10
8	30.40	42	6.33	6.23	0.10
9	32.90	47	9.54	9.42	0.12
10	30.30	1	31.19	31.3	0.11
11	30.30	60	6.33	6.23	0.10
12	30.40	58	6.33	6.23	0.10
13	30.40	51	6.33	6.23	0.10
14	30.40	58	6.33	6.23	0.10
15	30.40	56	6.33	6.23	0.10
16	30.40	52	6.33	6.23	0.10
17	33.80	43	11.35	11.30	0.05
18	33.80	20	30.67	30.80	0.13
19	33.80	51	6.84	6.74	0.10
20	34.70	52	6.69	6.59	0.10
21	35.20	48	10.82	11	0.18
22	34.70	44	13.75	13.7	0.05
23	34.50	45	13.22	13.11	0.11
24	34.10	37	12.69	12.1	0.59
25	34.20	33	19.32	19.3	0.02
26	34.20	32	21.04	21.6	0.56
27	34.90	40	14.29	14.2	0.09
28	34.50	57	6.75	6.65	0.10
29	34.40	48	10.82	10.7	0.12
30	34.30	56	6.81	6.71	0.10
31	32.90	45	8.95	8.81	0.14
32	33.00	35	9.21	9.08	0.13
33	33.50	34	14.49	14.9	0.41
34	33.70	47	11.09	11	0.09
35	33.60	56	6.78	6.68	0.10
36	33.50	60	6.75	6.65	0.10
37	30.00	29	31.19	31	0.19
38	29.70	51	6.33	6.23	0.10
39	28.60	53	6.33	6.23	0.10
40	28.00	20	31.19	31.3	0.11
41	27.90	22	31.16	31.3	0.14
42	27.70	44	6.44	6.31	0.13
43	27.60	43	6.44	6.34	0.10
44	28.60	45	6.33	6.23	0.10
45	27.70	35	6.41	6.31	0.10
46	27.40	3	31.02	31.1	0.08
47	27.20	5	30.96	31.1	0.14
48	26.80	10	30.85	30.90	0.05
49	26.50	28	30.76	31.90	1.14
50	26.60	21	30.79	30.90	0.11
51	27.30	25	30.99	31.1	0.11
52	27.90	25	31.16	31.3	0.14
53	28.40	25	31.19	31.3	0.11
54	29.10	41	6.33	6.23	0.10
55	28.80	41	6.33	6.23	0.10
56	28.50	33	18.26	18.2	0.06
57	28.40	67	6.33	6.23	0.10
58	28.40	34	13.01	12.9	0.11
59	28.40	33	18.26	18.2	0.06

60	28.60	26	31.19	31.3	0.11
61	36.50	49	8.68	8.53	0.15
62	41.20	50	6.33	6.23	0.10
63	43.90	55	6.33	6.23	0.10
64	44.00	19	31.19	31.3	0.11
65	45.20	20	31.19	31.3	0.11
66	44.10	49	8.68	8.53	0.15
67	43.90	48	10.80	10.70	0.10
68	43.80	49	8.68	8.53	0.15
69	43.80	42	17.5	17.5	0.00
70	43.80	48	10.82	10.7	0.12
71	43.90	66	6.33	6.23	0.10
72	44.20	23	31.19	31.3	0.11
73	44.20	50	6.33	6.23	0.10
74	44.20	39	17.5	17.5	0.00
75	44.20	44	17.5	17.5	0.00
76	46.60	40	17.5	17.5	0.00
77	47.00	35	17.5	17.5	0.00
78	47.20	51	6.33	6.23	0.10
79	47.70	28	31.19	31.3	0.11
80	45.00	38	17.50	17.50	0.00
81	44.50	19	31.19	31.19	0.11
82	44.50	43	17.50	17.50	0.00
83	44.80	57	6.33	6.23	0.10
84	45.80	20	31.19	31.3	0.11
85	45.20	20	31.19	31.3	0.11
86	46.00	47	12.95	12.9	0.05
87	45.90	48	10.82	10.7	0.12
88	45.80	38	17.50	17.50	0.00
89	46.30	42	17.50	17.50	0.00
90	46.80	40	17.50	17.50	0.00
91	47.80	53	6.33	6.23	0.10
92	46.90	51	6.33	6.23	0.10
93	46.90	2	31.19	31.3	0.11
94	47.00	1	31.19	31.3	0.11
95	47.00	43	17.50	17.50	0.00
96	47.00	32	26.83	26.90	0.07
97	47.00	36	17.50	17.50	0.00
98	47.20	31	29.05	29.2	0.15
99	47.20	33	24.32	24.4	0.08
100	47.10	26	31.19	31.3	0.11

