

# Adaptive Classroom Berbasis IoT, Manajemen Penggunaan Air Conditioner Secara Otomatis

*Adaptive Classroom Based of IoT, Automatic Usage Management of Air Conditioner*

Muhamad Pahrurrozi, I Gede Putu Wirarama Wedashwara W\*, Ariyan Zubaidi

Dept Informatics Engineering, University of Mataram  
Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

*Email:* Muhamadpahrurrozi@gmail.com, [wirarama, zubaidi13]@unram.ac.id

*\*Penulis Korespondensi*

**Abstract** Temperature and humidity are one of the comfort factors. According to the SNI standard, the comfortable temperature range is at 20.5°C-27.1°C. If the temperature is above 27.1°C, an Air Conditioner (AC) is needed to get the effective thermal comfort. AC installed in each PSTI FT UNRAM classroom is operated manually. This research implements Internet of Things (IoT) for automatic AC usage management. This IoT device is made using PIR sensor and DHT22 sensor, the MQTT protocol for data communication between the IoT device and the web system. Based on the testing scenario for the classroom containing students and the empty classroom that has been done, the IoT device is able to manage the AC usage automatically, so that the classroom can be called adaptive classroom. From the MOS testing that has been done, a value of 4.57 from a scale of 5, the system is feasible to use.

**Key words:** Air Conditioner, Internet of Things, DHT22, PIR, MQTT.

## I. PENDAHULUAN

Kenyamanan merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan terkhusus pada saat melakukan aktivitas kegiatan belajar mengajar di dalam ruang kelas. Salah satu faktor kenyamanan adalah suhu dan kelembaban udara. Menurut SNI Termal rentang suhu Sejuk-Nyaman berada pada suhu 20.5°C-22.8°C dengan kelembaban relatif 50%-80%, kemudian rentang suhu Nyaman-Optimal 22.8°C-25.8°C dengan kelembaban relatif 70%-80%, dan rentang suhu Hampir Nyaman 25.8°C-27.1°C dengan kelembaban relatif 60%-70%. Sehingga apabila suhu berada di atas 27.1°C maka diperlukan alat pendingin udara seperti *Air Conditioner* (AC) untuk mendapatkan kenyamanan termal yang efektif dan dapat memberikan pengaruh positif dalam kinerja belajar mengajar di dalam ruangan [1].

Pengoperasian AC yang terpasang pada setiap ruang kelas PSTI FT UNRAM (Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Mataram) masih dilakukan secara manual yaitu menggunakan *remote control* yang terdapat pada setiap ruang kelas. Cara manual tersebut dapat memberatkan petugas yang bertugas untuk mengelola peralatan elektronik terutama AC. Ketika kegiatan perkuliahan telah selesai, sering kali dijumpai AC

dalam keadaan menyala. Hal ini disebabkan karena kelalaian pengguna ruangan dan petugas yang bertugas untuk mengecek peralatan pendingin ruangan. Kejadian ini akan membuat pemborosan energi listrik jika terus menerus dilakukan. Oleh karena itu perlu adanya sistem kontrol suhu ruangan pada ruang kelas PSTI FT UNRAM yang lebih praktis dan efisien.

Lingkungan PSTI FT UNRAM telah tersedia jaringan wifi yang mampu menjangkau semua ruangan kelas yang ada pada PSTI FT UNRAM. Jaringan wifi ini dapat digunakan untuk membuat sistem kontrol otomatis AC dengan memanfaatkan konsep *Internet of Things* (IoT). Teknologi IoT merupakan bentuk koneksi suatu perangkat yang saling terhubung dan mampu menghasilkan suatu informasi yang dapat diakses dan digunakan oleh manusia atau sistem lainnya [2]. Perkembangan teknologi IoT memberikan banyak sekali kemudahan seperti halnya dalam melakukan kendali peralatan rumah dari jarak jauh, mengontrol dan memantau secara *real time* dengan menggunakan *smartphone* atau melalui desktop [3].

*Message Queue Telemetry Transport* (MQTT) adalah sebuah protokol yang dapat digunakan untuk menerapkan konsep IoT. MQTT dirasa tepat untuk menjadi protokol IoT karena MQTT bersifat *light weighted message* dan didesain untuk perangkat yang memiliki sumber daya terbatas [4]. Protokol MQTT merupakan sebuah protokol komunikasi data *machine to machine* (M2M) yang bersifat ringan, terbuka, sederhana dan didesain agar mudah diimplementasikan. Protokol MQTT memiliki keunggulan yaitu dapat mengirim data dengan *bandwidth* yang rendah serta menjamin semua pesan terkirim meski koneksi terputus sementara [5].

Berdasarkan hal-hal tersebut pada penelitian ini akan dibangun sistem manajemen penggunaan AC secara otomatis dengan memanfaatkan konsep IoT. Sistem tersebut akan diatur secara otomatis dengan sensor DHT22 yang akan membaca suhu dan kelembaban dalam ruangan, sensor PIR sebagai sensor pendeteksi keberadaan seseorang dan IR *Transmitter* sebagai transmisi instruksi otomatis yang dikirimkan oleh mikrokontroler ke AC. Aktivitas sistem akan dipantau menggunakan sistem berbasis *web* dengan protokol komunikasi MQTT.



