

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Masalah

Langkah paling awal yang harus dilakukan oleh peneliti, setelah memperoleh dan menentukan topik penelitiannya adalah mengidentifikasi permasalahan yang hendak dipelajari. Identifikasi ini dimaksud sebagai penegasan batas-batas permasalahan, sehingga cakupan penelitian tidak keluar dari tujuan. Dalam penelitian ini, proses identifikasi masalah melalui analisa terhadap sistem terdahulu melalui beberapa penelitian terkait yang relevan dan disesuaikan dengan standar nasional pendidikan tinggi (SN Dikti). Penentuan fitur yang relevan yang berdasarkan dengan SN Dikti nantinya akan di validasi oleh pakar pendidikan dan pakar e-learning. Hal itu bertujuan agar fitur yang dikembangkan nantinya memang benar-benar sesuai dengan SN Dikti dan dapat digunakan oleh sesuai kebutuhan.

4.2 Menetapkan Tujuan Masalah

Dalam sebuah penelitian, akan ada hasil yang dicapai. Suksesnya penelitian dapat dilihat dari tujuan penelitian apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Oleh karena itu, penetapan tujuan penelitian merupakan suatu target yang ingin dicapai dalam upaya menjawab segala permasalahan yang sedang dihadapi atau diteliti.

4.3 Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu yang digunakan peneliti untuk penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal dikeluarkannya ijin penelitian dalam kurun waktu kurang lebih 2 (dua) bulan, 1 bulan pengumpulan data dan 1 bulan pengolahan data yang meliputi penyajian dalam bentuk skripsi dan proses bimbingan berlangsung.

Tempat atau lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Jalan Raya

Sutorejo No 59, Kode Pos 60133, Dukuh Sutorejo, Kecamatan Mulyorejo, Kota Surabaya.

4.4 Kebutuhan Perangkat

Analisa kebutuhan perangkat adalah suatu aktivitas awal dari siklus hidup pengembangan perangkat, untuk Proyek-Proyek perangkat yang berskala menengah atau sampai besar, Analisis kebutuhan perangkat ini berguna untuk menentukan rancangan sistem yang akan dibangun sesuai dengan permasalahan yang ditemukan di dalam sistem berjalan yang lama, guna memperbaiki sistem tersebut atau merubah dengan sistem yang baru. Kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak dapat dilihat pada Subbab berikut.

4.4.1 Kebutuhan Hardware

Kebutuhan *Hardware* pada penelitian ini digunakan untuk support pada aplikasi-aplikasi yang digunakan. Semakin tinggi spesifikasi perangkat keras maka semakin tinggi kecepatan pengolahan data pada aplikasi. Kebutuhan *Hardware* dibagi menjadi dua bagian yaitu implementasi dan *development*.

Kebutuhan *Hardware* untuk Implementasi adalah penyediaan sarana untuk mendukung proses pengaplikasian sistem yang telah dibuat. Sehingga sistem dapat berjalan dengan *hardware* yang telah ditetapkan dalam perangkat pendukung. Kebutuhan *Hardware* untuk Implementasi dapat dilihat pada keterangan berikut. Berikut adalah kebutuhan *hardware* secara implementasi yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Laptop/Computer
2. ESP32
3. Tanaman Hidroponik
4. Pot Hidroponik
5. Sensor DHT11
6. Sensor PH
7. ESP8266
8. Pompa
9. Humidifier

10. Fan
11. Lampu Bohlam
12. Dimmer

Data tersebut merupakan minimal dari *hardware* untuk proses implementasi pada sistem yang telah dibuat sehingga sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan kinerjanya.

Kebutuhan *Hardware* untuk *Development* adalah penyediaan sarana untuk mendukung proses pemrograman sistem yang telah dibuat. Sehingga pemrograman pada penelitian ini dapat berjalan dengan lancar karena *hardware* yang mencukupi. Kebutuhan *Hardware* untuk *Development* dapat dilihat pada keterangan berikut. Berikut adalah kebutuhan *hardware* pada *Development* yang digunakan dalam penelitian ini.

1. CPU (Central Processing Unit)
 - a. Processor : 3.00 GHz
 - b. Memory : 4.00 GB
 - c. Harddisk : 500 GB
2. Monitor : 14.0 HD LED LCD (1024 x 600)
3. Keyboard : 86 Keys
4. Mouse : Optical / Touchpad

Data tersebut merupakan data *hardware* yang digunakan untuk melakukan *programing* pada sistem ini sehingga proses pemrograman dapat berjalan dengan lancar.

4.4.2 Kebutuhan Software

Kebutuhan Perangkat lunak adalah kebutuhan pengguna atau dalam melakukan *programming* atau pengaplikasian pada *software* atau aplikasi yang telah dibuat. Kebutuhan *software* dibagi menjadi dua yaitu implementasi dan *development*.

Kebutuhan *Software* untuk Implementasi adalah penyediaan sarana untuk mendukung proses pemrograman sistem yang telah dibuat. Sehingga sistem dapat berjalan dengan *Software* yang telah ditetapkan dalam perangkat pendukung. Kebutuhan *Software* untuk *Development*

adalah penyediaan sarana untuk mendukung proses pemrograman sistem yang telah dibuat. Sehingga sistem dapat berjalan dengan *Software* yang telah ditetapkan dalam perangkat pendukung. Kebutuhan *Software* untuk *Development* dapat dilihat pada keterangan berikut. Berikut adalah kebutuhan *softwareDevelopment* yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Sistem Operasi Windows 10 Pro

Sistem operasi ini digunakan menghubungkan antara aplikasi desktop dengan laptop/komputer. Sistem operasi yang digunakan adalah windows 10 Pro dimana sistem operasi ini dapat mendukung aplikasi pemrograman yang dipakai pada penelitian ini.

2. Arduino IDE

Arduino IDE adalah aplikasi yang digunakan untuk memprogram Arduino Uno. Dimana Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C++. Serta terdapat library pendukung untuk mendukung pemrograman.

