

BAB V. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

5.1 Implementasi

Implementasi merupakan tahap realisasi penerapan perancangan yang sudah direncanakan sebelumnya. Tahap implementasi dibagi menjadi empat bagian yaitu implementasi perangkat keras atau hardware, implementasi database, implementasi user interface dan implementasi kode program.

5.1.1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras meliputi pembuatan prototype dan pembuatan rangkaian embedded sistem

5.1.1.1 Pembuatan prototype

Pembuatan prototype yang digunakan untuk simulasi pengeringan biji kopi adalah greenhouse mini dengan ukuran 70x60x50cm yang terbuat dari impraboard dan rangka pipa dengan jaring sebagai alasnya. Model dan bentuk dibuat semirip mungkin dengan skema greenhouse asli tanpa mengubah fungsi dasarnya. Pembuatan prototype greenhouse ditunjukkan pada gambar 5.1 dan 5.2.



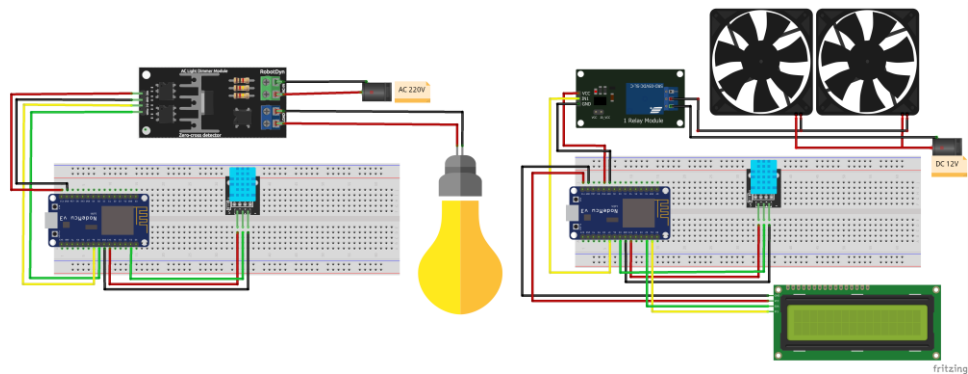
Gambar 5. 1 Prototype Greenhouse tampak luar



Gambar 5. 2 Prototype Greenhouse tampak dalam

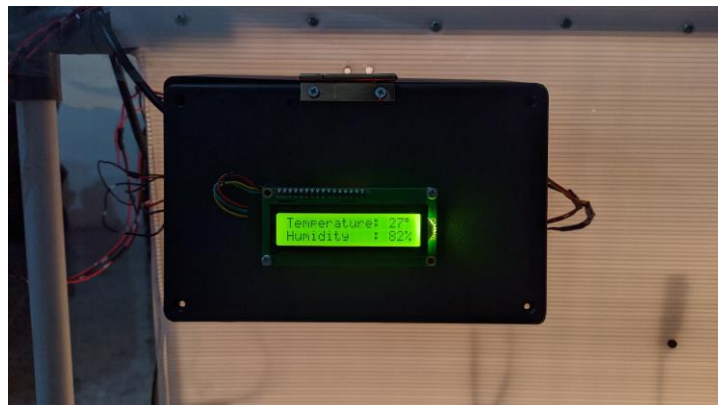
5.1.1.2 Pembuatan rangkaian embedded sistem

Pembuatan rangkaian embedded sistem meliputi rangkaian mikrokontroller, sensor dht11, relay, ac light dimmer, kipas, lampu, lcd dan stepdown.



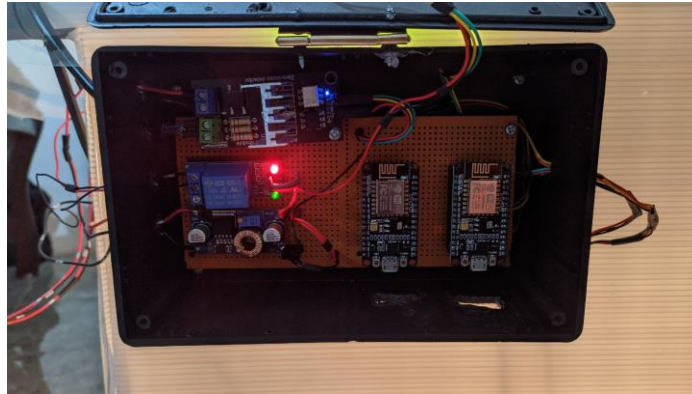
Gambar 5. 3 Rangkaian Embedded Sistem

Rangkaian perangkat sistem kontrol diletakkan dalam project box dan aktuator dalam posisi terpisah dengan kabel tunggal sebagai penghubung.



Gambar 5. 4 Project box tampak luar

Dari luar terlihat sebuah lcd i2c yang terhubung dengan rangkaian dalam. Fungsi lcd adalah agar kondisi dalam greenhouse tetap dapat dipantau secara offline.



Gambar 5. 5 Project box tampak dalam

Dari dalam terlihat dua nodemcu yang masing-masing terhubung dengan modul relay 1 channel sebagai pengatur kondisi kipas dan ac light dimmer sebagai pengatur tegangan lampu.



Gambar 5. 6 Posisi lampu

Pada gambar 5.6 terlihat posisi lampu berada di tengah greenhouse dengan posisi menggantung agar seluruh biji kopi mendapatkan suhu panas yang merata.



Gambar 5. 7 Posisi kipas

Pada gambar 5.7 terlihat posisi enam kipas yang terbagi dua, tiga kipas mengarah kedalam greenhouse dan sisanya menghadap keluar greenhouse. Kombinasi dari enam kipas ini memiliki beberapa kegunaan, yang pertama sebagai sirkulasi udara, yang kedua membantu menjaga suhu dalam greenhouse agar tidak overheat dan tetap stabil dan yang ketiga membuang uap dalam proses pengeringan agar tidak merusak kualitas biji kopi.

5.1.2 Implementasi Database

Implementasi database dilakukan berdasarkan pada tahap perancangan database sebelumnya, aka dibuat database dengan nama coba_sensor dan memiliki tiga tabel yaitu tabel ‘sensor’, tabel ‘kopi’ dan tabel ‘data_daily’. Database ini dibuat untuk menyimpan data sensor, data manajemen kopi, dan data harian kopi. Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat database adalah MySQL dan PhpMyAdmin sebagai pengelola database pada server local.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra
<input type="checkbox"/>	1 id	int(255)			No	None		AUTO_INCREMENT
<input type="checkbox"/>	2 suhu	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	None		
<input type="checkbox"/>	3 kelembapan	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	None		
<input type="checkbox"/>	4 date	date			No	current_timestamp()		

Gambar 5. 8 Tabel sensor

Pada tabel sensor yang ditunjukkan pada gambar 5.8 terdapat field ‘id’, field ‘suhu’, field ‘kelembapan’ dan field ‘date’ untuk menyimpan data suhu, kelembapan beserta waktu kapan data tersebut masuk.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra
<input type="checkbox"/>	1 id	int(50)			No	None		AUTO_INCREMENT
<input type="checkbox"/>	2 coffee_id	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	None		
<input type="checkbox"/>	3 water	int(50)			No	None		
<input type="checkbox"/>	4 type	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	None		
<input type="checkbox"/>	5 date_in	date			No	current_timestamp()		
<input type="checkbox"/>	6 date_out	date			No	None		
<input type="checkbox"/>	7 status	int(50)			No	0		