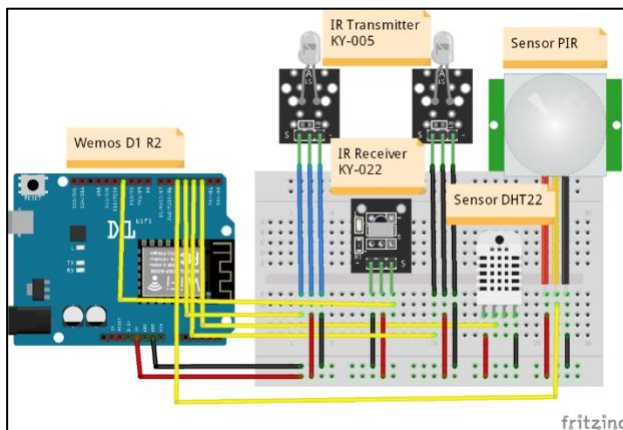
- *Server Broker* (E) merupakan *server* yang akan dituju oleh *client* dalam penyampaian data dimana pengiriman datanya menggunakan *protocol* MQTT.
- Laptop/PC (F) perangkat yang digunakan untuk mengakses sistem *monitoring* berbasis *web*.
- *Web Server* (G) digunakan untuk menyimpan halaman *web* sekaligus sebagai tempat penyimpanan hasil pencatatan data
- *Air Conditioner* (H) perangkat elektronik yang dikendalikan oleh sistem

Berikut merupakan penjelasan dari hubungan antar perangkat yang terdapat pada Gambar 1.

- Pengambilan *IR code* dari *remote* AC menggunakan *IR Receiver* diterima oleh mikrokontroler (D) yang dijadikan sebagai *code* perintah untuk mengontrol AC.
- Hasil dari pembacaan sensor (B) diterima oleh mikrokontroler (D) untuk melakukan pengolahan dalam menentukan kondisi yang dikirimkan ke AC (H) menggunakan *IR Transmitter* (C).
- Mikrokontroler (D) mengirim nilai sensor (B) dan status AC yang didapat menuju *server broker* (E).
- Mikrokontroler (D) mengirim nilai sensor (B) dan status AC yang didapat menuju *server broker* (E).
- Mikrokontroler juga mengirim data hasil penentuan kondisi dengan mengakses layanan *web* untuk dilakukan penyimpanan data pada *web server* (F).
- Laptop/PC (F) melakukan akses terhadap sistem *web* yang tersimpan pada *web server* dan juga dapat menerima data dari *server broker*.

### A.2. Rangkaian Elektronika

Rangkaian elektronika sistem *adaptive classroom* berbasis IoT, manajemen penggunaan AC secara otomatis yang dibangun. Rangkaian ini terdiri dari lima perangkat keras yang dihubungkan menjadi sebuah perangkat manajemen penggunaan AC secara otomatis yang terdiri dari Wemos D1 R2 sebagai mikrokontroler, sensor DHT22, sensor *IR Transmitter* sebagai transmisi sinyal dari mikrokontroler ke AC dan *IR Receiver* untuk mengambil *IR code* dari *remote* AC. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Gambar 2.



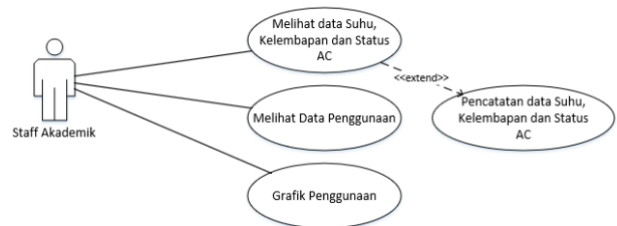
Gambar 2. Rangkaian elektronika sistem.

### B. Perancangan Perangkat Lunak

Pada tahap perancangan perangkat lunak, dilakukan perancangan sistem berbasis *web adaptive classroom* berbasis IoT, manajemen penggunaan AC secara otomatis. Selain merancang *web*, pada tahap ini juga dilakukan perancangan arsitektur MQTT sistem.

#### B.1. Use Case Diagram

Rancangan *use case* diagram dari sistem manajemen penggunaan AC secara otomatis dapat dilihat pada Gambar 3.

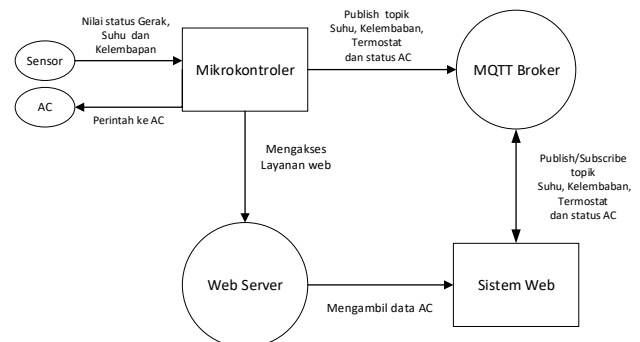


Gambar 3. Use case diagram sistem.