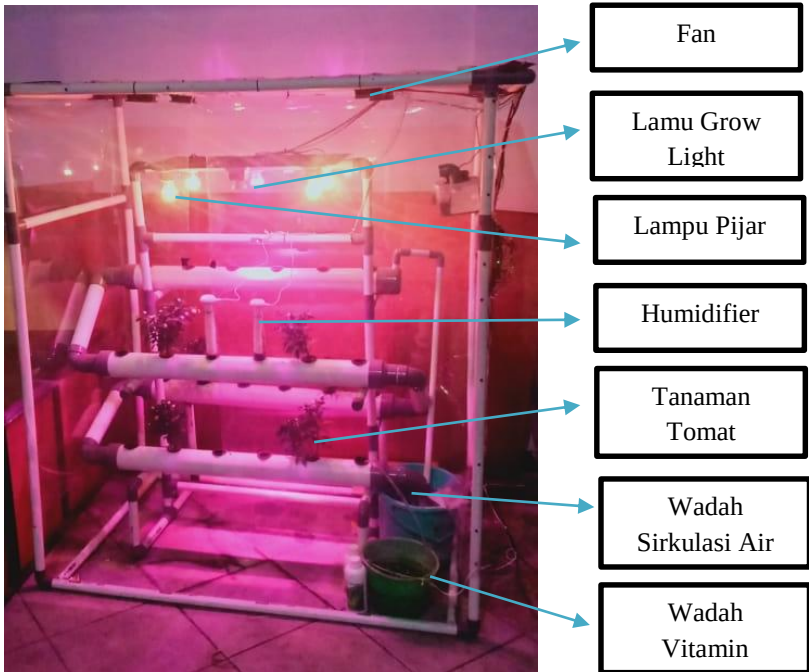
3. MIT App Inventor 2

MIT App Inventor 2 adalah aplikasi yang digunakan untuk memprogram aplikasi android. Pada aplikasi ini dilakukan tanpa menginstall yaitu dengan cara online pada website <https://appinventor.mit.edu/>.

Data tersebut merupakan data *Software* yang digunakan untuk melakukan *programming* pada sistem ini sehingga proses pemrograman dapat berjalan dengan lancar.

4.5 Pengujian Hidroponik

Pada pengujian hidroponik merupakan hasil yang diwujudkan berdasarkan desain dan rancangan hidroponik. Pengujian hidroponik adalah menjelaskan tentang hasil hidroponik dengan proses sistem dengan objek buah tomat.



Gambar 4. 1 Hidroponik dengan tanaman Tomat

Pada Gambar 4.1 terdapat hidroponik dengan tanaman tomat dimana proses pencahayaan menggunakan lampu grow light. Hidroponik merupakan sistem hidroponik indoor. Penerangan lampu grow light merupakan lampu yang digunakan sebagai pengganti sinar matahari sehingga dapat melakukan penanaman secara indoor. Untuk lampu pijar digunakan sebagai pengatur suhu juga terdapat humidifier serta Fan sebagai pengatur suhu dan kelembapan. Untuk wadah penampung air terdapat dua yaitu wadah penampung untuk sirkulasi air dan wadah penampung vitamin. Untuk tanaman berjumlah 6 biji tanaman. Untuk vitamin tanaman menggunakan AB mix. Pada Gambar 4.1 merupakan pertumbuhan tanaman tomat selama 1 bulan. Hasil tanaman tomat dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4. 2 Tanaman Tomat selama 1 bulan

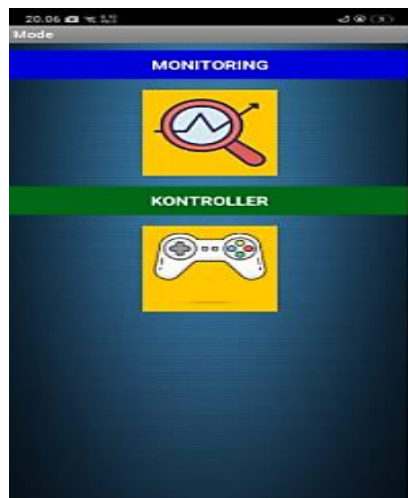
Pada Gambar 4.2 terdapat tanaman tomat selama 1 bulan penanaman terlihat bahwa bunga telah berubah menjadi buah tomat. Untuk sistem kendali meenggunaan aplikasi android dengan memakai App Inventor 2 Programming dalam pembuatan. Untuk aplikasi android dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



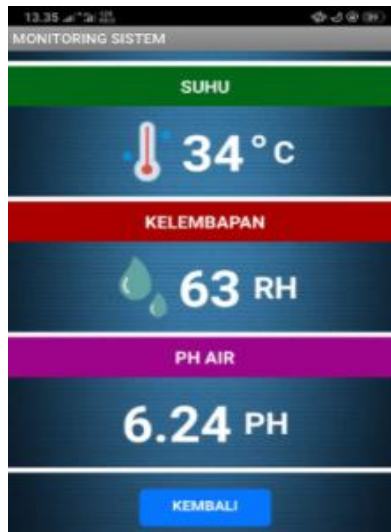
Gambar 4. 3 Ikon Aplikasi Hidroponik



Gambar 4. 4 Freme Login



Gambar 4. 5 Frame Pilih Mode



Gambar 4. 6 Frame Mode Monitoring



Gambar 4. 7 Frame Mode Kendali Manual

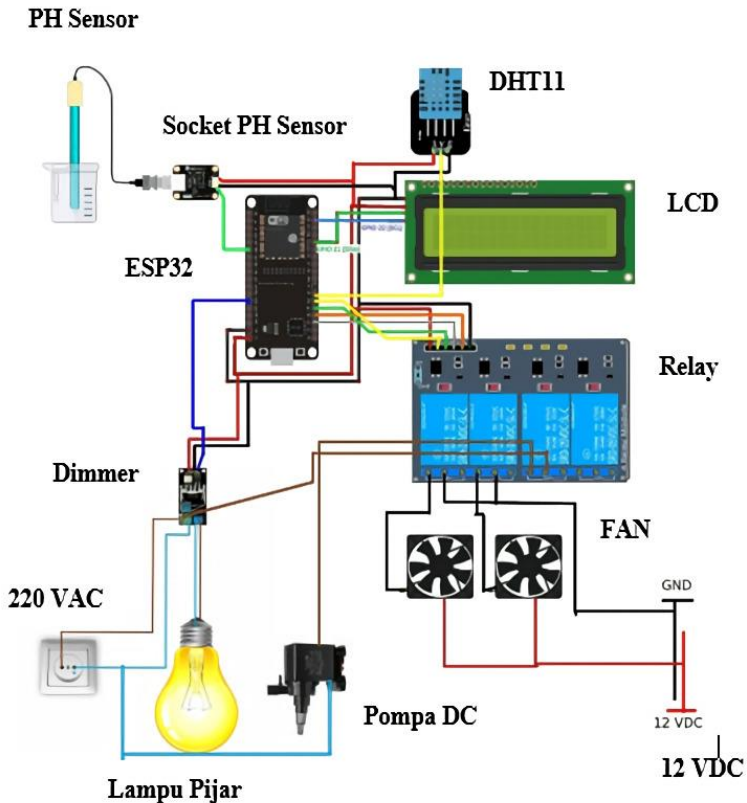


Gambar 4. 8 Frame Mode Kendali Otoamtis

Pada Gambar aplikasi diatas terdapat beberapa frame aplikasi dimana terdapat mode otomatis dan mode manual serta terdapat monitoring sensor.