Gambar 5. 9 Tabel kopi

Pada tabel kopi yang ditunjukkan pada gambar 5.9 terdapat field ‘id’, field ‘coffee_id’, field ‘water’, field ‘type’, field ‘date_in’, field ‘date_out’ dan field ‘status’. Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data manajemen biji kopi dari awal hingga akhir proses pengeringan.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra
<input type="checkbox"/>	1	id			No	None		AUTO_INCREMENT
<input type="checkbox"/>	2	suhu			No	None		
<input type="checkbox"/>	3	rh			No	None		
<input type="checkbox"/>	4	date			No	None		
<input type="checkbox"/>	5	flag			No	1		

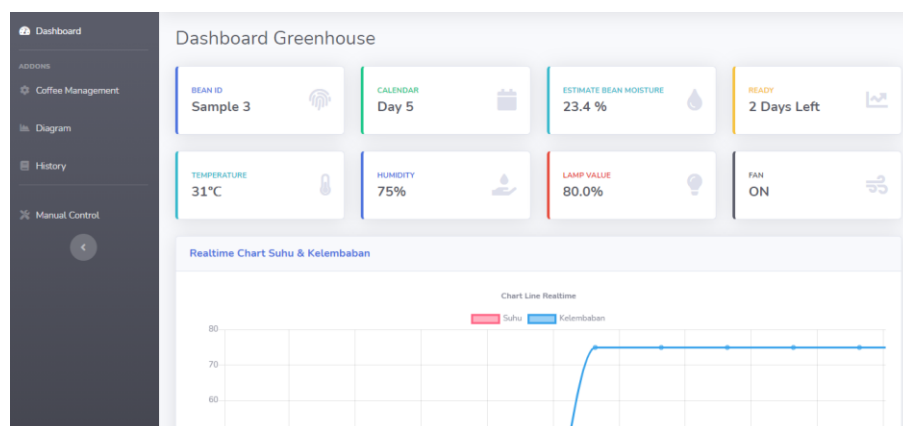
Gambar 5. 10 Tabel data_daily

Pada tabel data_daily yang ditunjukkan pada gambar 5.10 terdapat field 'id', field 'suhu', field 'rh', field 'date' dan field 'flag'. Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data suhu rata rata harian proses pengeringan, data dari tabel ini nantinya akan divisualisasikan dalam bentuk chart.

5.1.3 Implementasi User Interface

Implementasi dari tampilan antarmuka pengguna dibuat menggunakan bahasa pemrograman PHP dan dikombinasikan dengan HTML, CSS, dan Javascript untuk mendukung tampilan website agar dapat diakses dengan nyaman melalui web browser dan mobile browser.

5.1.3.1 Menu Dashboard



Gambar 5. 11 Tampilan menu dashboard

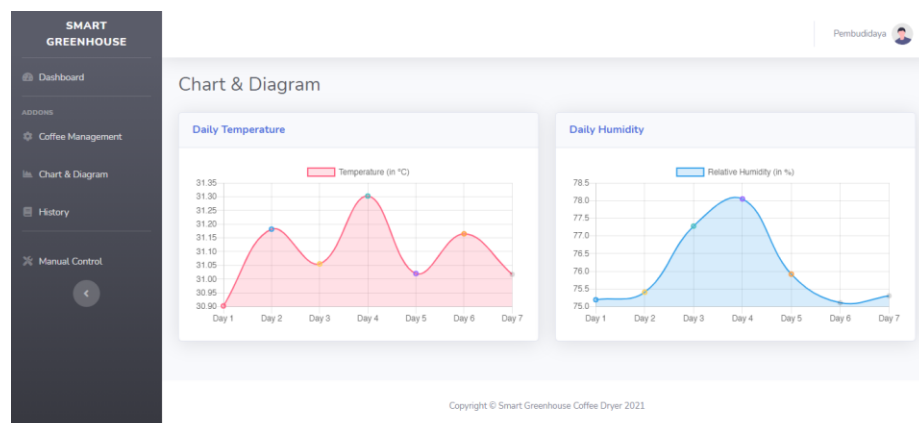
Pada menu dashboard terdapat beberapa informasi yang berisi data suhu, kelembaban, kondisi kipas dan lampu dalam greenhouse, data tersebut ditampilkan dalam kondisi realtime. Selain itu juga terdapat informasi mengenai biji kopi yang sedang dikeringkan meliputi hari, perkiraan kadar air, dan kapan biji kopi siap untuk diambil untuk diproses pada tahap selanjutnya. Pada posisi bawah terdapat chart realtime dari suhu dan kelembaban untuk mengetahui perubahan data dalam interval waktu tertentu.

5.1.3.2 Menu Coffee Management

Gambar 5. 12 Menu Coffee Management

Pada menu coffee management terdapat beberapa form input yaitu coffee id, initial water content, dan type of coffee. Data yang didapat dari inputan ini nantinya yang akan memulai proses pengeringan dan prediksi kadar air biji kopi. Ketika ada biji kopi yang sedang dikeringkan inputan dari form akan bersifat disable.

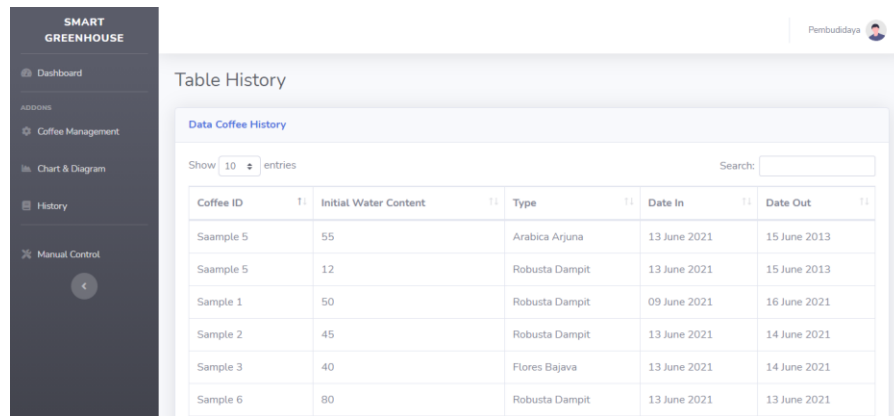
5.1.3.3 Menu Chart & Diagram



Gambar 5. 13 Menu Chart & Diagram

Pada menu Chart & Diagram ini data suhu rata-rata harian akan divisualisasikan kedalam bentuk chart, sehingga dapat dipantau perubahannya dari hari ke hari.