Terdapat beberapa aktivitas yang dapat dilakukan oleh operator staff akademik PSTI FT UNRAM yaitu melihat data suhu, kelembapan dan status AC secara *real time* dan dapat melihat data penggunaan. Pada aktivitas melihat data suhu, kelembapan dan status AC terjadi juga proses pencatatan suhu, kelembapan dan status AC secara *real time*. Sedangkan pada aktivitas melihat data penggunaan ditampilkan histori penggunaan AC secara periodik. Kemudian aktivitas grafik penggunaan digunakan untuk melihat lama waktu penggunaan AC yang ditampilkan secara periodik

#### B.2. Komunikasi MQTT Sistem

Berikut merupakan rancangan dari arsitektur MQTT sistem, pada sistem *adaptive classroom* berbasis IoT, manajemen penggunaan AC secara otomatis. Dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rancangan komunikasi MQTT sistem.

Seperti yang terlihat pada Gambar 4 merupakan arsitektur MQTT sistem *adaptive classroom* berbasis IoT, manajemen penggunaan AC secara otomatis. Alur proses dimulai dari mikrokontroler yang melakukan pembacaan data gerak, suhu dan kelembapan dari sensor. Kemudian mikrokontroler mem-publish topik suhu, kelembapan,

termostat dan status AC ke MQTT *broker*. Mikrokontroler juga mengirim data penggunaan AC menuju *web server* melalui layanan *web*. Sistem *web* yang merupakan *client* dari MQTT dan *web server* mengambil data penggunaan AC yang telah dicatat pada *web server* dan juga menerima nilai sensor secara *realtime* dari MQTT broker dengan melakukan *subscribe* terhadap topik suhu, kelembaban, termostat dan status AC.

### C. Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi, dilakukan penyusunan konfigurasi perangkat keras dan pembuatan perangkat lunak dari rancangan yang telah dibuat sebelumnya serta menghubungkan perangkat keras dan perangkat lunak tersebut menjadi satu kesatuan sistem dengan menggunakan protokol MQTT sebagai media pengiriman data. Tahap Implementasi dibagi menjadi 3 proses yaitu:

- Penyusunan konfigurasi perangkat keras  
Pada tahap ini, mikrokontroler Wemos D1 (R2), sensor PIR, sensor DHT22, sensor IR *Transmitter*. akan disusun menjadi satu rangkaian perangkat keras yang nantinya digunakan untuk melakukan manajemen penggunaan AC secara otomatis pada ruang A3-02 PSTI FT UNRAM. Proses penyusunan perangkat disesuaikan dengan rancangan pada tahap rancangan perangkat keras sistem.
- Pembuatan perangkat lunak  
Pada tahapan ini akan dilakukan pembangunan sistem berbasis *web* dengan menggunakan *framework CodeIgniter*. Sistem berbasis *web* digunakan untuk *monitoring* penggunaan sistem dalam melakukan manajemen penggunaan AC secara otomatis.
- Pembangunan alur komunikasi data  
Pada tahap ini dilakukan pembangunan komunikasi data antara sistem *web* dengan perangkat keras yang telah disusun sebelumnya. Protokol komunikasi data yang digunakan yaitu protokol MQTT dengan server broker HiveMQ..

### D. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pada tahap pengujian dan evaluasi sistem, dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun dan melakukan evaluasi dari pengujian yang telah dilakukan tersebut. Proses pengujian sistem *Adaptive Classroom* Berbasis IoT, Manajemen Penggunaan AC Secara Otomatis dilakukan pada ruang kelas A3-02 PSTI FT UNRAM. Pengujian sistem dibagi menjadi dua tahap. Pada tahap pertama dilakukan pengujian terhadap fungsi dari perangkat sistem manajemen penggunaan AC secara otomatis yang telah dibuat. Kemudian tahap selanjutnya adalah pengujian yang dilakukan terhadap sistem *web* yang telah terhubung dengan protokol MQTT untuk dapat dilakukan *monitoring* terhadap manajemen otomatisasi penggunaan AC yang dilakukan oleh sistem secara *real time*. Jika sistem ini sudah sesuai dengan kebutuhan yaitu dapat memajemen penggunaan AC secara otomatis dan juga dapat menampilkan data yang sesuai pada sistem *monitoring* berbasis *web* baik berupa tabel maupun grafik

maka dilanjutkan menuju tahap berikutnya. Sedangkan jika sistem belum berjalan sesuai dengan kebutuhan maka dilakukan perbaikan pada tahap perancangan perangkat keras.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Realisasi Sistem

Pada realisasi sistem ini, membahas hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu “Realisasi Sistem *Adaptive Classroom* Berbasis IoT, Manajemen Penggunaan *Air Conditioner* (AC) Secara Otomatis”. Realisasi yang dilakukan telah dibuat sesuai dengan perancangan yang dijabarkan pada bab sebelumnya. Selain itu, pada bab ini juga dibahas mengenai hasil sistem yang telah dibuat berdasarkan perancangan yang ada, melakukan pengujian keseluruhan sistem serta mengevaluasi sistem yang berjalan.