4.6 Rangkaian Sistem

Pada Rangkaian sistem terdapat rangkaian yang telah di buat untuk sistem kendali suhu dan kelembapan pada hidroponik. Untuk rangkaian sistem dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



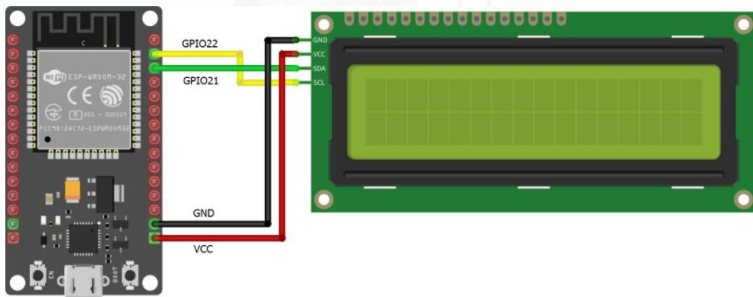
Gambar 4. 9 Rangkaian Sistem

Untuk Gambar 4.3 terdapat rangkaian sistem dimana semua komponen dihubungkan untuk mendapatkan fungsi yang sempurna. Untuk proses penghubungan antar komponen dengan pin ESP32 dapat dilihat sub bab berikut.

4.6.1 Rangkaian LCD

Pada rangkaian LCD terdapat proses menghubungkan antara lcd dengan ESP32. Dimana menggunakan pin Sda dan Scl untuk

berkomunikasi. Berikut adalah rangkaian LCD yang dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4. 10 rangkaian LCD

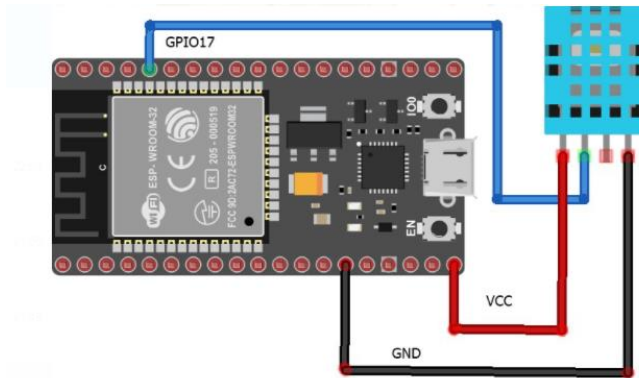
Pada Gambar 4.10 terdapat rangkaian LCD dimana dihubungkan dengan ketentuan pin pada tabel berikut.

Tabel 4. 1 Rangkaian LCD

Pin ESP32	Pin LCD
GPIO22	SDA
GPIO21	SCL
GND	GND
VCC	VCC

4.6.2 Rangkaian DHT11

Pada Rangkaian DHT11 terdapat cara menghubungkan antar DHT11 dan ESP32. Pada untuk DHT11 terdapat 3 pin yang dihubungkan pada ESP32. Rangkaian DHT11 dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4. 11 Rangkaian DHT11

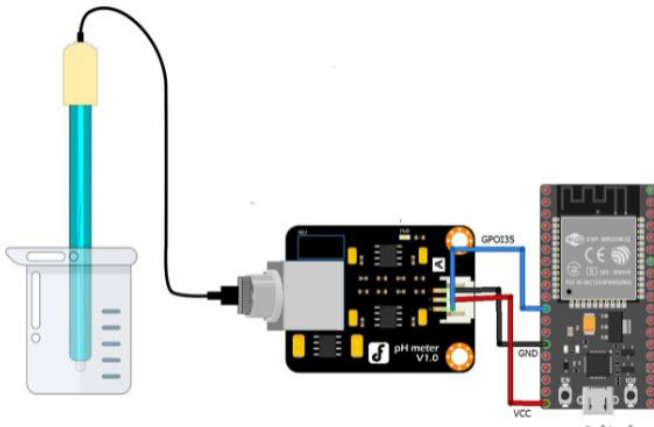
Pada Gambar 4.11 terdapat rangkaian DHT11 dimana pin yang digunakan dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 4. 2 Rangkaian DHT11

Pin ESP32	Pin DHT11
GPIO17	S
GND	GND
VCC	VCC

4.6.3 Rangkaian Sensor PH

Pada Rangkaian Sensor PH terdapat cara menghubungkan antar driver sensor ph dan ESP32. Pada sensor PH terdapat 3 pin yang dihubungkan pada ESP32. Rangkaian Sensor PH dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4. 12 Rangkaian Sensor PH

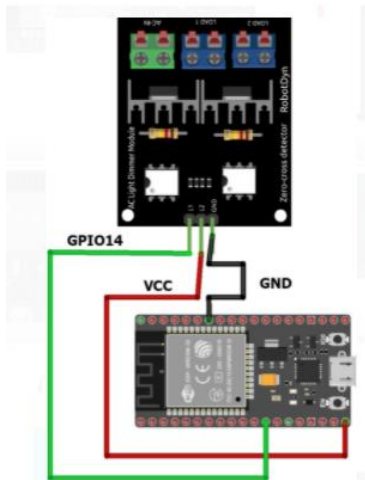
Pada Gambar 4.12 terdapat rangkaian sensor PH dimana pin yang digunakan dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 4. 3 Rangkaian Sensor DHT11

Pin ESP32	Pin DHT11
GPIO17	S
GND	GND
VCC	VCC

4.6.4 Rangkaian Dimmer

Rangkaian Dimmer merupakan rangkaian yang digunakan untuk mengontrol level lux pada lampu pijar. Pada rangkaian tersebut terdapat ESP32 yang terhubung ke dimmer. Berikut adalah rangkaian dimmer.