5.1.3.4 Menu History

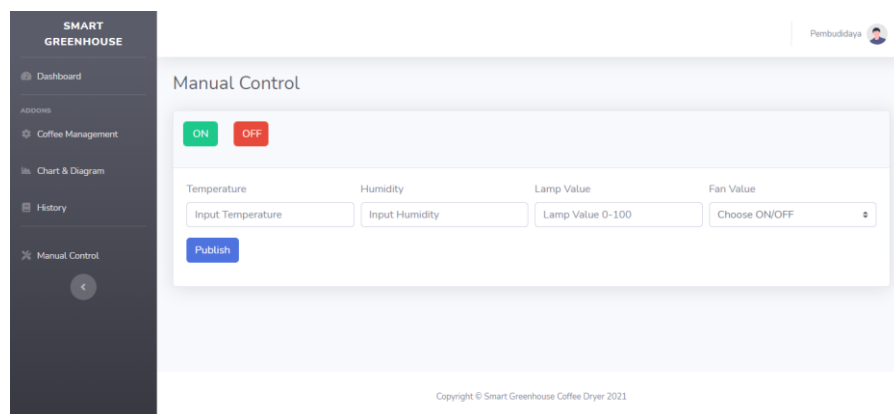


Coffee ID	Initial Water Content	Type	Date In	Date Out
Saample 5	55	Arabica Arjuna	13 June 2021	15 June 2013
Saample 5	12	Robusta Dampit	13 June 2021	15 June 2013
Sample 1	50	Robusta Dampit	09 June 2021	16 June 2021
Sample 2	45	Robusta Dampit	13 June 2021	14 June 2021
Sample 3	40	Flores Bajava	13 June 2021	14 June 2021
Sample 6	80	Robusta Dampit	13 June 2021	13 June 2021

Gambar 5. 14 Menu History

Menu History berisi data riwayat biji kopi yang pernah dikeringkan kedalam smart greenhouse.

5.1.3.5 Menu Manual Control



Manual Control

ON OFF

Temperature Humidity Lamp Value Fan Value

Input Temperature Input Humidity Lamp Value 0-100 Choose ON/OFF

Publish

Copyright © Smart Greenhouse Coffee Dryer 2021

Gambar 5. 15 Menu Manual Control

Menu Manual Control merupakan menu tambahan jika terjadi keadaan mendesak yang membuat pengguna harus mengontrol greenhouse secara manual. Dalam menu ini pengguna dapat mengatur kondisi kipas dan intensitas nyala lampu.

5.1.4 Implementasi Kode Program

Implementasi kode program berisi sourcecode dari beberapa proses penting yang terjadi di sub sistem kontrol dan sub sistem monitoring.

5.1.4.1 Kode Program koneksi MQTT dari sisi Mikrokontroller

Kode program koneksi MQTT dari sisi mikrokontroller berisi fungsi untuk koneksi dari mikrokontroller menuju message broker dengan protokol MQTT.

Tabel 5. 1 Kode program koneksi MQTT dari Mikrokontroler

```

// Library yang dibutuhkan
#include <SimpleTimer.h>
#include <DHT.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Lib LCD I2C
#include <ESP8266WiFi.h>      // Lib WiFi
#include <WiFiClient.h>      // Lib WiFi Client
#include <RBDdimmer.h>
#include <PubSubClient.h>

// Akses ke MQTT
//#define mqtt_server "maqiatto.com"
#define mqtt_server "192.168.43.155"
#define port 1883
#define dioty_id "gametaufik16@gmail.com"
#define dioty_password "taufik123"
const char* TopicSuhu = "gametaufik16@gmail.com/suhu";
const char* TopicRh = "gametaufik16@gmail.com/rh";
const char* client_id = "NodeMcuA1699plus";

// Akses ke jaringan
// Embedded system berposisi sebagai station/client
const char* wifiName = "Redmi Note 7_7628";
const char* wifiPass = "12345676";

// Variable MQTT
String PayloadSuhu, PayloadRh;
WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);
char msg[50]; // message to publish
int value = 0; // connection attempt

/*-----
Fungsi Callback MQTT
-----*/
void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
  if (strcmp(topic, "gametaufik16@gmail.com/suhuTot") == 0) {
    for (int i = 0; i < length; i++) {
      Serial.print((char)payload[i]);
    }
  }
}

```



```

payload[length] = '\0';
suhuTot = atoi((char* )payload);
}
}
if (strcmp(topic, "gametaufik16@gmail.com/rhTot") == 0) {
for (int i = 0; i < length; i++) {
Serial.print((char)payload[i]);
payload[length] = '\0';
rhTot = atoi((char* )payload);

}
}
if (strcmp(topic, "gametaufik16@gmail.com/control") == 0) {
for (int i = 0; i < length; i++) {
payload[length] = '\0';
control = atoi((char* )payload);
}
Serial.print("Control = ");
Serial.println(control);
}
if (strcmp(topic, "gametaufik16@gmail.com/lamp") == 0) {
for (int i = 0; i < length; i++) {
Serial.print((char)payload[i]);

payload[length] = '\0';
lamp = atoi((char* )payload);
}
}
Serial.println();
}

/*-----
Fungsi Reconnect MQTT
-----*/
void reconnect() {
// Loop until we're reconnected
while (!client.connected()) {
Serial.print("Attempting MQTT connection...");
// Attempt to connect

```

```

++value; //connection attempt
if (client.connect(client_id, dioty_id, dioty_password)) {
Serial.println("connected");
Serial.print("Publish message: ");
Serial.println(msg);
true);
client.subscribe("gametaufik16@gmail.com/suhuTot");
client.subscribe("gametaufik16@gmail.com/rhTot");
client.subscribe("gametaufik16@gmail.com/control");
client.subscribe("gametaufik16@gmail.com/lamp");
} else {
Serial.print("failed, rc=");
Serial.print(client.state());
Serial.println(" try again in 5 seconds");
// Wait 5 seconds before retrying
delay(5000);
}
}
}

```

5.1.4.2 Kode Program Pembacaan dan Publish data Sensor

Kode program pembacaan dan publish data sensor dht11 pada dua mikrokontroller akan ditampilkan pada tabel xx.

Tabel 5. 2 Kode Program Pembacaan dan Publish data Sensor

```

// Menentukan alamat pin NodeMCU ke Sensor & Aktuator
#define pinDHT1      D1
#define DHTTYPE      DHT11

// Delarasi variable global
int suhul = 0;
int kelembaban1 = 0;

// Set interval timer pembacaan sensor dht11
DHTTimer.setInterval(2000);

// Mode pin
pinMode(pinDHT1, INPUT);

```

```

// Setup DHT
dht.begin();

//Proses pembacaan sensor
if (isnan(suhu1) || isnan(kelembaban1)) {
Serial.println(F("Failed read DHT Sensor!"));
} else {
suhu1 = dht.readTemperature();
kelembaban1 = dht.readHumidity();
Serial.print("DHT1: ");
Serial.print(suhu1); Serial.print(" *C, ");
Serial.print(kelembaban1); Serial.println(" H");
}
return;

// Proses publish data suhu dan kelembaban
if (DHTTimer.isReady()) {
prosesDHT();
if (suhu1 != 0 && kelembaban1 != 0) {
PayloadSuhu = String(suhu1);
PayloadRh = String(kelembaban1);
client.publish(TopicSuhu, PayloadSuhu.c_str(), true);
client.publish(TopicRh, PayloadRh.c_str(), true);
}
DHTTimer.reset();
}

```

5.1.4.3 Kode Program Perhitungan Metode Fuzzy

Kode program perhitungan metode fuzzy sugeno berfungsi sebagai pemrosesan data sensor yang hasil outputnya berupa nilai untuk kontrol logika aktuator. Kode program pada bagian ini ditulis dalam bahasa javascript sehingga proses fuzzy dapat terjadi di cloud.