#### A.1. Realisasi Penyusunan Perangkat Keras

Realisasi penyusunan perangkat keras dari Sistem *Adaptive Classroom* Berbasis IoT, Manajemen Penggunaan *Air Conditioner* (AC) Secara Otomatis. Sistem yang dibuat mengacu pada rancangan perangkat keras yang terdapat pada bab sebelumnya. Seperti pada Gambar 5 di bawah terdapat lima perangkat keras yang dihubungkan menjadi sebuah perangkat untuk melakukan manajemen penggunaan AC secara otomatis pada ruang A3-02 PSTI FT UNRAM, yang terdiri dari Wemos D1 R(2), dua buah IR *Transmitter*, sensor DHT22, dan sensor PIR.



Gambar 5. Realisasi penyusunan perangkat keras.

Fungsi dari masing-masing perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Wemos D1, digunakan sebagai mikrokontroler dari sistem manajemen otomatisasi AC, yang dimana mikrokontroler ini sudah memiliki modul ESP8266 untuk terhubung ke jaringan internet.
- IR *Transmitter*, digunakan untuk mengirim sinyal perintah ke AC berdasarkan instruksi yang telah

diolah oleh mikrokontroler. *Code* instruksi yang dikirimkan disesuaikan dengan *code* instruksi yang diambil dari *remote AC* menggunakan *IR Receiver*.

- Sensor DHT22, digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara pada ruangan.
- Sensor PIR, digunakan untuk mendeteksi pancaran sinar inframerah yang dihasilkan oleh gerakan manusia.

## A.2. Realisasi Pembangunan Control Application

Dalam realisasi pembangunan *control application* bahasa yang digunakan adalah bahasa C dengan Arduino IDE. Untuk membangun *control application* agar dapat terkoneksi dengan sensor PIR, sensor DHT22, *IR Transmitter* serta berkomunikasi dengan *broker* melalui protokol MQTT. Realisasinya dapat dilihat pada *source code* di bawah ini:

```

val = digitalRead(pir);
if (val == HIGH && temperature > 27.10)
{
  if(state_fungsi != 1){
    for (int i = 0; i < 3; i++) {
      irsend.sendRaw(rawEnam, 139, 38);
      delay(2000);}
      termostat = 16;}
      state_fungsi = 1;
      statusAC= "ON";
      append += 1;
      if(append == 40){
        appenddata();
        append = 0;}
else if (val == HIGH && temperature < 27 &&
temperature > 25.80)
{ if(state_fungsi != 2){
  for (int i = 0; i < 4; i++) {
    irsend.sendRaw(rawLapan, 139, 38);
    delay(1000); }
    termostat = 18; }
  state_fungsi = 2;
  statusAC= "ON";
  append += 1;
  if(append == 40){
    appenddata();
    append = 0;}
else if (val == HIGH && temperature < 25.80)
{
  if(state_fungsi != 3){
    for (int i = 0; i < 4; i++) {
      irsend.sendRaw(rawDuapuluh, 139, 38);
      delay(1000); }
      termostat = 20; }
      state_fungsi = 3;
      statusAC= "ON";
      append += 1;
      if(append == 40){
        appenddata();
        append = 0;}
else if (val == LOW){
  if(state_fungsi != 0){
    for (int i = 1; i < 4; i++){
      irsend.sendRaw(rawOff, 139, 38);
      delay(1000); }
      termostat = 0; }
      state_fungsi = 0;
      statusAC= "OFF";
      append += 1;
      if(append == 40){

```

```

        appenddata();
        append = 0; } }
      delay(2000);
      client.publish("test/suhu", (char*)suhu.c_str()
);
      client.publish("test/lembab", (char*)lembab.c_s
tr());
      client.publish("test/statusAC", (char*)statusAC
.c_str());
      termo+=termostat;client.publish("test/termosta
t", (char*) termo.c_str());

```

Listing 1. *Source code* kontrol aplikasi.

Pada *source code* kontrol aplikasi digunakan untuk menentukan keputusan yang dikirimkan ke AC melalui *IR Transmitter*. Selain itu juga *source code* kontrol aplikasi di atas akan menentukan kondisi penyimpanan sistem. Jika nilai sensor PIR berada pada kondisi *high* dan nilai *temperature* suhu udara berada di atas 27.10°C maka mikrokontroler akan memerintahkan AC melalui *IR Transmitter* untuk mengatur suhu AC sebesar 16°C dan mengubah kondisi AC menjadi status ON. Kemudian penyimpanan status kondisi terkini menggunakan fungsi "appenddata()". Begitu juga dengan kondisi yang ke dua yaitu jika nilai sensor PIR berada pada kondisi *high* dan nilai *temperature* suhu udara berada di antara 27.10 °C – 25.80 °C maka *temperature* suhu AC diatur menjadi 18 °C. Kemudian untuk kondisi yang ke tiga yaitu jika nilai sensor PIR berada pada kondisi *high* dan *temperature* suhu udara berada dibawah 25.80 °C maka suhu AC diatur menjadi 20 °C. kemudian untuk kondisi yang terakhir yaitu jika nilai sensor PIR berada pada kondisi *low* maka AC dikondisikan menjadi OFF. Selain itu, terjadi juga proses mengirim data atau melakukan proses *publish* data status AC, suhu udara dan termostat AC dalam bentuk data *String* sesuai dengan topik yang telah ditentukan.