Gambar 4. 13 Rangkaian Dimmer

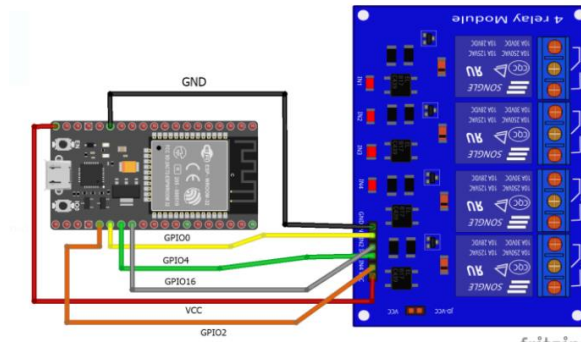
Pada Gambar 4.13 terdapat rangkaian dimmer dimana cara menghubungkan dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 4. 4 Rangkaian Dimmer

Pin ESP32	Pin Dimmer
GPIO14	Lux
GND	GND
VCC	VCC

4.6.5 Rangkaian Relay

Pada Rangkaian Relay terdapat proses menghubungkan antara Relay dengan ESP32. Relay yang digunakan adalah relay 4 channel. Proses menghubungkan dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 4. 14 Rangkaian Relay 4 Channel

Pada Gambar 4.14 terdapat rangkaian relay 4 channel dengan aktif low dimana proses menghubungkan dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

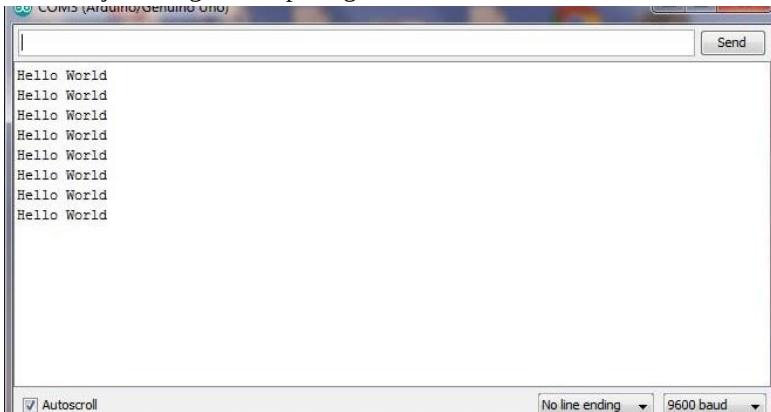
Tabel 4. 5 Rangkaian Relay 4 channel

Pin ESP32	Pin Dimmer
GPIO 0	IN1
GPIO 4	IN2
GPIO 16	IN3
GPIO 2	IN4
VCC	VCC
GND	GND

4.7 Pengujian ESP32

Pada pengujian ESP32 menggunakan aplikasi Arduino IDE untuk menampilkan pengujian serial serta multimeter untuk pengujian voltage dan current. Skenario dalam pengujian ini adalah dengan cara memasukkan program untuk menguji ESP2. Pengujian menggunakan

Serial Monitor yang bertuliskan “Hello World”. Untuk proses pengujian bisa ditinjau sebagaimana pada gambar berikut:



Gambar 4. 15 Serial Monitor

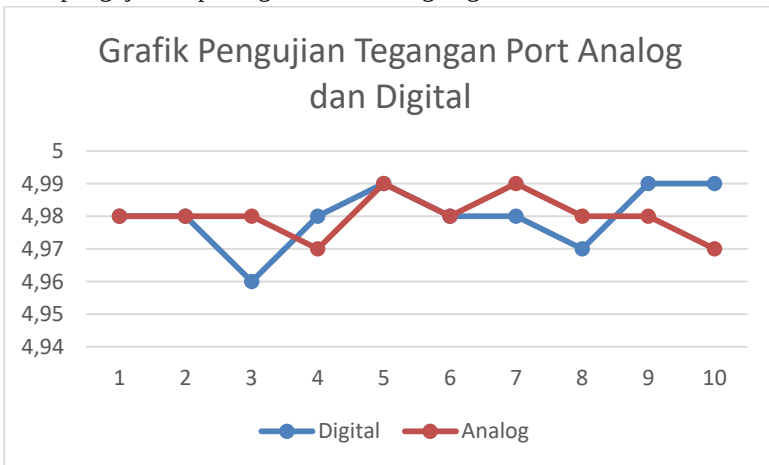
Pada Gambar 4.1 adalah proses pengujian ESP32 dimana pengujian tersebut menggunakan kabel downloader untuk memindahkan program dari laptop ke dalam ESP32. Program yang di pindahkan adalah program dengan konsep an “Hello World” pada Serial monitor yang dapat dilihat dalam Gambar 4.1 dalam gambar itu ada serial monitor dengan text seperti pada program yang di pindahkan maka disimpulkan bahwa ESP32 dapat digunakan dengan baik. Selanjutnya adalah pengujian Voltage pada Vinput Analog dan Vinput Digital ESP32. Pengujian tersebut menggunakan Multimeter. Untuk hasil dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4. 6 Data Pengujian Tegangan Port ESP32

Percobaan- Ke	Tegangan port Digital	Tegangan port Analog
1	4.98	4.98
2	4.98	4.98
3	4.96	4.98
4	4.98	4.97
5	4.99	4.99

6	4.98	4.98
7	4.98	4.99
8	4.97	4.98
9	4.99	4.98
10	4.99	4.97
Rata-rata	4.98	4.98

Rata rata hasil dari pelaksanaan pengukuran untuk tegangan input dan juga output pada analog dan digital adalah 4.98 Volt DC.. Berdasarkan hasil pengujian dapat digambarkan dengan grafik.



Gambar 4. 16 Grafik pengujian Tegangan Port ESP32

Pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.12 terdapat pengujian tegangan port ESP32 dimana pengujian pada tegangan port digital memiliki rata-rata 4.98 dari 10 percobaan dan pada tegangan port analog memiliki rata-rata 4.98 juga dari 10 percobaan yang dilakukan. Nilai itu masih ditoleransi dan memenuhi syarat untuk digunakan.