Tabel 5. 3 Kode Program Perhitungan Fuzzy

```

// deklarasi variable
var shDingin, shNormal, shPanas;
var rhKering, rhNormal, rhBasah;

```

```
var suhu = 0;
var rh = 0;

var nyala = 1;
var mati = 0;

var Spanas = 100;
var panas = 90;
var normal = 80;

var outLampu = 0;
var outKipas = 0;

var lampValue = 0;

var rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6, rule7, rule8,
rule9;

// fungsi fuzzifikasi
function suhuDingin() {
  if (suhu < 0 || suhu <= 15) {
    shDingin = 1;
  } else if (suhu > 15 && suhu <= 25) {
    shDingin = (25 - suhu) / (25 - 15);
  } else if (suhu > 25) {
    shDingin = 0;
  }
  return shDingin;
}

function suhuNormal() {
  if (suhu <= 20 || suhu >= 30) {
    shNormal = 0;
  } else if (suhu > 20 && suhu <= 25) {
    shNormal = (suhu - 20) / (25 - 20);
  } else if (suhu > 25 && suhu < 30) {
    shNormal = (30 - suhu) / (30 - 25);
  }
  return shNormal;
}
```

```
}  
  
function suhuPanas() {  
  if (suhu <= 25) {  
    shPanas = 0;  
  } else if (suhu > 25 && suhu <= 30) {  
    shPanas = (suhu - 25) / (30 - 25);  
  } else if (suhu > 30) {  
    shPanas = 1;  
  }  
  return shPanas;  
}  
  
function kelKering() {  
  if (rh > 0 && rh <= 25) {  
    rhKering = 1;  
  } else if (rh > 25 && rh <= 40) {  
    rhKering = (40 - rh) / (40 - 25);  
  } else if (rh > 40) {  
    rhKering = 0;  
  }  
  return rhKering;  
}  
  
function kelNormal() {  
  if (rh <= 25 || rh > 70) {  
    rhNormal = 0;  
  } else if (rh > 25 && rh <= 40) {  
    rhNormal = (rh - 25) / (40 - 25);  
  } else if (rh > 40 && rh <= 70) {  
    rhNormal = (70 - rh) / (70 - 40);  
  }  
  return rhNormal;  
}  
  
function kelBasah() {  
  if (rh <= 60) {  
    rhBasah = 0;  
  } else if (rh > 60 && rh <= 70) {
```

```
    rhBasah = (rh - 60) / (70 - 60);
} else if (rh > 70) {
    rhBasah = 1;
}
return rhBasah;
}

function fuzzifikasi() {
    suhuDingin();
    suhuNormal();
    suhuPanas();
    kelKering();
    kelNormal();
    kelBasah();
}

//implikasi rule base out lampu
function fuzzy_rule_lampu() {
    var jml_rule = [];
    var SumA = 0;
    fuzzifikasi();
    if (shDingin >= 0 && rhKering >= 0) {
        rule1 = Math.min(shDingin, rhKering);
        jml_rule[0] = rule1;
    }
    if (shDingin >= 0 && rhNormal >= 0) {
        rule2 = Math.min(shDingin, rhNormal);
        jml_rule[1] = rule2;
    }
    if (shDingin >= 0 && rhBasah >= 0) {
        rule3 = Math.min(shDingin, rhBasah);
        jml_rule[2] = rule3;
    }
    if (shNormal >= 0 && rhKering >= 0) {
        rule4 = Math.min(shNormal, rhKering);
        jml_rule[3] = rule4;
    }
    if (shNormal >= 0 && rhNormal >= 0) {
        rule5 = Math.min(shNormal, rhNormal);
    }
}
```

```
jml_rule[4] = rule5;
}
if (shNormal >= 0 && rhBasah >= 0) {
    rule6 = Math.min(shNormal, rhBasah);
    jml_rule[5] = rule6;
}
if (shPanas >= 0 && rhKering >= 0) {
    rule7 = Math.min(shPanas, rhKering);
    jml_rule[6] = rule7;
}
if (shPanas >= 0 && rhNormal >= 0) {
    rule8 = Math.min(shPanas, rhNormal);
    jml_rule[7] = rule8;
}
if (shPanas >= 0 && rhBasah >= 0) {
    rule9 = Math.min(shPanas, rhBasah);
    jml_rule[8] = rule9;
}

//defuzifikasi outlampu
var weight =
    rule1 * Spanas +
    rule2 * Spanas +
    rule3 * Spanas +
    rule4 * panas +
    rule5 * panas +
    rule6 * Spanas +
    rule7 * normal +
    rule8 * normal +
    rule9 * normal;
var average =
    jml_rule[0] +
    jml_rule[1] +
    jml_rule[2] +
    jml_rule[3] +
    jml_rule[4] +
    jml_rule[5] +
    jml_rule[6] +
    jml_rule[7] +
```

```
jml_rule[8];
outLampu = weight / average;
}

//implikasi rule base outkipas
function fuzzy_rule_kipas() {
    var jml_rule = [];
    var SumA = 0;
    fuzzifikasi();
    if (shDingin >= 0 && rhKering >= 0) {
        rule1 = Math.min(shDingin, rhKering);
        jml_rule[0] = rule1;
    }
    if (shDingin >= 0 && rhNormal >= 0) {
        rule2 = Math.min(shDingin, rhNormal);
        jml_rule[1] = rule2;
    }
    if (shDingin >= 0 && rhBasah >= 0) {
        rule3 = Math.min(shDingin, rhBasah);
        jml_rule[2] = rule3;
    }
    if (shNormal >= 0 && rhKering >= 0) {
        rule4 = Math.min(shNormal, rhKering);
        jml_rule[3] = rule4;
    }
    if (shNormal >= 0 && rhNormal >= 0) {
        rule5 = Math.min(shNormal, rhNormal);
        jml_rule[4] = rule5;
    }
    if (shNormal >= 0 && rhBasah >= 0) {
        rule6 = Math.min(shNormal, rhBasah);
        jml_rule[5] = rule6;
    }
    if (shPanas >= 0 && rhKering >= 0) {
        rule7 = Math.min(shPanas, rhKering);
        jml_rule[6] = rule7;
    }
    if (shPanas >= 0 && rhNormal >= 0) {
        rule8 = Math.min(shPanas, rhNormal);
```



```
    jml_rule[7] = rule8;
  }
  if (shPanas >= 0 && rhBasah >= 0) {
    rule9 = Math.min(shPanas, rhBasah);
    jml_rule[8] = rule9;
  }

//defuzifikasi outkipas
var weight =
  rule1 * mati +
  rule2 * nyala +
  rule3 * nyala +
  rule4 * mati +
  rule5 * nyala +
  rule6 * nyala +
  rule7 * mati +
  rule8 * nyala +
  rule9 * nyala;
var average =
  jml_rule[0] +
  jml_rule[1] +
  jml_rule[2] +
  jml_rule[3] +
  jml_rule[4] +
  jml_rule[5] +
  jml_rule[6] +
  jml_rule[7] +
  jml_rule[8];
outKipas = weight / average;
}

//fungsi memanggil proses fuzzy inputan suhu dan rh dari sensor
function startFuzzy() {
  suhu = suhuTot;
  rh = rhTot;

  fuzzy_rule_lampu();
  fuzzy_rule_kipas();
}
```

```

if (outKipas == 1) {
    document.getElementById("fan").innerHTML = "ON";
} else{
    document.getElementById("fan").innerHTML = "OFF";
}

document.getElementById("lampu").innerHTML =
parseFloat(outLampu).toFixed(1) + "%";
lampValue = parseFloat(outLampu).toFixed(1);
}

setInterval(startFuzzy, 4000);

```

5.1.4.4 Kode Program koneksi MQTT dari sisi Website

Kode program ini berfungsi untuk menghubungkan Website dengan MQTT broker beserta alamat atau topik pesan agar dapat berkomunikasi dengan sistem kontrol.