## A.3. Realisasi Pembangunan Komunikasi Protokol MQTT

Pada realisasi pembangunan komunikasi data dengan MQTT ini menggunakan dua *library* yang disematkan pada sistem *web* agar dapat terhubung dan melakukan aksi pada server broker. *Library* yang digunakan yakni berkas *jQuery* dan *mqttws31.js*. Berikut merupakan *script* yang digunakan dalam realisasi komunikasi dengan MQTT yang tersimpan dalam berkas *webmqtt.js*.

```

var options = {
  timeout: 3,
  onSuccess: function () {
    client.subscribe('test/suhu', {qos: 2});
    client.subscribe('test/lembab', {qos: 2});
    client.subscribe('test/fungsi', {qos: 2});
    client.subscribe('test/termostat', {qos: 2});
    $('#status').empty();
    $('#status').append('<a href="" class="link"
data-toggle="tooltip" title="Online">Online<i
class=""></i></a>');
    onFailure: function (message) {
      $('#status').empty();
      $('#status').append('<a href="" class="link"
data-toggle="tooltip"
title="Offline">Offline<i class=""></i></a>');
      client.connect(options);}};

```

Listing 2. *Source code* komunikasi MQTT variabel *options*.

Source code komunikasi MQTT variabel options merupakan pendeklarasian variabel "options" yang di dalamnya terdapat dua fungsi yaitu "onSuccess" dan "onFailure". Pada fungsi "onSuccess", jika koneksi berhasil dilakukan dengan server broker maka sistem web akan melakukan subscribe dan mengubah status koneksi pada web menjadi Online. Sedangkan pada fungsi "onFailure", sistem web akan mengubah status koneksi menjadi Offline.

```

client.onMessageArrived = function (message) {
  if(message.destinationName == 'test/suhu') {
    $('#suhu').empty();
    $('#suhu').append('<font class="display-6 text-white">'+message.payloadString+'<sup>°</sup></font>');
    suhuu = message.payloadString;
    $('#suhu').empty();
    $('#suhu').append(suhuu);}
  else if(message.destinationName == 'test/termostat'){
    $('#termostat').empty();
    $('#termostat').append('<h1 class="font-m-b-0">'+message.payloadString+'<sup>0</sup></h1>');}
  else if(message.destinationName == 'test/lembab'){
    $('#kelembaban').empty();
    $('#kelembaban').append('<font class="display-6 text-white">'+message.payloadString+'<sup></sup>%</font>');
    lembabb = message.payloadString;
    $('#suhu').empty();
    $('#suhu').append(lembabb);}
  else if(message.destinationName == 'test/fungsi'){
    if(message.payloadString == '0'){
      $('#fungsi').empty();
      $('#fungsi').append('<div class="display-6 text-danger"><i class="fa fa-power-off"></i></div>');
      $('#off').empty();
      $('#off').append('<h2 class="font-light text m-b-0">OFF</h2>');}
    else{
      $('#fungsi').empty();
      $('#fungsi').append('<div class="display-6 text-danger"><i class="mdi mdi-thermometer-lines"></i></div>');
      $('#off').empty();
      $('#off').append('<h2 class="font-light text m-b-0">ON</h2>');}}
};
    
```

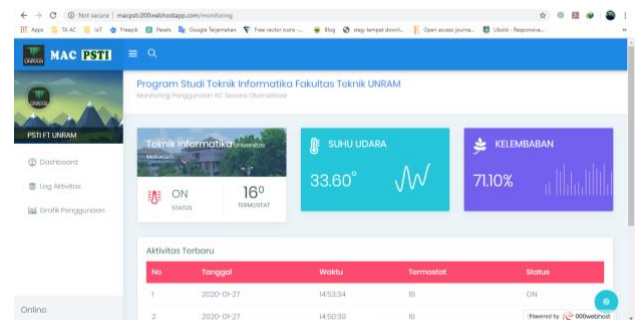
Listing 3. Source code kondisi komunikasi MQTT.

Source code kondisi komunikasi MQTT merupakan fungsi yang digunakan untuk menerima pesan yang dikirimkan melalui server broker oleh mikrokontroler. Dalam fungsi tersebut, terdapat kondisi if else yang digunakan untuk melakukan suatu aksi terhadap sistem web. Aksi yang dilakukan yakni mengubah informasi pada sistem web untuk disajikan kepada pengguna sesuai kondisi yang diterima. Seperti halnya pada kondisi yang pertama

jika pesan yang diterima dari topik "test/suhu" maka sistem akan menampilkan nilai dari data suhu udara secara realtime dari sistem web.

#### A.4. Realisasi Sistem Web

Dalam pembuatan web sistem manajemen penggunaan AC secara otomatis digunakan bahasa PHP dan dengan framework codeigniter. Berikut ini adalah contoh realisasi dari interface halaman dashboard yang menampilkan pengukuran suhu udara, kelembaban udara, termostat AC serta status AC pada sistem web manajemen penggunaan AC secara otomatis seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Realisasi web sistem manajemen otomatisasi AC.