Lampiran 5. Pengujian Sistem dengan Penyiraman Manual

Hari Pertama Pagi (Jam 8-9)					
Suhu (°C)	Sistem		Volume yang Dihasilkan (Laju air = $10.37\text{mL} \times \text{Durasi (Second)}$ mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
32.60	46	8.19	84.94	Percobaan ke-1	2000
32.10	61	6.36	65.95		
34.20	69	6.47	67.09		
35.20	65	6.33	65.64		
34.70	64	6.33	65.64		
33.80	64	6.33	65.64		
34.20	63	6.33	65.64		
33.60	63	6.33	65.64		
33.40	62	6.33	65.64		

34.50	63	6.33	65.64		
		Total	713.46	Total	2000

Hari Pertama Sore (Jam 3-4)					
Sistem			Volume yang Dihasilkan (Laju air = $10.37\text{mL} \times \text{Durasi (Second)}$ mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
32.10	61	6.36	65.95	Percobaan ke-2	2000
32.10	61	6.36	65.95		
32.00	61	6.33	65.64		
31.70	64	6.33	65.64		
31.40	65	6.33	65.64		
31.40	64	6.33	65.64		
31.50	61	6.33	65.64		
31.40	61	6.33	65.64		
31.30	61	6.33	65.64		
31.50	61	6.33	65.64		
		Total	657.02		

Hari Kedua Pagi (Jam 8-9)					
Sistem			Volume yang Dihasilkan (Laju air = $10.37\text{mL} \times \text{Durasi (Second)}$ mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
32.70	21	30.96	321.05	Percobaan ke-3	2000
32.90	24	30.96	321.05		
31.80	67	6.33	65.64		
32.50	68	6.47	67.09		
33.20	65	6.66	69.06		
33.20	63	6.66	69.06		
33.30	63	6.66	69.06		
33.80	62	6.33	65.64		
33.60	62	6.33	65.64		
33.90	63	6.33	65.64		
		Total	1179.93		

Hari Kedua Sore Hari (Jam 3-4)					
Sistem			Volume yang Dihasilkan (Laju air = $10.37\text{mL} \times \text{Durasi (Second)}$ mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
32.80	65	6.55	67.92	Percobaan ke-4	2000
32.80	65	6.55	67.92		
32.50	65	6.33	65.64		
32.40	64	6.44	66.78		
32.30	63	6.41	66.47		
32.30	64	6.33	65.64		
32.30	63	6.41	66.47		
32.30	62	6.41	66.47		
32.50	63	6.47	64.60		
32.40	64	6.44	69.89		
		Total	681.80		

Hari Ketiga Pagi (Jam 8-9)					
----------------------------	--	--	--	--	--

Sistem			Volume yang Dihasilkan (Laju air = $10.37\text{mL} \times \text{Durasi (Second)}$ mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
31.40	47	6.78	70.39	Percobaan ke-5	2000
31.40	61	6.33	65.64		
32.40	65	6.33	65.64		
32.40	64	6.33	65.64		
32.70	63	6.66	69.06		
33.40	63	6.66	69.06		
33.60	61	6.66	69.06		
33.50	63	6.66	69.06		
31.20	64	6.33	65.64		
33.80	62	6.66	69.06		
Total			708.09	Total	2000

Hari Ketiga Sore Hari (Jam 3-4)					
Sistem			Volume yang Dihasilkan (Laju air = $10.37\text{mL} \times \text{Durasi (Second)}$ mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
31.40	61	6.33	65.64	Percobaan ke-6	2000
31.20	65	6.33	65.64		
31.30	63	6.33	65.64		
31.10	64	6.33	65.64		
32.20	63	6.33	65.64		
32.30	64	6.33	65.64		
31.30	68	6.33	65.64		
31.40	62	6.33	65.64		
30.90	60	6.33	65.64		
31.30	63	6.33	65.64		
Total			656.40	Total	2000

Hari Keempat Pagi (Jam 8-9)					
Sistem			Volume yang Dihasilkan (Laju air = $10.37\text{mL} \times \text{Durasi (Second)}$ mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
32.80	55	6.55	67.92	Percobaan ke-7	2000
32.50	68	6.47	67.09		
32.70	64	6.52	67.61		
33.50	65	6.75	69.99		
34.20	63	6.84	70.93		
33.50	65	6.75	69.99		
33.70	64	6.81	70.61		
33.20	65	6.66	69.06		
34.20	65	6.84	70.93		
33.80	63	6.84	70.93		
Total			695,06	Total	2000