4.8 Pengujian Sensor DHT11

Pada pengujian sensor Suhu DHT11 adalah digunakan untuk mengetahui apakah sensr suhu DHT11 dapat bekerja dengan baik atau

tidak. Sensor ini menggunakan parameter suhu dan kelembapan. Pada sistem ini DHT11 digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembapan pada sistem pendingin portable. Skenario dari pengujian ini adalah dengan cara menguji sensor DHT11 dengan pengukuran manual sehingga dapat diketahui selisih dari sensor tersebut. Berikut adalah pengujian sensor DHT11.



Gambar 4. 17 Pengujian DHT11

Pada Gambar 4.2 terdapat komponen DHT11 dimana komponen tersebut mengirimkan data suhu serta kelembapan pada aplikasi android. Hasil monitoring suhu dan kelembapan pada aplikasi android dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4. 18 Monitoring DHT11

Pada Gambar 4.3 terdapat monitoring DHT11 dimana suhu yang dimonitoring adalah 29°C dan kelembapan mencapai 80 RH. Berikut adalah table hasil pengujian DHT11

Tabel 4. 7 Pengujian DHT11

No	Hasil dari Sensor		Pengukuran Manual		Selisih	
	Suhu ©	Kelembapan (RH)	Suhu ©	Kelembapan (RH)	Suhu ©	Kelembapan (RH)
1	29	82	28	81	1	1
2	29	82	28	81	1	1
3	29	80	28	81	1	1
4	30	82	28	81	2	1
5	29	81	28	81	1	1
6	29	82	28	81	1	1
7	30	80	28	81	2	1
8	29	82	28	81	1	1
9	30	82	28	81	2	1
10	29	82	28	81	1	1

Pada Tabel 4.2 terdapat hasil pengujian sensor DHT11 dimana terdapat parameter suhu dan kelembapan. Pengujian tersebut menggunakan pengambilan data sebanyak 10 kali dengan membandingkan dengan pengukuran manual dengan hygrometer thermometer dengan selisih suhu rata-rata adalah 1,3 dan selisih kelembapan rata-rata adalah 1.

4.9 Pengujian Sensor PH

Pada Pengujian sensor PH adalah ditujukan untuk mengetahui kinerja dari sensor PH. Dimana pengujian tersebut dapat mengetahui sensor PH dapat bekerja dengan baik atau tidak. Scenario dari pengujian sensor PH adalah dengan cara memasukkan sensor PH di air tanaman dan

mengamati perubahan sensor PH. Berikut adalah pengujian sensor PH yang dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4. 19 Sensor pH

Pada Gambar 4.2 terdapat sensor PH dimana sensor pH mengirimkan data ke aplikasi android untuk dimonitoring. Berikut adalah hasil dari monitoring pH di Aplikasi Android.



Gambar 4. 20 Monitoring pH air

Pada Gambar 4.5 terdapat monitoring pH air dimana terdapat nilai pH adalah 6.24 pH. Berikut adalah tabel pengujian pH.

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Sensor pH

Selang Waktu	Jumlah Percobaan	Nilai pH Sensor	Nilai pH Meter	Selisih
10 Menit	1	7,05	6,4	0,65
10 Menit	2	6,24	6,4	0,16
10 Menit	3	6,34	6,4	0,06
10 Menit	4	6,39	6,4	0,01
10 Menit	5	6,19	6,4	0,21
10 Menit	6	6,46	6,4	0,06
10 Menit	7	6,29	6,4	0,11
10 Menit	8	6,33	6,4	0,07
10 Menit	9	6,44	6,4	0,04
10 Menit	10	6,22	6,4	0,18

Pada Tabel 4.2 terdapat Hasil pengukuran dari sensor pH. Dimana terdapat parameter voltage dan nilai pH. Hasil nilai pH merupakan hasil dari sampel air yang digunakan. Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor dapat bekerja dengan hasil yang konstan dari pembacaan sensor. Untuk rata-rata selisih dari 10 percobaan adalah 0.005 pH.

4.10 Pengujian Dimmer

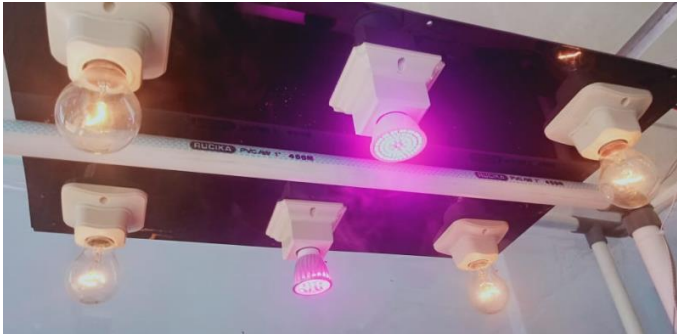
Pada pengujian dimmer adalah digunakan untuk mengetahui apakah dimmer dapat bekerja dengan baik atau tidak. Dimmer pada penelitian ini digunakan untuk mengatur level cahaya pada lampu. Terdapat 3 level cahaya pada lampu yaitu redup, sedang dan terang. Untuk mengetahui lux meter menggunakan aplikasi android yaitu lux meter. Berikut adalah pengujian Dimmer yang dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4. 21 Lampu Pijar Redup



Gambar 4. 22 Lampu Pijar Sedang



Gambar 4. 23 Lampu Pijar Terang

Pada Gambar 4.6, 4.7 dan 4.8 adalah lampu dengan kondisi redup, sedang dan terang. Berikut adalah pengujian Dimmer

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Dimmer

Jumlah Percobaan	Nilai Dimmer pada Esp32	Kondisi Lampu	Lux Meter	Keterangan
1	0	Off	0	Sesuai
2	50	Redup	20	Sesuai
3	90	Sedang	60	Sesuai
4	180	Terang	120	Sesuai

Pada Gambar 4.3 terdapat hasil pengujian dimmer dimana terdapat parameter berupa nilai dimmer dimana jika dimmer bernilai 0 maka kondisi lampu Off, jika dimmer bernilai 50 maka kondisi lampu redup, jika dimmer bernilai 90 maka kondisi lampu sedang, dan jika dimmer bernilai 180 maka lampu terang. Untuk lux meter pada kondisi lampu off adalah bernilai 0, untuk lux meter lampu redup adalah bernilai 20, lux meter pada lampu sedang bernilai 60 dan lux meter pada lampu terang adalah bernilai 120.