#### B. Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan proses pengekskusion sistem perangkat keras dan lunak untuk menentukan bahwa sistem tersebut sesuai dengan yang diharapkan peneliti. Pada pengujian sistem dibagi menjadi 2 tahap. Pada tahap pertama dilakukan pengujian terhadap fungsi dari alat sistem manajemen penggunaan AC secara otomatis yang telah dibuat. Kemudian pada tahap selanjutnya adalah pengujian terhadap fungsi dari sistem web. Berikut merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan pada implementasi Sistem Adaptive classroom berbasis IoT, manajemen penggunaan AC secara otomatis.

##### B.1. Hasil Pengujian Sensor DHT22

Pengujian sensor DHT22 ditempatkan pada Ruang A3-02 PSTI FT UNRAM untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Hasil pembacaan sensor DHT22 kemudian dibandingkan dengan termometer dan hygrometer digital. Hasil pengujian sensor DHT22 dapat dilihat pada Tabel I dan Tabel II.

TABEL I. HASIL PENGUJIAN SUHU UDARA SENSOR DHT22

No	Termometer (°C)	Sensor DHT22 (°C)	Galat Relatif (%)
1	32.0	32.7	2.19
2	31.5	32.0	1.58
3	30.7	31.1	1.95
4	29.4	30.2	2.72
5	28.3	29.5	4.24
Rata - rata			2.54

TABEL II. HASIL PENGUJIAN KELEMBABAN UDARA SENSOR DHT22

No	Hygrometer (%)	Sensor DHT22 (%)	Galat Relatif (%)
1	75	77	2.66
2	67	70	4.47
3	58	62	6.89
4	54	57	5.55
5	52	54	3.84
Rata - rata			4.68

Pengujian pada sensor DHT22 telah bekerja dengan baik. Nilai rata-rata galat yang dihasilkan dibawah 5%, jadi ini masih berada pada nilai toleransi [9].

B.2. Hasil Pengujian Sensor PIR

Pengujian sensor PIR dilakukan pada Ruang A3-02 PSTI FT UNRAM untuk mengukur jangkauan efektif sensor dalam mendeteksi sinyal gerakan manusia. Hasil dari pengujian sistem dapat dilihat pada pada Tabel III.

TABEL III. HASIL PENGUJIAN SENSOR PIR

Sudut	Jarak (Meter)	Kondisi Sensor
0°	1	High
	2	High
	3	High
	4	High
	5	High
30°	1	High
	2	High
	3	High
	4	High
	5	High
60°	1	High
	2	High
	3	High
	4	High
	5	High
80°	1	Low
	2	Low
	3	Low
	4	Low
	5	Low

Pengujian pada sensor menunjukkan bahwa sensor PIR telah bekerja dengan baik dan mampu mendeteksi gerakan dengan optimal pada jarak maksimal 5 meter dengan sudut maksimal 60° kiri dan 60° kanan.

B.3. Hasil Pengujian IR Transmitter

Pengujian IR Transmitter dilakukan pada Ruang A3-02 PSTI FT UNRAM untuk mengukur jangkauan efektif IR Transmitter dalam mengirimkan sinyal instruksi ke AC. Pengujian IR Transmitter dapat dilihat pada tabel IV.

TABEL IV. HASIL PENGUJIAN IR TRANSMITTER

Jarak (Meter)	Respon AC(Ada/Tidak)
1	Ada
2	Ada
3	Ada
4	Ada
5	Ada

Tabel IV menunjukkan bahwa IR Transmitter telah bekerja dengan baik dan mampu mengirim sinyal instruksi ke AC dengan jarak maksimal yaitu sepanjang 5 meter.

B.4. Hasil Pengujian Web Sistem

Proses pengujian web sistem manajemen penggunaan AC secara otomatis ini dilakukan dengan metode pengujian black box. Pengujian ini dilakukan untuk menguji fungsi atau fitur yang ada di dalam web. Berikut merupakan hasil pengujian fungsi-fungsi yang ada di web sistem manajemen penggunaan AC secara otomatis

TABEL V. HASIL PENGUJIAN FUNGSI LOG AKTIVITAS

No	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Form pilih tanggal diisi dengan tanggal yang tidak memiliki data di file data	Fungsi menampilkan data kosong pada tabel fungsi log aktivitas	Sesuai	Valid
2	Form pilih tanggal diisi dengan tanggal yang memiliki data di file data	Fungsi menampilkan data Log Aktivitas pada tabel fungsi log aktivitas	Sesuai	Valid

Pengujian yang pertama dilakukan pada fungsi Log Aktivitas. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi ini sudah berjalan dengan baik dan benar saat user atau pengguna mengakses fungsi Log Aktivitas sistem. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa fungsi Log Aktivitas sudah berjalan dengan baik dan benar. Sesuai dengan Tabel V merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan.