Hari Keempat Sore Hari (Jam 3-4)					
Sistem			Volume yang Dihasilkan (Laju air = $10.37\text{mL} \times \text{Durasi (Second)}$ mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
33.10	61	6.64	68.86	Percobaan ke-8	2000
33.20	65	6.66	69.06		
32.80	65	6.55	67.92		

32.70	63	6.52	67.61		
31.90	64	6.33	65.64		
32.20	62	6.39	66.26		
31.50	61	6.33	65.64		
30.20	68	6.33	65.64		
31.40	66	6.33	65.64		
31.20	65	6.33	65.64		
		Total	667,93		

Hari Kelima Pagi (Jam 8-9)					
Suhu (°C)	Sistem		Volume yang Dihasilkan (Laju air = $10.37\text{mL} \times \text{Durasi (Second)}$ mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
32.10	43	6.77	70.20	Percobaan ke-9	2000
32.50	56	6.47	67.09		
33.10	68	6.64	68.86		
33.20	67	6.66	69.06		
33.40	68	6.72	69.69		
34.10	65	6.86	71.14		
33.90	66	6.86	71.14		
34.80	67	6.66	69.06		
34.40	65	6.78	70.31		
35.10	65	6.58	68.23		
		Total	694,76		

Hari Kelima Sore Hari (Jam 3-4)					
Suhu (°C)	Sistem		Volume yang Dihasilkan (Laju air = $10.37\text{mL} \times \text{Durasi (Second)}$ mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
32.10	61	6.36	65.95	Percobaan ke-10	2000
31.90	65	6.33	65.64		
32.30	65	6.41	66.47		
32.50	63	6.47	67.09		
32.10	64	6.36	65.95		
32.20	62	6.39	66.26		
32.40	61	6.44	66.78		
31.60	68	6.33	65.64		
31.50	66	6.33	65.64		
31.70	65	6.33	65.64		
		Total	661,08		

Hari Keenam Pagi (Jam 8-9)					
Suhu (°C)	Sistem		Volume yang Dihasilkan (Laju air = $10.37\text{mL} \times \text{Durasi (Second)}$ mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
34.10	37	12.15	125.99	Percobaan ke-11	2000
33.80	68	6.84	70.93		
34.70	65	6.69	69.38		
35.20	65	6.55	67.92		
35.70	64	6.41	66.47		
34.80	63	6.66	69.06		
34.80	66	6.66	69.06		
34.50	64	6.75	69.99		
34.70	68	6.69	69.38		
34.50	65	6.75	69.99		

		Total	748,19	Total	2000
--	--	--------------	---------------	--------------	-------------

Hari Keenam Sore Hari (Jam 3-4)					
Suhu (°C)	Sistem		Volume yang Dihasilkan (Laju air = 10.37mL × Durasi (Second) mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
33.50	58	6.75	69.99	Percobaan ke-12	2000
32.30	67	6.41	66.47		
32.70	67	6.52	67.61		
31.90	65	6.33	65.64		
32.70	68	6.52	67.61		
32.80	66	6.55	67.92		
33.10	64	6.64	68.85		
32.60	65	6.50	67.40		
32.50	64	6.47	67.09		
32.70	63	6.52	67.61		
		Total	676,22		

Hari Ketujuh Pagi (Jam 8-9)					
Suhu (°C)	Sistem		Volume yang Dihasilkan (Laju air = 10.37mL × Durasi (Second) mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
32.40	53	6.44	66.78	Percobaan ke-13	2000
32.60	67	6.50	67.40		
32.30	65	6.41	66.47		
32.70	66	6.52	67.61		
33.80	65	6.84	70.93		
33.50	65	6.75	69.99		
33.90	64	6.86	71.14		
34.10	68	6.86	71.14		
34.20	66	6.84	70.93		
34.20	64	6.84	70.93		
		Total	693,33		

Hari Ketujuh Sore Hari (Jam 3-4)					
Suhu (°C)	Sistem		Volume yang Dihasilkan (Laju air = 10.37mL × Durasi (Second) mL)	Manual	Volume yang Diberikan (mL)
	Kelembapan (%)	Durasi (Second)			
31.70	65	6.33	65.64	Percobaan ke-14	2000
32.10	68	6.36	65.95		
32.20	67	6.39	66.26		
32.30	67	6.41	66.47		
31.50	66	6.33	65.64		
32.50	64	6.47	67.09		
32.50	65	6.47	67.09		
32.10	65	6.36	65.95		
32.40	63	6.44	66.78		
32.20	64	6.39	66.26		
		Total	663,16		