Tabel 5. 4 Kode Program koneksi MQTT dari sisi Website

```

function startConnect() {
    // Generate a random client ID
    clientID = "qwert120039";

    // Local Mosquitto
    host = "localhost";
    port = 9001;

    // Initialize new Paho client connection
    client = new Paho.MQTT.Client(host, Number(port), "myclientid_"
+ parseInt(Math.random() * 100, 10));

    // Connect the client, if successful, call onConnect function
    client.connect({
        userName: "gametaufik16@gmail.com",
        password: "taufik123",
        onSuccess: onConnect,
    });
}

```

```
// Set callback handlers
client.onConnectionLost = onConnectionLost;
client.onMessageArrived = onMessageArrived;
}

// fungsi subscribe ke topic messages
function onConnect() {
    SubSuhu = "gametaufik16@gmail.com/suhu";
    SubRh = "gametaufik16@gmail.com/rh";

    SubSuhu2 = "gametaufik16@gmail.com/suhu2";
    SubRh2 = "gametaufik16@gmail.com/rh2";

    lampu = "gametaufik16@gmail.com/lampu";
    fan = "gametaufik16@gmail.com/fan";

    // Subscribe to the requested topic
    client.subscribe(SubSuhu);
    client.subscribe(SubRh);

    client.subscribe(SubSuhu2);
    client.subscribe(SubRh2);

    client.subscribe(lampu);
    client.subscribe(fan);
}

//fungsi untuk menhandle pesan masuk
function onMessageArrived(message) {
    if (message.destinationName == SubSuhu) {
        console.log("Suhu: " + message.payloadString);
        suhu1 = parseInt(message.payloadString);
    }
    if (message.destinationName == SubRh) {
        console.log("Kelembaban: " + message.payloadString);
        rh1 = parseInt(message.payloadString);
    }
    if (message.destinationName == SubSuhu2) {
```

```

        console.log("Suhu2: " + message.payloadString);
        suhu2 = parseInt(message.payloadString);
    }
    if (message.destinationName == SubRh2) {
        console.log("Kelembaban2: " + message.payloadString);
        rh2 = parseInt(message.payloadString);
    }

    // kalkulasi rata rata suhu & rh
    suhuTot = (suhu1 + suhu2) / 2;
    rhTot = (rh1 + rh2) / 2;
}

//fungsi publish hasil olah fuzzy
function pubValue() {
    suhuMessage = new Paho.MQTT.Message(suhuTot.toString());
    suhuMessage.destinationName = "gametaufik16@gmail.com/suhuTot";
    client.send(suhuMessage);

    rhMessage = new Paho.MQTT.Message(rhTot.toString());
    rhMessage.destinationName = "gametaufik16@gmail.com/rhTot";
    client.send(rhMessage);

    lampMessage = new Paho.MQTT.Message(lampValue.toString());
    lampMessage.destinationName = "gametaufik16@gmail.com/lamp";
    client.send(lampMessage);

    fanMessage = new Paho.MQTT.Message(outKipas.toString());
    fanMessage.destinationName = "gametaufik16@gmail.com/fan";
    client.send(fanMessage);

    document.getElementById("suhu").innerHTML = suhuTot +
    '&#8451;';
    document.getElementById("rh").innerHTML = rhTot + '%';
}

//fungsi insert data mqtt to mysql via ajax
function storeDB() {
    var post_suhu = suhuTot;

```

```

var post_rh = rhTot;

$.ajax({
  url: "./storeDB.php",
  method: "POST",
  data: {
    postSuhu : post_suhu,
    postRh : post_rh
  },
  dataType: "text"
});
}

```

5.1.4.5 Kode Program Insert Database

Tabel 5. 5 Kode Program Insert Database

```

//Fungsi insert data kopi pada menu coffee management
<?php
$koneksi = mysqli_connect("localhost", "root", "",
"coba_sensor");

$id = $_POST["id_kopi"];
$water = $_POST["water"];
$type = $_POST["type"];

$input = "insert into kopi (coffee_id,water,type)
values('$id','$water','$type)";

$query_input = mysqli_query($koneksi,$input);

if ($query_input) {
  //Jika Sukses
?>
  <script language="JavaScript">
    alert('Input Data Berhasil');
    document.location = 'index.php';
  </script>
<?php
}

```

```

?>

//Fungsi insert data sensor dari mikrokontroller
<?php
$connect = mysqli_connect("localhost", "root", "",
"coba_sensor");

$post_suhu = mysqli_real_escape_string($connect,
$_POST["postSuhu"]);
$post_rh = mysqli_real_escape_string($connect,
$_POST["postRh"]);
$sql = "INSERT INTO sensor(suhu, kelembapan) VALUES
($post_suhu,$post_rh)";
mysqli_query($connect, $sql);
?>

```

5.1.5 Implementasi Metode Fuzzy Sugeno

Proses perhitungan metode Fuzzy Sugeno pada sistem dilakukan di cloud yang hasilnya akan dijadikan kontrol aktuator, berikut merupakan penguraian alur perhitungan Fuzzy Sugeno dengan asumsi data yang didapat oleh sensor dht11 adalah suhu 28°C dan kelembaban udara 75%.

1. Proses Fuzzifikasi

Proses ini bertujuan untuk mengubah informasi data inputan sensor kedalam himpunan fuzzy. Berikut adalah pengelompokkan himpunan fuzzy dari variabel suhu dan kelembaban.

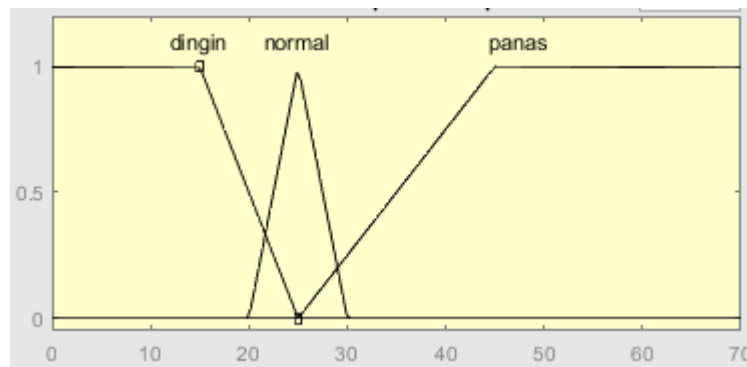
a. Himpunan keanggotaan suhu

Himpunan keanggotaan suhu memiliki tiga himpunan yang dapat dilihat pada tabel 5.6

Tabel 5. 6 Himpunan Keanggotaan Suhu

Himpunan Keanggotaan Fuzzy	Range Nilai
Dingin	15° – 25°C
Normal	20° – 30°C
Panas	25° – 45°C

Representasi dari keanggotaan Fuzzy dengan variabel suhu dapat dilihat pada gambar 5.16