TABEL VI. HASIL PENGUJIAN FUNGSI GRAFIK PENGGUNAAN

No	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Form pilih tanggal diisi dengan tanggal yang tidak memiliki data di file data	Fungsi menampilkan data kosong pada fungsi Grafik Penggunaan	Sesuai	Valid
2	Form pilih tanggal diisi dengan tanggal yang memiliki data di file data	Fungsi menampilkan data Grafik Penggunaan pada fungsi Grafik Penggunaan	Sesuai	Valid

Pengujian yang ke dua dilakukan pada fungsi Grafik Penggunaan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi ini sudah berjalan dengan baik dan benar saat user atau pengguna mengakses fungsi grafik penggunaan sistem. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa fungsi grafik penggunaan sudah

berjalan dengan baik dan benar. Sesuai dengan Tabel VI merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan

### B.5. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Dilakukan beberapa skenario pengujian untuk mengetahui jika sistem dapat berjalan dengan baik atau tidak. Skenario yang diuji yaitu skenario dengan ruangan yang berisi mahasiswa dan skenario dengan ruangan kosong. Pengujian dilakukan pada ruang kelas A3-02 PSTI FT UNRAM yang sudah terpasang 2 buah AC. Pengujian keseluruhan sistem dilakukan pada tanggal 29 Januari 2020 mulai dari pukul 10.00 WITA sampai pukul 15.00 WITA. Perangkat manajemen otomatisasi AC di letakkan pada lokasi yang strategis yaitu sesuai dengan jarak optimal pendeteksian sensor.

Sesuai dengan Gambar 7 yaitu fungsi Log Aktivitas sistem dapat membuktikan hasil dari skenario pengujian yang dilakukan. Hasil dari pengujian skenario pertama, yaitu ruangan berisi mahasiswa, ditunjukkan oleh data ke-34 sampai dengan 40. Dapat dilihat pada data ke-34 sampai dengan 35, bahwa status AC telah menunjukkan keputusan yang benar, yaitu AC dalam keadaan Aktif dengan termostat 16°C karena nilai suhu udara berada di atas 27.10°C. Seiring berjalan waktu, suhu udara dalam ruangan mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat pada data ke-36 sampai dengan 37, status AC dalam keadaan Aktif dengan termostat 18°C karena kondisi suhu berada diantara 27.10°C - 25.80°C. Selanjutnya pada data ke-38 sampai dengan 40 juga menunjukkan keputusan yang benar, yaitu status AC dalam keadaan Aktif dengan termostat 20°C karena kondisi suhu berada di bawah 25.80°C.

No.	Tanggal	Waktu	Suhu Udara	Kelembaban	Termostat	Status
40	2020-01-29	14:20	25,20	67,0	20	ON
39	2020-01-29	14:19:43	25,30	67,00	20	ON
38	2020-01-29	14:19:09	26,60	66,20	20	ON
37	2020-01-29	14:17:39	25,50	65,40	18	ON
36	2020-01-29	14:13:52	26,50	64,90	18	ON
35	2020-01-29	13:58:47	27,30	64,20	16	ON
34	2020-01-29	13:54:57	28,20	62,60	16	ON
33	2020-01-29	13:48:57	28,00	62,80	0	OFF
32	2020-01-29	13:45:16	28,40	67,0	0	OFF

Gambar 7. Log aktivitas sistem.

Kemudian untuk pengujian skenario kedua, yaitu ruang kosong, ditunjukkan pada data ke-33. Sistem akan mematikan AC secara otomatis, jika sudah tidak mendeteksi adanya gerakan manusia di dalam ruangan selama selang waktu 5 menit. Dapat dilihat pada data ke-33, status AC dikondisikan menjadi Tidak Aktif dan termostat AC diubah menjadi 0°C yang menandakan tidak adanya gerakan manusia yang terdeteksi.

Berdasarkan pengujian 2 skenario, yaitu skenario ruangan berisi mahasiswa dan skenario ruang kosong, yang telah dilakukan, perangkat IoT yang dibuat dapat melakukan manajemen penggunaan AC secara otomatis. Dengan demikian, ruang kelas yang dipasangkan perangkat IoT ini dapat dikatakan sebagai *adaptive classroom* karena dapat melakukan penyesuaian suhu secara otomatis

### B.6. Pengujian Mean Opinion Score (MOS)

Pengujian dengan menggunakan metode MOS ini dilakukan dengan responden dari mahasiswa PSTI FT UNRAM. Tujuan dari pengujian ini adalah mengetahui bagaimana kualitas sistem dilihat dari sisi pengguna. Adapun pertanyaan kuesioner yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Sistem manajemen otomatisasi AC berbasis IoT dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan?
2. *Interface* sistem *web* manajemen otomatisasi AC berbasis *web* ini mudah dipahami dan digunakan (*user friendly*)?
3. Sistem *monitoring* berbasis *web* pada Sistem manajemen otomatisasi AC berbasis IoT dapat memberikan informasi mengenai kondisi lingkungan suhu dan kelembaban udara serta status kondisi AC di dalam ruang kelas A3-02 PSTI FT UNRAM?
4. Fungsi filter data grafik dan log aktivitas penggunaan mudah dipahami dan digunakan?
5. Apakah sistem ini dapat membantu atau memudahkan manajemen penggunaan AC secara otomatis di dalam ruang kelas A3-02 PSTI FT UNRAM?