4.11 Pengujian Relay Pompa Vitamin

Pada pengujian relay Pompa Vitamin adalah digunakan untuk mengetahui apakah Pompa Vitamin dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Dalam penelitian ini Pompa Vitamin digunakan untuk memberikan vitamin dalam bentuk liter. Proses liter ditentukan dengan waktu pengaktifan relay pompa. Berikut adalah pengujian pompa Vitamin.



Gambar 4. 24 Pompa Vitamin

Pada Gambar 4.9 terdapat pompa vitamin dimana terdapat vitamin AB mix untuk keperluan tanaman hidroponik. Takaran memberikan vitamin pada penelitian ini menggunakan waktu. Untuk 50 ml adalah setara dengan 2.5 detik sedangkan untuk 100 ml adalah setara dengan 5 detik. Untuk mengatur takaran vitamin dapat menggunakan aplikasi android dengan mode manual. Berikut adalah pengaturan takaran vitamin.



Gambar 4. 25 Setting Takaran Pompa Vitamin

Berikut adalah tabel untuk pengujian takaran pompa vitamin berdasarkan ml.

Tabel 4. 10 Pengujian Pompa Vitamin

Takaran (ml)	Waktu (delay)	Keterangan
50	2.5 detik	Sesuai
100	5 detik	Sesuai
150	7.5 detik	Sesuai
200	10 detik	Sesuai
250	12.5 detik	Sesuai
300	15 detik	Sesuai
350	17.5 detik	Sesuai
400	20 detik	Sesuai
450	22.5 detik	Sesuai
500	30 detik	Sesuai
550	32.5 detik	Sesuai
600	35 detik	Sesuai

Pada Tabel 4.5 terdapat takaran mili liter yang dijadikan waktu. Per 50 ml adalah 2.5 detik. Sehingga semakin banyak takaran juga semakin banyak waktu yang dihasilkan.

4.12 Pengujian Relay Humidifier

Pada pengujian relay Humidifer adalah digunakan untuk mengetahui apakah relay humidifier dapat digunakan dengan baik atau tidak. Untuk sistem relay humidifier hanya menggunakan sistem On dan Off. Berikut adalah pengujian humidifier.



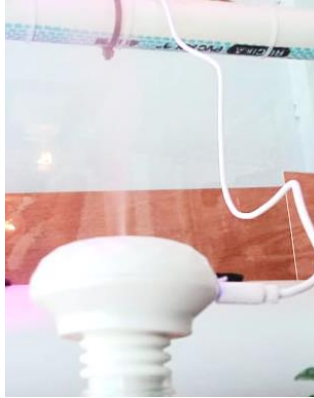
Gambar 4. 26 Pengujian Humidifier

Pada Gambar tersebut terdapat humidifier dengan posisi Off. Untuk mengaktifkan humidifier harus dengan menekan tombol pada aplikasi android. Berikut adalah tombol aplikasi android yang digunakan untuk mengaktifkan humidifier.



Gambar 4. 27 Tombol Humidifier pada Aplikasi

Ketika tombol dalam posisi ON maka humidifier aktif seperti pada Gambar berikut.



Gambar 4. 28 Humidifier Aktif

Berikut adalah tabel untuk pengujian humidifier.

Tabel 4. 11 Pengujian Humidifier

Relay	Kondisi Humidifier	Keterangan
HIGH	OFF	Sesuai
LOW	ON	Sesuai

Pada Tabel 4.6 terdapat tabel pengujian humidifier dimana jika relay HIGH maka kondisi humidifier tidak aktif tetapi sebaliknya jika relay LOW maka kondisi humidifier aktif. Relay pada sistem ini adalah aktif LOW.

4.13 Pengujian Pengiriman Data IoT

Pada pengujian pengiriman data keseluruhan system adalah mencakup pengiriman data mulai dari ESP32 menuju Aplikasi Smartphone. Jadi waktu pengiriman data dan tingkat keberhasilan dalam pengiriman data sangat di butuhkan dalam penelitian ini. Semakin cepat pengiriman data maka semakin sempurna alat yang dibuat. Skenario pengujian pengiriman data secara keseluruhan adalah dengan

memanfaatkan koneksi internet yang dapat mengirimkan data pada system ini. Hasil pengiriman data dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 4. 12 Hasil pengujian pengiriman data secara keseluruhan

No	Data Dikirim ESP32	Data Diterima Aplikasi	Waktu	Keterangan
1	29	29	3 detik	Berhasil
2	29	29	3 detik	Berhasil
3	29	29	5 detik	Berhasil
4	30	30	4 detik	Berhasil
5	29	29	3 detik	Berhasil
6	29	29	5 detik	Berhasil
7	30	30	3 detik	Berhasil
8	29	29	4 detik	Berhasil
9	30	30	4 detik	Berhasil
10	29	29	5 detik	Berhasil
Rata- rata Waktu			3.9 detik	Berhasil

Pada Tabel 4.6 terdapat pengujian pengiriman data keseluruhan system dimana pengiriman data tersebut memiliki waktu rata-rata 3.9 detik dan tingkat keberhasilan dalam pengiriman data tersebut adalah sesuai dalam 10 percobaan.

4.14 Pengujian Pertumbuhan Tomat Cherry

Pada pengujian pertumbuhan tomat cherry adalah pengujian pertumbuhan dari waktu ke waktu. Waktu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 bulan. Dari penanaman bibit hingga panen tomat cherry. Untuk penanaman bibit tomat cherry adalah dengan menggunakan rockwall dan didiamkan di tempat gelap ketika malam hari tetapi ketika pagi hari rockwall tersebut didiamkan di tempat yang teduh dan terdapat sinar matahari. Proses tersebut dilakukan selama 14 hari.

Hasil pada penanaman bibit tomat cherry di rockwall dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2. 13 Penanaman bibit tomat cherry

Pada Gambar 2.13 terdapat penanaman bibit tomat cherry selama 7 hari. Hasil yang didapatkan adalah tomat cherry dapat berkembang dengan baik.

Setelah 14 hari maka rockwall tersebut dipindahkan di dalam sistem hidroponik yang sudah dibuat. Sehingga dapat didiamkan selama 63 hari untuk siap panen. Untuk hasil tomat cherry siap panen dapat dilihat pada Gambar berikut.