Gambar 5. 16 Himpunan keanggotaan suhu

Diketahui bahwa nilai suhu 28°C termasuk kedalam himpunan irisan normal dan panas, sehingga diperoleh nilai sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Dingin}} &= \begin{cases} 1; & x \leq 15 \\ \frac{25-x}{25-15}; & 15 < x \leq 25 \\ 0; & x > 25 \end{cases} \\ \mu_{\text{Normal}} &= \begin{cases} 0; & x \leq 20 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{x-20}{25-20}; & 20 < x \leq 25 \\ \frac{30-x}{30-25}; & 25 < x < 30 \end{cases} \\ \mu_{\text{Panas}} &= \begin{cases} 0; & x \leq 25 \\ \frac{x-25}{45-25}; & 25 < x \leq 45 \\ 1; & x > 45 \end{cases} \end{aligned}$$

Maka diperoleh hasil fuzzifikasi suhu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Dingin}} & [28] = 0 \\ \mu_{\text{Normal}} & [28] = 0.4 \\ \mu_{\text{Panas}} & [28] = 0.15 \end{aligned}$$

b. Himpunan keanggotaan kelembaban

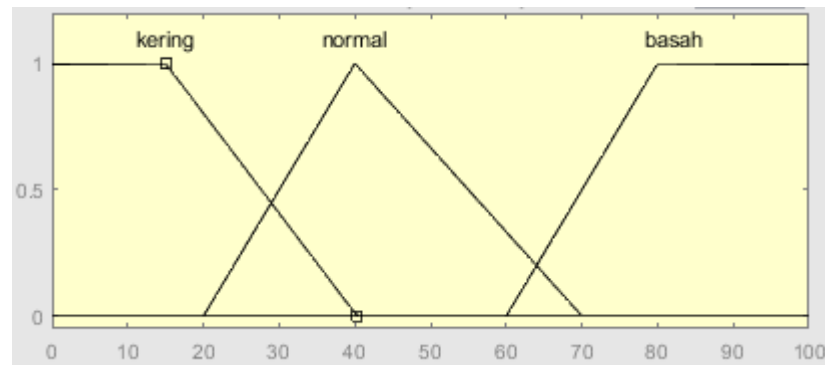
Himpunan keanggotaan kelembaban atau rh memiliki tiga himpunan yang dapat dilihat pada tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Himpunan Keanggotaan Kelembaban

Himpunan Keanggotaan Fuzzy	Range Nilai
----------------------------	-------------

Kering	15 – 40%
Normal	20 – 65%
Basah	60 – 80%

Representasi dari himpunan keanggotaan Fuzzy dengan variabel kelembaban dapat dilihat pada gambar 5.17.



Gambar 5. 17 Himpunan keanggotaan Kelembaban

Diketahui bahwa nilai kelembaban 75°C termasuk kedalam himpunan basah, sehingga diperoleh nilai sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Kering}} &= \begin{cases} 1; & x \leq 15 \\ \frac{40-x}{40-15}; & 15 < x \leq 40 \\ 0; & x > 40 \end{cases} \\ \mu_{\text{Normal}} &= \begin{cases} 0; & x \leq 20 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{x-20}{40-20}; & 20 < x \leq 40 \\ \frac{70-x}{70-40}; & 40 < x < 70 \end{cases} \\ \mu_{\text{Basah}} &= \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{x-60}{80-60}; & 60 < x \leq 80 \\ 1; & x > 80 \end{cases} \end{aligned}$$

Maka diperoleh hasil fuzzifikasi suhu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Kering}} & [75] = 0 \\ \mu_{\text{Normal}} & [75] = 0 \\ \mu_{\text{Basah}} & [75] = 0.75 \end{aligned}$$

2. Proses Fungsi Implikasi Inferensi

Berdasarkan hasil penentuan variabel linguistik dalam Fuzzy, maka diperoleh basis aturan fuzzy sebagai berikut.

Tabel 5. 8 Basis aturan Fuzzy

IF	Suhu	Kelembaban	Output	
			Panas Lampu	Kipas
R1	Dingin	Kering	Sangat Panas	Mati
R2	Dingin	Normal	Sangat Panas	Nyala
R3	Dingin	Basah	Sangat Panas	Nyala
R4	Normal	Kering	Panas	Mati
R5	Normal	Normal	Panas	Nyala
R6	Normal	Basah	Sangat Panas	Nyala
R7	Panas	Kering	Normal	Mati
R8	Panas	Normal	Normal	Nyala
R9	Panas	Basah	Normal	Nyala

Pada metode fuzzy sugeno, nilai output berupa nilai konstan, sehingga telah ditentukan nilai kondisi sebagai berikut:

Variabel Kondisi	Nilai
Sangat Panas	100
Panas	90
Normal	80
Nyala	1
Mati	0

Fungsi implikasi menggunakan perhitungan minimum (MIN), dengan mengambil nilai terkecil dari hasil fuzzifikasi suhu dan kelembaban.

$$\alpha_i = \mu_{A1}(X) \cap \mu_{B1}(X) = \text{MIN} \{ \mu_{A1}(X), \mu_{B1}(X) \}$$

Dalam penentuan output status ini menggunakan Metode Fuzzy Sugeno Orde Nol :

$$\text{IF}(X_1 \text{ is } A_1).(X_2 \text{ is } A_2).(X_3 \text{ is } A_3).(X_4 \text{ is } A_4) \dots (X_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } z = k$$

Keterangan :

- X_n : adalah variabel input.

- A_n : adalah himpunan keanggotaan.

Berikut adalah rule base untuk menentukan output lampu dan kipas

[R1] IF Suhu Dingin AND Kelembaban Kering THEN Lampu S-Panas,
Kipas Mati

$$= \text{MIN}(0;0)$$

$$= 0$$

[R2] IF Suhu Dingin AND Kelembaban Normal THEN Lampu S-Panas,
Kipas Nyala

$$= \text{MIN}(0;0)$$

$$= 0$$

[R3] IF Suhu Dingin AND Kelembaban Basah THEN Lampu S-Panas, Kipas
Nyala

$$= \text{MIN}(0;0.75)$$

$$= 0$$

[R4] IF Suhu Normal AND Kelembaban Kering THEN Lampu Panas, Kipas
Mati

$$= \text{MIN}(0.4;0)$$

$$= 0$$

[R5] IF Suhu Normal AND Kelembaban Normal THEN Lampu Panas, Kipas
Nyala

$$= \text{MIN}(0.4;0)$$

$$= 0$$

[R6] IF Suhu Normal AND Kelembaban Basah THEN Lampu S-Panas, Kipas
Nyala

$$= \text{MIN}(0.4;0.75)$$

$$= 0.4$$

[R7] IF Suhu Panas AND Kelembaban Kering THEN Lampu Normal, Kipas
Mati

$$= \text{MIN}(0.15;0)$$

$$= 0$$

[R8] IF Suhu Panas AND Kelembaban Normal THEN Lampu Normal, Kipas
Nyala

$$= \text{MIN}(0.15;0)$$

$$= 0$$

[R9] IF Suhu Panas AND Kelembaban Basah THEN Lampu Normal, Kipas Nyala

$$= \text{MIN}(0.15;0.75)$$

$$= 0.15$$

3. Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi bertujuan untuk menghasilkan nilai tegas menggunakan rumus rata – rata terbobot (Weight Average) sebagai berikut:

Defuzzifikasi output lampu:

$$Z_l = \frac{(0 \times 100) + (0 \times 100) + (0 \times 100) + (0 \times 90) + (0 \times 90) + (0.4 \times 100) + (0 \times 80) + (0 \times 80) + (0.15 \times 80)}{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0.4 + 0 + 0 + 0.15}$$

$$Z_l = \frac{52}{0.55}$$

$$Z_l = 94,5$$

Defuzzifikasi output kipas:

$$Z_k = \frac{(0 \times 0) + (0 \times 1) + (0 \times 1) + (0 \times 0) + (0 \times 1) + (0.4 \times 1) + (0 \times 0) + (0 \times 1) + (0.15 \times 1)}{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0.4 + 0 + 0 + 0.15}$$

$$Z_k = \frac{0.55}{0.55}$$

$$Z_k = 1.00$$

Berdasarkan hasil perhitungan manual menggunakan Metode Fuzzy Sugeno dengan input suhu 28°C dan kelembaban 75% menghasilkan nilai output lampu 94,5 dan nilai output kipas 1. Nilai output ini yang akan mengatur kondisi logika aktuator pada sistem kontrol.

5.2 Pengujian

Pada tahap pengujian dilakukan beberapa scenario pengujian untuk mengetahui sistem sudah berjalan sesuai yang direncanakan atau tidak. Pada pengujian terdapat empat tahap yaitu pengujian hardware, pengujian software, pengujian metode fuzzy pada sistem, dan pengujian sistem secara keseluruhan.

5.2.1 Pengujian Hardware

5.2.1.1 Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor suhu dan kelembaban dht11 dilakukan untuk menguji fungsionalitas dari sensor tersebut. Pengujian fungsionalitas dapat dilihat pada skenario pengujian pada tabel 5.9.

Tabel 5. 9 Pengujian Sensor Dht11

Case	Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11	
Skenario Pengujian	<i>Pembacaan data suhu dan kelembaban pada sensor dht11</i>	
Hasil yang diharapkan	<i>Sensor dapat membaca dan menampilkan data suhu dan kelembaban</i>	
Hasil pengujian	<i>Sensor berhasil membaca dan menampilkan data suhu dan kelembaban</i>	
Keterangan	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai	<input type="checkbox"/> Tidak Sesuai

5.2.1.2 Pengujian Module Relay

Pengujian modul relay dilakukan untuk menguji fungsionalitas dari modul tersebut. Pengujian fungsionalitas dapat dilihat pada skenario pengujian pada tabel 5.10.

Tabel 5. 10 Pengujian Modul Relay

Case	Pengujian Modul Relay 1 Channel	
Skenario Pengujian	<i>Menguji kontrol logika dari relay terhadap nyala dan mati kipas</i>	
Hasil yang diharapkan	<i>Modul dapat melakukan kontrol logika terhadap nyala dan mati kipas</i>	
Hasil pengujian	<i>Modul berhasil melakukan kontrol logika terhadap nyala dan mati kipas</i>	
Keterangan	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai	<input type="checkbox"/> Tidak Sesuai

5.2.1.3 Pengujian Module AC Light Dimmer

Pengujian modul AC Light Dimmer dilakukan untuk menguji fungsionalitas dari modul tersebut. Pengujian fungsionalitas dapat dilihat pada skenario pengujian pada tabel 5.11.

Tabel 5. 11 Pengujian Modul AC Light Dimmer

Case	Pengujian Modul AC Light Dimmer	
Skenario Pengujian	<i>Menguji kontrol logika dari ac light dimmer terhadap besar intensitas cahaya pada lampu.</i>	
Hasil yang diharapkan	<i>Modul dapat melakukan kontrol logika terhadap besar intensitas cahaya pada lampu.</i>	
Hasil pengujian	<i>Modul berhasil melakukan kontrol logika terhadap besar intensitas cahaya pada lampu.</i>	
Keterangan	[✓]Sesuai	[]Tidak Sesuai


5.2.2 Pengujian Software

5.2.2.1 Pengujian Protokol Pada NodeMCU

Pengujian protokol dilakukan untuk menguji fungsionalitas dari kode program dalam NodeMCU untuk publish dan subscribe data. Skenario pengujian dapat dilihat pada tabel 5.12.

Tabel 5. 12 Pengujian Protokol pada NodeMCU

Case	Pengujian Protokol Pada NodeMCU
Skenario Pengujian	<i>Melakukan publish data dari nodeMCU yang akan di simulasikan lewat MQTTBox.</i>
Hasil yang diharapkan	<i>NodeMCU dapat melakukan publish data yang akan di simulasikan lewat MQTTBox.</i>
Hasil pengujian	<i>NodeMCU berhasil melakukan publish data yang akan di simulasikan lewat MQTTBox.</i>


Gambar		
Keterangan	[✓] Sesuai	[] Tidak Sesuai

5.2.2.2 Pengujian Protokol Pada Website

Pengujian protokol dilakukan untuk menguji fungsionalitas dari kode program dalam Website Monitoring untuk publish dan subscribe data. Skenario pengujian dapat dilihat pada tabel 5.13.

Tabel 5. 13 Pengujian Protokol Pada Website

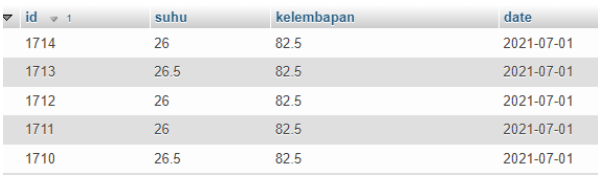
Case	Pengujian Protokol Pada Website
Skenario Pengujian	<i>Melakukan publish data dari Website yang akan di simulasikan lewat MQTTBox.</i>
Hasil yang diharapkan	<i>Website dapat melakukan publish data yang akan di simulasikan lewat MQTTBox.</i>
Hasil pengujian	<i>Website berhasil melakukan publish data yang akan di simulasikan lewat MQTTBox.</i>

Gambar		
Keterangan	[✓] Sesuai	[] Tidak Sesuai

5.2.2.3 Pengujian Insert Database

Pengujian insert database dilakukan untuk menguji fungsionalitas dari kode program dalam Website Monitoring untuk insert data ke dalam database. Skenario pengujian dapat dilihat pada tabel 5.14.

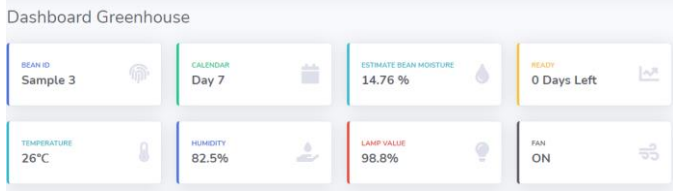
Tabel 5. 14 Pengujian Insert Database

Case	Pengujian Insert Database	
Skenario Pengujian	<i>Melakukan insert data sensor ke database dari website</i>	
Hasil yang diharapkan	<i>Website dapat Melakukan insert data sensor ke database.</i>	
Hasil pengujian	<i>Website berhasil Melakukan insert data sensor ke database.</i>	
Gambar		
Keterangan	[✓] Sesuai	[] Tidak Sesuai

5.2.2.4 Pengujian Website Monitoring

Pengujian website monitoring bertujuan untuk menguji fungsi monitoring realtime pada website agar dapat menyajikan data sensor dan perhitungan fuzzy sugeno secara realtime. Skenario pengujian ini dapat dilihat pada tabel 5.15.