TABEL VII. HASIL PENGUJIAN PARAMETER MOS

No	Question	SS (5)	S (4)	TT (3)	TS (2)	STS (1)	Total	Mean pi					
1	Ques 1	10	10	0	0	0	20	4.5					
2	Ques 2	16	4	0	0	0	20	4.8					
3	Ques 3	7	12	1	0	0	20	4.55					
4	Ques 4	11	9	0	0	0	20	4.7					
5	Ques 5	14	6	0	0	0	20	4.57					
Sub Total							58	41	1	0	0	100	22.85
MOS (Mean Opinion Score)									4.57				

Hasil pengujian MOS dari 20 responden dapat dilihat pada Tabel VII menunjukkan bahwa nilai MOS yang diperoleh yaitu sebesar 4.57. Nilai 4.57 dari skala 5 ini menunjukkan bahwa sistem yang dibangun sudah baik sesuai dengan apa yang diharapkan [10].

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

1. Rangkaian elektronik sistem manajemen penggunaan AC secara otomatis berbasis IoT yang dibuat sudah dapat mendeteksi kondisi suhu udara, kelembaban dan pergerakan manusia menggunakan sensor DHT22 dan sensor PIR serta dapat menentukan kondisi dengan mikrokontroler Wemos D1 R(2) dan mengirimnya ke AC menggunakan IR *Transmitter*.
2. Web sistem manajemen penggunaan AC secara otomatis berbasis IoT sudah dapat menampilkan data suhu udara, kelembaban, status AC dan termostat yang didapatkan dari rangkaian elektronik secara *real-time*, dalam bentuk tabel dan grafik kepada pengguna.
3. Protokol MQTT yang digunakan sebagai protokol komunikasi data antara rangkaian elektronika dan *web*



- sistem manajemen penggunaan AC secara otomatis berbasis IoT sudah berjalan dengan baik, dengan broker “broker.mqttdashboard.com”.
4. Berdasarkan dua skenario pengujian yaitu skenario ruangan berisi mahasiswa dan skenario ruang kosong, yang telah dilakukan, perangkat IoT yang dibuat dapat melakukan manajemen penggunaan AC secara otomatis. Dengan demikian, ruang kelas yang dipasangkan perangkat IoT ini dapat dikatakan sebagai *adaptive classroom* karena dapat melakukan penyesuaian suhu secara otomatis.
  5. Dari pengujian MOS yang telah dilakukan diperoleh nilai sebesar 4.57 dari skala 5 yang menunjukkan bahwa sistem telah layak digunakan dan termasuk dalam kategori sangat baik.

### B. Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan sistem yang dibangun dapat melakukan *input IR code* dari sistem *web* agar sistem ini dapat diterapkan pada semua jenis AC.
2. Diharapkan sistem yang dibangun dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor PIR agar dapat meningkatkan akurasi serta dapat menjangkau dan mendeteksi pergerakan manusia di semua sudut ruangan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Attar, B. Hamzah, and M. R. Rahim, “Kenyamanan Termal Ruang Kuliah dengan Pengkondisian Udara,” *Universitas Hasanuddin Makassar*, 2014.
- [2] D. Despa, M. A. Muhammad, A. Suriananto, A. Hamni, G. F. Nama, and Y. Martini, “Monitoring dan Manajemen Energi Listrik Gedung Laboratorium Berbasis Internet of Things ( IoT ),” *Semin. Nas. Tek. Elektro 2018*, pp. 2–6, 2018.
- [3] B. Artono and F. Susanto, “Wireless Smart Home System Menggunakan Internet Of Things,” *J. Teknol. Inform. dan Terap.*, vol. 05, no. 01, pp. 17–24, 2017.
- [4] H. A. Rochman, R. Primananda, and H. Nurwasito, “Sistem Kendali Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Protokol MQTT pada Smarthome,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 6, pp. 445–455, 2017.
- [5] B. M. Susanto, E. S. J. Atmadji, and W. L. Brenkman, “Implementasi MQTT Protocol Pada Smart Home Security Berbasis Web,” *J. Inform. Polinema*, vol. 4, pp. 201–205, 2018.
- [6] I. G. M. N. Desnanjaya, I. A. D. Giriantri, and R. S. Hartati, “Rancang Bangun Sistem Control Air Conditioning Automatis Berbasis Passive Infrared Receiver,” *Pros. Conf. Smart-Green Technol. Electr. Inf. Syst.*, no. C-010, pp. 165–171, 2013.
- [7] H. Izzatul Islam *et al.*, “Sistem Kendali Suhu Dan Pemantauan Kelembaban Udara Ruang Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor DHT22 dan Passive Infrared (Pir),” vol. V, no. Lcd, pp. SNF2016-CIP-119-SNF2016-CIP-124, 2016.
- [8] D. A. Kurniawan, “Pengendalian Air Conditioner Dari Jarak Jauh,” *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 2018.
- [9] H. Suryawinata, D. Purwanti, and S. Sunardiyo, “Sistem Monitoring pada Panel Surya Menggunakan Data logger Berbasis ATmega 328 dan Real Time Clock DS1307,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 30–36, 2017.
- [10] R. Fitriyanti, A. Aryanti, and Lindawati, “Studi Literatur Mean Opinion Score Menggunakan Moving Picture Quality Metrics (MPQM) Di Jaringan LTE,” *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. di Ind. 2018 Tema A - Penelit.*, vol. 4, no. 2, pp. 10–14, 2018.