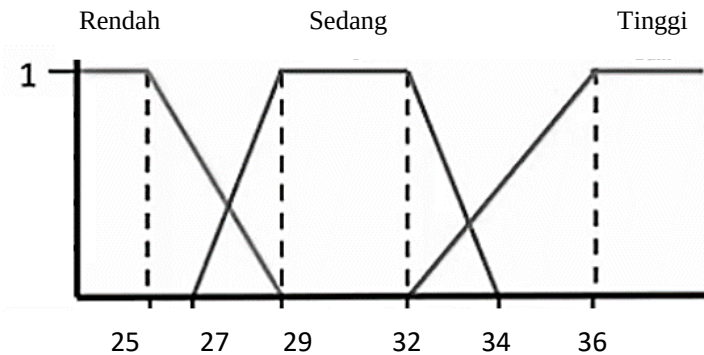
Gambar 2. 14 Hasil Tomat Cherry 60 Hari

Pada Gambar 2.14 terdapat hasil tomat cherry selama 60 hari dimana pada waktu tersebut tomat cherry siap panen.

4.15 Pengujian Sistem Otomatis Fuzzy Mamdani

Terdapat dua *input* pada *fuzzy* mamdani yaitu Suhu dan Kelembapan, untuk output adalah nilai Output Dimmer. berikut adalah pembagian tingkat dari *input* sensor

Suhu



Pada fungsi keanggotaan suhu terdapat indikasi rendah, sedang dan tinggi dimana angka yang menunjukkan pada gambar antara 25 – 36 adalah suhu yang didapatkan dari sensor DHT11. Berikut adalah fungsi keanggotaan suhu yang digunakan.

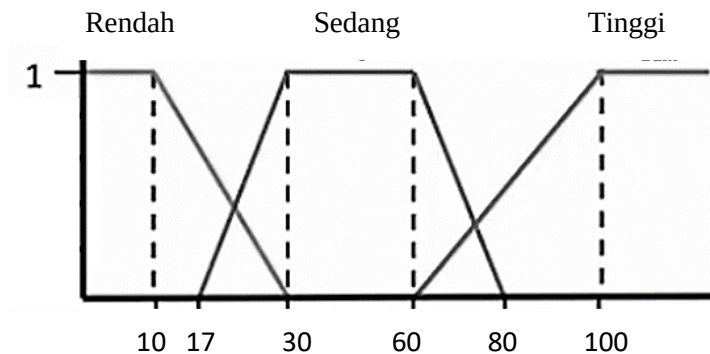
Fungsi keanggotaan Suhu

$$\mu_{\text{Suhu Rendah}}[x] = \begin{cases} 1 & x \leq 25 \\ \frac{29-x}{4} & 25 \leq x \leq 29 \\ 0 & x \geq 29 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Suhu Sedang}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 27 \text{ atau } x \geq 34 \\ \frac{x-27}{2} & 27 \leq x \leq 29 \\ \frac{34-x}{2} & 32 \leq x \leq 34 \\ 1 & 32 \leq x \leq 36 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Suhu Tinggi}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 32 \\ \frac{x-32}{2} & 32 \leq x \leq 34 \\ 1 & x \geq 36 \end{cases}$$

Kelembapan (x)



Pada fungsi keanggotaan kelembapan tersebut terdapat indikasi rendah, sedang dan tinggi dimana kelembapan terdapat nilai antara 10 – 100. Nilai kelembapan tersebut didasarkan pada sensor DHT11.

Fungsi keanggotaan Kelembapan

$$\mu_{\text{Kelembapan Rendah}}[x] = \begin{cases} 1 & x \leq 10 \\ \frac{30-x}{20} & 10 \leq x \leq 30 \\ 0 & x \geq 30 \end{cases}$$

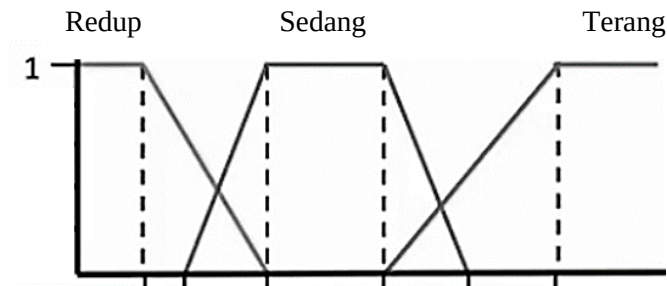
$$\mu_{\text{Kelembapan Sedang}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 17 \text{ atau } x \geq 80 \\ \frac{x-17}{13} & 30 \leq x \leq 17 \\ \frac{80-x}{20} & 60 \leq x \leq 80 \\ 1 & 30 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Kelembapan Tinggi}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 60 \\ \frac{x-60}{40} & 60 \leq x \leq 100 \\ 1 & x \geq 100 \end{cases}$$

Output Fuzzy Mamdani

Terdapat tiga output pada fuzzy mamdani yaitu Tingkat level cahaya lampu

Hasil (x):



Pada fi 10 30 40 70 80 100
sedang

pencahayaannya lampu. Sehingga lampu dapat redup, sedang dan terang secara otomatis. Berikut adalah fungsi keanggotaan pada output.

Fungsi keanggotaan Hasil

$$\mu_{\text{Hasil Ringan}}[x] = \begin{cases} 1 & x \leq 10 \\ \frac{40-x}{30} & 10 \leq x \leq 40 \\ 0 & x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Hasil Sedang}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 30 \text{ atau } x \geq 80 \\ \frac{x-30}{10} & 30 \leq x \leq 40 \\ \frac{80-x}{10} & 40 \leq x \leq 70 \\ 1 & 70 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Hasil Berat}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 70 \\ \frac{x-70}{30} & 70 \leq x \leq 100 \\ 1 & x \geq 100 \end{cases}$$

Fungsi Implikasi

Setelah aturan terbentuk, fungsi implikasi akan diterapkan, jika ada data dengan nilai parameter berikut:

Suhu : 30 derajat Celcius

Kelembapan : 80 RH

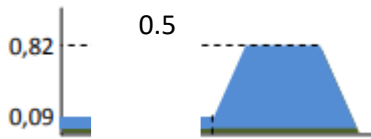
Nilai fuzzy kategori hasil dihitung berdasarkan data di atas, kemudian aturan predikat untuk mengevaluasi parameter yang ada antara lain:

Rules Pada Metode Fuzzy Mamdani

- R1: IF Suhu Rendah AND Kelembapan Rendah THEN Hasil Rendah
 $= \min(0.016; 0)$
 $= 0$
- R2: IF Suhu Sedang AND Kelembapan Rendah THEN Hasil Rendah
 $= \min(0.98; 0)$
 $= 0$
- R3: IF Suhu Tinggi AND Kelembapan Rendah THEN Hasil Sedang
 $= \min(0; 0)$
 $= 0$
- R4: IF Suhu Rendah AND Kelembapan Sedang THEN Hasil Rendah
 $= \min(0.016; 0.5)$
 $= 0.016$
- R5: IF Suhu Sedang AND Kelembapan Sedang THEN Hasil Tinggi
 $= \min(0.98; 0.5)$
 $= 0.5$
- R6: IF Suhu Tinggi AND Kelembapan Sedang THEN Hasil Tinggi
 $= \min(0; 0.5)$
 $= 0$
- R7: IF Suhu Rendah AND Kelembapan Tinggi THEN Hasil Sedang
 $= \min(0.016; 0.25)$
 $= 0.016$
- R8: IF Suhu Sedang AND Kelembapan Tinggi THEN Hasil Sedang
 $= \min(0.98; 0.25)$
 $= 0.25$
- R9: IF Suhu Tinggi AND Kelembapan Tinggi THEN Hasil Tinggi
 $= \min(0; 0.25)$
 $= 0$

Komposisi Aturan

Metode yang digunakan untuk menggabungkan semua aturan adalah metode MAX. Oleh karena itu, fungsi keanggotaan dari hasil gabungan adalah:



Selanjutnya adalah mencari nilai a_1 dan a_2 dimana menggunakan rumus $\frac{x-a}{b-a}$ maka hasil dari perhitungan a_1 dan a_2 adalah sebagai berikut:

$$\frac{a_1 - 70}{30} = 0.25$$

$$a_1 = 77.5$$

$$\frac{a_2 - 70}{30} = 0.5$$

$$a_2 = 85$$

Maka menjadi himpunan fuzzy baru sebagai berikut:

$$\mu_z [x] = \begin{cases} 0.25 & z \leq 77.5 \\ \frac{z-70}{30} & 77.5 \leq z \leq 85 \\ 0.5 & z \geq 85 \end{cases}$$

Defuzzifikasi

Pada defuzzifikasi menggunakan rumus centroid dimana harus mencari moment dan Luas yaitu untuk moment M_1 , M_2 dan M_3 . Selanjutnya untuk Luas adalah A_1 , A_2 dan A_3 . Dengan perhitungan integral maka hasil dapat dilihat sebagai berikut:

$$M_1 = \int_0^{77.5} (0.25)z \, dz$$

$$= 750.78$$

$$M2 = \int_{77.5}^{85} \left(\frac{z-70}{30}\right) z \, dz$$

$$= \mathbf{823.049}$$

$$M3 = \int_{85}^{100} (0.5) z \, dz$$

$$= \mathbf{693.75}$$

$$A1 = \int_0^{77.5} (0.25) \, dz$$

$$= \mathbf{11.375}$$

$$A2 = \int_{77.5}^{85} \left(\frac{z-70}{30}\right) \, dz$$

$$= \mathbf{8.235}$$

$$A3 = \int_{85}^{100} (0.5) \, dz$$

$$= \mathbf{7.5}$$

$$Z = \frac{M1 + M2 + M3}{A1 + A2 + A3}$$

$$= \mathbf{83.64}$$

Data dari defuzzifikasi adalah 83.64 dimana nilai tersebut dimasukkan pada nilai lux pada dimmer. Sehingga tingkat pencahayaan dapat diatur

secara otomatis dengan suhu dan kelembapan yang didapatkan. Untuk pengujian

Hasil dari fuzzy mamdani tersebut digunakan mengatur lux meter pada lampu pijar sehingga mempengaruhi suhu pada hidroponik. Untuk pengujian ini tanaman hidroponik diletakkan pada ruangan yang ber AC sehingga terdapat suhu dingin yang mempengaruhi kondisi sistem penyetabil suhu. Suhu yang distabilkan untuk tomat cherry adalah 30 °C Berikut adalah hasil pengujian penyetabil suhu dengan fuzzy mamdani.

Tabel 4. 13 Pengujian Penyetabil Suhu dengan Fuzzy Mamdani

Menit (s)	Suhu °C	Kelembapan	Hasil Fuzzy Mamdani	Keterangan
1	28	81	180	Suhu ditingkatkan
2	28	81	180	Suhu ditingkatkan
3	28	81	180	Suhu ditingkatkan
4	28	81	180	Suhu ditingkatkan
5	29	80	180	Suhu ditingkatkan
6	29	80	154	Suhu ditingkatkan
7	29	80	123	Suhu ditingkatkan
8	30	80	83	Suhu distabilkan
9	30	80	83	Suhu distabilkan
10	30	80	83	Suhu distabilkan
11	30	80	83	Suhu distabilkan
12	30	80	83	Suhu distabilkan

13	30	80	83	Suhu distabilkan
14	30	80	83	Suhu distabilkan
15	30	80	83	Suhu distabilkan

Pada tabel 4.13 terdapat pengujian penyetabil suhu dengan fuzzy mamdani dimana sistem dapat menyetabilkan suhu pada menit ke 8 dengan suhu awal adalah 28 °C dan distabilkan didalam suhu 30 °C. dengan metode fuzzy mamdani sistem ini dapat berjalan dengan baik dan dapat menyetabilkan suhu selama 8 menit. Dari hasil tersebut maka terdapat perbedaan menggunakan fuzzy mamdani dan non-fuzzy mamdani yaitu jika memakai fuzzy mamdani maka dimmer dapat menyesuaikan suhu dengan nilai hasil dari defuzzifikasi sehingga sesuai dengan suhu yang diharapkan. Sedangkan jika non-fuzzy mamdani memerlukan banyak program percabangan untuk menentukan suhu yang stabil tetapi tidak dapat menghasilkan nilai dimmer yang sesuai.