Tabel 5. 15 Pengujian Website Monitoring

Case	Pengujian Website Monitoring	
Skenario Pengujian	<i>Website menyajikan informasi data sensor dan status aktuator secara realtime.</i>	
Hasil yang diharapkan	<i>Website dapat menyajikan informasi data sensor dan status aktuator secara realtime.</i>	
Hasil pengujian	<i>Website berhasil menyajikan informasi data sensor dan status aktuator secara realtime.</i>	
Gambar		
Keterangan	[✓] Sesuai	[] Tidak Sesuai

5.2.3 Pengujian Metode Fuzzy Sugeno

Pada pengujian metode fuzzy sugeno dilakukan dengan cara membandingkan perhitungan sistem dengan perhitungan pada matlab sehingga dapat dijadikan tolok ukur keberhasilan dalam implementasi metode fuzzy sugeno. Skenario pengujian metode fuzzy sugeno dapat dilihat pada tabel xx.

Tabel 5. 16 Pengujian Metode Fuzzy Sugeno

Case	Pengujian Metode Fuzzy Sugeno
Skenario Pengujian	<i>Melakukan perhitungan menggunakan fuzzy sugeno dengan nilai yang sudah ditentukan, dan dilihat hasil dari sistem dan matlab.</i>
Hasil yang diharapkan	<i>Hasil perhitungan fuzzy sugeno dari matlab dan sistem menunjukkan nilai yang sama</i>
Hasil pengujian	<i>Hasil perhitungan fuzzy sugeno dari matlab dan sistem menunjukkan nilai yang sama</i>




<p>Gambar 1</p>		
<p>Gambar 2</p>	<pre>PS F:\xampp\htdocs\iotdashboard\js> node fuzzy_test.js Suhu : 28 Rh : 75 shDingin : 0 shNormal : 0.4 shPanas : 0.15 rhKering : 0 rhNormal : 0 rhBasah : 0.75 Lamp : 94.5 Fan : 1.000</pre>	
<p>Keterangan</p>	<p>[✓] Sesuai</p>	<p>[] Tidak Sesuai</p>

5.2.4 Pengujian Sistem terhadap Aktuator

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian dari sistem kontrol dan sistem monitoring sesuai dengan yang diharapkan. Hasil pengujian sistem terhadap aktuator dapat dilihat pada tabel 5.17.

Tabel 5. 17 Pengujian Sistem Terhadap Aktuator

Case	Pengujian Sistem Terhadap Aktuator
Skenario Pengujian	<i>Menjalankan seluruh sistem sesuai dengan rules yang telah ditentukan.</i>
Hasil yang diharapkan	<i>Sistem mampu berjalan sesuai dengan rules yang sudah ditentukan.</i>
Hasil pengujian	<i>Sistem berhasil berjalan sesuai dengan rules yang sudah ditentukan.</i>

Gambar 1		
Gambar 2		
Gambar 3		
Keterangan	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai	<input type="checkbox"/> Tidak Sesuai

5.2.5 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan bertujuan untuk mengetahui sistem berjalan sesuai dengan tahap yang sudah direncanakan atau belum. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode Black Box, untuk mengetahui hasil dari pengujian sistem. Hasil pengujian sistem dapat dilihat pada tabel 5.18.

Tabel 5. 18 Pengujian Fungsional

No.	Pengujian Fungsional	Hasil Pengujian	
		Sesuai	Tidak Sesuai
1	Sensor membaca data suhu dan kelembaban	✓	
2	Menampilkan data suhu dan kelembaban pada website secara realtime	✓	
3	Menampilkan kondisi aktuator pada website secara realtime	✓	
4	Melakukan implementasi protokol MQTT	✓	
5	Menyalakan aktuator sesuai kondisi (automasi)	✓	
6	Menyalakan aktuator sesuai kondisi (Manual)	✓	
7	Melakukan implementasi perhitungan fuzzy sugeno pada sistem	✓	

5.2.6 Pengujian Proses Pengeringan

Pengujian proses pengeringan bertujuan untuk menjelaskan mengenai proses pengeringan yang terjadi dalam greenhouse. Proses pengeringan terjadi dengan berkurangnya kadar air awal dari biji kopi secara perlahan dalam waktu dan suhu tertentu. Dalam proses pengujian ini digunakan sebuah perhitungan untuk menentukan kadar air dengan berat bahan awal, berat bahan akhir, suhu dalam greenhouse dan lamanya waktu pengeringan sebagai parameter. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengurangan kadar air pada suhu dan waktu tertentu sebagai acuan prediksi kadar air pada biji kopi. Proses penentuan kadar air dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$KA = \frac{Wb - Wk}{Wb} \times 100\%$$

Dimana:

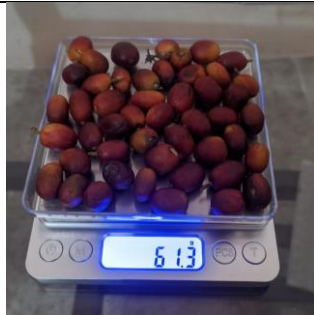

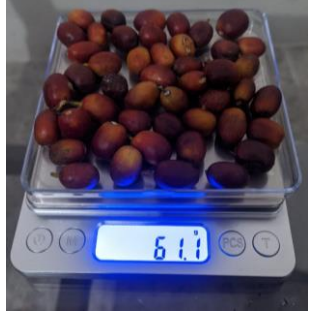
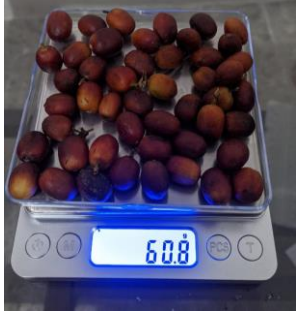
KA = kadar air bahan (%).

Wb = Berat bahan sebelum pengeringan(gram).

Wk = Berat bahan setelah pengeringan(gram).

Proses perhitungan penentuan kadar air biji kopi dilakukan dalam beberapa tahap, tahap pertama mengambil sampel biji kopi dalam greenhouse dengan asumsi kadar air awal 45% , tahap kedua sampel ditimbang untuk mengetahui berat bahan awal, tahap ketiga sampel dikeringkan dalam suhu rata - rata greenhouse yaitu 31°C dalam waktu tertentu, tahap keempat sampel kembali ditimbang untuk mengetahui pengurangan kadar air pada suhu 31°C dalam waktu tertentu. Proses perhitungan dilakukan dalam dua kali pengujian sehingga ditemukan angka yang akurat. Proses perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.19.

Tabel 5. 19 Pengujian Proses Pengeringan

No.	Berat Awal	Berat Akhir	Suhu	Waktu
1	61.3 gram	61.1 gram	31°C	1 menit
				
2	61.1 gram	60.8 gram	31°C	1,5 menit
				

Dari hasil pengujian pada tabel 6.1 diatas dapat disimpulkan bahwa massa biji kopi mengalami penurunan yang konstan yaitu 0,01 gram setiap 30 detik dalam suhu 31°C.